



TALOTEKNIIKAN TUOTEDATAN VIRTAUTUS- JA HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUDET GENERATIIVISEN TEKOÄLYN AVULLA

TATE2030 TH8. osahankkeen loppuraportti

Osku Torro (FT)
Henri Jalo (TkT)

**Talotekniikan tuotedatan virtautus- ja hyödyntämismahdollisuudet
generatiivisen tekoälyn avulla**

Osku Torro (FT)

Henri Jalo (TkT)

ISBN 978-952-03-3640-0

Tampereen yliopisto. Kiinteistökehittäminen.

2024

Kannen kuva: Osku Torro (Midjourney) / Tampereen yliopisto

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	4
Johdanto.....	5
Tutkimuksen tausta: Datan virtauttaminen rakentamisen tuotantoketjussa	5
Tutkimuksen tavoitteet	6
Tutkia datan virtaavuuden pullonkauloja taloteknisen tuotetiedon kontekstissa	6
Tutkia tekoälyn roolia datan virtaavuuden parantamisessa	6
Tutkia liiketoiminnallisia syitä ja keinoja tekoälyratkaisujen systemiselle käyttöönotolle ..	6
Tunnistettut haasteet	7
Data ei virtaa, sen laatu on heikkoa ja samaa dataa uudelleen luodaan jatkuvasti	7
Datasiilot ja hajanaiset järjestelmät sekä vakioinnin ja koneluettavuuden puute	7
Rakennusalan rakenne, sopimukset ja kulttuuri eivät edistä avointa tiedon jakamista	8
Eri toimijoiden välille ei pääse muodostumaan vakioituja yhteistyöskentelyn tapoja	9
Käyttäjäpäädyn digitalisaatio-osaamisessa ja -asenteissa puutteita.....	10
Alan raportointivaatimukset kasvavat merkittävästi lähivuosina	10
Tehdäänkö muissa maissa tai muilla aloilla asioita sitten paremmin?	11
Potentiaaliset ratkaisut.....	12
Tuleva ympäristöraportointi on yhteinen mahdollisuus uudistaa ja digitalisoida KiRa-alan toimitus- ja arvoketjun datavirtoja ja liiketoimintaa	12
KiRa-alan tarvitsee edistää yhteistä Data Governance -toimintaa datan standardoinnin ja virtauttamisen edistämiseksi	13
Älykäs tekoälyavusteinen toimitusketjun ja tuotetiedon hallinta	15
Kehitettävät tekoälyteknologiat	19
KiRa-ala tarvitsee alan yhteisen AI-kielimallin AI-ratkaisujen kehittämisen pohjaksi.....	19
RAG - ja hybridihaut	20
Tekoälyagentit: seuraavan sukupolven prosessiautomaatio	21
Datalähteiden ja data-alustojen valmistelemisen	23
Tekoälyn peruskielimallien ja tekoälyagenttien pullonkaulat ja haasteet	24
Kohti tiedolla johtamista: tekoäly edistämässä alan kulttuurin muutosta	25
Yhteenveto ja johtopäätökset	26
Seuraavat tutkimusaiheet	26

Tiivistelmä

Tämä Talotekniikka 2030 -hankkeen TH8-osahankkeen raportti keskittyy kiinteistö- ja rakennusalan haasteisiin talotekniikkatuotteiden tuotetietojen virtauttamisessa rakentamisen elinkaaren aikana ja esittelee mahdollisia ratkaisuja tunnistettuihin ongelmiin. Raportin löydökset perustuvat 13 haastatteluun ja neljään työpajaan.

Datan virtaaminen kiinteistö- ja rakennusalan arvoketjun läpi on ollut haasteellista alan alhaisen digitalisaatioasteen ja projektipohjaisen työskentelyn vuoksi. Vaikka tietosisältöjen standardointia on pyritty edistämään (esimerkiksi RAVA3Pro-hankkeessa), tiedon kerääminen, kopiointi ja manuaalinen tulkinta toistuvat jatkuvasti eri tietojärjestelmien ja yritysten välillä, mikä aiheuttaa tehottomuutta ja virheitä.

Vuoden 2025 alusta voimaan tuleva CSRD-direktiivi (Corporate Sustainability Reporting Directive) asettaa rakennusalan merkittäviä raportointivaatimuksia, jotka voivat ilman teknologisia ja asenteellisia muutoksia heikentää tuottavuutta entisestään. Tämä sääntely toimii kuitenkin myös mahdollisuutena edistää digitalisaatiota, sillä se pakottaa alan toimijat ottamaan käyttöön tehokkaampia järjestelmiä ja menetelmiä. Tuotetietojen vakiointi on tässä keskeinen elementti, sillä se mahdollistaa tekoälyn hyödyntämisen tietojen käsittelyssä ja automatisoinnissa, mikä puolestaan voi virtaviivaistaa ympäristöraportointia ja muita kriittisiä prosesseja.

Tekoäly tarjoaa ratkaisuja moniin tietojen virtaamiseen liittyviin ongelmiin, mutta pysyvät järjestelmäintegraatiot eivät aina ole järkeviä vaihtuvien projektiverkostojen vuoksi. Tämän vuoksi tarvitaan modulaarisia ratkaisuja, jotka mahdollistavat tietojen tehokkaan siirtämisen ja käsittelyn eri standardeihin perustuvien järjestelmien välillä erilaisissa projekteissa. Ensimmäinen askel näiden ratkaisujen kehittämisessä olisi räätälöidä kiinteistö- ja rakennusalan tekoälykielimalli, joka ymmärtää alan tuotetietojen ja termistön. Tämän kielimallin ympärille kehitetyt tekoälyratkaisut parantaisivat eri toimijoiden ratkaisujen yhteensopivuutta ja tietojen tehokasta hyödyntämistä koko toimitusketjussa. Lisäksi alalla tarvitaan tiiviimpää Data Governance -yhteistyötä, jossa sovitaan tietojen arvonaluontipotentiaalista ja kehitystoimien yhtenäistämisestä.

Raportti keskittyy erityisesti generatiivisen tekoälyn ratkaisuihin niiden potentiaalinen ja uutuusarvon vuoksi. Se esittelee ratkaisuja tietojen virtauttamisen parantamiseksi hyödyntämällä tekoälyn laajoja kielimalleja (Large Language Model, LLM), tekoälypohjaisia tiedonhakuratkaisuja ja tekoälyagentteja. Tekoäly voi virtaviivaistaa tiedonhallintaa, tarjota älykkäitä käyttöliittymiä ja automatisoida tehtäväketjuja rakennusalan toimitusketjuissa. Raportti käsittelee myös näiden ratkaisujen kehittämiseen liittyviä haasteita ja tutkimuskysymyksiä sekä esittelee useita potentiaalisia käyttötapauksia.

Johdanto

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten talotekniikkatuotteisiin liittyvä tuotetdata virtaa kiinteistö- ja rakennusalan arvoketjun läpi tarkastelemalla datavirtojen nykytilan haasteita sekä tunnistaa potentiaalisia ratkaisuja datavirtojen kehittämiseksi. Tutkimuksen alkuvaiheessa toteutettiin kirjallisuuskatsaus aihealueeseen liittyvään tieteelliseen kirjallisuuteen, jonka alustavien löydösten pohjalta toteutettiin haastattelututkimus. Haastattelututkimukseen sisältyi 13 haastattelua ja neljä työpajaa. Lisäksi analysoitiin yritysten ja säätiöiden tuottamia dokumentteja ja verkkosivuja. Tämä raportti perustuu tähän aineistoon.

Tutkimuksen tausta: Datan virtauttaminen rakentamisen tuotantoketjussa

Rakennusalan tuottavuus ja projektien viivästykset ovat olleet jo pitkään merkittäviä ongelmia, jotka juontuvat muun muassa uusien digitaalisten teknologioiden vähäisestä käyttöönotosta, alan monimutkaisesta projektiluonteisesta rakenteesta sekä tehottomasta tiedonvaihdesta eri osapuolten kesken. Datan sujuva virtauttaminen rakentamisen tuotantoketjussa onkin avainasemassa, kun etsitään keinoja parantaa alan tehokkuutta ja rakentamisen laatua. Tällä hetkellä data ei kulje saumattomasti suunnittelusta ylläpitoon rakenteellisessa muodossa, mikä aiheuttaa pullonkauloja ja estää tiedon hyödyntämisen täysimääräisesti. Lisäksi datan määrä sekä yritysten raportointitarpeet tulevat kasvamaan merkittävästi lähitulevaisuudessa, mikä asettaa uusia vaatimuksia datan hallinnalle ja käsittelylle. Datan manuaaliselle käsittelylle ei tässä vaiheessa ole enää varaa.

Digitalisaatio on osoittanut muilla toimialoilla suurta potentiaalia tuottavuuden parantamisessa, eikä rakentaminen ole tässä poikkeus. Erityisesti tekoälyn (artificial intelligence, AI) kyvykkyydet datan käsittelyssä ja analysoinnissa voivat avata aivan uusia mahdollisuuksia, mutta ne vaativat tarkempaa rakennusalan erityispiirteet huomioivaa tutkimusta. Tekoälyn rooli ei rajoitu pelkästään valmiiden datamassojen analysointiin, vaan se voi myös tehostaa tiedon siirtoa ja rikastamista eri prosessien vaiheissa. Tämä on kriittistä rakennusalan kontekstissa, sillä laadukas data ja sen saatavuus ovat kuitenkin edellytyksiä sille, että tekoälyratkaisut voivat tuottaa todellista arvoa. Alalla on onneksi jo tehty laadukkaamman datan mahdollistavaa pohjatyötä erilaisissa standardointiprojekteissa (esim. RAVA3Pro-kehityshanke), mutta koko arvoketjun datavirtojen kehittämisessä on vielä paljon työsarkaa.

Kasvava regulaatiopaine, kuten EU:n ympäristöraportointivaatimukset, lisäävät myös tarvetta tehokkaille datanhallintaratkaisuille. Ilman uusia, älykkäitä työkaluja yritykset tulevat hukkaamaan arvokasta aikaa ja resursseja manuaalisiin raportointiprosesseihin, mikä voi jopa heikentää koko alan tuottavuutta. Nykyiset toimintatavat eivät selvästikään pysty tehokkaasti vastaamaan näihin uusiin vaatimuksiin. Toisaalta nämä uudet vaatimukset tarjoavat myös mahdollisuuden kehittää alaa eteenpäin ja toimia kannustimena yhteiselle datavirtojen hallinnan kehittämiselle. Samalla kun yritykset keskittyvät ympäristödatan tehokkaampaan virtauttamiseen uusien teknologioiden avulla, on hyvä myös miettiä muiden prosessien ja niihin liittyvän datan uudistamista. Tämä tarjoaa rakennusosalalle paitsi mahdollisuuden parantaa omaa toimintaa, myös houkutella uusia työntekijöitä, jotka näkevät alan uudistumishaluisena ja eteenpäin katsovana.

Tutkimuksen tavoitteet

Tutkia datan virtaavuuden pullonkauloja taloteknisen tuotetiedon kontekstissa

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää datan virtaavuuden haasteita erityisesti taloteknisen tuotetiedon kontekstissa. Tämä tarkastelu keskittyy tarkemmin siihen, miten rakennusalan rakenne, tietojärjestelmät ja työtavat aiheuttavat datavirtojen katkeamisia rakentamisen arvoketjussa, erityisesti kun eri prosessivaiheista vastuussa olevat yritykset siirtävät dataa toisilleen. Näiden katkoksiin tarkempi kartoitus on välttämätöntä, jotta voidaan luoda vankka perusta prosessien uudistamiselle. Yksityiskohtainen analyysi auttaa syventämään ymmärrystä siitä, miten datan virtaavuuden esteet vaikuttavat toimitusketjun ja tuotetietojen hallintaan, ja tarjoavat paremman lähtökohdan uusien ratkaisujen tunnistamiselle.

Tutkia tekoälyn roolia datan virtaavuuden parantamisessa

Perinteiset järjestelmäintegraatiot ovat rakennusalan projektiluonteisissa ja monia yrityksiä sisältävässä työssä usein haastavia toteuttaa niin, että data virtaisi saumattomasti kaikkien arvoketjun osapuolten välillä projektista toiseen. Tästä syystä tarvitaan uudenlaisia ratkaisuja datan hallintaan ja jakeluun. Tutkimuksen tavoitteena on ymmärtää erityisesti tekoälyn roolia näiden haasteiden ratkaisemisessa sekä tutkia sosioteknisiä haasteita ja mahdollisuuksia siinä, miten tekoäly voisi muuttaa ja parantaa olemassa olevia järjestelmiä ja prosesseja.

Raportissa tarkastellaan, miten tekoälyn avulla voidaan optimoida toimitusketjuja ja parantaa niiden hallintaa, mikä voi johtaa merkittäviin tehokkuus- ja kustannussäästöihin. Lisäksi paneudutaan tekoälyn mahdolliseen rooliin päätöksenteon, raportoinnin ja muiden liiketoiminnan kriittisten toimintojen tehostamisessa. Tekoälyn käyttöönoton tarkastelu ei voi kuitenkaan rajoittua pelkästään teknisiin näkökulmiin, sillä työntekijöiden täytyy lopulta käyttää näitä ratkaisuja ja nähdä ne hyödyllisiksi. Siksi raportissa huomioidaan myös inhimilliset ja organisatoriset tekijät tekoälyn käyttöönotossa.

Tutkia liiketoiminnallisia syitä ja keinoja tekoälyratkaisujen systemiselle käyttöönotolle

Kaiken tämän mahdollistamiseksi on tarpeen myös tutkia alan Data Governance -toiminnan nykytilaa ja kehitystarpeita, koska systeemisten tekoälyratkaisujen käyttöönotto edellyttää laajaa yhteisymmärrystä eri yritysten välillä datan nykytilasta sekä sen tulevasta roolista ja mahdollisuuksista tekoälyn hyödyntämisessä. Data Governance -toiminnalla viitataan yhteisesti sovittuihin prosesseihin, käytäntöihin ja sääntöihin, jotka koskevat datan laatua, turvaamista ja hyödyntämistä sekä dataan liittyvien säännösten ja lakien noudattamista. Tällaisen koordinaatiotoiminnan tarkeys korostuu erityisesti tekoälyn perusmallien hienosäädössä vastaamaan rakennusalan erityistarpeita sekä varmistettaessa erilaisten tekoälyratkaisujen yhteensopivuus eri osaratkaisujen välillä. Tämän vuoksi on tärkeä perehtyä siihen, miten alan eri toimijat tekevät tällä hetkellä yhteistyötä datan parissa ja miten sitä voitaisiin kehittää tulevaisuudessa.

Tunnistetut haasteet

Data ei virtaa, sen laatu on heikkoa ja samaa dataa uudelleen luodaan jatkuvasti

Rakennusalan nykyiset haasteet liittyvät vahvasti datan virtaavuuteen, sen laatuun ja tietojen toistuvaan uudelleen luomiseen siirrettäessä dataa eri järjestelmien välillä. Tällaiset haasteet ovat kriittisiä, sillä tekoälyn hyödyntäminen edellyttää laadukasta ja standardoitua dataa, joka on helposti saatavilla ja hyödynnettävissä. Tämä tarve korostuu erityisesti, kun tekoälymalleja räätelöidään rakennusalan erityistarpeisiin. Jos kielimallien kouluttamiseen ei ole saatavilla laadukasta ja vakiomuodossa olevaa dataa, tekoälyratkaisujen kehittäminen ja käyttöönotto jäävät puutteellisiksi.

Suomessa ei ole vielä voimassa lainsäädäntöä, joka velvoittaisi tuotevalmistajia järjestelmälliseen ja kattavaan tuotetietojen raportointiin, joten standardoinnin edistäminen on jäänyt alan toimijoiden, kuten Rakennustiedon ja LVI-infon, vastuulle. Talotekniikan tuotteiden, erityisesti LVI- ja sähköpuolen, datavirrat ovat kehittyneempiä kuin muiden rakennustuotteiden, kuten mittatilauksena valmistettavien betonielementtien. Tämä johtuu pitkälti siitä, että näitä bulkkituotteita valmistetaan toistuvasti, mikä mahdollistaa GTIN-koodien sekä LVI- ja sähkönumeroiden käytön. Tästä huolimatta tuotedatassa on edelleen puutteita, ja monet yritykset joutuvat käsittelemään tietoja manuaalisesti. Vaikka osa tuotevalmistajista on investoinut API-rajapintojen kehittämiseen ja tuotedatan automaattiseen siirtoon, alan tuotetietokannoista vastaavat yritykset keräävät edelleen tuotetietoja myös valmistajien verkkosivuilta tai suoraan valmistajilta sähköpostitse Excel-muodossa, minkä jälkeen tiedot syötetään järjestelmiin käsin. Tämä manuaalinen rikastaminen ja vakiointi on aikaa vievää ja johtaa tiedonkulun katkeamisiin arvoketjussa.

Pienten toimijoiden kyvykkyydet tuotetietojen tarjoamiseen standardoidussa muodossa ovat usein myös rajallisempia, kun taas suuremmat toimijat ovat todennäköisesti jo pidemmällä tässä standardointityössä. Tämä epätasaisuus datan hallinnan osaamisessa ja resursseissa luo lisähaasteita koko arvoketjun datan virtaavuuden parantamisessa. Alalla vallitseva taipumus turvautua vanhoihin työkaluihin, kuten Exceliin, uusien teknologisten ratkaisujen sijasta kertoo tarpeesta kehittää helppokäyttöisiä ja selkeitä järjestelmiä, jotka tuottavat konkreettista hyötyä ja ovat helposti omaksuttavissa.

Datan käsittelyn nykyiset puutteet johtavat usein viivästyksiin ja ylimääräisiin työvaiheisiin, kuten uudelleensuunnitteluun ja tarkistuksiin, mikä vähentää tehokkuutta ja lisää kustannuksia. Lisäksi projekti- ja organisaatiojohto eivät saa ajantasaista tilannekuvaa, mikä vaikeuttaa resurssien kohdentamista ja reagointia muutoksiin. Datan virtaamisen ja laadun parantaminen ovatkin keskeisiä tekijöitä, joihin panostaminen mahdollistaisi paremman tiedonkulun, virheiden minimoinnin ja koko rakennusprosessin tehostamisen.

Datasiilot ja hajanaiset järjestelmät sekä vakioinnin ja koneluettavuuden puute

Vaikka dataa siis onkin olemassa runsaasti, sen tehokas hyödyntäminen on vielä puutteellista heikon saavutettavuuden vuoksi. Tietoja haetaan ja kopioidaan usein suoraan verkkosivuilta etsimällä haluttua tuotetta, ja API-rajapintojen puute tai osaamisen puute näiden rajapintojen hyödyntämisessä estää tietojen automaattisen ja reaaliaikaisen siirtämisen. Tietoja siirretään

usein myös ”epävirallisesti”, esimerkiksi WhatsApp-keskusteluiden kautta. Tämä johtaa siihen, että samoja tietoja syötetään uudelleen eri järjestelmiin, mikä luo datasiiloja projektien eri osapuolten välille. Tämä tilanne vaikeuttaa tehokasta päätöksentekoa, toimitusketjun hallintaa ja koko arvoketjun optimointia, koska eri järjestelmiin kopioituja tietoja ei usein päivitetä tai ylläpidetä keskitetysti. Esimerkiksi ylläpitovaiheen aikana vaihdetut osat tai laitteet eivät välttämättä päädy kirjatuksi minnekään. Tämän vuoksi monet toimijat eivät usein luota saamiinsa tietoihin, vaan haluavat manuaalisesti varmistaa niiden paikkansapitävyyden itse juurta jaksain.

Yritykset käyttävät monia erilaisia sovelluksia, jotka eivät keskustele keskenään, mikä johtaa tiedonkulun katkeamisiin arvoketjussa. Useiden eri järjestelmien käyttö on myös osaamisen kannalta haasteellista. Data voikin olla funktionaalisesti siiloutuneena myös yritysten sisäisissä järjestelmissä, jos sen saavutettavuus on heikkoa tai työntekijöiden IT-osaaminen ei riitä sen käsittelyyn. Rakennusalan teknologiset ratkaisut ovat myös joskus ohjanneet liiketoimintaa enemmän kuin tukeneet sitä, mikä on voinut monimutkaistaa datan hallintaa ja vähentää järjestelmien hyödyllisyyttä. Esimerkiksi suljetun BIM-standardin hyödyntäminen voi vaikeuttaa tiedonjakoa ja järjestelmien yhteensopivuutta openBIM-lähestymistapaan verrattuna.

Erityisesti suunnittelu- ja tuotetiedon virtaus suunnittelusta hankintaan ja rakentamiseen muodostaa merkittävän pullonkaulan, koska tiedot syötetään usein manuaalisesti järjestelmiin. Vaikka esimerkiksi ehdotetuilla tuotteilla rikastettu suunnittelutieto olisi digitaalisessa muodossa BIM-tietomallissa, se ei aina siirry sujuvasti hankintatiedoksi manuaalisten laskelmien ja tiedon käsittelyn takia. Hankinta ja urakointi perustuvatkin usein 2D-kuviin, joista tiedot lasketaan käsin, mikä on tehotonta ja virhealtista. Tietojen tallentaminen ja välittäminen vapaamuotoisina Excel-, Word- ja PDF-tiedostoina sähköpostitse tai tulosteina on myös yleistä, mikä johtaa epäyhtenäisiin dokumentaatioihin ja tietojen heikkoon vertailtavuuteen. Lisäksi PDF-dokumenttien koneluettavuus on usein haastavaa, koska ne sisältävät päällekkäisiä elementtejä, erikoisfontteja ja värejä, jotka vaikeuttavat tekoälymallien kykyä tulkita niitä tarkasti.

Tämä tehottomuus näkyy koko rakennusalan arvoketjussa, jossa pk-yritykset ja aliurakoitsijat ovat usein riippuvaisia pääurakoitsijoiden tarjoamista tiedoista. Datan hallinta ja reaaliaikainen tietojen päivittäminen on haastavaa erityisesti pienille toimijoille. Vaikka suuret urakoitsijat kehittävät omia ohjelmistojaan ja datan hallintajärjestelmiään, pienemmät aliurakoitsijat jäävät usein jälkeen tarvittavien työkalujen ja resurssien puutteen vuoksi. Lisäksi tuotetietojen ja suunnitteluelementtien koodistojen vaihtelu eri suunnittelutoimialoilla vaikeuttaa standardoidun toimintatavan muodostumista ja tietojen tehokasta hallintaa.

Vakioinnin puute ja erilaisten järjestelmien yhteensopimattomuus estävät sujuvan datan virtaamisen, mikä johtaa ylimääräiseen manuaaliseen työhön ja hidastaa projektien etenemistä. Suunnittelutoimistojen, ohjelmistovalmistajien, konsulttien ja valtion yhteisrahoittamat vakiointihankkeet ovat askel oikeaan suuntaan, mutta kehitystyö on vasta alussa. Selkeät ja yhtenäiset tiedonhallintakäytännöt, kuten kansalliset standardit ja avoimet tiedonvaihtoratkaisut, ovat välttämättömiä, jotta datan virtaavuus voidaan varmistaa koko arvoketjussa ja datasiiloja voidaan alkaa purkamaan.

Rakennusalan rakenne, sopimukset ja kulttuuri eivät edistä avointa tiedon jakamista

Rakennusalan sirpaleinen ja projektiluonteinen rakenne luo merkittäviä haasteita tehokkaalle tiedonkululle. Tässä erityisesti rakennusalan monimutkaiset liiketoimintamallit, joissa monet

toimijat hyötyvät datan pirstaloitumisesta, estävät tiedon tehokasta virtausta. Sopimustekniset rajoitukset, kuten datan omistajuus ja sen käyttöoikeudet, lisäävät haasteita tietomallien ja tuotedatan täysimittaisessa hyödyntämisessä. Ajantasaisen tiedon puute projektin tilasta ja viestinnän heikkoudet ovat keskeisiä ongelmia, jotka heikentävät tuottavuutta. Projektiosapuolet eivät usein tiedä, missä vaiheessa projekti etenee tai milloin heidän panostaan tarvitaan, mikä johtaa viivästyksiin ja tehottomuuteen.

Vaikka yrityksillä saattaa olla selkeitä strategisia tavoitteita digitalisaation suhteen, niiden käytännön toteutus jää usein heikoksi työmaatasolla. Lopulta päätöksenteko digitalisaation hyödyntämisestä jää usein vastaavien mestarien vastuulle, mikä hidastaa kehitystä ja johtaa epätasaisiin käytäntöihin. Manuaaliset ja työläiset datan käsittelyvaiheet vievät myös merkittävän osan päivittäisestä työajasta, mikä jättää vähän aikaa toimintatapojen uudistamiselle. Lisäksi jos jokin toimintatapa halutaan muuttaa, kaikkien muidenkin osapuolten pitäisi muuttua samanaikaisesti, jotta uudistuksista olisi todellista hyötyä. Tällainen vaatisi systemisempää otetta, jota on vaikeaa ylläpitää alati vaihtuvien yhteistyöverkostojen kontekstissa.

Erilaisten datan integrointi- ja välitysalustojen, kuten Platform of Trustin, konsepti on herättänyt toiveita tiedon virtaavuuden parantamisesta ja integraatiokustannusten vähentämisestä sekä vaihtuvien toimijoiden datan tehokkaammassa linkittämisessä. Kuitenkin alan valmius tällaisiin muutoksiin on ollut rajallinen, ja tekniset sekä liiketoiminnalliset haasteet ovat hidastaneet edistystä. Datan omistajuus ja käyttöoikeudet ovat myös monimutkainen kysymys, erityisesti silloin, kun dataa halutaan hyödyntää AI-ratkaisujen kouluttamiseen. Usein on epäselvää, kuka omistaa datan ja keneltä tarvitaan lupa sen käyttöön.

Lisäksi alan liiketoimintamallit, jotka perustuvat usein tuntien myymiseen, voivat hidastaa automaation ja digitalisaation käyttöönottoa. Manuaalinen työ ja vanhat toimintatavat säilyttävät nykyiset ansaintamallit, jolloin investoinnit automaation kehittämiseen saattavat tuntua jopa uhkaavilta. Toimialan muutosvauhti onkin hidasta. Toisaalta allianssihankkeet ovat onnistuneet linjaamaan eri toimijoiden yhteisiä etuja paremmin ja kannustaneet innovatiivisempien lähestymistapojen hyödyntämiseen, mutta ne eivät ole vielä yleisin hankkeiden toteutusmuoto. Allianssimalleissa kaikki osapuolet jakavat hyödyt ja riskit, mikä kannustaa yhtenäisiin toimintatapoihin ja avoimeen tiedon jakamiseen. Todellinen edistys vaatiikin muutosta ajattelutavoissa ja toimintakulttuurissa, jotta digitalisaation ja vakioitujen prosessien hyödyt voidaan saavuttaa laajemmin.

Eri toimijoiden välille ei pääse muodostumaan vakioituja yhteistyöskentelyn tapoja

Rakennusalan hajanainen rakenne, jossa jokainen projekti koostuu eri toimijoista, vaikeuttaa pitkäaikaisen luottamuksen rakentamista kumppaneiden välillä. Yhtenäisiä toimintatapoja ei useinkaan päästä luomaan, koska yhteistyöpartnerit vaihtuvat projektista toiseen. Tämä johtaa usein siihen, että toimijat pitävät kiinni omasta datastaan ja vaativat muita mukautumaan heidän omiin järjestelmiinsä. Näiden haasteiden seurauksena alaa vaivaa myös tietynlainen prosessittomuus, sillä toimintaa ei haluta kahlita liian tiukasti tiettyihin kaavoihin rakennusprojektien ainutlaatuisuuden vuoksi. Projektien onnistuminen perustuukin usein enemmän erinomaisiin yksilösuorituksiin kuin selkeisiin ja toistettaviin prosesseihin.

Rakennusten omistajien roolia voisi luulla merkittäväksi muutosajuriksi, mutta heiltäkin puuttuu usein kyky tai ymmärrys vaatia uusia toimintatapoja. Rakennuksen tilaaja ja tuleva omistaja ulkoistavat usein myös käytännön asiat muille, mikä vähentää heidän osallistumistaan

kehitystyöhön. Tässäkin on toki paljon eroja esimerkiksi pienten asunto-osakeyhtiöiden hallitusten ja ammattimaisten kiinteistösijoitusyhtiöiden välillä. Tietoisuuden lisääminen paremman ja laadukkaamman datan hyödyistä ja mahdollisista käyttökohteista saattaisi edistää myös kiinteistönomistajien uudistumishalua.

Kriittisen massan saavuttamiseksi tarvitaan myös vahvaa muutosjohtamista, jossa alan yritykset ymmärtävät digitalisaation ja vakioinnin merkityksen ja alkavat vaatia niitä yhtenäisesti. Tämä edistäisi tiedonhallinnan parantamista jo rakennusprojektin alusta lähtien ja estäisi merkittävien kustannusten syntyminen asiakkaille tulevaisuudessa. Yhteinen ymmärrys ja sitoutuminen digitalisaatioon ja vakiointiin voivat mahdollistaa uusien, läpileikkaavien toimintatapojen kehittämisen, jotka parantavat rakennusalan tehokkuutta ja kilpailukykyä.

Käyttäjäpäädyn digitalisaatio-osaamisessa ja -asenteissa puutteita

Rakennusallalla työntekijöiden digitalisaatio-osaamisessa ja -asenteissa on myös monia haasteita, jotka hidastavat uusien teknologioiden käyttöönottoa. Työmailla on usein kiire ja työntekijöillä on kädet täynnä töitä, mikä jättää vähän aikaa uusien IT-työkalujen omaksumiselle ja käyttöönottamiselle. Tämä haaste ei ole ainutlaatuinen rakennusallalla, mutta siihen liittyy erityispiirteenä myös riittävän tietoteknisen osaamisen puute, mikä vaikeuttaa uusien teknologioiden hyödyntämistä.

Yrityksissä tulisikin tunnistaa ”superkäyttäjiä”, jotka omaksuvat uusia teknologioita nopeasti ja voivat levittää osaamista eteenpäin työyhteisössä. Tämä voi auttaa luomaan positiivista suhtautumista digitalisaatiota kohtaan ja edistämään uudenlaisten työkalujen käyttöä. Kuitenkin alan perinteiset asenteet ja konservatiivinen kulttuuri muodostavat merkittävän esteen muutokselle. Monilla työntekijöillä on yhä vahva halu nähdä asiat omin silmin eikä luottaa pelkästään digitaalisesti saatavaan dataan. Tämä on toisaalta ymmärrettävää, koska tekijät ovat vastuussa rakentamisen jäljestä. Lisäksi datassa aiemmin nähdyt puutteet voivat luoda skeptisyyttä muunkin datan oikeellisuutta kohtaan.

Usein alalla keskitytään myös digitointiin digitalisaation sijaan. Tämä voi pahimmillaan tarkoittaa sitä, että ennen paperilla toimitetut dokumentit siirretään pilveen PDF-tiedostoina, jotka loppukäyttäjät, kuten rakennusvalvojat, usein tulostavat vielä erikseen luettavaksi ja kommentoitavaksi. Tällainen toimintatapa ei hyödynnä digitalisaation mahdollisuuksia eikä paranna tiedon virtaavuutta ja hyödynnettävyyttä.

Rakentamisen kulttuuri suosii myös yksiköiden ja työmaiden itsenäisyyttä, mikä estää vakioitujen prosessien luomista ja edellyttää merkittävää kulttuurimuutosta. Tietoisuus vakioitujen tuotetietojen olemassaolosta ja sen mahdollisuuksista on lisäksi heikkoa. Monimutkaiset ohjelmistot vaativat erityistaitoja, joita monilla työntekijöillä ei ole, mikä johtaa usein siihen, että tietoja tulostetaan paperille ja käsitellään manuaalisesti. Ohjelmistojen monimutkaisuus tekee niiden käytöstä haastavaa työmailla, mikä korostaa tarvetta parantaa henkilöstön osaamistasoa ja perehdyttää heitä digitaalisten työkalujen käyttöön.

Alan raportointivaatimukset kasvavat merkittävästi lähivuosina

Rakennusala tulee lähivuosina kohtaamaan merkittäviä haasteita kasvavien raportointivaatimusten vuoksi. Erityisesti ympäristötietojen kerääminen ja hallinta on monimutkaistumassa vuoden 2025 alussa voimaan tulevan EU-säädöksen vuoksi, joka edellyttää uusien rakennusten ympäristötietojen raportointia. Raportointivelvollisuudet kasvavat erityisesti materiaalien käyttöön ja niiden ympäristötietoihin liittyen, mikä johtuu sekä EU-

regulaatioista että Suomen kansallisesta lainsäädännöstä. Ilman uusia tehokkaita ratkaisuja yritykset voivat hukkua näihin raportointivaatimuksiin, mikä voi pahimmillaan jopa heikentää alan tuottavuutta, jos yritysten pitää varata yhä enemmän henkilöstöä vastaamaan manuaalisesta raportoinnista. Vaikka ympäristöraportointi nähdään usein "pakollisena pahana", joka ei tuo välitöntä lisäarvoa, sen tehokkaampi toteuttaminen on kuitenkin tärkeää. Hyvin toteutetulla ympäristöraportoinnilla voitaisiin saada edullisempaa rahoitusta, erottautua markkinoinnissa sekä helpottaa urakkakilpailutusten voittamista.

Vaikka perinteiset tuotetiedot, kuten energiatehokkuusluvut ja mittatiedot, ovat jo vakioituja ja niitä voidaan toimittaa suhteellisen helposti, uusien vaatimusten, kuten EPD (Environmental Product Declaration) ja hiilijalanjälkitietojen osalta, tilanne on eri. Suomessa datavirrat eivät ole vielä kehittyneet riittävälle tasolle täyttämään näitä uusia vaatimuksia. EPD-dokumenttien tuottaminen on monivaiheinen prosessi, joka sisältää raakadatankeruun, elinkaarianalyysin ja ulkopuolisen vahvistuksen. Tämä prosessi vie aikaa ja muodostaa pullonkaulan, sillä verifioijia on rajallisesti ja tarve kasvaa nopeasti.

Jos ympäristöraportoinnissa ei käytetä tuotteiden tarkkoja hiilijalanjälkitietoja, joudutaan käyttämään geneerisiä arvoja, joihin lisätään varmuusmarginaali, mikä kasvattaa kustannuksia. Tämä tekee laadukkaan ja helposti saatavilla olevan datan kriittiseksi, jotta yritykset voivat vähentää kustannuksiaan ja täyttää raportointivaatimukset. Datan virtaavuuden parantaminen ja oikeiden tietojen käyttö raportoinnissa on näin ollen kaikkien etu. Raportoinnin lisäksi yritysten on pystyttävä tuottamaan tarkkaa ympäristötietoa ja käyttämään sitä päätöksenteossa, kuten ympäristöystävällisempien tuotteiden valinnassa.

Tehdäänkö muissa maissa tai muilla aloilla asioita sitten paremmin?

Monissa maissa ja muilla toimialoilla on käytössä käytäntöjä, jotka edistävät tiedon virtausta ja standardoitua yhteistyötä paremmin kuin Suomessa. Erään haastateltavan mukaan esimerkiksi Isossa-Britanniassa yritysten ylin johto osallistuu aktiivisesti ja yksityiskohtaisesti prosessien ohjaukseen, ja vaatii organisaatiota noudattamaan yhtiön ennalta määritettyä toimintamallia. Tämä eroaa suomalaisesta johtamistavasta, jossa päätösvalta jää usein paikallisille esimiehille tai vastaaville mestareille, mikä voi johtaa epäyhtenäisiin toimintatapoihin.

Norjassa ja Ruotsissa talotekniikan tuotetietojen saatavuudessa ollaan hieman Suomea edellä. Vaikka näissäkään maissa ei ole olemassa lakia, joka velvoittaisi valmistajia pakollisesti syöttämään kaikki tuotetiedot näiden maiden tuotetietojärjestelmiin, alan käytännöt ja markkinoiden odotukset tekevät siitä käytännössä välttämätöntä. Lisäksi Norjan, Ruotsin ja Tanskan EPD-operaattorit alkoivat valmistautua proaktiivisesti uuden EU-regulaation voimaantuloon sopimalla vuonna 2022 tuotteiden EPD-dokumenttien jaetusta hyväksyttämistä¹. Tämä tarkoittaa, että yhdessä maassa EPD-hyväksynnän saanut tuote hyväksytään samalla myös muissa maissa. Tämä helpottaa näiden maiden tuotetietopankkien toimintaa merkittävästi. Näihin tuotetietopankkeihin kuuluvat esimerkiksi NOBB (<https://www.nobb.no/>), EFO (<https://efobasen.efo.no/>), Byggsvarubedomningen (<https://byggvarubedomningen.se/>), Finfo (<https://www2.finfo.se/>) sekä VVSInfon RSK Database

¹ <https://www.environded.com/news/nordic-epd-cooperation-will-strengthen-the-use-of-environmental-data>

(<https://www.rskdatabasen.se/>). Rakennustieto liittyi samaan sopimukseen vuonna 2024², mikä parantaa EPD-tietojen saatavuutta merkittävästi Suomessa.

Vähittäiskauppa tarjoaa myös esimerkkejä tehokkaasta datan virtauttamisesta. Tuotetieto virtaa sujuvasti, koska toimittajilla on vahva intressi varmistaa, että heidän tuotteensa on standardoitu ja että niillä on GTIN-viivakoodit, jotka mahdollistavat myynnin kaupoissa. Tuleva ympäristöraportointivaatimus voikin mahdollisesti samalla tavalla kannustaa talotekniikan ja muiden rakennustuotteiden valmistajia tarjoamaan tuotteidensa ympäristödatan helposti saataville tukkureille ja urakoitsijoille.

Apteekkialalla Suomessa on onnistuttu luomaan tehokkaita käytäntöjä, kuten lakisääteinen velvoite tarjota halvempia rinnakkaisvalmisteita, mikä hyödyttää kuluttajia ja parantaa markkinoiden toimivuutta. Samankaltaista lähestymistapaa voitaisiin soveltaa rakennusallalla esimerkiksi tuotteiden hiilidioksidipäästöjen vertailussa, mutta tämä edellyttäisi kattavaa datan virtausta koko arvoketjun läpi.

Vastaavasti Suomen liikenteen dataekosysteemi on hyödyntänyt Sitran reilun datatalouden sääntökirjaa, joka on luonut selkeät sopimukset siitä, kuka saa mitä tietoa ja millä tavalla, edistään samalla luottamuskulttuuria datan jakamiseen. Tällaisilla muilla toimialoilla toimiviksi osoittautuneilla ratkaisuilla tulee todennäköisesti olemaan merkittävä rooli rakennusalan uudistamisessa.

Nämä esimerkit osoittavat, että vahva johtajuus, lainsäädäntö, standardointi ja keskitetyt tietojärjestelmät voivat merkittävästi parantaa tiedon virtaavuutta ja yhteistyötä eri toimijoiden välillä, mikä edistäisi tuottavuutta ja kestävää kehitystä myös Suomen rakennusallalla.

Potentiaaliset ratkaisut

Tuleva ympäristöraportointi on yhteinen mahdollisuus uudistaa ja digitalisoida KiRa-alan toimitus- ja arvoketjun datavirtoja ja liiketoimintaa

Rakentamisen toimitusketjuissa on perinteisesti kärsitty datan hajanaisuudesta ja tehottomuudesta. Vuoden 2025 alussa voimaan tuleva CSRD-direktiivi (Corporate Sustainability Reporting Directive)³ velvoittaa rakennusalan yrityksiä raportoimaan vastuullisuustietoja koko toimitusketjusta, ja raportointivaatimukset otetaan käyttöön asteittain yrityksen koon ja liikevaihdon mukaan⁴. Tämä tuo sekä haasteita että mahdollisuuksia. Yritykset, jotka pystyvät hyödyntämään näitä uusia sääntelyitä, voivat saavuttaa tehokkuutta ja kilpailuetua markkinoilla, kun taas valmistautumattomuus voi johtaa merkittäviin toiminnallisiin haasteisiin.

Suomeen on myös tulossa voimaan uusi rakentamislaki vuonna 2026, joka edellyttää hiilijalanjälkitietoa rakennuslupahakemuksissa ja lopullisesta toteutuneesta rakennuksesta.

² <https://uutiset.rakennustieto.fi/verkkopalvelut/rt-tuotetieto/rakennustiedon-epdlla-koko-skandinavia-haltuun-pohjoismainen-ristiintunnustaminen-nyt-taalla/>

³ [Ecodesign for Sustainable Products Regulation - European Commission \(europa.eu\)](https://ecodesignfor.com/en/legislation/ecodesign-for-sustainable-products-regulation)

⁴ Ensimmäiset raportit vaaditaan yli 500 työntekijän yrityksiltä 1. tammikuuta 2025, keskisuurilta yrityksiltä 1. tammikuuta 2026 ja listatuilta pk-yrityksiltä 1. tammikuuta 2027: [The EU Corporate Sustainability Reporting Directive \(CSRD\) – Application from FY 2024 | Akin Gump Strauss Hauer & Feld LLP](#)

Ympäristö- ja vastuullisuusraportointia pidetään usein pakollisena taakkana, mutta sen potentiaalia liiketoiminnan tehostamisessa ja arvon tuottamisessa ei ole vielä täysin ymmärretty. Ne yritykset, jotka pystyvät hyödyntämään ympäristödataa tehokkaasti rakennusprosessin tukena ja tarjoamaan lisäarvoa asiakkailleen, voivat saavuttaa merkittävän kilpailuedun markkinoilla. Esimerkiksi kiinteistöjen omistajat voivat hyötyä kehittämällä data-alustoja ja työkaluja, jotka helpottavat ympäristöraportointia ja muita ympäristöluokituksia, joita voidaan hyödyntää esimerkiksi markkinoinnissa ja rakennusten hiilijalanjäljen optimoinnissa. Kiinteistönomistajat voivat myös välttää ulkopuolisten konsulttien käytön rakennusten hiilijalanjäljen kartoittamisessa ja säästää kustannuksissa, jos heillä on käytössään tehokkaat raportointityökalut ja pääsy tuotedataan.

Vakioinnin ja tuotetiedon hallinnan tärkeys voidaan siis perustella myös regulaation ja vastuullisuuden näkökulmasta, sillä ne ovat välttämättömiä kestävän toiminnan, kuten hiilijalanjäljen pienentämisen ja EU-taksonomian mukaisen toiminnan, toteuttamiseksi. Ympäristöraportoinnin vaatimus voikin toimia koko KiRa-alan yhteisenä ajurina datan virtaavuuden parantamisen edistämiseksi. Yhteinen regulaatiopaine helpottaa eri toimijoiden intressien ja kannustinrakenteiden linjaamista ja yhteensovittamista, mikä voi edistää alan digitalisaatiota. Tällä hetkellä raportointivaatimukset painottuvat projektin loppupäähän, mikä johtaa kiireiseen manuaaliseen tiedon keräämiseen eri lähteistä juuri ennen rakennuksen valmistumista. Olisi kuitenkin huomattavasti tehokkaampaa, jos tarvittavat tiedot syötettäisiin jo prosessin alkuvaiheessa ja virtautettaisiin läpi koko projektin. Kun asiat täytyy huomioida jo rakennuslupavaiheessa, on ympäristötiedot helpompi virtauttaa prosessin myöhempiin vaiheisiin.

Tuotetietoja kokoavien data-alustojen käyttö on moninkertaistunut viime vuosina, ja alalla onkin alkanut näkyä positiivista kehitystä digitalisaation suhteen. Edistyneimmät toimijat pystyvät jo keräämään tuotelistat ja muut tarvittavat tiedot rajapintojen kautta, mikä vähentää manuaalista työtä ja virheiden riskiä. Valmistajat ovat myös alkaneet tuottaa ja jakaa ympäristötietoa tuotteistaan, kun ostajat tai lainsäädäntö ovat alkaneet sitä vaatimaan. Tämä tekee ympäristötiedon puutteesta tietyissä tapauksissa jo kaupan esteen, mikä kannustaa kaikkia osapuolia parantamaan datan saatavuutta ja laatua.

Ympäristöraportoinnin vaatimukset voivat myös mahdollistaa uuden liiketoiminnan ja merkittävän tehostamisen. Esimerkiksi kiinteistönomistaja voisi ajantasaisen tuoteluettelon avulla pyytää tekoälyä optimoimaan rakennuksen hiilijalanjälkeä ja tarjoamaan vaihtoehtoja taloteknisten laitteiden vaihtamiseen, perustuen tuotteiden jäljellä olevaan elinkaareen sekä valittuihin tavoitteisiin (esimerkiksi kustannussäästöt tai energiankulutuksen vähentäminen). Näitä kiinteistönomistajan tavoitteita voitaisiin toisaalta jakaa myös jo suunnittelu- ja hankintavaiheeseen päätöksenteon tueksi. Ympäristöraportointi tarjoaa siis kaikille toimijoille yhteisen motivaation parantaa datan virtaavuutta ja hyödyntää digitalisaatiota kilpailukyyn ja kestävyiden lisäämiseksi.

KiRa-alan tarvitsee edistää yhteistä Data Governance -toimintaa datan standardoinnin ja virtauttamisen edistämiseksi

Yhteisellä Data Governance -toiminnalla tulee olemaan keskeinen rooli talotekniikka- ja rakennustuotteiden datan virtaavuuden parantamisessa. Tekoälyn kehittyessä erilaisten standardoitujen ontologioiden ja datamallien tarve on kasvanut. Yhteisen Data Governancen

avulla voitaisiin luoda ja ylläpitää vakioituja määrittäviä, jotka kattavat monia eri alueita, sen sijaan että rajoituttaisiin vain lakien ja säädösten määräämiin kohteisiin.

Tällaisen saavuttaminen vaatisi kuitenkin alan laaja-alaista Data Governance -toimintaa, jossa yritykset määrittäisivät yhdessä tiedon roolin liiketoiminnassa, minimilaatutavoitteet, vaaditun metadatan määrän sekä sen, kenellä on pääsy tietoon missäkin prosessin vaiheessa. Käytännössä tämä tarkoittaa tiedon hallintaa sen koko elinkaaren ajan: milloin ja missä tieto syntyy, kuka sitä muokkaa ja millä oikeuksin, ja lopulta, milloin tieto voidaan hävittää. Data Governance kuvaa tätä korkeamman strategisen tason toimintaa, jossa asetetaan säännöt ja ohjenuorat tiedon hallinnalle, ja toimielimet valvovat, että operatiivinen taso noudattaa näitä sääntöjä.

Yksi digitalisaation kulmakivistä on luotettavan datan olemassaolo, ja että tämä data on helposti saatavilla yhdestä paikasta. Tällä hetkellä haasteena on se, että yritykset eivät aina löydä keskenään konsensusta siitä, miten dataa tulisi hallita. Jokainen yritys on tähän asti tehnyt päätökset omien tarpeidensa pohjalta, mikä on johtanut epäyhtenäisiin käytäntöihin ja rakennusprosessin osaoptimointiin. Ilman yhteistä Data Governancea suurempien kokonaisuuksien yhdistäminen ja esimerkiksi tekoälyn systeemin hyödyntäminen on vaikeaa, sillä ratkaisut eivät skaalaudu tai keskustele keskenään tehokkaasti. Siksi onkin tärkeää asettaa dataperusta kuntoon ensin, jolloin ratkaisut olisivat jo lähtökohtaisesti skaalautuvia ja helpommin hallittavissa. Tämän vuoksi on tärkeää luoda datan hallinnalle keskitettyä vastuuta, sillä laadukas data mahdollistaa järkevän päätöksenteon ja analyysin – ”Garbage in, garbage out” -periaate pätee myös rakennusosalalla.

Alan toimijat ovat kuitenkin usein varovaisia mahdollistamaan datan virtaamista oman organisaation ulkopuolelle. Tämä johtuu pelosta, että kilpailuetua tuottavaa tietoa saattaa vuotaa ulos tai että suunnitelmia ja innovaatioita kopioidaan. Tämä varovaisuus estää usein alaa edistävien kehitystoimien toteuttamisen. Yhteistä Data Governancea tarvitaan myös näiden pelkojen käsittelemiseksi ja tiedon turvaamiseksi sekä pääsyoikeuksien määrittelemiseksi. Data Governance voi tarjota selkeitä ohjeita ja käytäntöjä tiedon jakamiseen sekä ongelmatilanteiden ratkointaan, mikä edistää luottamusta eri toimijoiden välillä. Datan virtauttaminen ei onnistu yksittäisen toimijan kautta, vaan se vaatii systeemistä muutosta ja kriittisen massan saavuttamista alalla, jotta verkostoeffekti kannustaa laajemmin digitalisoimaan toimitusketjua.

EU:n digitaalinen tuotepassi, joka on tulossa voimaan vuonna 2030, on yksi merkittävistä uudistuksista, joka voi edistää tuotedatan vakiointia KiRa-alalla. Se helpottaa myös eri yritysten välistä yhteistyötä tarjoamalla lakisääteisen, kaikille tuotteille pakollisen tuotetietostandardin. Tuotepassin sisältämien standardien, kuten ETIM⁵, käyttö auttaa keskittymään oleellisiin tuotetietoihin ja tekee tiedon hallinnasta käytännönläheistä ja helposti omaksuttavaa sekä valmistajille että käyttäjille. Kun standardit ja järjestelmät vastaavat todellisia tarpeita, niiden käyttö työmaatasolla helpottuu ja tiedon virtaavuus paranee. Rakennusosalalla monet työntekijät käyttävät edelleen aikaa manuaaliseen datan keräämiseen ja tarkastamiseen, mikä lisää virheriskiä ja hidastaa prosesseja. Lisäksi digitaalinen tieto printataan usein paperille työmailla, mikä katkaisee datan virtauksen.

Joillakin aloilla Data Governance on jo kiinteä osa liiketoimintaa, ja esimerkiksi RAVA3Pro-projekti on ollut yksi esimerkki rakennusalan Data Governance -aktiviteeteista, vaikka sitä ei ehkä sellaiseksi olekaan kutsuttu. Useat yritykset ovat jo aloittaneet epävirallisen Data Governance -

⁵ Tuotepassin tarkkaa sisältöä rakennusalan tuotetiedon osalta ei ole vielä määritelty.

toiminnan, mutta teema on suurelle osalle vielä uusi. Yritysten maturiteetti Data Governancen suhteen onkin varsin alhainen, joka johtaa reaktiivisiin toimiin proaktiivisen toiminnan sijaan. Yhteisen Data Governance -toiminnan edistäminen vaatii strategisia kumppanuuksia edistyshaluisimpien yritysten välillä ja mahdollisesti erityisiä hyötyjä niille, jotka sitoutuvat kehittämään alan toimintaa. Tämä auttaa välttämään vapaamatkustajaongelman ja kannustaa yrityksiä aktiiviseen osallistumiseen.

Data Governancen toteutus voisi myös hyötyä neutraalista toimijasta, joka ottaa vastuun datan hallinnan edistämisestä ja varmistaa, että alan standardit ja käytännöt ovat yhtenäisiä. Tämä varmistaisi myös sen, että yksittäisten yritysten liiketoimintaintressit eivät vaikuta liikaa yhteisiin käytäntöihin. Rakennusala tarvitsee yhteisen ontologian, jota sekä tiedon tuottajat että käyttäjät voivat noudattaa, ja tällainen voidaan tietysti määritellä vain yhdessä. Alan standardit, kuten ETIM ja TT-standardit, ovat keskeisiä datan yhtenäistämässä, ja tiedon fasilitaattorit, kuten LVI-info ja Rakennustieto, ovat tärkeitä toimijoita tässä työssä. On tärkeää oppia muilta aloilta, kuten vähittäiskaupalta tai liikennesektorilta, joissa datan hallinta ja standardointi ovat parantaneet merkittävästi tuottavuutta ja tehokkuutta. Selkeän kokonaiskuvan ja koordinoitun lähestymistavan luominen on avain siihen, että datan virtaaminen KiRa-alalla saadaan sujuvammaksi ja tuottavammaksi.

Älykäs tekoälyavusteinen toimitusketjun ja tuotetiedon hallinta

Rakennusalan toimitusketjujen ja tuotetiedon hallinnassa on perinteisesti ollut haasteita, kuten datan hajanaisuus ja siitä johtuvat tehottomuudet. Tuotetiedon virtaamisprosessi ja sen pullonkaulat toimitusketjussa on kuitenkin kuvattu melko tarkasti, ja siirtämisen vaiheet sekä rajapinnat on pääosin määritelty selkeästi. Tämä rakentamisen prosessin "T-malli" tarjoaa erinomaisen pohjan tekoälyratkaisujen kehittämiseksi, sillä se toimii vaatimusmäärittelyiden, käytötapausten ja rajapintojen hyödyntämisen perustana systeemisten tekoälyratkaisujen luomisessa⁶.

Lisäksi talotekniikan alan jo olemassa oleva datan standardointi ja vakioitu tuotetieto (esim. LVI-info, RT, Sähköinfo) tarjoavat vahvan pohjan tekoälyratkaisuille, joita voidaan skaalata koko ekosysteemin laajuisesti, samalla säilyttäen mahdollisuuden räätälöidä ratkaisuja yrityskohtaisesti. EU-tason standardoinnit ja sääntely, kuten digitaalinen tuotepassi ja CSRD, avaavat mahdollisuuksia kehittää datan virtauttamiseen ja käsittelyyn liittyviä tekoälyratkaisuja myös kansainvälisille markkinoille.

Rakennusalan toimitusketjusta voidaan tunnistaa useita potentiaalisia generatiivisen tekoälyn käyttötapauksia, jotka voivat merkittävästi tehostaa prosesseja ja parantaa koko toimitusketjun toimintaa (Taulukko 1)⁷. Tekoälyn avulla rakennusalan yritykset voivat esimerkiksi tarjota älykkäitä käyttöliittymiä datasiilojen hallintaan, automatisoida tiedonkäsittelyyn liittyviä tehtäväketjuja ja luoda tehokkaita datavarastoja toimitusketjun tueksi. Koska pysyvien järjestelmäintegraatioiden toteuttaminen ei ole aina järkevää projektikohtaisten yhteistyöverkostojen vaihtuessa, tarvitaan

⁶ Rakentamisen prosessin [T-mallista](#) on kehitteillä useita korkean detaljitason kuvauksia eri hankkeissa. T-mallissa on määritelty esimerkiksi ne kohdat, joissa data on vakioitu ja virtauttaminen onnistuisi esimerkiksi API-rajapintojen avulla, joihin voidaan liittää agentteja hyödyntämään dataa. Samalla on tunnistettu kohtia, joissa datavirta katkeaa ja joissa mahdollisesti tarvitaan tekoälyagentteja ongelman ratkaisemiseksi.

⁷ Raportti keskittyy pääosin generatiivisen tekoälyn ratkaisuihin, niiden uutuusarvon ja potentiaalin vuoksi. Lähes kaikissa käyttötapauksissa tarvitaan edelleen 'ihminen looppiin', vaikka tätä ei aina ole mainittu erikseen käyttötapauksen kuvauksissa.

modulaarisia tekoälyratkaisuja, jotka voivat joustavasti hakea, siirtää ja käsitellä dataa eri standardeihin perustuvissa järjestelmissä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että TATE-datan virtauttamiseen liittyvät manuaaliset työvaiheet, rajapinnat, järjestelmät ja tietokannat tulee varustaa omilla tekoälyratkaisuillaan. Näiden ratkaisujen liiketoimintapotentiaalin ja teknisten toteutusten vaatimusmäärittelyt on kuitenkin suunniteltava tarkasti ja toteutettava tiiviissä yhteistyössä ekosysteemin eri toimijoiden kanssa.

Taulukko 1. Tunnistettuja tekoälyn ja tehokkaamman datan virtaavuuden mahdollistamia käyttötapauksia

Käyttötapaus	Kuvaus
<i>Tuotetiedon automaattinen virtauttaminen</i>	Tekoäly voi automatisoida tuotetiedon virtauttamisen alkuperäislähteistä (esim. LVI-info, RT, Digitaalinen tuotepassi) suunnitteluohjelmiin (esim. MagiCAD) ja edelleen muihin järjestelmiin, kuten määrälaskennan, hankinnan, logistiikan, tai tukkurin järjestelmiin. Jokaisessa vaiheessa tuotetietoa rikastetaan ja siirretään tekoälyavusteisesti, eri järjestelmien vaatimuksien ja sidosryhmien liiketoimintalogiikan mukaisesti. Tekoäly keskittyy erityisesti manuaalisten työvaiheiden automatisointiin, ja jokaisen tuotteen tiedot kulkevat tuotekoodin mukana, mahdollistaen datan jäljitettävyyden ja linkityksen alkuperäislähteeseen missä tahansa prosessin vaiheessa.
<i>Vastuullisuustiedon kerääminen ja raportointi</i>	Vastuullisuusraportoinnissa tekoälyagentit voivat esimerkiksi koota toteumatietoa automaattisesti ja rikastaa sen kierrätystiedolla tai hiilijalanjälkilaskelmilla. Näin yritykset voivat toimittaa tarkkoja vastuullisuusraportteja ilman manuaalista tiedon keruuta eri lähteistä, kuten EPD-dokumenteista. Tämä mahdollistaisi myös kiertotalouden vaatiman tiedon tehokkaan keräämisen ja varmistaisi, että rakennusten tasearvot ja niiden osien kierrätysmahdollisuudet on dokumentoitu asianmukaisesti.
<i>Tuotetiedon rikastaminen</i>	Tekoäly tunnistaa puuttuvan tuotetiedon ja pyytää sitä toimittajilta, jos automaattista tietoa ei ole saatavilla. Se voi myös ehdottaa esimerkiksi tuotteen ETIM-luokkaa syötettyjen tietojen perusteella ja tarkistaa tietojen, kuten mittojen ja painon, ”järkevyyden”. Ympäristötiedot voidaan tallentaa suoraan rakenteellisessa muodossa ilman manuaalista työtä. Optisen tekstin- ja kuvantunnistuksen tai edistyneempien, visuaaliseen päättelyyn kykenevien multimodaalisten tekoälymallien ⁸ , avulla analysoidut PDF-dokumentit taulukoineen ja kuvineen voidaan muuntaa rakenteelliseen muotoon. Ihmisen tehtäväksi jää esimerkiksi puuttuvien tietojen täydentäminen.
<i>Tiedon varmennuspalvelut</i>	Tiedon varmennuspalvelu voisi tarjota rakennusalan yrityksille tekoälypohjaisen ratkaisun, jossa tarkistetaan ja vahvistetaan, että esimerkiksi toimitetut EPD-dokumentit ovat aitoja, ajantasaisia ja täyttävät kaikki tarvittavat standardit. Tekoäly voisi varmistaa, että materiaalien hiilijalanjälkitiedot on laskettu oikein ja ovat vertailukelpoisia eri toimittajien välillä. Samoin tekoäly voisi tarkistaa ja vahvistaa esimerkiksi tuotteen asennusohjeiden tai teknisten tietojen paikkansapitävyyden.
<i>Suunnittelutiedon rikastaminen</i>	Tekoäly voi hakea suunnittelumalliin tarvittavat tiedot, kuten asennustarvikkeet ja tekniset tiedot eri järjestelmistä, ja lisätä ne automaattisesti vakioituun tietomalliin (esim. RAVA3Pro) tai tuotetietokantaan. Tekoälyagentti voi myös päivittää suunnittelijan hyväksymät tuotetiedot automaattisesti. Esimerkiksi EBOM (Engineering Bill of Materials) ja MBOM (Manufacturing Bill of Materials) välinen tiedon siirto voidaan mahdollisesti automatisoida tekoälyn avulla, varmistaen, että

⁸ <https://aws.amazon.com/blogs/aws/introducing-llama-3-2-models-from-meta-in-amazon-bedrock-a-new-generation-of-multimodal-vision-and-lightweight-models/>

	tekniset osat ja asennustarvikkeet siirtyvät sujuvasti suunnittelusta tuotantoon ilman manuaalista käsittelyä.
<i>Määrälaskennan automatisoiminen</i>	Kuten yllä olevassa EBOM-/MBOM-esimerkissä, tekoälyagentti hoitaa tiedonsiirron suunnittelujärjestelmästä määrälaskentajärjestelmään, varmistaen vakiodun tietomallin (esim. RAVA3Pro) ja määrälaskentajärjestelmän välisen tiedon sujuvan virtaamisen ja tämän työvaiheen automatisoinnin. Tekoäly voi myös hakea asennuksissa tarvittavia osaluetteloita tiedon alkuperäislähteestä (esim. LVI-info, RT, Sähköinfo) ja liittää ne automaattisesti määrälaskentaan. Vastaavasti tuotetietojen automaattinen siirto suunnittelusta ja määrälaskennasta hankintajärjestelmiin voi helpottaa komponenttien tilaamista.
<i>LLM eri datalähteiden älykkäänä käyttöliittymänä</i>	LLM toimii älykkäänä käyttöliittymänä, joka kykenee hakemaan, analysoimaan ja yhdistämään tietoa useista eri lähteistä, kuten dokumenteista (esim. sopimukset, kokouspöytäkirjat), tietokannoista (esim. SQL) ja tietomalleista (BIM). Se voi integroitua osaksi olemassa olevia järjestelmiä, kuten projektinhallinta- ja aikataulutushjelmiä, laskutus-, hankinta- ja määrälaskentajärjestelmiä sekä viestintätyökaluja. Luonnollisen kielen käyttöliittymällä on merkittävä potentiaali murtaa ns. funktionaalisia datasiiloja, joissa data on kyllä teknisesti saatavilla, mutta käyttäjät eivät halua tai osaa hyödyntää järjestelmää, jossa se sijaitsee.
<i>Semanttisten- ja hybridihakutoimintojen kehittäminen</i>	Tekoäly mahdollistaa tehokkaat semanttiset ja hybridihakutoiminnot eri järjestelmistä ja suurista tietomassoista. Nämä hakutoiminnot kykenevät vertailemaan ristiin datalähteitä, kuten kokousmuistioita, sopimuksia, projekti- ja aikatauludataa, mikä parantaa tiedon saatavuutta ja tarkkuutta. Vektorihaku (RAG) löytää käsitteellisesti samankaltaista tietoa, vaikka täsmällisiä hakusanoja ei löytyisi, kun taas perinteinen hakutoiminto perustuu tarkkoihin hakusanoihin.
<i>Data-alustojen rakentaminen tekoälyn hyödyntämiseksi ja datan laadun varmistamiseksi</i>	Useiden eri järjestelmien datan yhdistämiseksi tarvitaan modulaarisia ja skaalautuvia data-alustoja, jotka kykenevät integroimaan sekä rakenteellisen että ei-rakenteellisen datan eri lähteistä. Nämä alustat myös valmistelisivat datan tekoälyn hyödyntämistä varten, esimerkiksi vektorointia varten. Näiden alustojen tulisi mahdollistaa datasiilojen murtaminen tarjoamalla yhtenäinen datalähde, jossa tietoa voidaan hallita ja käsitellä reaaliaikaisesti tekoälyn avulla. Lisäksi datan laadun hallinta ja validointi voisi olla osa ratkaisua.
<i>Rakennusalan tietämysgraafit tietomallien ja eri datalähteiden integrointiin</i>	Tietämysgraafien (Knowledge Graphs) avulla voidaan yhdistää eri datalähteet niin, että generatiivinen tekoäly voi käsitellä ja "ymmärtää" tätä tietoa ja tiedon välisiä suhteita yhtenä kokonaisuutena. Rakennusalan jo olemassa olevat vakiodut ja loogiset tietomallit tarjoavat lupaavan perustan erilaisten tietämysgraafien kehittämiselle. Tietämysgraafien avulla voitaisiin esimerkiksi liittää tietomalliin reaaliaikaista dataa sensoreista, IoT-laitteista ja huoltohistoriasta. Potentiaalina on kehittää uuden sukupolven rakennuksen ylläpitomalli, jossa rakennukseen liittyvää tietoa voidaan hallita esimerkiksi LLM-pohjaisella käyttöliittymällä. Ratkaisu vaatii kuitenkin merkittävää panostusta hyödynnettävän datan standardointiin ja harmonisointiin.
<i>On-premise ja lokaalit ratkaisut kielimalleille, tekoälyagenteille ja AI-laskennan optimoinnille</i>	On-premise-ratkaisut esimerkiksi rakennustyömaalla laskevat kustannuksia vähentämällä pilvipohjaisen datankäsittelyn tarvetta sekä parantavat tietoturvaa, sillä tiedot käsitellään paikallisesti ilman ulkoisia yhteyksiä. Paikallista laskentatehoa tarjoavat ratkaisut voivat myös olla merkittävä osa tulevaisuuden kiinteistöjen palvelutarjontaa, jolloin työntekijät voivat käyttää tehokkaita, edullisia, alhaisen latenssin ja korkean tietoturvan tekoälyratkaisuja ja -agentteja työtehtävien hoitamiseen, kunhan työt tehdään paikan päällä.
<i>Tekoäly organisaation muistina tukemassa</i>	Tekoälyn hyödyntäminen organisaation ei-rakenteellisen dokumenttimassan analysoinnissa mahdollistaa "projekti" tai

<i>projektien välistä oppimista</i>	organisaatiomuistin syntymisen. Semanttiset haut mahdollistavat esimerkiksi päätöksenteon perusteiden, onnistumisten ja haasteiden etsimisen vanhoista dokumenteista, kuten kokousmuistioista ja sopimuksista.
<i>Älykkäiden käyttöliittymien kaupallistaminen</i>	Organisaatiot voivat tarjota pääsyn omaan dataansa älykkään LLM-käyttöliittymän kautta sen sijaan, että myisivät perinteistä järjestelmää. Tämä mahdollistaa tiedon esittämisen käyttäjälähtöisesti ja intuitiivisesti, mikä tekee tiedosta helposti saavutettavaa ja lisää potentiaalisten käyttäjien määrää. Tämä tarjoaa organisaatioille uusia liiketoimintamahdollisuuksia tiedon kaupallistamisessa ilman asiakaspäädyn raskaita järjestelmähankintoja.
<i>Vastuullisuusdatan hallinta ja kaupallistaminen</i>	Tekoäly voi automatisoida vastuullisuustiedonkeruun (esim. CSRD) ja sen hyödyntämisen toimitusketjussa, mahdollistaen samalla vastuullisuusdatan kaupallistamisen. Vakioidun datan parempi saatavuus ja automaattinen käsittely voivat edistää kiertotalouden ekosysteemien rakentamista ja avata uusia liiketoimintamahdollisuuksia kestävä kehityksen alalla. Yritykset voivat tarjota maksullista pääsyä vastuullisuusdataan, mikä voi luoda uusia tulovirtoja. Tehokkaampi datan virtaus voi parantaa asiakassuhteita ja kilpailukykyä, kun yritykset pystyvät osoittamaan toimitusketjunsä vastuullisuuden ja läpinäkyvyyden.
<i>Data-analytiikka</i>	Tuotetiedon vertailtavuus ja saavutettavuus, samoin kuin toimitusketjun läpinäkyvyys, luovat uusia mahdollisuuksia data-analytiikalle läpi rakennusalan arvoketjun. Kun tuotetieto on yhtenäistä ja helposti saatavilla eri järjestelmistä, yritykset voivat esimerkiksi paremmin analysoida ja optimoida toimitusketjuaan esimerkiksi vastuullisuusnäkökulmasta.
<i>Logistiikan automaatio</i>	Logistiikan automaatio mahdollistaa tuotetiedon rikastamisen projektikohtaisella ja logistiikan tiedolla, mikä tehostaa asiakkaiden tietojen hallintaa ja parantaa prosessien tehokkuutta työmailla. Logistiikkayhtiöt tai tukkukauppiat voivat tarjota palveluita, joissa yhdistyy useiden tuotteiden ja toimittajien data, tarjoten asiakkaille helppoutta projektikohtaisten tietopakettien ja työmaan hallinnassa.
<i>Tilannekuvan hallinta</i>	Tekoälyyn perustuva tilannekuvan hallinta yhdistää esimerkiksi reaaliaikaiset sensoritiedot, työmaakamerat ja työntekijöiden anonyymit paikkatiedot, tarjoten reaaliaikaisen näkymän työmaan tilanteesta. Tämä mahdollistaa tuottavuuden ja hukka-ajan seurannan ja dokumentoinnin tehostamisen. Ratkaisu vaatii erilaisen prosessidatan yhdistämistä tekoälyn hyödynnettäväksi.
<i>Työmaan logistiikka ja seuranta</i>	Tekoäly on integroitu erilaisiin työmaan logistiikkajärjestelmiin, ja sen avulla voidaan reaaliaikaisesti selvittää esimerkiksi tuotteiden toimituksiin liittyviä tietoja (mitä tulee, milloin tulee ja mitä asentaminen vaatii) sekä kuka asentaja on suorittanut tietyn asennuksen, mitä on asennettu, milloin se on tehty ja mihin kohteeseen. Rakentamisen aikana syntyvä tieto käytetyistä osista ja materiaaleista kytketään myös takaisin talous- ja hankintajärjestelmiin, jotta se voidaan hyödyntää esimerkiksi vastuullisuusraportoinnin pohjana.
<i>Sähköinen luovutus ja dokumenttien hallinta</i>	Tekoäly voi tehostaa sähköistä luovutusta esimerkiksi laskemalla ja siirtämällä rakennuksen hiilijalanjälkitiedot automaattisesti ylläpidon dokumentinhallintajärjestelmiin. Tekoäly voi myös varmistaa, että kaikki tarvittavat dokumentit ovat oikein täytettyjä ja saatavilla luovutusprosessin aikana.
<i>Sisäisen ja ulkoisen viestinnän tukeminen</i>	Sisäisen ja ulkoisen viestinnän kehittäminen tekoälypohjaisilla viestintäratkaisulla mahdollistaa esimerkiksi palautteen keräämisen ja analysoinnin, kokousmuistioiden seurannan sekä yhteenvetojen laatimisen. Tekoäly voi myös tukea vuosikertomusten ja vastuullisuusraporttien laatimista toimittamalla ajankohtaista ja todenmukaista tietoa, kun data kerätään useista ennalta määritellyistä lähteistä.

<i>Jatkuvasti päivittyvien säädösten ja markkinatietojen seuraaminen</i>	Tekoäly voi pysyä ajan tasalla säädöksistä ja markkinamuutoksista, tarjoten ajankohtaisia suosituksia päätöksenteon tueksi hyödyntämällä reaaliaikaisia ulkoisia datalähteitä, kuten verkkosivuja. Tekoäly voi myös automaattisesti kirjoittaa organisaatiokohtaisia yhteenvetoja ja suosituksia tämän tiedon perusteella.
<i>Tekoäly kiinteistön ylläpidossa</i>	Tekoäly yhdistää tietoa eri järjestelmistä kiinteistön ylläpidossa, kuten olosuhde- ja sensoridataa, tähän tarkoitukseen kehitetyn data-alustan kautta. LLM toimii käyttöliittymänä älykkäisiin rakennuksiin ja ylläpidon tietomalliin tai digitaaliseen kaksoseen, joissa sijaitsee vakioitu tuotetieto sijaintitietoineen. Tämän tiedon pohjalta voidaan kehittää tekoälyavusteisia ratkaisuja, kuten botteja ja avustajia laitteiden huoltoon ja ongelmanratkaisuun, hyödyntäen vakioituja tuotetietoja, korjaus- ja asennusohjeita sekä huoltodokumentaatiota.
<i>Kiinteistöportfolion hallinta</i>	Toimijat keskittyvät kiinteistöportfolion datan hallintaan ja tekoälyn hyödyntämiseen päätöksenteossa ja investointilaskelmissa. Vakioitu tuotetieto auttaa esimerkiksi seuraamaan ja hallitsemaan rakennuksen hiilijalanjälkeä sekä mahdollistaa automatisoidut vaihtosuunnitelmat komponenttien hallintaan. Tekoäly voi vertailla tuotteiden hiilijalanjälkeä, luoda dynaamisia rankingeja ympäristöystävällisyydestä ja ehdottaa vihreämpiä vaihtoehtoja, huomioiden myös tuotteiden elinkaaren. Tämä voidaan yhdistää rakennuksen ympäristöystävällisyyden maksimointiin ja vihreän rahoituksen ehtoihin.
<i>Tehtäväketjujen automatisoiminen tekoälyagenttien avulla</i>	Useat tunnistetut käyttötapaukset edellyttävät innovatiivisten tekoälyagenttien kehittämistä korvaamaan manuaalisia työvaiheita ja automatisoimaan kokonaisia tehtäväketjuja. Tekoälyagentit voivat suorittaa peräkkäisiä tehtäviä, kuten tietojen keräämistä, analysointia ja dokumentointia, joko itsenäisesti tai työntekijän tukena. Koska teknologia on vielä kehitysvaiheessa, integrointi kannattaa aloittaa yksinkertaisista tehtävistä ja laajentaa käyttökohteita pilotoitien avulla. Tekoälyagentit kehittyvät käytön myötä, mikä kasvattaa niiden potentiaalia.

Kehitettävät tekoälyteknologiat

Kehitettävien tekoälyteknologioiden kokonaisuus koostuu useista erilaisista ratkaisuista, jotka ovat erittäin lupaavia rakennusalan tuottavuuden ja kilpailukyvyn parantamiseksi. Monet näistä teknologioista ovat kuitenkin vielä kokeellisia, joten eksperimentoiminen, nopea testaaminen ja pilotointi ovat ratkaisevan tärkeitä onnistumisen kannalta. Näin voidaan päästä mukaan tekoälyn kehityksen vauhtiin ja ratkaista haasteita ajan myötä, vaikka yksittäinen ratkaisu ei tällä hetkellä toimisikaan täysin optimaalisesti. Tekoälymallien kehittyessä myös niiden toimintavarmuus paranee osana prosessien jatkuvaa kehitystä. Keskeisiä kehitysalueita ovat:

1. Kieli- ja perusmallien räätälöinti sekä ekosysteemin että yksittäisten yritysten tarpeisiin.
2. RAG- ja hybridihakukoneiden kehittäminen.
3. Innovatiivisten tekoälyagenttien kehittäminen erilaisten manuaalisten tehtäväketjujen automatisoimiseksi.
4. Datalähteiden ja data-alustojen valmisteleminen tekoälyn hyödynnettäväksi.

KiRa-ala tarvitsee alan yhteisen AI-kielimallin AI-ratkaisujen kehittämisen pohjaksi

KiRa-alalla tekoälyn systeemisen kehittämisen ensimmäinen askel on olemassa olevien tekoälymallien hienosäätö rakennusalan erityistarpeisiin. Tekoälyn perusmallit, kuten ChatGPT, ovat yleisluontoisia ja eivät sellaisenaan ymmärrä KiRa-alan sanastoa luotettavasti. Tämän

kielimallien ja tekoälyagenttien käyttö täytyy linkittää yrityksen omaan dataan, joka ei sisälly tekoälyn alkuperäiseen räätälöintiin. Tekoäly voi kuitenkin hyödyntää ja "keskustella" tällaisten tietolähteiden kanssa esimerkiksi RAG (Retrieval-Augmented Generation) -ratkaisujen avulla⁹.

RAG on esimerkki ratkaisusta, jossa organisaation omaa dataa voidaan käsitellä generatiivisen tekoälyn avulla. RAG:n avulla käyttäjät voivat esittää kysymyksiä luonnollisella kielellä useasta eri datalähteestä, kuten organisaation omista järjestelmistä ja ulkoisista lähteistä, kuten verkkosivuilta. RAG-ratkaisu vaatii kuitenkin datan esikäsittelyä ja tietokantojen vektorointia, jotta data voidaan tehokkaasti liittää tekoälyn toimintaan.

Tällä hetkellä RAG-ratkaisuiden tarkkuus ei ole täydellinen. Tarkkuuden parantamiseksi (esim. yli 95 %) on tärkeää esimerkiksi hienosäätää kielimallia, jotta se ymmärtäisi paremmin datan alkuperäislähteitä. Tämä edellyttää kielimallin räätälöintiä KiRa-alan erityispiirteisiin ja vakioituun tuotedataan. Vaikka RAG nopeuttaa ja tehostaa tiedonhakua, käyttäjän vastuulle jää varmistaa tiedon luotettavuus ja oikeellisuus.

Hybridihaku, jossa RAG yhdistetään perinteiseen hakukoneeseen, tarjoaa usein tehokkaimman tuloksen. Vektorihaku (RAG) löytää tietoa, joka on käsitteellisesti samankaltaista hakukyselyn kanssa, vaikka täsmällisiä hakusanoja ei olisikaan käytetty. Perinteinen hakutoiminto puolestaan löytää tarkasti haetut sisällöt hakusanojen perusteella. Hybridihaku mahdollistaa siis sekä *semanttiset* että *tarkat* haut, jolloin monimutkaisia datalähteitä (dokumentit, tietokannat, jne.) ja datasiiloja voidaan tutkia ja käsitellä huomattavasti aiempaa tehokkaammin.

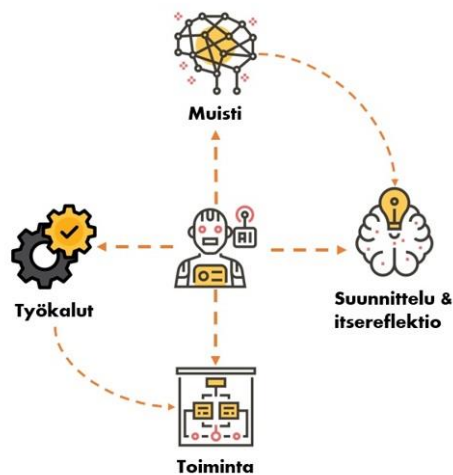
Tekoälyagentit: seuraavan sukupolven prosessiautomaatio

Tekoälyagentit ovat seuraava merkittävä kehitysaskel generatiivisen tekoälyn saralla. Ne mahdollistavat kokonaisten tehtäväketjujen automatisoinnin, eivätkä rajoitu vain yksittäisten prosessien suorittamiseen. Toisin kuin perinteiset automaattioratkaisut, tekoälyagentit voivat suunnitella, toteuttaa ja valvoa erilaisia työprosesseja, mukautuen asetettuihin tavoitteisiin ja oppien jatkuvasti kokemuksistaan. Ne voivat hyödyntää ulkoisia tietolähteitä ja työkaluja, mahdollistaen monimutkaisten työtehtävien sujuvan suorittamisen ja tiedon paremman virtaavuuden eri järjestelmien ja osapuolten välillä.

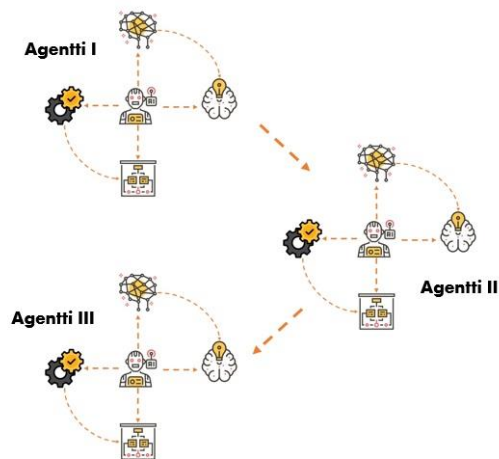
Tekoälyagenttien kyky käyttää olemassa olevia järjestelmiä ja sovelluksia vähentää myös generatiivisen tekoälyn hallusinaatio-ongelmia, sillä agentti voi esimerkiksi suorittaa suoraan SQL-tietokannan toimintoja sen sijaan, että loisi vastauksen itse kielimallin perusteella. Tällöin työntekijän ei tarvitse osata tietokantakomentoja, sillä tekoäly ymmärtää käyttäjän tarpeet ja tarvittaessa hakee tiedon suoraan tietokannasta.

⁹ Ulkoisia tietolähteitä voidaan käsitellä paitsi RAG-menetelmällä myös esimerkiksi pitkän asiayhteyden muistilla (long context memory), joka antaa tekoälylle kyvyn käsitellä suuria datamääriä tarkasti ja tehokkaasti. Mallien "muisti" kehittyy jatkuvasti, mikä parantaa merkittävästi niiden kykyä hallita laajoja tietokokonaisuuksia: <https://ai.google.dev/gemini-api/docs/long-context>

Autonominen agentti



Moniagenttijärjestelmä



Kuva 2. Autonomiset agentit voivat automatisoida kokonaisia tehtäväketjuja, oppia kokemuksistaan, hyödyntää ulkoisia lähteitä ja työkaluja sekä toimia yhteistyössä muiden agenttien ja ihmisten kanssa. Lähde: [Torro, O. \(2024\). Tekoäly kiinteistö- ja rakennusalalla.](#)

Agentteja voidaan myös ketjuttaa keskenään, jolloin puhutaan moniagenttijärjestelmistä. Tällöin eri agentit voivat erikoistua omiin tehtäviinsä, ja niiden kyvyt täydentävät toisiaan. Esimerkiksi CSRD-direktiivin mukaisen ympäristöraportoinnin automatisointi voisi tapahtua usean tekoälyagentin yhteistyönä. Näin koko tehtäväketju voidaan hoitaa agenttien avulla ilman, että ihmisen täytyy manuaalisesti puuttua jokaiseen vaiheeseen:

- *Kerääjäagentti* hakee ja koostaa dataa tuotetiedon alkuperäislähteestä (LVI-info, RT, Sähköinto, ja/tai EU:n digitaalinen tuotepassi) tai organisaation omasta tuotehallintajärjestelmästä.
- *Analyysiagentti* käsittelee kerätyn datan ja analysoi sen.
- *Kirjoittaja-agentti* laatii CSRD-raportoinnin luonnoksia ja esimerkiksi visualisointeja muiden agenttien tuotosten sekä käyttäjän ohjeiden pohjalta.
- *Vuorovaikutusagentti* ymmärtää käyttäjän tavoitteet, esittää tarkentavia kysymyksiä ja delegoi tehtäviä muille agenteille.

Microsoftin tutkimuksen mukaan tekoälyagenteilla on merkittävä potentiaali eri alojen toimitusketjujen optimoinnissa¹⁰. Rakennusalalla agentit voisivat esimerkiksi suunnitella ja optimoida erilaisia hankinta- ja toimitusstrategioita. Käyttäjä voisi kysyä tekoälyltä esimerkiksi: "Mitä tapahtuisi, jos vaihtaisimme laitevalmistajaa toimittajasta X toimittajaan Y?" Ensimmäinen agentti ottaa kysymyksen vastaan ja koordinoi tehtävän, jakamalla sen kahdelle apuriagentille. Toinen agentti laatii ohjelmakoodin toimitusketjun simulointia varten, analysoiden muutoksen vaikutukset kustannuksiin, hiilijalanjälkeen, aikatauluihin ja laatuun reaaliaikaisen datan pohjalta. Kolmas agentti tarkistaa ohjelmakoodin toimivuuden ja varmistaa sen luotettavuuden. Lopuksi järjestelmä ehdottaa parasta toimintatapaa annettujen ehtojen perusteella.

Kuten yllä olevasta esimerkistä nähtiin, tekoälyagentit voivat potentiaalisesti automatisoida monia eri tietotyön tehtäviä, kuten tiedon haun, käsittelyn ja analysoinnin, kun prosessit ja agenttien roolit on ensin selkeästi määritelty. Esimerkiksi tuotetiedon käsittelyssä agentti voisi

¹⁰ Wu, Q., Bansal, G., Zhang, J., Wu, Y., Zhang, S., Zhu, E., ... & Wang, C. (2023). Autogen: Enabling next-gen llm applications via multi-agent conversation framework. *arXiv preprint arXiv:2308.08155*.

hakea tarvittavat tiedot suoraan datan alkuperäislähteestä (esim. LVI-info, RT, Sähköinfo). Tällöin kaikkea tietoa ei tarvitse säilyttää paikallisesti esimerkiksi tietomallissa tai tietokannassa, vaan eri dataformaatteihin erikoistuvat tekoälyagentit voivat automaattisesti noutaa tarvittavat ja ajantasaiset tuotetiedot näihin kohteisiin. Lisäksi agenttien käyttö onnistuu helposti luonnollisen kielen kyselyillä ilman syvällistä teknistä osaamista. Lopputuloksena työntekijöiden ei enää tarvitse käyttää koko päivää esimerkiksi monimutkaisten Excel-tiedostojen tai tietokantojen läpikäymiseen ja datan siirtämiseen manuaalisesti, vaan tekoälyagentit hoitavat nämä tehtävät minuuteissa, vapauttaen työntekijöiden aikaa tärkeämpiin tehtäviin.

Agentit ovat vielä kehittyvää teknologiaa, joten niiden käyttöönotto vaatii tarkkaan hallittuja kokeiluja työnkulkujen automatisoinnissa, joissa vaatimukset, mittarit ja data on selkeästi määritelty ja vakioitu. Integraatio olemassa oleviin järjestelmiin edellyttää tiivistä yhteistyötä eri osapuolten ja järjestelmien hallinnoijien välillä. Kun yksi prosessi saadaan automatisoitua, agentit oppivat kokemuksistaan ja järjestelmän suorituskyky paranee, samoin kuin taustalla olevan kielimallin päivittyessä. Tällöin agenttien muisti ja päättelykyky kehittyvät ajan myötä, mikä mahdollistaa niiden hyödyntämisen yhä monimutkaisemmissa prosesseissa. Tämä tarjoaa organisaatiolle jatkuvaa kehitystä, sillä nopeasti kehittyvä tekoäly on jo integroitu osaksi olemassa olevia prosesseja. Tämä jatkuva kehityspotentiaali erottaa tekoälyagentit ja tekoälyn perusmalleihin perustuvat ratkaisut merkittävästi perinteisistä, ”staattisista” tietojärjestelmistä.

Datalähteiden ja data-alustojen valmisteleminen

Ennen kuin tekoäly voi hyödyntää dataa tehokkaasti, tiedon täytyy olla sellaisessa muodossa, jota tekoälymallit pystyvät ymmärtämään ja käsittelemään. Raakadatan, kuten tekstin, kuvien tai rakenteettomien tietojen, muuttaminen koneen luettavaan ja analysoitavaan muotoon on välttämätöntä, jotta tekoäly voi tehdä tarkkoja päätelmiä ja luotettavia analyyseja. Rakennuslaissa (488/2023) veloitetaan esimerkiksi tietomallien koneluettavuuteen, mikä tarkoittaa, että tiedon on oltava rakenteellisessa muodossa, jotta ohjelmistot voivat helposti tunnistaa ja poimia yksittäisiä tietoja ja niiden rakenteita. Tämä mahdollistaa myös sen, että viranomaiset voivat tarkastaa tiedot automaattisesti tai puoliautomaattisesti.

Rakenteellinen ja hyvin jäsennelty data on erinomainen lähtökohta kehittyneiden tekoälyratkaisujen luomiselle rakennusalan datan hallintaan ja virtauttamiseen. Uusimpien tekoälyn perusmallien laajamittaisessa hyödyntämisessä tätä dataa täytyy kuitenkin valmistella myös muilla tavoilla, jotta tekoäly pystyy käsittelemään monimutkaisia tietokokonaisuuksia tehokkaasti. Datan valmistelu tekoälyn käyttöön voi tarkoittaa esimerkiksi tietokantojen vektorointia. Vektoroinnilla data, kuten teksti, muutetaan matemaattiseen eli numeeriseen muotoon, jossa jokainen sana, lause tai datapiste esitetään vektoreina, eli lukuina, jotka edustavat niiden merkityksiä ja yhteyksiä toisiinsa. Näin tekoäly ”ymmärtää” käyttäjien kysymyksiä datasta luonnollisen kielen avulla ilman tarkkoja hakusanoja.

Tällaisten tekoälypohjaisten älykkäiden hakujen kehittämisessä työkalut, kuten LlamaIndex¹¹ ja LangChain¹², ovat erityisen hyödyllisiä. LlamaIndex tarjoaa työkaluja, joilla organisaatiot voivat yhdistää tekoälymallit omiin tietokantoihinsa reaaliaikaista tietojen hakua ja analysointia varten. LangChain puolestaan helpottaa kielimallien joustavaa integrointia olemassa oleviin järjestelmiin.

¹¹ <https://www.llamaindex.ai/>

¹² <https://www.langchain.com/>

Lisäksi tietämysgraafit (knowledge graphs) ovat keskeisiä tekoälyratkaisuihin, jotka analysoivat useita eri datalähteitä, sillä ne jäsensivät nämä datalähteet loogiseksi ja yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Näin hajallaan oleva tieto voidaan koota yhteen, jolloin tekoäly pystyy käsittelemään ja "ymmärtämään" sen kokonaisuutena. Esimerkiksi tietomallien sisällön muuntaminen tietämysgraafiksi saattaa mahdollistaa ulkoisten, reaaliaikaisen datalähteiden, kuten sensoridatan, integroimisen osaksi tätä kokonaisuutta. Tämä luo mielenkiintoisia ja erittäin innovatiivisia mahdollisuuksia hyödyntää useita eri reaaliaikaisia datalähteitä esimerkiksi rakennusten ylläpitomalleissa.

Eräs tärkeä ulottuvuus rakennusalan datan hallinnassa on myös erilaisten integraatiokerrosten kehittäminen, jotka yhdistävät eri datalähteet ja mahdollistavat tiedon sujuvan siirtymisen eri järjestelmien välillä. Näitä kerroksia voidaan rakentaa organisaation sisälle tai koko ekosysteemin käyttöön riippuen osapuolten liiketoimintalogiikasta. Integraatiokerrokset varmistavat, että data on tekoälyn ymmärtämässä muodossa, mikä mahdollistaa tekoälyratkaisujen, kuten RAG-hakukoneiden ja tekoälyagenttien, tehokkaan hyödyntämisen. Integraatiokerroksen toimintaan voi kuulua myös esimerkiksi vektoridatan dynaaminen ylläpito, jolloin päivitykset datan alkuperäislähteissä heijastuvat automaattisesti kaikkiin järjestelmiin, jotka hyödyntävät tätä dataa. Tämä varmistaa, että kaikki järjestelmät käyttävät aina ajantasaista ja yhtenäistä tietoa — esimerkiksi, jos tuote poistuu tietokannasta, vektori ei viittaa virheellisesti "tyhjään" kohteeseen.

Tekoälymalleja käytetään usein pilvipohjaisten ratkaisujen kautta, mikä myös tarkoittaa, että jokaisesta hausta syntyy kustannuksia. Tekoälyn yleistyessä nämä kustannukset voivat kasvaa merkittävästi, erityisesti silloin, kun tekoälyagentteja käytetään useiden erilaisten tehtäväketjujen automatisointiin. Lisäksi tietoturvakysymykset tekevät pilvipalveluista monille organisaatioille epäkäytännöllisiä tai mahdottomia. Tämän vuoksi avoimiin tekoälymalleihin, kuten LLaMA (Large Language Model Meta AI)¹³, perustuvat on-premise-ratkaisut tarjoavat erittäin lupaavan vaihtoehdon tekoälyratkaisujen kehittämiseen. Näissä ratkaisuissa laskenta tapahtuu yrityksen omalla palvelimella, mikä vähentää tekoälyn käyttökustannukset käytännössä pelkiksi energiakuluiksi, parantaa tietoturvaa ja lisää merkittävästi järjestelmän nopeutta. On-premise-tekoäly voisi myös olla merkittävä osa tulevaisuuden kiinteistöjen tai rakennusyritysten palvelutarjontaa, jolloin eri alojen työntekijät voisivat hoitaa tekoälyavusteiset tietojenkäsittelytehtävät pääosin paikallisesti, kuten toimistolla tai rakennustyömaalla.

Tekoälyn peruskielimallien ja tekoälyagenttien pullonkaulat ja haasteet

Tekoälyn perusmallien kehittäminen vaatii valtavaa ja kallista laskentakapasiteettia, johon vain harvoilla on pääsy. Esimerkiksi OpenAI:n liiketoimintaympäristö on osittain epäselvä, ja jopa kehittäjät tuntevat tekoälymallien toimintalogiikan rajallisesti. Tämä heikentää luotettavuutta ja läpinäkyvyyttä tekoälyn laajamittaisen käyttöönoton suhteen. Lisäksi "mustan laatikon" ongelma tekee tekoälyn päätöksistä vaikeasti tulkittavia sekä parametrien tasapainottamisesta haastavaa. Tämä vaikeuttaa erityisesti tekoälyn soveltamista kriittisissä päätöksenteon prosesseissa, joissa selkeä ja perusteltu logiikka on välttämätöntä luottamuksen ja vastuullisuuden varmistamiseksi.

Uudet tekoälyratkaisut tuovat mukanaan myös uusia tietoturva- ja haasteita. Esimerkiksi, jos tekoälyagentilla on pääsy useisiin eri järjestelmiin ja niiden tietoihin, näille agenteille on asetettava tarkat käyttörajat. Kun tekoäly toimii eri datalähteiden käyttöliittymänä, on myös

¹³ <https://github.blog/ai-and-ml/llms/a-developers-guide-to-open-source-llms-and-generative-ai/>

varmistettava, ettei käyttäjä pysty ohittamaan näitä "turvakaiteita"¹⁴. Tietoturva on myös kriittistä huomioida, jotta kukaan ei pysty tahallisesti tai tahattomasti muuttamaan joitain kriittisiä tietoja (esim. lujuuslaskelmat), jotta tiedon eheys säilyy datan virratessa eteenpäin.

Koulutusprosessiin liittyy myös riskejä IPR-oikeuksien ja sääntelyn näkökulmasta, erityisesti kun mallit koulutetaan suojattujen aineistojen pohjalta. Toisaalta useat yritykset ovatkin vaatineet EU:lta joustavampaa GDPR:n tulkintaa, jotta Eurooppa ei jää muusta maailmasta jälkeen tekoälyn kehityksessä ja hyödyntämisessä¹⁵.

Perusmallit sekä niiden taustalla olevat dataratkaisut vaativat myös säännöllistä hienosäätöä, jos ympäristö, kuten termistö ja datasisällöt, muuttuvat jatkuvasti. Mallit eivät myöskään toimi luotettavasti ilman korkealaatuista dataa, ja heikkolaatuinen data heikentää mallien suorituskykyä ja tarkkuutta, ja saattaa näin aiheuttaa organisaatiossa uudenluonteisia ongelmia, varsinkin, jos tekoälyn toimintaperiaatteita ei ymmärretä.

Mallit voivat myös "hallusinoida," eli tuottaa virheellistä tai täysin keksittyä tietoa. Hallusinoinnin vähentämistä voi verrata itsestään ajavien autojen kehitykseen, jossa pyritään saavuttamaan täydellinen, tai ainakin merkittävästi ihmistä parempi, suorituskyky. Vaikka tätä tavoitetta ei ole vielä täysin saavutettu, teknologia tarjoaa silti merkittäviä hyötyjä erityisesti rajatuissa ja tarkasti määritellyissä käyttötapauksissa, joissa riskit voidaan hallita ja hyöty maksimoida. Tällöin tässä dokumentissa mainitut ratkaisut, kuten mallien hienosäätö, RAG, LlamaIndex, LangChain ja tietämysgraafit, ovat erityisen tärkeitä.

Kohti tiedolla johtamista: tekoäly edistämässä alan kulttuurin muutosta

Tekoäly tarjoaa ratkaisun rakennusalan kahteen keskeiseen haasteeseen: teknisten datasiilojen (tieto ei liiku järjestelmien välillä) ja funktionaalisten datasiilojen (ihmiset eivät halua tai osaa käyttää järjestelmiä) murtamiseen. Vaikka dataa on runsaasti saatavilla, sen hyödyntäminen on usein liian vaikeaa. Perinteiset järjestelmät eivät todennäköisesti pysty ratkaisemaan koko toimitusketjun tiedonvirtaongelmia. Tekoälyn integrointi nykyisiin järjestelmiin ja prosesseihin sen sijaan mahdollistaa tiedon paremman saatavuuden, tehostaa ratkaisujen käytettävyyttä ja automatisoi useita manuaalisia tehtäväketjuja.

Tekoälyn hyödyntäminen edellyttää kuitenkin merkittävää kulttuurimuutosta. Tekoälyn avulla voitaisiin saavuttaa merkittävä tuottavuusloikka, mutta ihmiset on saatava osaksi informaatio-ohjattua prosessia ja heidän on opittava hyödyntämään tekoälyä tiedonhallinnassa. Tämä vaatii laajaa kulttuurimuutosta, mutta se ei välttämättä ole niin haastavaa kuin usein ajatellaan. Hyvä esimerkki on KONEen hissihuollon pilotti, jossa tekoälyratkaisujen käyttöönoton jälkeen kukaan työntekijöistä ei halunnut palata vanhoihin menetelmiin¹⁶.

Jotta tekoäly voi todella juurtua osaksi rakennusalan prosesseja, ratkaisujen on oltava sekä hyödyllisiä että helppokäyttöisiä. Tavoitteena ei ole lisätä monimutkaisuutta, vaan päinvastoin vähentää sitä. Dataa tulee voida käsitellä ilman monimutkaisten tietojärjestelmien käyttöä. Näin organisaatiot voivat myös keskittyä tehokkaammin kriittisen datan hallintaan, datan

¹⁴ <https://www.polygon.com/23690187/discord-ai-chatbot-clyde-grandma-exploit-chatgpt>

¹⁵ <https://www.telecoms.com/ai/meta-ericsson-and-many-others-sign-open-letter-to-eu-over-ai-regulation#close-modal>

¹⁶ <https://www.mikrobitti.fi/uutiset/tekoaly-oli-menestys-hissivalmistaja-koneen-testissa-kukaan-koekayttajista-ei-halunnut-lopettaa-kayttoja/05d3d026-b641-4c3e-a980-aff6020784d9>

rikastamiseen ja erilaisten älykkäiden käyttöliittymien kehittämiseen sen sijaan, että keskittyttäisiin "järjestelmien myymiseen."

Yhteenveto ja johtopäätökset

TH8-osahankkeessa lähdettiin tarkastelemaan talotekniikan tuotetietojen virtaamista, sen haasteita ja potentiaalisia keinoja edistää tietojen virtaamista. Alan sirpaloitunut rakenne, järjestelmien yhteensopivuuden puute sekä tietojen manuaalisesta käsittelystä johtuva heikko tietojen laatu ja tehottomuus tunnistettiin keskeisiksi haasteiksi. Alalle lähitulevaisuudessa pakolliseksi tuleva ympäristöraportointi uhkaa pahentaa näiden haasteiden tuottamia vaikeuksia entisestään, jos näihin haasteisiin ei löydetä uusia ratkaisuja.

Regulaatio ja digitalisaatio ovat samalla myös merkittäviä ajureita rakennusalan kehityksessä. Tämä luo merkittäviä liiketoimintamahdollisuuksia erilaisille tekoälyratkaisuille. Suomessa on erinomaiset edellytykset kehittää systeemitasoisen AI-ratkaisuja, sillä Suomessa on tehty jo paljon työtä tietojen vakioinnissa (esim. RTS, LVI-info), BIM-malleissa (esim. RAVA3pro) sekä prosessien ja manuaalisen työn pullonkaulojen tarkassa kartoittamisessa (T-malli). Meillä on myös mahdollisuus vaikuttaa EU-tason regulaatioon ja standardeihin (ETIM, Digitaalinen tuotepassi), mikä avaa proaktiivisia mahdollisuuksia kehittää tekoälyratkaisuja tämän tulevan EU-tason vakioinnin ympärille.

Alan yhteisen Data Governance -toiminnan kehittäminen tunnistettiin keskeiseksi vaadituksi kehitystoimenpiteeksi, sillä vasta parempi dataperusta ja pääsy tähän dataan mahdollistaa uusien tekoälyratkaisujen toteuttamisen ja systeemisen käytön. Tämä on kriittistä, sillä uusilla tekoälyratkaisuilla tulee olemaan keskeinen rooli tietojen virtaamisen tehostamisessa. Systeemiset tekoälyratkaisut vaativat systeemistä Data Governance -toimintaa yksittäisten hankkeiden sijaan. Prosessien uudistaminen edellyttää kuitenkin johdon vahvaa sitoutumista ja loppukäyttäjien osallistamista uusien ratkaisujen kehittämiseen. Nopeat pilotoinnit ja kokeilut ovat välttämättömiä, ja uusien ratkaisujen tulee olla sekä hyödyllisiä että helppokäyttöisiä, jotta ne muovaavat työnteon tapoja.

Tekoälyratkaisuissa voidaan räätälöidä kielimalleja (LLM) sekä ekosysteemin että yksittäisten yritysten tarpeisiin, jolloin ne ymmärtävät alan ja yrityksen spesifisen sanaston. RAG-hakukoneet ja hybridihakukoneet, jotka yhdistävät semanttisen ja tekstihakujen parhaat puolet, voivat parantaa tiedon saatavuutta. Tekoälyn integrointi käyttöliittymäksi dokumenttien, tietokantojen, tietomallien ja erilaisten järjestelmien välillä voi potentiaalisesti muuttaa alan tietotyötä ja parantaa merkittävästi tietojen virtaavuutta. Lisäksi tekoälyagenttien hyödyntäminen erilaisten tehtäväketjujen automatisoinnissa voi mahdollistaa monien manuaalisten työvaiheiden automatisoinnin. Tämä teknologia vaatii kuitenkin vielä huomattavaa lisätutkimusta, jotta sen luotettavuus ja toimivuus voidaan varmistaa käytännössä. Käytännössä toimivin ratkaisu tuotetietojen virtautuksen näkökulmasta löytyy todennäköisesti yhdistelmästä perinteisistä järjestelmistä, älykkäistä hakuja ja agentteja, ja sen toimivuus selviää kokeilemalla.

Seuraavat tutkimusaiheet

Raportissa tehtyjen haastatteluiden ja löydösten pohjalta voidaan ehdottaa useita tärkeitä ja mielenkiintoisia tutkimusaiheita. EU:n regulaatioympäristön vaikutuksia suomalaisille KiRa-alan yrityksille ja niiden kansainvälistymispotentiaalille olisi järkevää tutkia tekoälyn hyödyntämisen näkökulmasta. EU-regulaatio on tuomassa esimerkiksi Digitaalisen tuotepassin pakolliseksi

vuoteen 2030 mennessä¹⁷. Tämä helpottaa yritysten kansainvälistymistä, kun yhdenmukaiset tuotetiedot ovat saatavilla koko Euroopassa. Samalla se avaa uusia merkittäviä mahdollisuuksia tekoälyn hyödyntämiseen tuotetietojen virtauttamisessa ja analysoinnissa.

Tekoälyn hyödyntäminen Digitaalisen tuotepassin ja muun rakennusalan datan käsittelyssä vaatii kokonaisvaltaista tutkimusta, erityisesti liittyen Data Governance -malliin, joka tukee systeemisiä ratkaisuja. Tekoälyn perusmallit ja niiden monikäyttöisyys ovat avainasemassa, kun pyritään käsittelemään suuria määriä tuotetietoa ja tekemään siitä saatavilla olevaa ja hyödynnettävää eri sidosryhmille toimitusketjun eri vaiheissa. Tämä vaatii sen ymmärtämistä, miten tekoälyratkaisut voidaan integroida saumattomasti ihmisten ja järjestelmien väliseen vuorovaikutukseen, jotta yhteistyö ja tiedon virtaus paranisivat merkittävästi nykytilanteesta.

Yksi tärkeimmistä tutkimusalueista on tässä raportissa käsitelty datasiilojen purkaminen älykkäiden käyttöliittymien ja tekoälyagenttien avulla, sillä nämä teknologiat tarjoavat potentiaalin tiedon sujuvampaan käsittelyyn ja parempaan saavutettavuuteen. Rakennusalan toimitusketjun T-malli, jossa keskeiset prosessit ja rajapinnat on jo tunnistettu, tarjoaa hyvän lähtökohdan näiden tekoälyratkaisujen kehittämiseksi. Käytännön tutkimusta tarvitaan kuitenkin siitä, miten tässä raportissa esitelty tekoälyratkaisut voidaan liittää olemassa oleviin datalähteisiin ja järjestelmiin. Lisäksi tutkimuksessa on otettava huomioon useat erilaiset sosiotekniset kysymykset, kuten teknologian käytettävyys, käyttäjien asenteet ja mahdolliset uudet uhat, joita tekoälyn käyttö voi tuoda mukanaan.

Myös liiketoimintalogiikkaa tässä uudessa dataekosysteemissä on tutkittava tarkemmin. Nykyiset liiketoimintamallit, jotka perustuvat esimerkiksi tuntien myyntiin, saattavat mullistua, kun tiettyjä prosesseja voidaan automatisoida tekoälyn avulla. Tämä edellyttää syvällisempää ymmärrystä siitä, miten tekoäly vaikuttaa liiketoiminnan rakenteisiin ja kuinka uudet mallit voidaan integroida toimintaan menestyksekkäästi. Lisäksi on tärkeää tunnistaa uudet yhteistyön muodot datan virtauttamisessa eri toimijoiden välillä, jotta kannustinrakenteet tekoälypohjaisten, systeemisten ratkaisujen kehittämiseksi olisivat oikeansuuntaisia.

Tekoälyn nopea kehittyminen tuo markkinoille jatkuvasti uusia ratkaisuja, jotka ovat tehokkaampia ja edistysellisempiä kuin tässä raportissa esitelty teknologiat. Näiden uusien ratkaisujen tutkiminen vaatii proaktiivista otetta ja yrityksiltä uudenlaisen kokeilukulttuurin omaksumista. Tutkimuksen painopisteenä tulisi olla jatkuva kokeilu ja pilotointi, jotta saadaan kerättyä käytännön kokemuksia tekoälyteknologian soveltamisesta ja kehittämisestä rakennusalan tarpeisiin.

¹⁷ <https://tieke.fi/euroopan-vihrea-siirtyma-on-pian-digitaalisten-tuotepassien-ansiosta-osa-arkea/>