

Tekoälyagenteista pelastaja kiinteistö- ja rakennusalan datavirtojen hallintaan?

TATE2030 TH8. osahankkeen loppuraportti [DRAFT]

Sisällysluettelo

| | |
|--|----|
| Tiivistelmä | 2 |
| Johdanto..... | 3 |
| Tutkimuksen tausta: Datan virtauttaminen rakentamisen tuotantoketjussa | 3 |
| Tutkimuksen tavoitteet | 4 |
| Tutkia datan virtaavuuden pullonkauloja taloteknisen tuotetiedon kontekstissa | 4 |
| Tutkia tekoälyn roolia datan virtaavuuden parantamisessa | 4 |
| Tutkia liiketoiminnallisia syitä ja keinoja tekoälyratkaisujen systeemiselle käyttöönotolle .. | 4 |
| Tunnistetut haasteet | 5 |
| Data ei virtaa, sen laatu on heikkoa ja samaa dataa uudelleen luodaan jatkuvasti | 5 |
| Datasiilot ja hajanaiset järjestelmät sekä vakioinnin ja koneluettavuuden puute | 5 |
| Rakennusalan rakenne, sopimukset ja kulttuuri eivät tue vakioitujen prosessien luomista | 6 |
| Eri toimijoiden välille ei pääse muodostumaan vakioituja yhteistyöskentelyn tapoja | 7 |
| Käyttäjäpäädyn digitalisaatio-osaamisessa ja -asenteissa puutteita..... | 8 |
| Alan raportointivaatimukset kasvavat merkittävästi lähivuosina | 8 |
| Tehdäänkö muissa maissa tai muilla aloilla asioita sitten paremmin? | 9 |
| Potentiaaliset ratkaisut..... | 10 |
| Tuleva ympäristöraportointi on yhteinen mahdollisuus uudistaa ja digitalisoida KiRa-alan toimitus- ja arvoketjun datavirtoja ja liiketoimintaa | 10 |
| KiRa-alan tarvitsee edistää yhteistä Data Governance -toimintaa datan standardoinnin ja virtauttamisen edistämiseksi | 11 |
| Älykäs tekoälyavusteinen toimitusketjun ja tuotetiedon hallinta | 12 |
| Kehitettävät tekoälyteknologiat | 15 |
| KiRa-ala tarvitsee alan yhteisen AI-kielimallin AI-ratkaisujen kehittämisen pohjaksi..... | 16 |
| RAG - ja hybridihaut | 17 |
| Tekoälyagentit: seuraavan sukupolven prosessiautomaatio | 18 |
| Tekoälyn peruskielimallien ja tekoälyagenttien pullonkaulat ja haasteet | 18 |
| Kohti tiedolla johtamista: Vakioitu tieto ja AI tukiälynä edistämässä alan kulttuurin muutosta | 18 |
| Yhteenveto ja johtopäätökset | 18 |

| | |
|---|----|
| Tuleva pakollinen ympäristöraportointi pakottaa KiRa-alaa muuttumaan luoden AI:n käyttöönotolle ainutlaatuisen mahdollisuuden | 19 |
| Mitä datan tehokkaampi AI-avustettu virtauttaminen mahdollistaisi KiRa-alalla? | 19 |
| AI:n käyttöönotossa huomioitavat riskit ja rajoitteet..... | 20 |
| Alan eri toimijoiden yhteistoimintaa edistettävä järjestelmällisellä Data Governancella | 21 |
| Seuraavat tutkimusaiheet | 22 |

Tiivistelmä

Tässä Talotekniikka 2030 -hankkeen TH8-osahankkeen raportissa syvennyttään kiinteistö- ja rakennusalan kohtaamiin haasteisiin talotekniikkatuotteiden tuotetietojen virtaamisessa rakentamisen elinkaarella, ja esitellään mahdollisia ratkaisuja tunnistettuihin ongelmiin. Raportin löydökset perustuvat 13 haastattelun ja neljän työpajan löydöksiin.

Datan tehokas virtaaminen kiinteistö- ja rakennusalan arvoketjun läpi on jo pitkään ollut haasteellista alan alhaisen digitalisaatioasteen ja projektipohjaisen työskentelyn vuoksi. Viime aikoina alalla on pyritty standardoimaan tietosisältöjä (esimerkiksi RAVA3Pro-hankkeessa), mutta kokonaisuutta tarkastellessa tietoja kerätään, kopioidaan ja tulkitaan edelleen manuaalisesti aina uudestaan, kun dataa siirretään tietojärjestelmien ja yritysten välillä. Tämä johtaa väistämättä tehottomuuteen, heikkolaatuisen dataan ja mahdollisiin virhetulkintoihin.

Ala on kuitenkin nyt suuren muutoksen edessä, sillä uusien rakennusten ympäristöraportointi on tulossa pakolliseksi vuoden 2026 alusta uusien EU-regulaatioiden myötä. Ilman merkittäviä uudistuksia sekä alan toimijoiden asenteissa että teknisissä järjestelmissä uusien pakollisten raportointivaatimusten myötä alan tuottavuus saattaa jopa laskea entisestään, jos yritysten on varattava yhä enemmän henkilöstöä pelkästään raportoinnin hoitamiseen.

Uusien tekoälyratkaisuiden kehittäminen voi kuitenkin tarjota ratkaisuja näihin ongelmiin. Koska pysyvien järjestelmäintegraatioiden toteuttaminen ei useinkaan ole mielekäästä jatkuvasti projektista toiseen vaihtuvien yhteistyöverkostojen vuoksi, tarvitaan modulaarisempia ratkaisuja, joilla dataa voidaan hakea, siirtää ja käsitellä tehokkaammin erilaisiin standardeihin perustuvien järjestelmien välillä. Tällaisten ratkaisujen perustaksi kiinteistö- ja rakennusalan tulisi yhteiskehittää alan termistöä ymmärtävä kielimalli, jotta eri toimijoiden kehittämät ratkaisut voivat kommunikoida keskenään tehokkaammin. Näiden toimenpiteiden sekä muun standardointityön pohjaksi ala tarvitsee myös tiiviimpää Data Governance -toimintaa, jossa alan yritykset yhdessä sopivat datan arvonluontipotentiaalista sekä vaadituista kehitystoimista ja pelisäännöistä.

Raportissa esitetään ratkaisuja datan virtauttamisen parantamiseksi hyödyntämällä generatiivista tekoälyä, kielimalleja ja tekoälyagentteja. Tekoälyn keskeinen rooli korostuu tiedonhallinnan virtaviivaistamisessa, älykkäiden käyttöliittymien kehittämisessä, datasiilojen purkamisessa ja prosessiautomaation uudistamisessa. Tekoälyagentit voivat tulevaisuudessa automatisoida kokonaisia tehtäväketjuja rakennusalan toimitusketjussa. Raportti käsittelee myös näiden tekoälyratkaisuiden kehittämiseen ja käyttöönottoon liittyviä kysymyksiä, haasteita ja avoimia tutkimuskysymyksiä, sekä esittelee useita potentiaalisia käyttötapauksia.

Johdanto

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten talotekniikkatuotteisiin liittyvä tuotedata virtaa kiinteistö- ja rakennusalan arvoketjun läpi tarkastelemalla datavirtojen nykytilan haasteita sekä tunnistaa potentiaalisia ratkaisuja datavirtojen kehittämiseen. 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. AI:n 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, innovatiivisia 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 katkoksien tarkempi kartoitus on välttämätöntä, jotta voidaan luoda vankka perusta prosessien uudistamiselle. Yksityiskohtainen analyysi auttaa syventämään ymmärrystä siitä, miten datan virtaavuuden esteet vaikuttavat toimitusketjun ja tuotetiedon hallintaan, ja tarjoavat paremman lähtökohdan uusien ratkaisujen tunnistamiselle.

Tutkia tekoälyn roolia datan virtaavuuden parantamisessa

Perinteiset järjestelmäintegraatiot ovat rakennusalan projektiluonteisessa 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 noudattamista. Tällaisen koordinaatiotoiminnan tärkeys 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 räätälöidään rakennusalan erityistarpeisiin. Jos kielimallien kouluttamiseen ei ole saatavilla laadukasta ja vakio muodossa 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 tietoa manuaalisesti. Vaikka osa tuotevalmistajista on investoinut API-rajapintojen kehittämiseen ja tuotedatan automaattiseen siirtoon, alan tuotetietokannoista vastaavat yritykset keräävät edelleen tuotetietoja 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.

Data voi olla siiloutuneena myös yritysten sisäisissä järjestelmissä, jos sen saavutettavuus on heikkoa tai työntekijöiden IT-osaaminen ei riitä sen käsittelyyn. Yritykset käyttävät monia erilaisia sovelluksia, jotka eivät keskustele keskenään, mikä johtaa tiedonkulun katkeamisiin arvoketjussa. Rakennusalaalla teknologiset ratkaisut ovat myös joskus ohjanneet liiketoimintaa enemmän kuin tukeneet sitä, mikä on voinut monimutkaistaa datan hallintaa ja vähentää järjestelmien hyödyllisyyttä.

Eryityisesti suunnittelu- ja tuotetiedon virtaus suunnittelusta hankintaan ja rakentamiseen muodostaa merkittävän pullonkaulan, koska tiedot syötetään usein manuaalisesti järjestelmiin. Vaikka ehdotetuilla tuotteilla rikastettu suunnittelutieto olisi digitaalisessa muodossa BIM-tietomallissa, se ei aina siirry sujuvasti hankintatiedoksi manuaalisten laskelmien ja tiedon käsittelyn takia. Lisäksi haasteena on, käytetäänkö suljettua BIM-standardia vai openBIM-lähestymistapaa. Hankinta ja urakointi perustuvatkin usein 2D-kuviin, joista tiedot lasketaan käsin, mikä on tehotonta ja virhealtista. Tiedon tallentaminen ja välittäminen Excel-, Word- ja PDF-tiedostoina sähköpostitse tai tulosteina on 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 tue vakioitujen prosessien luomista

Rakennusalan projektiluonteisuus ja sirpaloitunut rakenne, jossa jokainen projekti koostuu eri toimijoista, vaikeuttavat pitkäaikaisen luottamuksen rakentamista kumppaneiden välillä. Tämä johtaa usein siihen, että toimijat pitävät kiinni omasta datastaan ja vaativat muita mukautumaan

heidän omiin järjestelmiinsä. Sopimustekniset rajoitukset, kuten datan omistajuus ja sen käyttöoikeudet, lisäävät haasteita tietomallien ja tuotetietojen täysimittaisessa hyödyntämisessä. Rakennusalaalla on haasteena myös prosessittomuus, sillä toimintaa ei haluta kahlita liian tiukasti tiettyihin kaavoihin rakennusprojektien ainutlaatuisuuden vuoksi. Tämä johtaa siihen, että projektien onnistuminen perustuu usein enemmän erinomaisiin yksilösuorituksiin kuin selkeisiin ja toistettaviin prosesseihin.

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 työläät datan käsittelyvaiheet vievät myös merkittävän osan päivittäisestä työajasta, mikä jättää vähän aikaa toimintatapojen uudistamiselle.

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 allianssihankeet ovat onnistuneet linjaamaan eri toimijoiden yhteisiä etuja paremmin, 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 monimutkaiset liiketoimintamallit, joissa monet toimijat hyötyvät datan pirstaloitumisesta, estävät tiedon tehokasta virtausta. Nämä liiketoimintamallit eivät tue Lean-filosofiaa, sillä ne ylläpitävät turhia datankäsittelyprosesseja, jotka hidastavat työskentelyä ja tuottavat lisäkustannuksia. Lisäksi yhtenäisiä toimintatapoja ei useinkaan päästä luomaan, koska yhteistyöpartnerit vaihtuvat projektista toiseen. Tiedon puute projektin tilasta ja sen 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.

Toimijoiden sirpaloituminen ja moninaisuus, jossa "monta kokkia hämmentää samaa keittoa", estävät tehokasta tiedonkulkua. Jos jokin toimintatapa halutaan muuttaa, kaikkien muidenkin osapuolten pitäisi muuttua samanaikaisesti, jotta uudistuksista olisi todellista hyötyä. Rakennuksen omistajien roolia voisi luulla merkittäväksi muutosajuriksi, mutta heiltäkin usein puuttuu kyky tai ymmärrys vaatia uusia toimintatapoja. Rakennuksen tilaaja ja tuleva omistaja ulkoistavat usein myös käytännön asiat muille, mikä vähentää heidän osallistumistaan kehitystyöhön.

Erialaisten datan integrointi- ja välitysalustojen, kuten Platform of Trustin, konsepti on herättänyt toiveita tiedon virtaavuuden parantamisesta ja integraatiokustannusten vähentämisestä. 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.

Yhteistyöfoorumeja rakennusalalla on runsaasti, mutta niiden hajanaisuus ja selkeän työnjaon puute estävät tehokasta etenemistä digitalisaation edistämisessä. Vaikka erilaisiin yhteisiin kehityshankkeisiin on investoitu paljon viime vuosina, tarvittaisiin yhteinen hankekirjasto, jotta tutkimus- ja kehitystyötä pystyttäisiin koordinoimaan tehokkaammin.

Kriittisen massan saavuttamiseksi tarvitaan vahvaa muutosjohtamista, jossa alan yritykset ymmärtävät digitalisaation ja vakioinnin merkityksen ja alkavat vaatia niitä yhtenäisesti. Tämä edistäisi tiedonhallinnan parantamista ajoissa 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.

Käyttäjöpäädyn digitalisaatio-osaamisessa ja -asenteissa puutteita

Rakennusalalla työntekijöiden digitalisaatio-osaamisessa ja -asenteissa on myös monia haasteita, jotka hidastavat uusien teknologioiden käyttöönottoa. Työmailla on usein kiire ja työntekijöillä kädet täynnä töitä, mikä jättää vähän aikaa uusien työkalujen omaksumiselle ja käyttöönottamiselle. Tämä haaste ei ole ainutlaatuinen rakennusalalla, mutta siihen liittyy erityispiirteitä 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 digitalisaatioon 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.

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 tuotedatan 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 tekevät niiden käytöstä haastavaa työmailla, korostaen 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 2026 alussa voimaan tulevan EU-säädöksen vuoksi, joka edellyttää uusien rakennusten ympäristödatan 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 lisäarvoa eikä siitä makseta enempää, sen tehokkaampi hoitaminen on kuitenkin tärkeää.

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. Esimerkiksi Isossa-Britanniassa yritysten ylin johto osallistuu aktiivisesti ja yksityiskohtaisesti prosessien ohjaukseen, ja vaatii organisaatiota toimimaan yhtiön ennalta määritellyllä toimintamallilla. Tämä eroaa suomalaisesta johtamistavasta, jossa päätösvalta jää usein paikallisille esimiehille tai vastaaville mestareille, mikä voi johtaa epäyhtenäisiin toimintatapoihin.

Norjassa ja Ruotsissa talotekniikan tuotetietojen saatavuus on pakollista, ja näissä maissa on kansalliset tietopankit, kuten NOBB (<https://www.nobb.no/>), Finfo (<https://www2.finfo.se/>), VVSInfon RSK Database (<https://www.rskdatabasen.se/>), jotka velvoittavat valmistajia syöttämään kaikki tuotetiedot järjestelmiin. Tämä takaa yhtenäisen ja vakioidun tiedon saatavuuden kaikille toimijoille, kuten tukkureille, mikä parantaa datan virtaavuutta ja standardointia. Suomessa taas tuotetietoja pyydetään usein manuaalisesti sähköpostilla, ja ne syötetään käsin tietokantoihin.

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 voi mahdollisesti kannustaa talotekniikan ja muiden rakennustuotteiden valmistajia tarjoamaan tuotteidensa ympäristödatan helposti saataville tukkureille ja urakoitsijoille.

Apteekialalla Suomessa on onnistuttu luomaan tehokkaita käytäntöjä, kuten lakisäätöinen velvoite tarjota halvempia rinnakkaisvalmisteita, mikä hyödyttää kuluttajia ja parantaa markkinoiden toimivuutta. Samankaltaista lähestymistapaa voisi soveltaa rakennusalalla esimerkiksi tuotteiden CO₂-päästöjen vertailussa, mutta tämä vaatisi kattavaa datan virtausta koko arvoketjun läpi.

Vastaavasti liikenteen dataekosysteemi Suomessa on hyödyntänyt Sitran reilun datatalouden sääntökirjaa, joka on luonut selkeät sopimukset siitä, kuka saa mitä tietoa ja millä tavalla, edistään luottamus kulttuuria datan jakamiseen.

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 kestävä kehitystä myös Suomen rakennus alalla.

Potentiaaliset ratkaisut

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

Suomeen on tulossa uusi rakentamislaki, joka edellyttää hiilijalanjälkitietoa rakennuslupahakemuksissa ja lopullisesta toteutuneesta rakennuksesta. 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. Tämä luo lisäarvoa ja kilpailuetua markkinoilla.

Vakioinnin ja tuotetiedon hallinnan tärkeys voidaan siis perustella myös regulaation ja vastuullisuuden näkökulmasta, sillä ne ovat välttämättömiä kestävä 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 myöhempisiin 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 osaluettelon avulla pyytää tekoälyä optimoimaan rakennuksen hiilijalanjälkeä ja tarjoamaan vaihtoehtoja taloteknisten laitteiden vaihtamiseen, ottaen huomioon tietyt tavoitteet, kuten kustannussäästöt ja 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 kilpailukyvyyn ja kestävyuden 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 määräyksiä, jotka kattavat monia eri alueita, sen sijaan että rajoituttaisiin vain lakien ja säädösten määräämiin kohteisiin.

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 Governanca suurempien kokonaisuuksien yhdistäminen ja esimerkiksi tekoälyn systeminen hyödyntäminen on vaikeaa, sillä ratkaisut eivät skaalaudu. Siksi onkin tärkeää asettaa dataperusta kuntoon ensin, jolloin ratkaisut olisivat jo lähtökohtaisesti skaalautuvia ja helpommin hallittavissa.

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 Governanca tarvitaan myös näiden pelkojen käsittelemiseksi ja tiedon turvaamiseksi sekä pääsyoikeuksien määrittelymiseksi. Data Governance voi tarjota selkeitä ohjeita ja käytäntöjä tiedon jakamiseen sekä ongelmatilanteiden ratkointaan, mikä edistää luottamusta eri toimijoiden välillä.

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 ETIM, 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.

Joillakin aloilla Data Governance on jo kiinteä osa liiketoimintaa, ja esimerkiksi RAVA3Pro- projekti on ollut yksi esimerkki rakennusalan Data Governance -aktiiviteeteista, vaikka sitä ei ehkä erikseen sellaiseksi ole kutsuttu. Useat yritykset ovat jo aloittaneet epävirallisen Data Governance -toiminnan, mutta teema on suurelle osalle vielä uusi. 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. 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

[KUVA: HAVAINNEKUVA UUESTA AI-OHJATUSTA TOIMITUSKETJUSTA (T-MALLI)]

Rakennusalan toimitusketjujen ja tuotetiedon hallinnassa on perinteisesti ollut haasteita, kuten datan hajanaisuus ja siitä johtuvat tehostumuudet. Tuotetiedon virtaamisprosessi ja sen pullonkaulat toimitusketjussa on kuitenkin kuvattu tarkasti, ja siirtämisen vaiheet sekä rajapinnat on määritelty selkeästi. Tämä tarjoaa erinomaisen pohjan erilaisten tekoälyratkaisujen kehittämiseksi (Kuva X).

Tekoäly avaa rakennusosalalle mahdollisuuden vahvistaa datan hallintaa ja kehittää älykkäitä ratkaisuja ja käyttöliittymiä, jotka tukevat koko ekosysteemin toimitusketjua ja tuotetiedon hallintaa uudella tavalla. Tekoälyn esiinmarssin myötä rakennusalan yritykset voivat esimerkiksi tarjota älykkäitä käyttöliittymiä, rikastaa tuotetietoa ja luoda tehokkaita datavarastoja toimitusketjun tueksi.

Tekoälyn avulla yritykset voivat siirtyä perinteisistä järjestelmistä kohti uusia käyttöliittymiä ja palveluita, jotka on suunniteltu hallitsemaan ja hyödyntämään heidän omistamaansa dataa tehokkaammin. Nämä uudet käyttöliittymät eivät ainoastaan tarjoa pääsyä alkuperäiseen tuotetietoon (kuten LVI-info tai RT), vaan myös rikastavat tätä tietoa toimitusketjun ja työntekijöiden vaatimilla lisätiedoilla ja -formaateilla eri vaiheissa. Alan jo olemassa oleva datan standardointi ja vakioitu tuotetieto tarjoaa vahvan pohjan tekoälyratkaisuille, joita voidaan skaalata koko ekosysteemin laajuisesti, mutta samalla säilyttäen mahdollisuuden räätälöidä ratkaisuja yrityskohtaisesti. Lisäksi EU-tasolla tehdyt standardoinnit ja sääntely (kuten Digitaalinen tuotepassi ja CSRD) mahdollistavat erilaisten tekoälyratkaisuiden kehittämisen myös kansainvälisille markkinoille.

Tekoälyn hyödyntämisessä rakennusalan toimitusketjussa on tunnistettu useita potentiaalisia käyttötapauksia, jotka voivat merkittävästi tehostaa toimintaa. Näiden ratkaisujen kehittäminen koko arvoketjun laajuisesti mahdollistaa perinteisten datasiilojen murtamisen ja tiedon vapaamman liikkumisen eri järjestelmien välillä. Koska pysyvien järjestelmäintegraatioiden toteuttaminen ei ole aina järkevää projektikohtaisten yhteistyöverkostojen vaihtuessa, tarvitaan 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 tekoälyratkaisullaan. Näiden ratkaisujen liiketoimintapotentiaalin ja teknisten toteutusten vaatimusmäärittelyt on kuitenkin suunniteltava tarkasti ja toteutettava tiiviissä yhteistyössä ekosysteemin muiden toimijoiden kanssa.

Tekoälyn eräs suuri mahdollisuus liittyy siihen, että sen avulla voidaan mahdollisesti vähentää järjestelmien määrää ja niiden käytön monimutkaisuutta. Haastattelujen perusteella

merkittävimmiksi käyttötapauksiksi on suuressa kuvassa tunnistettu ne, joissa korostuu tekoälyn avulla tapahtuva datan hakeminen useista eri lähteistä sekä sen käsittely (Taulukko 1). [DRAFT]

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 tarvittavat tiedot niiltä toimittajilta, joilta tietoja ei automaattisesti saada. Ratkaisu voisi myös automaattisesti ehdottaa esimerkiksi tuotteen ETIM-luokkaa aiemmin syötettyjen tietojen perusteella. Järjestelmä voisi tarkistaa tuotetietojen oikeellisuuden, kuten mittojen ja painon ”järkevyyden”. Myös ympäristötiedot ovat usein vaikeasti käsiteltävissä pdf-muodossa, mutta ne voitaisiin tallentaa rakenteellisessa muodossa suoraan järjestelmään ilman manuaalista työtä. Pdf-tiedostot voidaan esimerkiksi jakaa eri layereiksi, jolloin jokaisen layerin sisältöä voidaan analysoida erikseen, mikä mahdollistaa tarkemman datan tulkinnan ja jatkokäsittelyn koneluettavassa muodossa. Ihmisen rooliksi jää 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 suunnittelumallin tuotetietoon tarvittavat tiedot, kuten asennustarvikkeet ja tekniset tiedot eri järjestelmistä (esim. LVI-info, RT), ja lisätä ne automaattisesti tietomalliin. Tekoälyagentti voi automaattisesti päivittää tietomalliin suunnittelijan hyväksymät tuotetiedot. |
| <i>Määrälaskennan automatisoiminen</i> | Tekoälyagentti hoitaa tiedonsiirron suunnittelujärjestelmästä määrälaskentajärjestelmään. Vakioidun BIM-mallin (esim. RAVA3Pro) ja määrälaskentajärjestelmän yhteensopivuuden varmistaminen. |
| <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. Käyttäjä saa yhdellä haulla käyttöönsä kokonaisvaltaisen ja ajantasaisen näkymän eri järjestelmissä oleviin tietoihin. |

| | |
|--|--|
| <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-alustan rakentaminen datasiilojen murtamiseksi ja tiedon vektorointia varten</i> | Useiden eri järjestelmien datan yhteen tuomiseksi tarvittaisiin modulaarisia ja skaalautuvia data-alustoja, jotka pystyvät yhdistämään eri lähteistä tulevan rakenteellisen ja ei-rakenteellisen datan. Näiden alustojen tulisi mahdollistaa datasiilojen murtaminen tarjoamalla yhtenäinen datalähde, jossa tietoa voidaan hallita ja käsitellä reaaliaikaisesti. |
| <i>On-premise ja lokaalit ratkaisut kielimalleille ja tekoälyagenteille</i> | On-premise-ratkaisut esimerkiksi rakennustyömaalla laskevat kustannuksia vähentämällä pilvipohjaisen datankäsittelyn tarvetta sekä parantavat tietoturvaa, sillä tiedot käsitellään paikallisesti ilman ulkoisia yhteyksiä. |
| <i>Tekoäly organisaation muistina tukemassa projektien välistä oppimista</i> | Tekoälyn hyödyntäminen organisaation ei-rakenteellisen dokumenttimassan analysoinnissa saattaa mahdollistaa "projekti" tai 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 kestäväen 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 koko 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 työmaan logistiikkajärjestelmiin, ja sen avulla voidaan reaaliaikaisesti selvittää esimerkiksi, kuka asentaja on suorittanut tietyn asennuksen, mitä on asennettu, milloin se on tehty ja mihin kohteeseen. Rakentamisen aikana syntyvä tieto käytetyistä osista ja materiaaleista myös kytketään 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 muun muassa 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. |
| <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 kaksoseseen, joissa sijaitsee vakioitu tuotetieto sijaintitietoineen. Tämän tiedon pohjalta voidaan kehittää tekoälyavusteisia ratkaisuja, kuten botteja ja avustajia laitteiden määräaikaishuoltoon ja ongelmanratkaisuun, hyödyntäen vakioituja tuotetietoja, korjaus- ja asennusohjeita sekä huoltodokumentaatiota. |
| <i>Kiinteistöportfolion hallinta</i> | Toimijat keskittyvät kokonaisvaltaisesti kiinteistöportfolion datan hallintaan ja tekoälyn hyödyntämiseen päätöksenteossa ja investointilaskelmissa. Vakioitu tuotetieto auttaa kiinteistöomistajia esimerkiksi seuraamaan ja hallitsemaan rakennuksen hiilijalanjälkeä tuotetasolla, mikä voisi olla hyödyllistä järjestelmien vaihdon yhteydessä. Vakioitu tuotetieto mahdollistaa myös automatisoidun vaihtosuunnitelman, jolloin tiedetään tarkalleen, mitä komponentteja on missäkin ja kuinka ne tulisi vaihtaa. |
| <i>Tehtäväketjujen automatisoiminen tekoälyagenttien avulla</i> | Useat tunnistetut käyttötapaukset edellyttävät innovatiivisten tekoälyagenttien kehittämistä, jotka korvaavat manuaaliset työvaiheet tekoälyllä. Tekoälyagentit mahdollistavat kokonaisten tehtäväketjujen automatisoinnin yksittäisten prosessivaiheiden sijaan, suorittaen itsenäisesti tai työntekijän tukena useita peräkkäisiä tehtäviä, kuten tietojen keräämisen, analysoinnin, päätöksenteon ja dokumentoinnin. Tekoälyagentit ovat vielä kehitysvaiheessa olevaa teknologiaa, jolloin niiden integrointi kannattaa aloittaa yksinkertaisista tehtävistä, laajentaen käyttökohteita pilotointien ja kokeilujen kautta. Tekoälyagentit voivat oppia kokemuksen kautta, jolloin niiden potentiaali kasvaa käytön myötä. |

Kehitettävät tekoälyteknologiat

Kehitettävien tekoälyteknologioiden kokonaisuus koostuu useista erilaisista ratkaisuista, jotka ovat välttämättömiä 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:

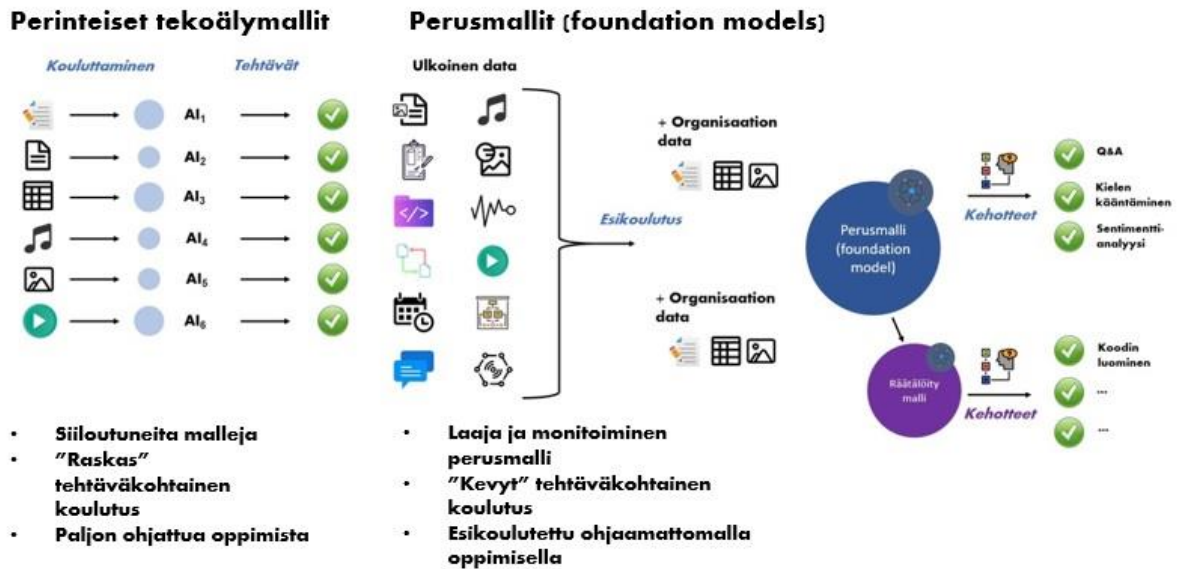
1. Kieli- ja perusmallien räätälöinti sekä ekosysteemin että yksittäisten yritysten tarpeisiin
2. RAG- ja hybridihakukoneiden kehittäminen
3. Innovatiivisten tekoälyagenttien kehittäminen erilaisten manuaalisten tehtäväketjujen automatisoimiseksi
4. Datalähteiden ja data-alustojen valmistelemine tekoälyn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

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

KiRa-alalla tekoälyn systemisen 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 vuoksi on välttämätöntä kehittää toimialaspesifinen kielimalli (LLM, Large Language Model), joka ottaa huomioon alan arkkitehtuurin, standardit, sanaston ja käytänteet. Vakioitu tuotetiedon virtauttamisen alkuperäislähteissä (esim. LVI-info, RT, ETIM) on looginen, ensimmäinen kohde rakennusalan kielimallin räätälöimisessä. Tällainen kehitys vaatii kuitenkin yhteisiä sopimuksia ja Data Governancea, jotta malli voidaan kouluttaa ja ylläpitää juuri sillä datalla, joka on olennaista arvoketjun eri osapuolille ja liiketoimintalogikalle.

KiRa-alan yhteinen kielimalli edistäisi datan virtaamista toimitusketjun eri osapuolten välillä, sillä malli ymmärtäisi täsmällisesti juuri vakioituneen tuotetiedon sanastoa ja rakennusalan terminologiaa. On taloudellisesti tehotonta ja kokonaisuuden kannalta virheellistä, että jokainen yritys kehittäisi oman kielimallinsa alusta asti itse. Yhteisen kielimallin kehittäminen loisi kestävä pohjan myös organisaatiokohtaisten ratkaisujen kehittämiseksi, joissa samaa mallia voidaan räätälöidä erityistarpeisiin, kuten dokumenttien ja sopimusten hallintaan, joissa terminologiat ja käytännöt voivat vaihdella organisaatioittain. Kielimallien hyödyntäminen tekstimuotoisten dokumenttien, kokousten ja muiden vastaavien prosessien apurina nähdään tärkeänä kehitysalueena, joka voi parantaa tiettyjen työvaiheiden tehokkuutta ja tuoda merkittäviä hyötyjä ilman radikaaleja mullistuksia.

Suomessa on poikkeuksellinen asema rakennusalan tekoälyn kehittämiseksi myös siksi, että täällä on panostettu merkittävästi yhteentoimivuuden ja koneluettavuuden kehittämiseen myös tietomallien osalta. Esimerkiksi rakennuslupien ja kaavoituksen loogiset tietomallit tarjoavat mielenkiintoisen perustan paitsi KiRa-alan yhteisen kielimallin myös sitä hyödyntävien tekoälyagenttien kouluttamiselle. Näiden tietomallien avulla voidaan opettaa tekoälylle esimerkiksi miten eri tiedot liittyvät toisiinsa ja missä järjestyksessä ne esiintyvät, mikä parantaa tekoälyn kykyä ymmärtää ja käsitellä tietomalleissa sijaitsevaa tietoa.



Kuva 1. Tekoölyn perusmallit ja niiden räätälöiminen organisaatioiden tarpeisiin. Tässä esimerkissä räätälöity malli erikoistuu koodin luomiseen. Vastaavalla logiikalla tekoölyn perusmalli voitaisiin kouluttaa Kira-spesifillä datalla. Lähde: [Torro, O. \(2024\). Tekoöly kiinteistö- ja rakennusalalla.](#)

RAG - ja hybridihaut

Tekoöly ei voi ohittaa immateriaalioikeuksia (IPR) ja omistusoikeuksia. Yritysten on voitava hyödyntää kouluttamaansa kielimallia omassa liiketoiminnassaan ja oman kriittisen datan hallinnassa. Joskus tiettyä dataa ei voida käyttää suoraan mallin koulutuksessa, jolloin kielimallien ja tekoölyagenttien käyttö täytyy linkittää yrityksen omaan dataan, joka ei sisälly tekoölyn alkuperäiseen räätälöintiin. Tekoöly voi kuitenkin hyödyntää ja "keskustella" tällaisten tietolähteiden kanssa esimerkiksi RAG (Retrieval-Augmented Generation) -ratkaisujen avulla.

RAG on esimerkki ratkaisusta, jossa organisaation omaa dataa voidaan käsitellä generatiivisen tekoölyn 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 tekoölyn toimintaan.

Tällä hetkellä RAG-ratkaisuiden tarkkuus ei ole täydellinen. Tarkkuuden parantamiseksi (esimerkiksi yli 95 %) on tärkeää hienosäätää ratkaisun taustalla oleva kielimalli ymmärtämään paremmin datan alkuperäislähdettä. Tämä tarkoittaa kielimallin hienosäätämistä ja räätälöimistä KiRa-alan kielimalli, vakioitu tuotodata ja RAG-ratkaisut olisivat tämän vuoksi mielenkiintoinen ratkaisu. RAG:n käytössä ihmisen rooli säilyy edelleen tärkeänä alkuperäislähteiden tarkistamisessa, mutta tämä vaatii käyttäjältä myös uudenlaista ajattelutapaa sen suhteen, minkälaisen teknologian kanssa ollaan tekemisissä.

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 kehitysaskel generatiivisen tekoälyn saralla. Ne kykenevät suorittamaan tehtäviä itsenäisesti ilman ihmisen jatkuvaa ohjausta. Tekoälyagentit voivat suunnitella, toteuttaa ja valvoa erilaisia työprosesseja, mukautuen ennalta asetettuihin päämääriin ja oppien kokemuksistaan. Agentit voivat myös käyttää ulkoisia tietolähteitä, työkaluja ja sovelluksia, mikä mahdollistaa laajamittaisen tehtäväketjujen automatisoinnin yksittäisten prosessien sijaan.

Agentit voivat myös vastata käyttäjien kysymyksiin esimerkiksi toimitusketjun osalta, mahdollistaen tiedon paremman virtaavuuden osapuolten välillä. Esimerkiksi Microsoftin havaintojen mukaan agentit voivat vähentää manuaalisten toimenpiteiden tarvetta jopa 3-10x toimitusketjun hallintaan liittyvissä tehtävissä.

Tekoälyagenttien avulla voidaan automatisoida työtehtäviä, joissa tietoa haetaan, käsitellään ja analysoidaan useista eri lähteistä – toisin sanoen perinteistä tietotyötä, kunhan prosessit ovat tarkasti määriteltyjä. Agentit voivat myös käsitellä ei-rakenteellisia datalähteitä, kuten PDF-dokumentteja ja tuotedataa. Kun datan virtaaminen ja siihen liittyvät prosessit vakioidaan, tekoälyagenttien roolia prosessiautomaatiossa voidaan kasvattaa. Tämä merkitsee paradigman muutosta rakennusalan tietojenkäsittelyssä ja tietotyössä: tekoäly toimii 'työkaverina', hoitaen rutiinitehtävät, kuten datan poimimisen Excel-tiedostoista ja tietokannoista ja sen siirtämisen muihin järjestelmiin, mikä voi merkittävästi virtaviivaistaa datan virtaavuutta ja erilaisten järjestelmien käytettävyyttä. Lisäksi agentit voivat vähentää "app-viidakkoa", jolloin työntekijöiden ei tarvitse opetella jatkuvasti uusia sovelluksia, vaan he voivat käyttää AI-agentteja hoitamaan erilaisia tehtäviä yksinkertaisilla ohjeilla.

[KUVA AGENTISTA]

Tekoälyn peruskielimallien ja tekoälyagenttien pullonkaulat ja haasteet

[PUUTTUU]

Kohti tiedolla johtamista: Vakioitu tieto ja AI tukiälynä edistämässä alan kulttuurin muutosta

[PUUTTUU]

Yhteenveto ja johtopäätökset

TH8-osahankkeessa lähdettiin tarkastelemaan talotekniikan tuotedatan virtaamista, sen haasteita ja potentiaalisia keinoja edistää datan virtaamista. Alan sirpaloitunut rakenne, järjestelmien yhteensopivuuden puute sekä datan manuaalisesta käsittelystä johtuva heikko datan laatu ja tehottomuus tunnistettiin keskeisiksi haasteiksi. Alalle lähitulevaisuudessa pakolliseksi tuleva ympäristöraportointi uhkaa pahentaa näiden haasteiden tuottamia vaikeuksia ennestään, jos näihin haasteisiin ei löydetä uusia ratkaisuja. Tutkimuksessa alan yhteisen Data Governance -toiminnan kehittäminen tunnistettiin keskeiseksi vaadituksi kehystoimenpiteeksi, sillä vasta parempi dataperusta ja pääsy tähän dataan mahdollistaa uusien tekoälyratkaisujen toteuttamisen ja systemisen käyttöönoton.

Regulaatio ja digitalisaatio ovat merkittäviä ajureita rakennusalan kehityksessä. Tämä luo merkittäviä liiketoimintamahdollisuuksia erilaisille tekoälyratkaisuille. Suomessa on erinomaiset

edellytykset kehittää systeemitason AI-ratkaisuja, sillä täällä on tehty jo paljon työtä tuotetietojen vakiointissa (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 vakiointin ympärille.

Tekoälyratkaisuihin voidaan räätälöidä kielimalleja (LLM) sekä ekosysteemin että yksittäisten yritysten tarpeisiin, jolloin ne ymmärtävät alan ja yrityksen spesifisen sanaston. Lisäksi tekoälyagenttien hyödyntäminen tehtäväketjujen automatisoinnissa voi mahdollistaa merkittävän datasiilojen murttamisen ja erilaisten manuaalisten työvaiheiden automatisoinnin. 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 muuttaa alan tietotyötä ja parantaa datan virtaavuutta merkittävästi.

Prosessien uudistaminen edellyttää kuitenkin johdon vahvaa sitoutumista, Data Governancen kehittämistä 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.

Tuleva pakollinen ympäristöraportointi pakottaa KiRa-alaa muuttamaan luoden AI:n käyttöön otolle ainutlaatuisen mahdollisuuden

- Tiivis kuvaus nykytilasta
- AI:n potentiaali ratkaista ongelmia
- Lyhyen ja pitkän aikavälin toimenpiteet

Mitä datan tehokkaampi AI-avustettu virtauttaminen mahdollistaisi KiRa-alalla?

- Potentiaali ja hyödyt merkittävät (Koneen AI-botti, yksikään työntekijä ei halunnut luopua sovelluksesta testijakson jälkeen).¹
 - o Hissit toki hallitumpi ja rajatumpi kokonaisuus, mutta AI:n potentiaaliset hyödyt mahdollisesti vielä merkittävämpiä KiRa-alan monimutkaisemman kontekstin vuoksi.
- Omistajan näkökulmasta esim. tuotteiden hiilijalanjälki ja automaattinen vertailu muihin vaihtoehtoihin tietokannoista ja näiden dynaaminen ranking tuotteen ”vihreydestä” muihin vaihtoehtoihin verrattuna. AI/kiinteistön hallintajärjestelmä voisi ehdottaa kiinteistön omistajalle parempia vaihtoehtoja, huomioiden myös tuotteiden elinkaaren (tämä tuote pitää vaihtaa 3 vuoden päästä, tässä vihreämmät vaihtoehdot). Tämä voitaisiin linkata myös rakennuksen vihreyden maksimointiin ja vihreän rahoituksen ehtoihin.
- Raporttien ja muistioiden koostaminen.
- Muistutus aikatauluista yms.

¹ <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/kone-keksi-helpottaa-huoltomiesten-tyota-tekoalylla-kukaan-koekayttajista-ei-halunnut-lopettaa-kayttoa/36f19a83-bede-4dbf-8b44-944b888297ac>

- Agentit ja prosessiautomaatio arvoketjussa: Sopimustekniikka linjassa teknisen toteutuksen kanssa
- Haasteita ja mahdollisuuksia:
- Ympäristöraportointi tulossa pakolliseksi alalle vuonna 2026, tämä luo merkittävästi lisää raportointivastuita, joka voi pahimmassa tapauksessa jopa heikentää alan tuottavuutta, jos raporttien manuaaliseen kasaamiseen täytyy käyttää paljon aikaa.
- Toisaalta hyvin toteutetulla ympäristöraportoinnilla voitaisiin saada edullisempaa rahoitusta. Yritykset voisivat myös hyödyntää sitä markkinoinnissa ja sen avulla urakkakilpailutusten voittaminen myös todennäköisesti helpottuu. Sen sijaan, että raportointi nähdään vain pakkona, sitä olisi hyvä hyödyntää mahdollisuutena muidenkin uudistusten tekemiseen.
- Jos datan virtaavuutta ja vakiointia on pakko kehittää ympäristöraportoinnin helpottamisen vuoksi, eikö samalla voitaisi miettiä, miten muutakin dataa saadaan virtaamaan tehokkaammin ja miten sitä voitaisiin hyödyntää rakentamisprosessin eri vaiheissa?
- Tällaisen saavuttaminen vaatisi kuitenkin alan laaja-alaista Data Governance -toimintaa, jossa yritykset määrittäisivät yhdessä tiedon roolin liiketoiminnassa sekä sille asetetut minimilaatutavoitteet sekä vaaditun metadatan määrän, ja sen kenellä on pääsy tietoon missäkin prosessin vaiheessa. Käytännössä siis miten tietoa hallinnoidaan sen koko elinkaaren ajalla, milloin ja missä tieto syntyy, kuka muokkaa sitä ja millä oikeuksin, ja lopulta, milloin tieto voidaan lopulta hävittää. Data Governance kuvaa terminä tätä korkeamman strategisen tason toimintaa, jossa asetetaan säännöt ja ohjenuorat tiedon hallinnoinnille, jonka jälkeen nämä toimielimet valvovat, että operatiivinen taso noudattaa näitä sääntöjä ja ohjenuoria.
- Kannattaisiko tekoälyn sijaan puhua tukiälystä? Helpottaisiko tämä teknologian omaksumista, jos ei ajatella tekoälyn hoitavan kaikkea itsekseen, vaan että se olisi oman työn tukena.

AI:n käyttöönnotossa huomioitavat riskit ja rajoitteet

- Huoli AI:n hyödyntämisessä on mahdollinen hallusinointi, joka korostui erityisesti uusien kielimallien julkaisujen yhteydessä. Vaikka ongelmaa onkin saatu ratkottua, sepittäminen on edelleen haaste. Tämän vuoksi tiedon vakioinnille tulisi yhdessä luoda standardit ja vakioformaatit. AI:n itsessään ei siis anneta keksiä lopullisia tiedon muotoja, vaan AI:ta käytettäisiin hakemaan tietoja eri järjestelmistä ja muuntamaan tiedot yhteisesti sovittuun muotoon. AI toimisi siis pitkälti multimodaalisena käyttöliittymänä, joka voisi madaltaa eri toimijoiden kynnystä alkaa hyödyntämään uusia ratkaisuja.
- Jos AI:lla on pääsy useisiin eri järjestelmiin ja niiden dataan, näille AI-agenteille on asetettava tarkat rajat. AI:n toimiessa käyttöjärjestelmänä eri datalähteisiin, tulee myös varmistaa, että käyttäjä ei pysty ohittamaan näitä ”turvakaiteita”.²
- 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.
 - o EIDAS-lompakko (European Digital Identity *Wallet*) tunnistamaan toimijat?

² <https://www.polygon.com/23690187/discord-ai-chatbot-clyde-grandma-exploit-chatgpt>

Alan eri toimijoiden yhteistoimintaa edistettävä järjestelmällisellä Data Governancella

- Data Governance -toiminnan levinneisyyttä rakennusalalla on vaikea kuvata, koska tätä kuvausta vastaavia toimintoja ei aina kutsuta Data Governance -toiminnaksi.
 - o Esimerkiksi Rava3Pro ja muut toimintojen standardointitoimet sisältävät Data Governancen elementtejä, sillä niissä vakioidaan tietosisältöjä tiettyihin prosesseihin.
 - o Helppo tapa formalisoida tällaista toimintaa onkin tunnistaa, että Data Governancetta tehdään alalla jo epävirallisesti ja asettaa sille lisää ohjaavia kehikkoja ja laajentaa toimintaa tietyiltä osin. Tällaista kutsutaan nimellä ”Non-invasive Data Governance”³, ja tämän lähestymistavan tavoitteena on madaltaa eri toimijoiden kynnystä lähteä mukaan Data Governance -toimintaan.
 - o Sen sijaan, että toimijoiden täytyisi kehittää täysin uusia työskentelytapoja tyhjästä, nykyistä toimintaa voidaankin kehittää johdonmukaisemmin hyödyntämällä valmiita kehikkoja ja ohjenuoria. Näin nykyisin vielä pirstaleisesta, hajanaisesta, reaktiivisesta ja ad hoc-tyylisestä Data Governance -toiminnasta saadaan tehtyä rakenteellisempaa ja proaktiivisempaa.
 - o Data Governance -toiminnan ei toisaalta pidä olla liian ”jäykkää”, sillä KiRa-alan vaihtuvat yhteistyöverkostot tekevät kannustinrakenteiden linjaamisesta eri toimijoiden välillä haastavaa. Positiivisena asiana on kuitenkin huomautettava, että tällaisten reformien toteutuminen jo nykytoimilla kertoo jotain positiivista alalla viriävästä uudistus- ja kehityshalukkuudesta.
 - o Non-invasive Data Governance madaltaa kynnystä kokonaisvaltaisempaa kehittämistä kohtaan ja tarjoaa jo asian parissa pyöriville uusia ideoita ja ohjenuoria asioiden kehittämiseen. Ideaalisti tämä ei siis välttämättä lisää työtä, vaan luo uusia ratkaisutapoja ja ymmärrystä laajemmasta kontekstista.
- Datan arvo myös ymmärretään varmasti jollain tasolla, mutta dataa ei rakennusalalla nähdä samanlaisena arvon lähteenä kuin esimerkiksi suurissa teknologiayrityksissä, joissa asiakas- ja muu data nähdään keskeisenä liiketoiminnan perustana. Tällaisessa kontekstissa on äärimmäisen tärkeää, että data on laadukasta ja sitä hallinnoidaan keskitetysti. Näin datasta saadaan ”single source of truth”. Rakennusalalla tämä ei ole vielä lähelläkään todellisuutta, sillä eri toimijat käyttävät eri standardeja, määritelmiä ja tietojärjestelmiä, joiden tieto ei ole suoraan vertailukelpoista.
- Datan hyödyntämiseen pätee myös ”Garbage in, Garbage out” periaate. Jos data on huonolaatuista, ei sen perusteella pystytä tekemään järkeviä analyysejä eikä se pysty tukemaan työprosesseja tehokkaasti. Tämän vuoksi rakennusalalla monet työntekijät käyttävät suuren osan ajastaan datan manuaaliseen keräämiseen ja tarkastamiseen. Tämä on tehotonta ja silti myös virhealtista, sillä työntekijän tehdessä omia tulkintojaan dataa muokatessaan, on hyvin todennäköistä, että datan integriteetti ja oikeellisuus tulee kärsimään.
- Samalla datalla ei sinällään ole yhtä omistajaa, joka olisi vastuussa sen laadusta. Työntekijät usein pyrkivätkin vain varmistamaan, että data on riittävän laadukasta heidän omien tehtäviensä kannalta miettimättä koko arvoketjua sen tarkemmin. Tämä johtaa koko prosessin kannalta liialliseen osaoptimointiin. Tämä on toimijoille tällä hetkellä järkevä tapa toimia, sillä datan jakaminen ja luovutus tapahtuvat pitkälti

³ <https://www.linkedin.com/pulse/you-already-governing-your-data-non-invasive-solution-seiner-hgsre/>

sopimusperustaisesti ja sen hetkisten rakennushaasteiden ratkaisun kontekstissa. Koko arvoketjun kokonaiskuva ja myöhempien toimijoiden datatarpeet hukkuvat helposti arjen kiireeseen, eivätkä nykyiset kannustinrakenteet tue tällaista laajempaa ajattelua. Datan virtaaminen nähdään usein myös yksisuuntaisena prosessina, jossa myöhemmät toimijat eivät enää jaa dataa prosessin aikaisemman vaiheen toimijoille (esim. urakoinnista tai ylläpidosta suunnittelulle), vaikka tästä datasta saattaisi olla hyötyä oppimisen ja tulevan toiminnan kehittämisen kannalta. Tämä ”palautesilmukan” puute taas vähentää esimerkiksi suunnittelijoiden kannustimia miettiä datan virtaavuutta koko ketjun läpi.

- Datan virtauttaminen ei tule onnistumaan vain yhden toimijan toimesta, vaan se vaatii systeemistä uudistumista rakennusalalla ja prosessin eri toimijoiden mukaan ottamista. Miten sitten päästään siihen kriittiseen massaan tässä toimijoiden verkossa, joka alkaa kannustamaan muitakin toimijoita digitalisoimaan toimitusketjua? Tässä puhutaan siis ns. verkostoeffektistä, jolloin verkoston arvo kasvaa osallistujien myötä, jolloin myös verkoston ulkopuolisten kannustimet liittyä kasvavat
 - o Tässä alan syklisyys, konkurssit jne. haittaavat uusien toimintatapojen kehittämistä.
- Työmaalla digitaalinen tieto usein printataan fyysisiksi tulosteiksi. Näin tehdään, koska eri toimijoilla ei välttämättä ole riittävää IT-osaamista tai IT-kyvykkyyksiä uusien ratkaisujen käyttöönottoon. Kun digitaalinen tieto muutetaan analogiseen muotoon, sitä ei useinkaan sitten enää päivitetä, tai sen päivittäminen on vähintäänkin erittäin työlästä. Jos siis paperisuunnitelmiin esimerkiksi lisätään kommentteja tai muutoksia, näitä ei enää päivitetä digitaalisiin dokumentteihin tai tietomalleihin. Digitaalisella datalla on siis useita katkeamiskohtia rakentamisen arvoketjussa. Tietojen manuaalinen kopioiminen paikasta toiseen lisää myös potentiaalia virheiden tekemiseen.
- Alan standardeja ja standardoijia: GTIM (GS1, tuotetietoihin liitettävät tunnisteet), TT-standardi ja ETIM (tekniset tuotetiedot ja ominaisuudet), Peppol (sähköinen laskutus ja tilaus, avoin globaali järjestelmä), RAVA3Pro (Helsingin kaupunki, 23 kuntaa mukana, rakennuslupatarkastusten automatisointi lupakäsittelyn nopeuttamiseksi), RYTV (Building Smart, rakennetun ympäristön tietomallintamisen vakiointi), Digiryhmä TKT2 / TATE (Rakennusteollisuus Ry, tietosisältöjen tunnistaminen TATE-tuotteissa – helpompi, ja betonielementeissä ja muissa custom-tuotteissa - vaikeampi), Suomessa julkisen sektorin puolella Rakennetun ympäristön tietojärjestelmä, Ryhti, kokoaa yhteen rakentamisen ja alueidenkäytön tiedot valtakunnallisesti sekä rakennetun ympäristön tiedon yhteentoimivuustyöryhmä (jossa luotu sanastoja ja informaatiomallimäärittäjä eri käyttötapauksiin).
- Tiedon fasilitaattorit: LVI-Info, Sähköinfo, Rakennustieto, Platform of Trust

Seuraavat tutkimusaiheet

Raportissa tehtyjen haastatteluiden ja löydösten pohjalta voidaan ehdottaa useita tärkeitä ja mielenkiintoisia tutkimusaiheita. EU-regulaatio on tuomassa Digitaalisen tuotepassin pakolliseksi vuoteen 2030 mennessä.⁴ Tämä tulee helpottamaan yritysten kansainvälistymistä, jos samassa vakiomuodossa olevat tuotetiedot ovat saatavilla kaikkialla Euroopassa. EU:n regulaatioympäristön vaikutuksia suomalaisille KiRa-alan yrityksille ja niiden kansainvälistymispotentiaalille olisikin järkevää tutkia.

⁴ <https://tieke.fi/euroopan-vihrea-siirtyma-on-pian-digitaalisten-tuotepassien-ansiosta-osa-arkea/>