Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Toimitusketjujen hallinta

Building 2030 osahankkeen loppuraportti

Kirjoittajat[1]:

Antti Peltokorpi[*], Petri Uusitalo[*], Marcus Siltanen[*], Otto Alhava[+]

*Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos

[+]Flow Technologies

28.3.2023

[1] Tutkimuksen toteutuksessa on ollut mukana Aalto-yliopiston Rakennustekniikan laitoksen Building 2030 tutkimushankkeen yrityskumppanit: A-Insinöörit, Flow Technologies, Haahtela, Skanska, YIT, Granlund, Amplit, Lujatalo, Parma, Pohjola Rakennus, Ramboll, Ramirent, SRV, Stark, Tocoman ja Trimble.

Lisätiedot: Antti Peltokorpi, antti.peltokorpi@aalto.fi

Sisällysluettelo

1 Tiivistelmä ... 3

2 Johdanto ... 4

2.1 Tutkimuksen tausta ... 4

2.2 Tutkimuksen tavoitteet ... 6

2.3 Tutkimuksen rajapinnat rakennusteollisuudessa ja -tuoteteollisuudessa ... 8

2.4 Tutkimusmenetelmät ... 11

3 Tulokset ... 14

3.1 GS1 ja sen tarjoamat standardit ... 14

3.1.1 Mikä on GS1? ... 14

3.1.2 Keskeiset GS1 standardit ... 15

3.1.3 GS1-käyttöesimerkki sähkönjakeluverkoista ... 18

3.2 Tunnisteiden käyttö toimitusketjuissa: kuusi esimerkkituotetta ... 19

3.2.1 Betoniväliseinäelementti ... 19

3.2.2 Keittiökalusteet ... 22

3.2.3 Parketti ja laminaatti ... 24

3.2.4 Betoniraudoite ... 26

3.2.5 Sähkökeskus ... 29

3.2.6 Hienotasoite ... 32

4 Yhteenveto ja johtopäätökset ... 35

4.1 Miten tunnisteita tulisi hyödyntää eri tuotetyypeissä? ... 35

4.1.1 GTIN-tunnisteen käyttö ... 36

4.1.2 SSCC-tunnisteen käyttö ... 38

4.2 Mitä ongelmia GS1-tunnisteet ratkaisevat ja mitä eivät? ... 40

4.3 Mitä hyötyjä, kustannuksia tai haittoja syntyy ja kenelle? ... 42

4.4 Missä ja keiden johdolla GS1-tunnisteet pitäisi ottaa käyttöön? ... 43

4.5 Mistä tulisi sopia alakohtaisesti? Mitä voidaan kehittää yrityksissä? ... 44

4.6 Tunnisteiden hyödyntämisen tiekartta ... 45

4.7 Johtopäätökset ... 48

5 Lähdeluettelo ... 50

1 Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli rakentamisen toimitusketjujen tilannekuvan ja johtamisen parantaminen muodostamalla alalle yhteisiä vakioituja tietorakenteita ja toimitusketjujen käytäntöjä. Työmaan tuottavuuden ja virtauksen ongelmana on, että materiaalivirran ohjaaminen on puutteellista: Asentajien työaikaa hukataan logistiikkaan, materiaalit eivät ole oikea-aikaisesti käytössä, tuotteita häviää ja vahingoittuu ja kommunikointi tilauksista, toimituksista ja reklamaatioista tehdään tehottomilla manuaalisilla menetelmillä. Yhtenäisten käytäntöjen puutteiden takia materiaalihallinta, eli työmaan sisäinen logistiikka, on usein sattumanvaraista ja koko työmaa on sekalaista varastoaluetta.

Hankkeen lähtökohtana oli valmistavan teollisuuden, globaalin verkkokaupan sekä kaupan alan esimerkit siitä miten erilaiset toimitusketjut ja niiden tiedon hallinta on mahdollista automatisoida käyttäen yhteisesti teollisuuden alalla sovittua tuotetiedon yksilöintiä ja koneellista tunnistamista. Käytännössä hankkeessa selvitettiin GS1-standardien mahdollisuuksia ja käyttöönottoa rakentamisen toimitusketjun hallitsemiseksi. GS1:n standardit ovat kansainvälisiä ja laajasti käytössä monilla toimialoilla. Niiden avulla mm. kaupan ala on merkittävästi tehostanut ja kehittänyt toimitusketjujen ja varastojen hallintaa.

Tutkimus toteutettiin suunnittelututkimuksen periaatteilla tutkimalla toimitusketjuja ja mahdollisuuksia kehittää niiden johtamista GS1:n standardien avulla kuudessa tuoteryhmässä, jotka kattoivat sekä projektituotteita että vakiotuotteita: 1) betoniväliseinäelementti, 2) keittiökalusteet, 3) betoniraudoite, 4) parketti ja laminaatti, 5) sähkökeskus, ja 6) hienotasoite.

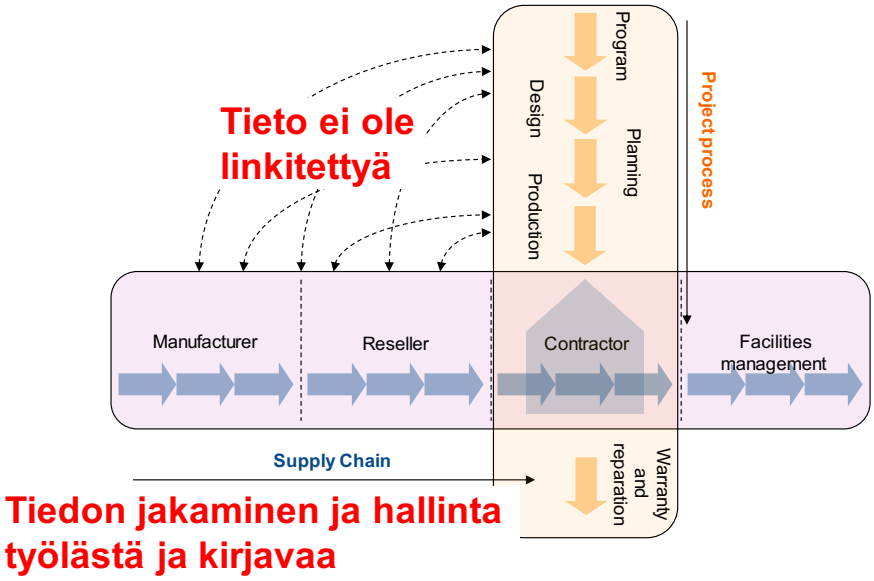
Tutkimus osoitti, että GS1:n tunnistestandardien systemaattinen käyttö toisi merkittäviä hyötyjä rakentamisen toimitusketjun hallintaan ja koko rakennusprosessin läpinäkyvyyteen ja tehokkuuteen. Keskeisimpiä tunnisteista ovat a) tuotteen yksilöivä GTIN-koodi ja b) logistisen toimitusyksikön yksilöivä SSCC-koodi. Rakentamisen toimitusketjun digitaalinen ja reaaliaikainen johtaminen kannattaisi ensisijaisesti rakentaa näitä standardeja hyödyntäen. GTIN- ja SSCC-tunnisteita käyttämällä voidaan mm. yksilöidä rakentamisen tuotteet, kommunikoida tilauksista ja toimituksista läpinäkyvästi, konelukea fyysisistä lavoista ja pakkauksista tunnisteita ja tarjota näiden kautta tietoa tuotteisiin liittyvistä työmaan tehtävistä ja sijainneista sekä luoda helppo pääsy tuotteiden ominaisuustietoihin.

Työssä luotiin tiekartta tunnisteiden käyttöönoton organisoinnille ja vaiheistamiselle. Käyttöönotossa keskeistä on alan yhteisen tahtotilan ilmaisu, kehitystyön koordinointi kattotasolla ja tuotekohtaisissa työryhmissä tapahtuva käytännön määrittely- ja kehitystyö tunnisteiden hyödyntämiselle. Lisäksi tulee erikseen resursoida teknologioihin, kuten tietojärjestelmien välisiin rajapintoihin ja digitaalisiin hankintasanomiin, keskittyvä kehitystyö.

2 Johdanto

2.1 Tutkimuksen tausta

Rakentamistalouden tutkimus ja kehittäminen on perinteisesti keskittynyt rakennushankkeen johtamisen ja prosessien kehittämiseen. Rakentamisessa käytettyjen materiaalien ja tuotteiden hankintaan ja toimitukseen liittyvä tutkimus ja kehittäminen on ollut vähäisempää. Seurauksena on ollut, että toimitusketju on usein kohdannut projektin prosessin vasta työmaalla, kun alaurakoitsijan valitsemat ja tilaamat tuotteet saapuvat työmaalle (Kuva 1). Tuotteiden tieto ei ole ollut linkitettyä projektin prosessiin ja sen tietovarantoihin, vaan tiedot tuotteista kootaan projektiorganisaatiolle vasta asennuksen yhteydessä tai sen jälkeen.



Kuva 1. Toimitusketjun tieto ei virtaa eikä integroidu projektin tietovarantoihin kuten suunnitelmiin, tehtäväluetteloihin ja aikatauluihin

Materiaalivirtojen heikko hallittavuus on systeeminen seuraus siitä, että suunnitteluprosessi on osin ulkoistettu alaurakoitsijoille. Tämän seurauksena alaurakoitsijat tekevät varsinaiset toteutussuunnitelmat ja tuotevalinnat. Harvalla työmaalla on käytössään yhtenäistä tai dokumentoitua logistista mallia; pikemminkin malleja on yhtä monta kuin on alaurakoitsijaa, joille logistiikka on sopimuksin valtaosin ulkoistettu. Vallitsevan tilanteen seurauksena tuotetietojen hallintaa eri toimitusketjuissa ei ole voitu digitalisoida, koska alaurakoitsijat eivät pysty tekemään digitalisoinnin vaatimia kansallisia vakiointeja eivätkä investointeja vakioituja malleja hyödyntävään teknologiaan omassa toimitusketjussaan. Myöskään pääurakoitsijat eivät pysty siihen yksin yli toimitusketjujen. Näin ollen tuotetietojen kokoamien tilaajalle on manuaalista ja pääurakoitsijalle työlästä eikä as-built-osaluetteloa rakennuksesta ole mahdollista tuottaa.

Toimialatasolla kysymys on siitä, että rakennusteollisuuden yritykset eivät pysty välittämään tietoa rakennustuoteteollisuuden yritysten kanssa yhteisten tiedonvälitystapojen vakioinnin puuttumisen takia. Tämän seurauksena rakennusalalla ei ole käytössä vastaavan kaltaisia tilaus-toimitusjärjestelmiä ja integraatioita valmistavien ja tuotteita käyttävien yritysten välillä kuin on valmistavassa teollisuudessa. Toisin sanoen pääurakoitsijoilla on vain vähän hankintajärjestelmiä, joista tilaukset välitettäisiin koneellisesti rakennustuoteteollisuuden yritysten järjestelmiin. Tilaus-toimitusketjun hallinta perustuu useimmissa toimitusketjuissa pääurakoitsijalla tiedon keräämiseen eri suunnitelmista, järjestelmistä ja tiedostoista sähköpostitse tai projektipankkien kautta välitettäväksi, jolloin vastaanottaja joutuu syöttämään tiedon manuaalisesti omiin järjestelmiinsä.

Tiedon käsivälitteisyyden seurauksena toimitusketjujen johtaminen on ollut puutteellista. Rakentaminen koostuu tosiasiassa monista toimitusketjuista (mm. runko, väliseinät, talotekniikka, kalusteet), joissa on omia logiikoita ja käytäntöjä mm. tuotteiden suunnittelun, hankinnan, yksilöinnin, toimitusten hallinnan ja laadun seurannan osalta. Tässä prosessissa tietoa ei jaeta riittävästi, tieto tuotteista ei rikastu ja toimitusketjun eri vaiheissa ei näin ollen tapahdu myöskään riittävää oppimista ja kehittymistä. Tietoa tuotteista ja parhaimmillaan myös niiden toimituksista on digitoitu dokumentteihin, mutta alalta puuttuu toimintatapa ja järjestelmät tuotteisiin ja niiden toimituksiin liittyvän tiedon tehokkaaseen jakamiseen ja hyödyntämiseen toimitusketjuissa ja projektitasolla. Tämä ilmenee mm. siten, että digitoituja dokumentteja, kuten pdf-tiedostoja tuotteista, tallennetaan hierarkkisiin kansioihin, mutta tietoon pääsemiseksi ja sen jakamiseksi tarvitaan edelleen ihmisten manuaalista työtä.

Tyypillinen kommunikointitapa monissa toimitusketjuissa on vielä nykyäänkin sähköpostit, puhelut ja pikaviestit (etenkin WhatsApp). Puhelinkeskustelujen suurin ongelma on, että kommunikoinnin sisällöstä ei jää jälkeä minnekään ja sitä on siten hyvin hankalaa, ellei mahdotonta, jäljittää ja todentaa. Sähköpostiviestit hukkuvat hajautettuihin kansioihin eivätkä nekään muodosta ehjää kokonaisuutta toimitusten hallinnasta. Tuotteisiin liittyvät dokumentit ovat usein tuotteesta irrallisena olevia paperisia tai pdf-muotoisia dokumentteja, joiden saaminen, hakeminen ja koostaminen on ajoittain hankalaa ja vaatii manuaalista työtä. Useammat toimitusketjun osapuolet saattavat hakea samaa tietoa tahoillaan, koska tieto tuotteista ei kulje yritysten sisällä ja yritysten välillä. Erilaisissa selvityksissä on käynyt ilmi, että projekteissa on projektikohtaiset tavat käytössä tiedonvälitykseen ja että erityisesti pääurakoitsijat ovat ottaneet käyttöön WhatsAppin työmaatoiminnan ohjaamisen lisäksi myös toimitusketjujen hallinnassa. Tämä on tapahtunut spontaanisti projektihenkilöstön päätöksillä, koska pääurakoitsijoilta ei ole löydetty ohjeistuksia tai sopimuksissa määritettyä tapoja sovelluksen käytöstä.

Aallon aikaisempi tutkimus on sivuttanut toimitusketjujen johtamista monesta eri näkökulmasta. Rakentamisen logistiikkaratkaisuiden tutkimus nosti esille erilaiset toimituskäytännöt, kuten runkovaiheen kerroskohtaiset toimitukset, tehtäväkohtaiset asennussetit, toimittajien

hallinnoimat kaupintavarastot työmaalla sekä näitä palvelevat logistiikkakeskukset[1]. Toimittajien arviointiin ja kehittämiseen liittyvät tutkimus on kehittänyt menetelmiä, joilla päätoteuttaja voi kehittää toimitusverkoston suorituskykyä hyödyntämällä toimittajien systemaattista mittausta. Tuotetiedon hallintaa koskeva tutkimus puolestaan nosti esille useita elementtejä, joilla tuotetiedon hallinta ja hyödyntäminen saadaan tehokkaammaksi[2]. Tutkimus paljasti, että teknologia ei ole tuotetiedon hallinnan ja hyödyntämisen esteenä: tärkeämpää on alana sopia käytettävistä keskeisistä standardeista, tietosisällöistä ja prosesseista, jotta kehitystyö sovellusten ja ratkaisujen osalta pääsee täyteen vauhtiin.

Olemassa olevat ja nopeasti kehittyvät tuotetietokannat antavat hyvän pohjan toimitusketjujen hallinnan kehittämiselle. Sähkönumerot.fi, LVI-info ja RT tuotetietokanta sisältävät paljon harmonisoitua tietoa tuotteista ja niiden yksittäisistä kauppanimikkeistä eli artikkeleista (esim. kukin pakkauskoko on oma artikkeli). Vaikka tietokannat ovat vielä puutteellisia ja pääosin vasta digitoituja, tarjoavat ne tietoalustan, joka yhdessä toimitusketjujen johtamisen käytäntöjen kehittämisen kanssa voi tulevaisuudessa mahdollistaa koneluentaa hyödyntävä digitalisoidut prosessit.

Tämä tutkimus liittyy oleellisesti myös jatkuvasti kehittyvään rakentamisen tahtituotantoon. Aikaisempi tutkimus ja kokemukset tahtituotannosta ovat nostaneet esille useita vaatimuksia sujuvalle rakentamisen toimitusketjulle. Näitä vaatimuksia, joiden täyttämiseen tämä tutkimus pyrkii vastaamaan, ovat mm.:

- Materiaalivirtaus työmaalle tulee tahdistaa työn virtauksen kanssa (logistinen tahti)
- Sujuva työn ja materiaalin virtaus edellyttää niihin liittyvän tiedon reaaliaikaista virtausta
- Jos tiedon sisältöä ja kulkua ei suunnitella ja määritellä, tieto ei voi tehokkaasti virrata
- Jos tiedon virtaus ei ole koneellistettua, tiedon virtaus on kallista ja häiriöherkkää
- Jos aiotaan saada ohjelmistoteollisuus mukaan kehitykseen, tulee hyödyntää globaaleja standardeja

2.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli rakentamisen toimitusketjujen tilannekuvan ja johtamisen parantaminen alan yhteisillä tietorakenteilla ja vakioiduilla käytännöillä. Yrityskohtaiset ratkaisut ovat hitaita kehittää, kalliita ja joustamattomia, ja ne eivät kehity koko alaa kattavaksi.

---

[1] Rakentamisen logistiikkaratkaisut (2019), loppuraportti: https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-10/loppuraportti_rakentamisen_logistiikkaratkaisut_23.10.2019.pdf

[2] Tuotetiedon hallinta ja hyödyntäminen rakentamisessa (2020), loppuraportti: https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2020-11/Loppuraportti_Tuotetiedon%20hallinta%20ja%20hyo%CC%88dynta%CC%88minen_2.11.2020_0.pdf

Niissä on myös riski lukittautumisesta yhteen tiettyyn järjestelmätoimittajaan. Standardoinnilla vältetään tehokkaasti toimittajariippuvuus (vendor lock).

Myös toimitusketjukohtaiset ratkaisut ovat ongelmallisia, sillä silloin työmaalla päädytään tilanteeseen, jossa kunkin tuoteryhmän toimituksia johdetaan omilla menetelmillä ja sovelluksilla. Tarvitaan siis yhteistä tietorakennetta ja standardeja, jotta päästään kaupan alallakin vallitsevaan yhtenäiseen käytäntöön automatisoida tiedonsiirto, jonka avulla hallitaan tuotevirtoja yritysten ja yksiköiden välillä.

Käyttöön otettavien standardien ja niitä hyödyntävien käytäntöjen tulee mahdollistaa, että tuotteita voidaan tarpeen mukaisesti yksilöidä ja tuote- ja toimitustietoja voidaan konelukea ja jakaa sekä linkittää muihin rakennushankkeen tietoihin, kuten aikatauluihin ja suunnitelmiin. Konelukemisella tarkoitetaan sitä, että ihmisen sijasta konenäkö (viivakoodi) tai radiotaajuudella toimiva etälukija (RFID, Radio Frequency IDentification) lukee mm. fyysisiin tuotteisiin ja toimituksiin liitettyä tietosisältöä ja ohjaa käsittelyprosessia tämän tiedon pohjalta hyödyntämällä esimerkiksi kansallisia tuotetietorekistereitä tai yritysten tietojärjestelmistään toimitusketjulle julkaisemaa tietoa.

Käytännössä hankkeessa päädyttiin selvittämään GS1 standardien mahdollisuuksia ja käyttöönottoa rakentamisen toimitusketjun hallitsemiseksi. GS1:n standardit ovat kansainvälisiä ja laajasti käytössä monilla toimialoilla. Niiden avulla mm. kaupan ala on merkittävästi tehostanut ja kehittänyt toimitusketjujen ja varastojen hallintaa. Tutkimusta ohjattiin seuraavilla tutkimuskysymyksillä:

1. **Mitä ongelmia GS1 tunnisteet ratkaisevat ja mitä eivät?**

Työssä pyrittiin kriittisesti tarkastelemaan sekä sitä, mitkä standardit olisivat rakennusalalla hyödyllisiä, että mitä ongelmia ne ratkaisevat. Tuoteyksilöinnin ja pakkauskokonaisuuksien yksilöinnin sekä näiden merkitsemisten yhteinen vakiointi standardeja hyödyntämällä on vain yksi osa toimitusketjujen tiedon hallintaa. Todellinen hyöty syntyy, kun näitä standardeja hyödynnetään muiden teknologioiden ja uusien prosessien avulla. Tavoitteena oli myös tunnistaa mitä nämä muut teknologia ja prosessit ovat, sekä erityisesti se, mitä yhteisesti vakioitu tuotteiden ja pakkausten yksilöinti ja tunnistaminen mahdollistavat.

2. **Miten erilaisia tunnisteita tulisi hyödyntää eri tuotetyypeissä? Millainen tulisi olla hyödyntämisprosessi?**

Rakentaminen koostuu useista erilaisista materiaaleista ja tuotteista, jotka valmistava teollisuus jaottelee niiden tilauspisteen (OPP, Order Penetration Point) mukaisesti tilauksesta toimitettaviin tuotteisiin (make-to-stock, MTS), tilauksesta kokoonpantaviin tuotteisiin (assembly-to-order, ATO), ja tilauksesta suunniteltuihin tuotteisiin (engineer-to-order, ETO). Rakennusalalla ja rakennustuoteteollisuudessa on totuttu jakamaan nämä erilaiset teollisen valmistuksen strategiat yksinkertaisesti projektituotteisiin ja vakiotuotteisiin, joka hämärtää eri valmistusstrategioiden merkitystä ja vaikeuttaa toimitusketjujen toimintalogiikan

hahmottamista. Myös tuotteiden toimituspaikat voivat vaihdella koko työmaan tasosta asennuspaikkakohtaisiin toimituksiin.

Tunnisteiden luominen ja käyttötarve voi siis poiketa merkittävästi riippuen tuotteesta ja käyttötarkoituksesta. Siksi tutkimuksessa tuli pureutua näiden eri tuotetyyppien erityispiirteisiin ja määritellä tarpeen mukaan useita erilaisia tunnisteiden hyödyntämisprosesseja, joilla voidaan kattaa koko rakennusalan tarpeet. Tutkimuksessa täytyi myös selvittää tarkemmin rakennustuoteteollisuuden toimintaperiaatteita, koska valmistusstrategialla (MTS, ATO, MTO ja ETO) on merkittävä vaikutus tuoteyksilöinnin käyttöön. Erilaiset valmistusstrategiat vaikuttavat myös suoraan tietosisältöön, jota rakennusteollisuuden yritysten, erityisesti pääurakoitsijoiden hankinnan, tulisi pystyä hallitsemaan järjestelmissään sen sijaan, että tieto kerätään käsivälitteisesti tiedostoista ja järjestelmistä ja toimitetaan sähköpostitse.

3. **Mistä toimitusketjujen tiedonhallinnassa tulisi sopia alakohtaisesti? Mitä voidaan kehittää yksittäisissä toimitusketjuissa ja yrityksissä?**

Jotta kehitystyö on tehokasta ja vaikuttavaa, tulee paremmin ymmärtää missä tarvitaan alakohtaista sopimista toimitusketjujen tiedonhallinnassa ja missä voidaan edetä ketterämmin yritystason ja/tai yksittäisten toimitusketjujen kehitystyön varassa. GS1-standardiperheen käytön yksi tärkeimmistä tavoitteista on mahdollistaa tiedon rakenteistaminen eli tiedon muuttaminen tietokoneilla käsiteltäväksi. Tämä koskee sekä tiedon lukemista että välittämistä. Käytännössä standardien käyttöönotto tarkoittaa sitä, että toimitusketjun tuotteiden ja niiden pakkausten yksilöintitiedon ja tuotteiden kulkutiedon tarkasta muodosta eli formaatista sovitaan yhteisesti. Vasta tämä tiedon tarkka tyypittäminen mahdollistaa sen, että tietokone pystyy välittämään automaattisesti tietoa toiselle tietokoneelle yli organisaatioiden rajojen ohjelmistolta toiselle ohjelmistolle tai järjestelmälle. Tietorakenteista ja siten myös niillä johtamisesta tulee tehdä modulaarisempaa. Tämä tarkoittaa sitä, että kun keskitetysti on sovittu tietyistä pelisäännöistä, itse kehittäminen voi tapahtua hajautetusti pienemmissä verkostoissa ilman raskasta kokonaisuuden koordinointitarvetta.

2.3 Tutkimuksen rajapinnat rakennusteollisuudessa ja -tuoteteollisuudessa

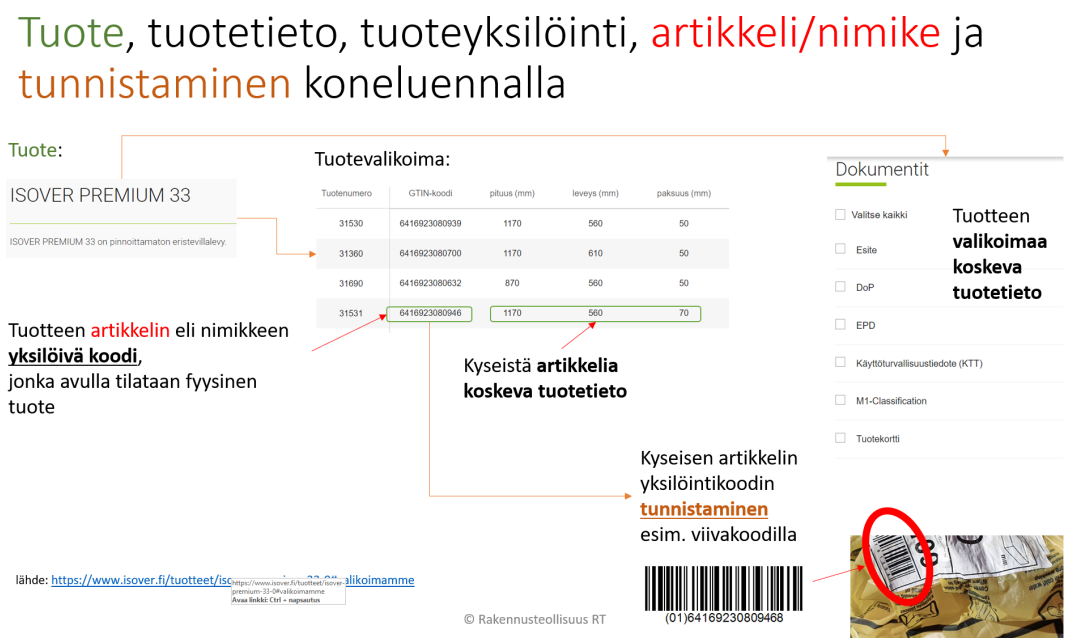
Tutkimus toteutettiin tiiviissä yhteistyössä Rakennusteollisuus RT:n alaisuudessa toimivien Digiryhmän ja 2022 RT:n perustaman Tuotetiedon Tiekarttaryhmän kanssa, joista ensin mainittu edistää rakennusteollisuuden digitalisointia ja jälkimmäinen on perustettu ensisijaisena tavoitteenaan saada rakennusala soveltamaan GS1-standardiperhettä. Koska Tiekarttaryhmässä on ollut jo lähtökohtaisesti edustus sekä pääurakoitsijoista että esivalmiste- ja materiaalitoimittajista, syntyi tarve mallintaa rakennustuoteteollisuuden ja rakennusteollisuuden yhteinen toimitusketju ja kuvata systeemisesti eri projektitoimitusmallien vaikutus suunnittelun, hankinnan, esi- ja materiaalivalmistuksen, työmaan aikataulutuksen ja itse rakentamisen välille. Valmistavan teollisuuden toimijoina esi-, tuote- ja materiaalivalmistajat ovat kehittäneet

omaa valmistustaan käyttämällä omiin tuotteisiin tai tuoteryhmiin parhaiten sopivaa valmistusstrategiaa.

Tutkimuksen aikana todettiin, että GS1 liittyy myös oleellisesti Valtionkonttorin käynnistämään tilaus-toimitusketjun sanomien vakiointiprojektiin, jossa otetaan käyttöön PEPPOL-standardin mukainen sanomaliikenne. PEPPOL tukee jo GS1-standardien käyttöä sanomissa eli on GS1-yhteensopiva.

Tärkein pitkän tähtäimen motivaattori digitaalisen tuoteyksilöinnin ja tuotetunnistamisen tutkimukselle rakennusalalla on ilmastonmuutoksen vastainen taistelu ja toimenpiteet EU-tasolla, jotka koskevat erityisesti rakennusalaa. Rakennushankkeissa ei tällä hetkellä ole mahdollista kerätä toteutunutta hiilijalanjälkeä eikä hankkeissa pystytä laskemaan suunnitteluvaiheessa eri vaihtoehtojen tuote- ja materiaalivalintojen todellista vaikutusta hiilijalanjälkeen. Energiakriisin vauhdittama energian tuotannon siirtyminen ei-fossiilisiin tuotantomuotoihin lisää rakentamisen aikaisen hiilijalanjäljen suhteellista osuutta koko elinkaarenaikaisessa hiilijalanjäljessä. Tämän seurauksena vuotuisen rakentamisen aiheuttama hiilijalanjälki on jo niin merkittävä, että EU-tasolla hiilijalanjälkeä pienentävät toimet kohdistuvat nimenomaan rakentamisessa käytettyihin materiaaleihin, esivalmisteisiin, tuotteisiin ja prosessin aikana käytettyyn energiaan. Kansalliset tuoterekisterit tulevat olemaan keskeisessä roolissa suunnitteluvaiheessa sekä erityisesti toteutuneen hiilijalanjäljen koneellisessa laskennassa, koska hiilijalanjäljen toteutuman laskentaan tarvitaan nimenomaan tuotteen artikkelien menekki rakennuksessa.

Tuotteen ja artikkelin yksilöinti GTIN-koodin avulla on esitetty esimerkinomaisesti kuvassa 2.



Kuva 2. Tuotteen artikkelin yksilöinti GTIN-koodilla (esimerkki, lähde Rakennusteollisuus RT)

Päästöjen vähentämisen tarve tulee muuttamaan sekä rakennuksia että niiden suunnitelmien tietosisältöjä. Suunnittelussa on havaittu selkeä tarve lisätä tuotetiedon tarkkuutta, käytännössä artikkelitasolle saakka. GS1:n on havaittu palvelevan tätä tarvetta, koska GS1 GTIN-standardi on nimenomaisesti tarkoitettu erityyppisten tuotteiden artikkelitason yksilöintiin liittyvien ongelmien ratkaisemiseen. Tuoteyksilöinti suunnittelussa artikkelitasolla mahdollistaa suunnittelutiedon rikastamisen hankinta- ja toimitustiedoksi, josta esimerkkinä on rakennusalalla jo osalla tukkutoimijoista käytössä oleva tuoteyksilöinti sekä toimitusten kuljetusten yksilöinti kuvan 3 mukaisesti.

Kuva 3. Kuljetusyksikkönä käytetyn pahvilaatikon yksilöinti GS1-standardiperheen SSCC-yksilöintitunnuksella sekä esimerkki sen muuttamisesta viivakoodiksi koneellista tunnistamista varten (lähde: Fira Oy)

Tutkimuksen yhtenä lähtökohtana oli tahtituotannon käyttöönotossa ja kehityksessä havaitut haasteet materiaalitoimitusten hallinnassa. Tutkimuksen edetessä rakennusalalla vakiintuneesta viikon tahdista edettiin nopeampisykliseen virtaukseen, joista esimerkkityömaita olivat mm. 4 h tahtia käyttävä linjasaneeraus sekä hotellikohteen saneeraus. Näissä edelläkävijäkohteissa pääurakoitsijat olivat jo ottaneet käyttöön viivakoodien hyödyntämisen täsmätoimitusten ja erityisesti kohteissa käytettyjen kaupintavarastojen hallinnassa. Viikkotahdista ripeämpään tahtiin siirtyneillä työmailla havaittiin olevan käytössä kuvan 4 esimerkin mukaisia dokumentoituja logistisia malleja, jotka perustuvat kehittyneeseen tilaus-toimitustiedon hallintaan.

Kuva 4. Tahtituotantotyömaan logistinen malli (lähde: Fira Oy)

2.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus toteutettiin suunnittelututkimuksen periaatteilla. Koska toimitusketjujen välillä on merkittäviä eroja riippuen siitä, miten tuotteita tilataan suhteessa valmistukseen, täytyi tutkittavat tuotteet ja niiden toimitusketjut valita eri toimitusketjuryhmistä. Valmistava teollisuus jakaa valmistuslogiikat neljään pääryhmään, jotka ovat tilauksesta poiminta eli varasto-ohjattu tuotanto (MTS, Manufacturing/Make-To-Stock), tilauksesta kokoonpano (ATO, Assemble-To-Order), tilauksesta valmistus (MTO, Make/Manufacture-To-Order) ja tilauksesta suunnittelu (ETO, Engineer-To-Order). Tutkimuksesta jätettiin ulkopuolelle tilauksesta tuotekehitys (DTO, Design-To-Order), koska näitä tuotteita ja toimitusketjuja ei ole tavanomaisessa rakentamisessa käytössä[3]. Eri tuoteryhmien ja toimituslogiikoiden kattamiseksi tarkasteluun valittiin kuusi erilaista tuotetta ja niiden toimitusketjut:

1. Betoniväliseinäelementti (ETO)
2. Keittiökalusteet (ETO/ATO)
3. Betoniraudoite (MTS/ATO/ETO)
4. Parketti tai laminaatti (MTS)
5. Sähkökeskus (ETO/ATO)
6. Hienotasoite (MTS)

[3] Joskin koko rakennuksen toimitusprosessia voidaan pitää DTO-toimituksena

Tuotteen perässä oleva lyhenne kuvaa tuotteen mahdollisia suunnittelu- ja valmistuslogiikoita. Vastaavat valmistuslogiikat sekä tuotteen toimitustarpeet työmaan näkökulmasta on esitetty tarkemmin Taulukossa 1.

Betoniväliseinäelementti edustaa asennuskohdekohtaista erikseen suunniteltua esivalmistetta, jonka mitoitus ja muut yksityiskohdat määrittyvät elementtisuunnittelussa. Vaikka jokainen elementti tyypillisesti yksilöidään, voi rakennuksessa esiintyä identtisiä elementtejä esim. eri kerroksissa. Erityisesti valmistuksen kannalta on oleellista, että suunnittelu pystyisi yksilöimään elementit, jotka ovat geometrialtaan samanlaisia vaikkakin esimerkiksi varauksien osalta erilaisia, jotta tuotannon hienokuormitus olisi mahdollista. Vastaavasti työmaalla olisi tärkeää pystyä tunnistamaan elementti koneellisesti ja hakea toimittajan ja pääurakoitsijan tietovarastosta esimerkiksi elementtisuunnitelma nappia painamalla, jotta häiriötilanteesta selvittäisiin nopeammin.

Keittiökalusteet ovat niin ikään asennuskohdekohtaisia (eli asuntokohtaisia) esivalmisteita, joko valmiiksi koottuina kaappeina tai pakattuina levyinä ja muina komponentteina (flatback-toimitus eli kansanomaisesti IKEA-toimitustapa). Elementeistä poiketen keittiöiden suunnitelma usein muuttuu työmaalla tehdyn tarkemittauksen pohjalta ja keittiöihin toimitetaan paljon osia jälkitoimituksena rikkoutuneiden tai kadonneiden osien tilalle.

Betoniraudoitteissa pääpaino oli tässä tutkimuksessa esikatkotuissa ja -taivutetuissa tai kootuissa raudoitteissa. Lisäksi työmaalla on usein ns. bulkkirautaa äkillisiin tarpeisiin tai sellaisiin kohtiin, joissa esivalmistaminen ei ole mahdollista. Betoniraudoitteiden varastointi, löytäminen, tunnistaminen ja käyttö oikeassa paikassa valussa on työmaalle ongelma, joka korostuu talvella.

Myös sähkökeskus on yleensä projektiin erikseen suunniteltu esivalmiste. Toki vakiokeskuksiakin löytyy. Keittiöiden tavoin se koostuu usein valmistajien vakiokomponenteista, joilla voi olla omat tunnisteet ja joita voi erikseen ostaa esim. verkkokaupoista.

Parketti ja laminaatti sekä hienotasoite edustavat varastosta tilattavia standardituotteita. Parketit ja laminaatit usein toimitetaan suoraan asennuskohteeseen, esim. asuntoon tai huoneeseen, kun taas hienotasoite on yleensä työmaa- tai kerroskohtaista bulkkituote, jonka tarkka menekki ei ole etukäteen tiedossa. Parketeille ja laminaateille on tyypillistä, että eri asunnoissa voi olla eri sävy (eri artikkeli) tai jopa kokonaan eri tuote. Logistiikka, asennustyö sekä ylläpito hyötyisivät artikkelitason yksilöinnistä, joka korostuu tahtituotannossa, jossa materiaalipuutteet aiheuttavat tuotannon seisahtumisen.

Taulukko 1 Valitut tuotteet, niiden toimituslogiikat ja muut huomiot

	Betoniväliseinäelementti	Keittiökalusteet	Betoniraudoite	Parketti tai laminaatti	Sähkökeskus	Hienotasoite
Asennuskohdekohtainen esivalmiste; mitoitus/ spesifikaatio suunnitelmista	x	(x)	x		x	
Asennuskohdekohtainen esivalmiste; mitoitus/spesifikaatio täydentyy työmaamittauksessa		x				
Asennuskohdekohtainen standardituote				x		
Työmaakohtainen standardituote			(x)	(x)		x
Muita huomioita	Voi olla keskenään identtisiä elementtejä	Koostuu valmistajien vakiokomponenteista, koottu tai Flat pack	Bulkkitavaraa, taivutettua tai koottua		Koostuu valmistajien vakiokomponenteista	Määrätieto usein viitteellistä

Tutkimuksen aluksi perehdyttiin kunkin kuuden tuotteen toimitusketjun nykytilaan ja niiden johtamisen haasteisiin. Pääpaino tarkastelussa oli toimitusketjun osapuolten ja vaiheiden kuvaamisessa sekä tiedonvirtauksen ja siinä käytettyjen menetelmien kuvaamisessa osapuolten välillä. Tämä vaihe toteutettiin tekemällä yhteensä 17 haastattelua eri osapuolten kanssa. Haastatteluihin osallistui suunnittelijoita, tuotevalmistajia, rautakauppaa, hankintaa, sekä työmaan toimijoita. Lopputuloksena oli kuvaukset toimitusketjujen nykytilasta.

Toisessa vaiheessa ideoitiin kuvausten pohjalta tunnisteiden käyttökohteita ja prosesseja kullekin tarkastellulle tuotteelle. Ideoinnissa hyödynnettiin syvällistä perehtymistä GS1:n eri standardeihin. Ideoiden pohjalta pidettiin työpajoja kullekin tuotteelle. Näissä työpajoissa toimitusketjun osapuolet validoivat ideoita ja laadittiin lopulliset esitykset tunnisteiden käytöstä.

Lopuksi esitysten pohjalta laadittiin tiekartta, joka auttaa rakennusalaa viemään ehdotukset käytäntöön. Tiekartan laatimisessa ja validoinnissa kuultiin monia eri osapuolia, mukaan lukien tuoteteollisuutta, tuotetietokantojen edustajia sekä perehdyttiin aiheeseen liittyvään muuhun teknologiseen ja standardien kehittämiseen, kuten sähköiseen sanomavälitykseen.

3 Tulokset

Tulokset jakautuvat kahteen osa-alueeseen. Ensimmäisessä osassa perehdytään GS1:een ja sen standardeihin. Toisessa osassa tarkastellaan kuutta valittua tuotetta, niiden toimitusketjuja ja ehdotuksia tunnisteiden käytölle. Yhteenveto-osiossa vastataan asetettuihin tutkimuskysymyksiin sekä esitetään tiekartta tunnisteiden hyödyntämiselle.

3.1 GS1 ja sen tarjoamat standardit

3.1.1 Mikä on GS1?

GS1 on kansainvälinen, avoin, puolueeton ja voittoa tavoittelematon organisaatio, joka tarjoaa globaaleja standardeja, digitaalisia palveluita ja osaamista, jotka tuovat tehokkuutta ja vaivattomuutta muun muassa tuotteisiin liittyvien tietojen hallintaan ja jakamiseen toimitusketjuissa. Suomessa GS1:n asiakkaina on n. 7300 yritystä. (https://gs1.fi/fi/gs1-finland)

GS1:n fokuksena ovat kaikki laajat toimitusketjut, jotka koostuvat eri tasoisista raaka-aineiden toimittajista (malmin louhijoista ksylitolissa tarvittavan koivun tuottajiin), raaka-aineiden käsittelijöihin (rikastamoista myllyihin), tehtaiden verkostoihin (leipomoista tukkuihin ja jälleenmyyjiin) ja aina kuluttajaan, omistajaan ja käyttäjään saakka.

GS1 standardiperhe käsittää tietorakenteellisia ratkaisuja ja menetelmiä, jotka on kehitetty nimenomaan erityyppisten globaalien toimitusketjujen tarpeisiin, jotta toimitusketjujen tiedonkäsittely voitaisiin automatisoida mahdollisimman pitkälle ja tehokkaasti. GS1:n sovellusalue on laajentunut fyysisten tuotteiden lisäksi myös muihin toimitusketjuihin, kuten esimerkiksi energiateollisuuteen. Tästä on esimerkkinä Suomessakin käyttöönotettu käyttöpaikan tunniste, jonka käytöstä on Euroopassa sovittu yhteisesti markkinaosapuolten kesken (EIC-koodi, jossa osapuolitunnisteena käytetään GS1 GLN-standardin mukaisesti muodostettua yksilöivää numerosarjaa[4] ja GSRN-tunnukset käyttöpaikoille, mukaan lukien kuluttajien käyttöpaikoille riippumatta siitä onko niihin liitetty sähkösopimusta.

Globaaleihin GS1-standardeihin pohjautuvat palvelut ovat laajasti käytössä etenkin päivittäistavarakaupan toimialalla ja Suomessa standardeja hyödynnetään myös mm. lääkkeiden ja terveydenhuollon välineiden yksilöinnissä sekä logistiikassa. Maailmanlaajuisesti yli kaksi miljoonaa organisaatiota käyttää GS1:n standardointiratkaisuja ja joka päivä GS1-tunnisteet ovat mukana yli kuuden miljardin kauppatapahtuman tallentamisessa ja välittämisessä. (https://gs1.fi/fi/gs1-finland)

[4] https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyys/eurooppa-yhteistyo/eic-koodit/

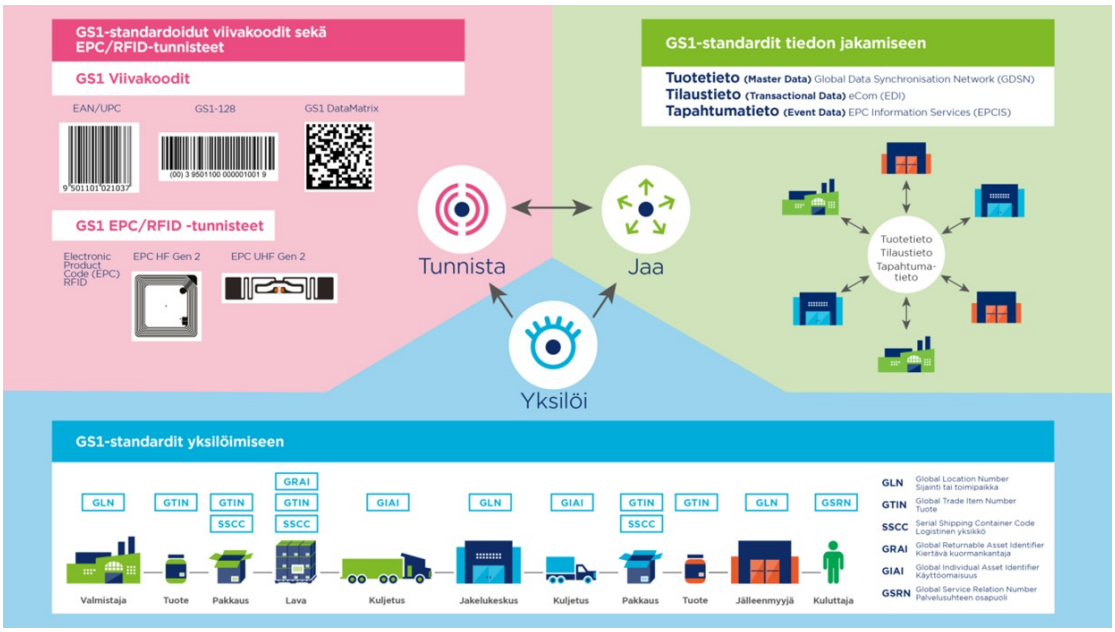
GS1:n historia on koottu tähän yhtiön nettisivun pohjalta (https://gs1.fi/fi/gs1-finland/gs1n-historia). GS1:n historia juontaa vuoteen 1971, jolloin Yhdysvalloissa alan johtavat toimijat sopivat GTIN-koodin käyttöönotosta (Global Trade Item Number). Koodin pohjalta luotiin edelleen käytössä oleva viivakoodistandardi vuonna 1973. Suomessa ensiaskeleet otettiin 1975 kun Keskuskauppakamarin yhteyteen perustettiin tavarakoodiryhmä, jossa oli edustus kustakin kaupan ryhmittymästä sekä neljästä teollisuusyrityksestä (Huhtamäki, Serlachius, Trans-Meri, Upo). Tavarakoodiryhmä seurasi eurooppalaisen tavarakoodiyhteistoiminnan (EAN) kehittymistä.

Ensimmäinen viivakoodi luettiin ruokakaupassa Yhdysvalloissa vuonna 1974 ja kyseessä oli purukumituote. Vuonna 1983 viivakoodia alettiin käyttää myös tukkupakkauksissa. Vuonna 1989 GS1 järjestelmä laajeni sähköiseen sanomaliikenteeseen. 1990-luvulla GS1-järjestelmä laajeni kaupan alalta mm. terveydenhuollon käyttöön. Vuonna 1997 Keskuskauppakamarin työtä perustettiin jatkamaan EAN Finland Oy, joka 2005 muutti nimensä GS1 Finland Oy:ksi.

Ensimmäinen GS1:n tuotetietopankki otettiin Suomessa käyttöön vuonna 2004. Kyseessä oli päivittäistavarakaupan ja tavarantoimittajien yhteinen tuotetietopankki. Vuonna 2004 myös kehitettiin RFID standardi koodien lukemiseen. Vuonna 2015 otettiin käyttöön päivittäistavarakaupan tavarantoimittajien tarpeisiin luotu Golli-palvelu. Sen avulla voidaan hoitaa tilausten käsittely ja tavarantoimitukset kokonaisuudessaan digitaalisesti. Vuonna 2016 Keskuskauppakamari myy valtaosan GS1 Finlandin osakekannasta Elintarviketeollisuusliitto ry ETL:lle sekä Päivittäistavarakauppa ry PTY:lle. Tällä hetkellä GS1 on avannut toimistoja 116 maahan ja yli 2 miljoonaa yritystä käyttää GS1 standardeja tuotteissaan.

3.1.2 Keskeiset GS1 standardit

GS1-standardit ovat kansainvälisesti skaalautuvia asioiden, tavaroiden, paikkojen ja henkilöiden yksilöintistandardeja, jotka tukevat yksilöinnin lisäksi niiden fyysistä tunnistamista sekä digitaalista tietojen jakamista. GS1-standardit voidaan jakaa kolmeen osaan: yksilöintiin, tunnistamiseen ja tiedon jakamiseen (Kuva 5). GS1- standardeja käytetään yksilöimään esimerkiksi tavaroita, paikkoja, osapuolia ja paketteja. GS1-viivakoodien ja RFID/EPC-tunnisteiden avulla voidaan puolestaan siirtää tietoja nopeasti ja turvallisesti fyysisistä tavaroista tietokoneelle. Käytettäessä GS1:n tunnistusjärjestelmää voi olla varma, että kukaan muu ei käytä samaa tunnistetta. Tiedon jakamisen osalta GS1-standardien avulla liikekumppanit voivat helposti ja tehokkaasti vaihtaa esimerkiksi tuotetietoja ja tilauksia ja seurata toimituksia reaaliaikaisesti. Jaettava tieto voi olla esimerkiksi master dataa tuotetiedoista, transaktiotietoa tilauksista tai tapahtumatietoa tuotteen eri vaiheista arvoketjussa. (https://gs1.fi/fi/palvelumme/gs1-jarjestelma-ja-standardit)



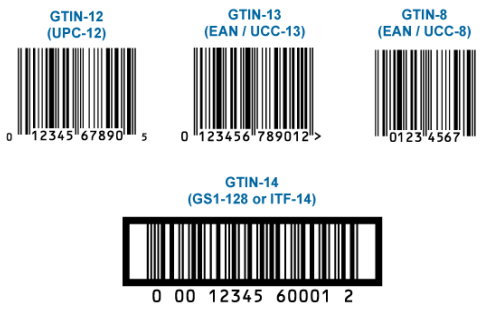
Kuva 5. GS1-tunnisteet yksilöimiseen, tunnistamiseen ja tiedon jakamiseen (lähde: GS1)

Tässä tutkimuksessa erityispaino on yksilöintistandardien tarkastelussa. GS1:n tarjoamaa yleisemmin erilaiset yksilöintitunnisteet voidaan jakaa kolmeen tasoon. Alimmalla tasolla ovat yrityksen sisäiset tunnisteet, joita voidaan verrata henkilötunnisteissa yrityksen sisäiseen kulunvalvontakorttiin. Nämä tunnisteet toimivat siis yrityksen sisällä, eikä niitä voida käyttää laajemmassa ympäristössä. Seuraava taso on alakohtainen tai kansallinen tunniste, joka toimii ala- tai maakohtaisesti. Henkilötunnisteissa vastaava on kansallinen ID-kortti, joka on pätevä kansallisessa ID-järjestelmässä. Tunniste ei toimi enää siirtyessä pois oman alan tai maan tunnistejärjestelmästä. GS1-standardit edustavat kolmatta tunnistetasoa, joka toimii kansainvälisesti. Henkilötunnisteeseen verrattaessa se on kuin kansainvälinen passi, joka on validi joka paikassa.

Tässä työssä keskitytään tutkimuksen kannalta olennaisimpiin GS1-yksilöintistandardeihin, joita ovat GTIN, SGTIN, SSCC, GLN, ja GMN tunnisteet.

GTIN (Global Trade Item Number)

GTIN-standardi on tuotetunniste, jolla voidaan globaalisti yksilöidä kauppanimiketasolla raaka-aine, tuote tai pakkaus. Kauppanimikkeiden yksilöiminen mahdollistaa yritysten välisen tuotetietojen vaihtamisen tehokkaalla, yhtenäisellä ja sujuvalla tavalla kansainvälisesti. Tunnisteita käyttämällä voidaan myös varmistua fyysisissä kaupoissa sekä verkkokaupoissa myytävien tuotteiden oikeellisuudesta ja tuotteiden oikeat tiedot ovat helposti saatavilla käyttäjälle ja kuluttajalle. GTIN-koodilla yksilöitävässä tuotteessa on oltava minimimäärä attribuutteja, jotka ovat GTIN, brändinimi, tuotekuvaus tai nimi, GPC-tavararyhmittely, nettosisältö ja mittayksikkö, kohdemarkkina sekä pakkaustaso.



Kuva 6. Erilaisia GTIN-tunnisteita viivakoodimuodossa

GTIN-koodilla yksilöidään tietty kauppatuote, josta käytetään myös termiä artikkeli tai nimike. Tuotteen muuttuessa saattaa olla syytä muuttaa GTIN-koodia. Muutetulla tuotteella tarkoitetaan jo markkinoilla olevaa tuotetta, joka kuuluu ennestään tuotemerkin omistajan tuotevalikoimaan ja jonka ominaisuuksia on muutettu. Muutetut tuotteet katsotaan korvaaviksi tuotteiksi, jos aiempaa versiota ei myydä sen jälkeen, kun korvaava tuote on tuotu markkinoille. Kokonaan uuden tuotteen tapauksessa tarvitaan myös uusi GTIN-koodi. Uudella tuotteella tarkoitetaan tuotetta, joka ei tällä hetkellä ole olemassa tai joka ei ole vielä ollut myynnissä, ja joka on lisäys tuotemerkin omistajan tuotevalikoimaan tai uusi markkinoilla.

Jokaiselle eri kauppanimikkeelle tarvitaan oma GTIN-koodi. Käytännössä tämä tarkoittaa eri koodeja muuten samankaltaisille tuotteille, joissa on joitakin erottavia ominaisuuksia. Esimerkiksi saman vaatemallin eri väri- ja kokoversiot ovat omia kauppanimikkeitä. Samoin eri pakkauskoot, eri pakkauskielet ja pakkauksen muuttunut nettosisältö katsotaan eri kauppanimikkeiksi ja ne tarvitsevat oman GTIN-koodin. Uutta GTIN-koodia ei tarvita, jos samaa tuotetta aletaan myydä uudistetussa pakkauksessa, ellei pakkauksen koon vähintään yksi mitta muutu yli 20 %.

SGTIN (Serialized Global Trade Item Number)

SGTIN-tunniste eli sarjanumeroitu GTIN-koodi on GTIN-koodin ja sarjanumeron yhdistelmä, jolla pystytään tunnistamaan samanlaisen tuotteen eri yksilöt. Kaikissa tuotteissa sarjanumeroidun GTIN-tunnisteen käyttäminen ei ole tarpeellista, mutta tietyissä tuotteissa se helpottaa muun muassa takaisinkutsuja, huoltoja ja vikojen tunnistamista.

Jotta sarjanumeroitua GTIN-tunnistetta on mahdollista käyttää, on tuotteessa oltava GS1 DataMatrix -tyyppinen viivakoodi, joka on kaksiulotteinen symboli. Perinteinen viivakoodi ei siis sarjanumeroidun GTIN-koodin tapauksessa ole riittävä.

GMN (Global Model Number)

GMN-tunnisteella yksilöidään tuotteen malli tai tuoteperhe. GTIN koodin omaavia tuotteita voi olla erilaisia, mutta jos ne perustuvat samaan tekniseen tuotemääritelmään, voidaan niille antaa sama GMN-tunniste. Esimerkkejä ovat teknisesti samanlaiset tuotteet, joita myydään eri versioina, väreinä tai kieliversioina.

SSCC (Serial Shipping Container Code)

SSCC-tunniste on GS1-standardi kollinumerolle, jolla yksilöidään logistiset yksiköt, kuten lavat ja muut kuljetuspakkaukset. SSCC tunniste annetaan kuljetuspakkaukselle sen pakkaamisen ja lähettämisen yhteydessä. Yhdessä toimituksessa (rahtikirja) voi olla monta sarjatoimitusyksikköä (SSCC). Lähetysvahvistuksessa toimittaja välittää SSCC koodit vastaanottajalle. SSCC-tunnisteen avulla yritysten on mahdollista seurata jokaista logistista yksikköä tehokkaasti koko toimitusketjun läpi.

SSCC-tunniste koodataan GS1-128 viivakoodille tai RFID-tunnisteelle. GS1-128-tunniste mahdollistaa GS1-sovellustunnusten käytön, joilla esitetään standardoidulla tavalla tuotteisiin ja pakkauksiin liittyviä lisätietoja, kuten toimituksen sisältö yksityiskohtaisesti. Sähköisessä sanomien välityksessä SSCC-tunnisteella on mahdollista jakaa näitä lisätietoja muille toimitusketjun toimijoille. Tällä voidaan muun muassa nopeuttaa merkittävästi tavaroiden vastaanottoprosessia.

Kuva 7. Esimerkki SSCC koodista

GLN (Global Location Number)

GLN on lokaationumero, jota käytetään sijaintien ja osapuolten yksilöintiin. Tunniste antaa jokaiselle toimipaikalle tai kauppakumppanille yksilöllisen numeron, joka määrittää eri prosesseihin osallistuvat paikat ja toimijat. Sähköisen kaupan sanomissa käytetään GLN:ää yksilöimään liiketapahtuman osapuolia esim. tilaamisen, toimittamisen, laskuttamisen ja sanomavälityksen tarpeisiin.

3.1.3 GS1-käyttöesimerkki sähkönjakeluverkoista

Sähköä käytetään erilaisissa käyttöpaikoissa tehtaista koteihin ja tilapäisiin käyttöpaikkoihin saakka kuten arkisissa jäätelökioskeissa. Sähköenergian tuotanto ja jakelu on alun perin ollut paikallista ja tämän seurauksena käyttöpaikkojen tunnisteiden luominen on ollut varsin kirjavaa. Tuloksena on ollut erilaisia paikallisesti hallinnoituja numerosarjoja, joista osa yksilöi esimerkiksi käyttöalueen ja käyttöpaikan tai niissä on ollut tarkastusnumero estämässä

inhimillisiä virheitä numeroiden syötössä. Yksilöintitunnusten pituus on vaihdellut paikkakuntien koon mukaan ja sen tulkitsemiseen on tarvittu ohje. Ennen kaikkea yksilöintitunnukset eivät ole yksikäsitteisiä, eli sama tunnus voi olla käytössä eri sähköyhtiöiden verkossa. Ihmiselle pitkä numerosarja on haastava käyttää, mutta tietokoneelle ei. Kuluttajan näkökulmasta GS1 GSRN-standardin käyttöönoton hyödyt ovat merkittävät, koska kuka tahansa voi tarkistaa käyttämänsä sopimukset ja palvelut hallitsemiltaan käyttöpaikoilta pankkitunnusten avulla kirjautumalla Fingridin datahubiin (https://oma.datahub.fi/#/) esimerkiksi Suomi-portaalin kautta (suomi.fi).

Finngridin johdolla tehdyssä GS1-standardiperheen käyttöönotossa kului noin kaksi vuotta saavuttaa riittävä yhteinen tietotaso ensinnäkin standardoinnin tarpeellisuudesta ja hyödystä sekä oikean toteutustavan valinnasta. Tämä vertautuu rakennusalalla yhden toimitusketjutyypin, kuten esimerkiksi keittiötoimitusten päästä-päähän prosessin kuvaamiseen, toimitusketjussa eri vaiheissa tarpeellisten yksilöitävien tietojen tunnistamiseen, tarkoituksen mukaisten standardien ja niiden käyttötapojen valintaan ja rajapintojen vakiointiin. Tämä tutkimus on oleellinen osa alan tiedon ja yhteisymmärryksen lisäämistä, joka on välttämätöntä toimitusketjujen tietosisältöjen vakioinnin liikkeelle saamiseksi GS1-standardiperhettä käyttäen.

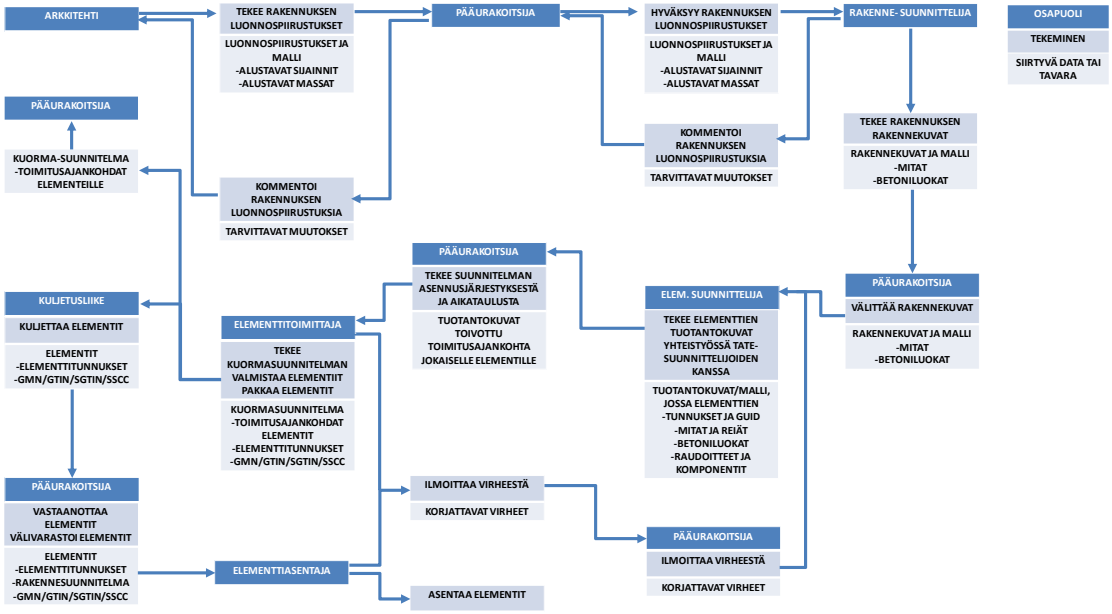
3.2 Tunnisteiden käyttö toimitusketjuissa: kuusi esimerkkituotetta

Tässä luvussa käsitellään tarkasteluun valittuja kuutta esimerkkituotetta ja niiden toimitusketjuja sekä esitetään ehdotukset tunnistestandardien hyödyntämiselle tuotteissa.

3.2.1 Betoniväliseinäelementti

Lähtötilanne

Betonielementit ovat asennuskohdekohtaisia esivalmisteita, jotka suunnitellaan yksilöllisesti ja jotka valmistetaan tehtaalla ja kuljetetaan sieltä työmaalle asennettavaksi. Betonivälisenien toimitusketju on kuvattu kuvassa 8. Betoniväliseinäelementin elinkaari alkaa suunnittelusta, kun kaavoitusten ja reunaehtojen kautta saadaan rakennukseen runkorakenne valittua sellaiseksi, joka sisältää betoniväliseinäelementtejä. Varsinkin korkeissa rakennuksissa ainakin osittain elementeistä koostuva betonirunko on kuormien kannalta toimiva ratkaisu. Arkkitehti kiinnitetään heti projektin alussa tekemään luonnospiirustukset rakennuksen ulkomuodosta, ensisijaisesti ulkonäöstä ja ikkuna-aukotuksista.



Kuva 8. Betoniväliseinäelementtien prosessi

Suunnittelun ensimmäisessä vaiheessa tehdään hankesuunnitelma, josta ilmenee hankkeen perusasiat, kuten julkisivun tyyli, runkorakenne, talotekniikka ym. Tässä vaiheessa arkkitehti on yleensä tehnyt luonnossuunnitelmat tai ne ovat työn alla. Rakennesuunnittelija valitaan, kun rakennuttaja ja arkkitehti ovat päässeet yhteisymmärrykseen luonnospiirustuksista. Kun kaupunki on hyväksynyt ehdotuksen, pääsee rakennesuunnittelija aloittamaan työnsä.

Tässä vaiheessa siirrytään seuraavaan suunnitteluvaiheeseen, jossa syvennytään detaljisuunnitteluun ja työhön liittyy myös sähkö- ja muut talotekniikkasuunnittelijat. Ensin tehdään kustannusarvioita varten suunnitelmat, joissa betoniväliseinäelementtien raudoitukset tulisi olla jo pitkälle mietittynä, koska sillä on iso vaikutus kustannuksiin. Raudoitus kevenee ylöspäin mentäessä kuormien pienentyessä ja kustannusarvioita varten raudoitusten tarve ja määrä mietitään kerroskohtaisella tasolla.

Tässä vaiheessa usein kilpailutetaan betoniväliseinäelementtitoimittaja, mutta joskus toimittajilta pyydetään vain ennakkohintoja ja lopullinen kilpailutus tehdään myöhemmin. Rakennesuunnittelijan pohjakuvista saa selville elementtien sijoitukset ja pituusmitat ja leikkauskuvista korkeudet. Aukotukset voidaan arvioida. Betonirakenteiden työselityksessä otetaan kantaa betonimassan tyyppiin ja raudoituksiin. Betoniväliseinäelementeistä tehdään tyyppielementtipaketti, jossa on tyypillisesti toistuvista tai samankaltaisista elementeistä yksi tyyppielementti. Näistä tyyppielementeistä tehdään niin sanotut lappukuvat, joista ilmenee mitat, raudoitukset aukot, kuljetusteräkset ym. Betoniväliseinäelementeistä tehdään yleensä noin 1-4 tyyppielementtiä, kohteesta ja tarpeesta riippuen.

Seuraava vaihe suunnittelussa on tuotantosuunnittelu, jossa kustannusarviovaiheen suunnitelmia tarkennetaan tuotantosuunnitelmiksi. Betoniväliseinäelementtien kohdalla tämä tarkoittaa, että jokaisesta elementistä tehdään tuotantokuvat, joiden perusteella elementit on

mahdollista valmistaa. Joko rakennesuunnittelija tai erillinen elementtisuunnittelija tekee nämä suunnitelmat.

Elementtisuunnittelussa pidetään aloituspalaveri, jossa varmistetaan, että elementtien suunnittelijalla on kaikki lähtötiedot ja laaditaan suunnittelun aikataulu asennusjärjestyksen mukaan. Elementit numeroidaan yksilöllisesti ja ne saa lisäksi ACN- ja GUID-tunnisteet tietomallissa. Elementtisuunnitelmille tehdään reikäkiertotarkastelu, jossa talotekniset läpiviennit sijoitetaan rakenteellisesti ja talotekniikan kannalta optimaalisiin paikkoihin sekä varmistetaan, ettei suunnitelmissa ole ristiriitoja.

Suunnitelmien valmistuttua ne lähetetään elementtitehtaalle. Yleensä väliseinäelementit ovat oma hankintansa irrallaan perustus- ja ulkoseinäelementeistä. Kaikki elementtitoimittajat eivät välttämättä halua edes tarjota väliseiniä, koska välineistö väliseinäelementtien valmistukseen on kallis investointi. Väliseinäelementit valetaan niin sanottuina patterielementteinä pystyssä. On toki mahdollista valaa väliseinäelementit myös vaakatasossa, mutta patterielementteinä niiden valmistus on kustannustehokkainta ja nopeinta.

Runkotyönjohtaja toimittaa elementtitoimittajalle kuormasuunnitelman sähköpostilla viimeistään kuukautta ennen ensimmäisiä elementtitoimituksia. Kuormasuunnittelussa jaotellaan missä kuormassa yksittäiset elementit toimitetaan työmaalle. Elementtitoimittaja joko kuittaa kuormasuunnitelman tai ehdottaa siihen muutoksia. Hyväksytyn kuormasuunnitelman pohjalta elementtitoimittaja suunnittelee oman valmistusjärjestyksen ja -aikataulun.

Useilla elementtivalmistajilla on ns. projektikeskus, jossa elementtejä pystyy seuraamaan koodeilla, jotka kertovat elementin valmiusasteen. Projektin muilla osapuolilla on mahdollisuus saada käyttöoikeudet projektikeskukseen ja näin nähdä reaaliajassa elementtien tilanteen. Joillain projekteilla on myös käytössä 3D-malli, johon elementtien valmiusaste päivitetään eri väreillä.

Valmiissa elementeissä on yksilöivä tunnistelätkä, joka kertoo elementtitunnuksen, tehtaan, tilaajan ja työmaan. Tunnistelätkissä voidaan käyttää myös QR-koodeja, joiden kautta sovelluksella päästään näkemään elementtisuunnitelma ja elementin sijainti mallista. QR-koodit ovat toimittajakohtaisia ja niitä voidaan lukea esimerkiksi puhelimella tai iPadilla, jossa on tietyt ohjelmat asennettuna.

Tunnisteita hyödyntävä prosessi

Lähtötilanteen kartoitus osoitti, että betonielementtien toimitusketjussa on jo melko pitkälle kehitettyjä menetelmiä tunnisteiden käytölle ja niiden koneluvulle sekä tietojen linkitykselle suunnitelmiin. Kyse on kuitenkin vain yksittäisiä toimittajia ja heidän omia tuotetunnisteitaan hyödyntävistä järjestelmistä ja siksi ne eivät ole sellaisenaan skaalautuvia koko tuoteryhmään eikä varsinkaan työmaan kaikkiin toimitusketjuihin.

Työryhmän ehdotus on, että betoniväliseinäelementeissä käytetään jatkossa GS1:n GTIN tunnisteita. GTIN:n avulla tulisi yksilöidä jokainen hankkeen erilainen elementti. Jos täsmälleen samaa elementtiä esiintyy hankkeessa useampi (esim. päällekkäin eri kerroksissa), voidaan nämä varustaa samalla GTIN kodoilla ja erotella toisistaan SGTIN sarjanumerolla. Tuotetietojen ja sertifikaattien yms. jakamisessa voidaan hyödyntää GMN tunnistetta, joka pysyy samana kaikille samantyyppisille betoniväliseinäelementeille. Tätä GMN tuotetta ja sen tietoja voidaan jakaa esim. tuotetietokantojen kautta.

Elementeissä suunnitelmat usein muuttuu pitkin matkaa. Siksi ehdotuksena on, että valmistaja antaa GTIN koodin betoniväliseinäelementille vasta sen valmistuksen yhteydessä. Tässä yhteydessä tulee luoda linkki myös suunnittelussa käytettyyn tunnisteeseen eli GUID:iin ja jakaa tämä tietolinkki projektin muiden osapuolten kanssa. Koodien yhdistelyyn voidaan käyttää myös kolmansia datan linkitykseen keskittyneitä osapuolia.

GTIN käytössä haasteeksi voi muodostua tarjolla olevien valmistajakohtaisten koodien rajoitettu määrä. Esimerkiksi jos eri hankkeisiin valmistettavia yksilöllisiä tuotteita on kaikkiaan yli 100 000, voi parempi tapa olla antaa tuotteelle muuttuvan tuotteen GTIN numero ja sitä tarkentava MTO Variation Number. Tällä yhdistelmällä päästään 1 000 000 eri tuotteeseen.

Keskustelut elementtitoimittajien kanssa osoitti, että GTIN koodin lisääminen elementille ei ole teknisesti haastavaa ja toimitusketjun seurantaan luoduissa sovelluksissa voitaisiin jatkossa käyttää GTIN koodia tehtaan antaman oman valmistusnumeron tai suunnitteluohjelmista saatujen tunnusten sijaan.

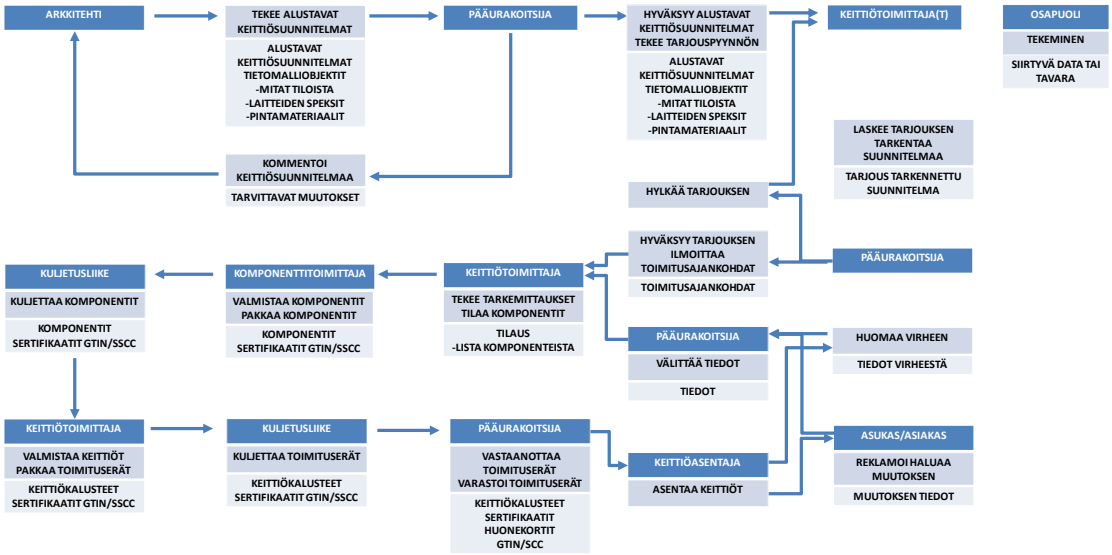
Elementtikuormien yksilöinnin kohdalla nousi aluksi esiin kysymys siitä, tarvitaanko erillistä tunnistetta toimitusyksiköille vai riittääkö pelkät elementtien GTIN koodit. Todettiin kuitenkin, että kuormansuunnittelun ja lastauksen yhteydessä olisi syytä antaa SSCC tunniste kullekin erilliselle kuormankantajalle tai samalle työmaalle tulevalle toimitukselle, mikäli erillistä kuormankantajaa ei käytetä. Tämä SSCC tunnus jaetaan myös lähetysvahvistuksessa, jonka kautta työmaa saa etukäteen tietää mikä toimitusyksikkö on työmaalle tulossa. SSCC ja GTIN tunnuksia konelukemalla työmaalla voidaan rekisteröidä elementtien vastaanotot ja asennukset sekä hoitaa mahdolliset reklamaatiot.

3.2.2 Keittiökalusteet

Lähtötilanne

Keittiökalustekokonaisuudella tarkoitetaan yleensä yhdeltä toimittajalta tulevaa keittiön muodostavien komponenttien yhdistelmää. Siihen kuuluvat muun muassa kaappien rungot, ovet, saranat, tasot, kodinkoneet, lavuaarit ja hanat. Tuotetyyppinä keittiökalusteet ovat asennuskohdekohtaisia esivalmisteita, joiden mitoitusta ja täsmällistä koostumusta usein täydennetään ja korjataan työmaalta saadun tarkan mittatiedon perusteella.

Keittiön suunnittelun ja toimituksen prosessi on esitetty kuvassa 9. Rakennuttajilla on usein kausisopimuksia keittiötoimittajan kanssa, joissa sovitaan, että toimittaja toimittaa rakennuttajan asuntokohteisiin keittiöt esim. vuodeksi eteenpäin. Keittiötoimittajalle annetaan tietoa tulevista kohteista ja niiden alustavista määristä, kuitenkaan sitoutumatta määriin. Keittiötoimittaja voi näiden perusteella alustavasti suunnitella toimituksiaan.



Kuva 9. Keittiötoimituksen prosessi

Projektin alussa arkkitehti suunnittelee tilojen käytön ja määrittää karkealla tasolla keittiön komponentit ehdotuksineen. Keittiösuunnitelmat kulkee sähköpostitse rakennuttajan kautta keittiötoimittajalle ja keittiötoimittaja pääsee tekemään tuotevalinnat valikoimastaan arkkitehdin ehdotuksien perusteella. Keittiötoimittaja tekee kustakin keittiöstä suunnitelman omalla suunnittelutyökalullaan ja lähettää niistä tasokuvat ja 3D visualisoinnit sähköpostilla tilaajalle.

Keittiötoimittajalle annetaan aikataulu keittiöasennuksista ja toimittajan mittaaja aloittaa tarkemittausten tekemisen kohteeseen. Tarkemittaukset tehdään asennettaviin huoneistoihin noin 5 viikkoa ennen asennusajankohtaa. Keittiösuunnitelmia tarkennetaan näiden mittausten perusteella esimerkiksi, jos tate-liittymät ovat suunnitelmista poikkeavissa kohdissa.

Keittiötoimittaja tilaa komponenttivalmistajalta ne tuotteet, joita omasta varastosta ei löydy ja tuotteiden saavuttua alkaa pakata keittiöitä toimituserittäin. Toimituserän tulisi olla työmaalla noin viikkoa ennen asennusta. Keittiöitä toimitetaan yleensä 2–3 kerrosta per porras kerrallaan. Keittiötoimittaja usein ulkoistaa asennuksen alihankkijalleen, jota on informoitu asennusaikataulusta.

Työmaalla asennusurakoitsija on paikalla ottamassa toimituksen vastaan ja haalaa keittiökomponentit lähelle asennuspaikkaa, yleensä olohuoneeseen. Mikäli tuotteissa tai niiden mitoituksessa on puutteita asentaja ilmoittaa keittiötoimittajalle oikeat mitat ja toimittaja lähettää uudet komponentit erillisellä toimituksella. Samoin menetellään, mikäli puutteita tai vioittuneita

tuotteita ilmenee myöhemmin. Tällöin kuitenkin keittiötoimittajan edustaja tulee yleensä työmaalle katsomaan ja merkkaamaan ylös puutteelliset tai kolhitut tuotteet, tilaa uudet työmaalle ja asennusurakoitsija vaihtaa ehjät tuotteet paikalleen.

Asiakastyytyväisyyden kannalta keittiöt ovat kylpyhuoneiden ohella ongelmallisimpia kokonaisuuksia asuntorakentamisessa, koska niihin kuuluu monia eri tuotteita sekä niiden yhteensovittamista keskenään ja talotekniikan kanssa. Suomessa on tapa asentaa keittiöt ennen lattiapinnoitteita, koska lattiapinnoitteille ei muuten anneta takuuta. Tämä altistaa keittiöt työmaan aikaisille kolhuille ja muille tuhoille ja usein joudutaankin jälkikäteen vaihtamaan vioittuneita osia. Keittiö on tuotteena tai tuotekokonaisuutena hyvin modulaarinen ja siihen kuuluu laaja tuotehierarkia, josta valita. Keittiöt ovat myös hyvin riskialttiita virheellisille toleransseille ja suunnitteluvirheille.

Flatpack-keittiöissä on yleensä valmistajan tunnisteet joka komponenteissa. Myös muilla keittiötoimittajilla yleensä on koneluettavat viivakoodit komponenteissa, jotka auttavat pakkaamista ja rahdin kokoamista. Tunnisteet kuitenkin yleensä poistetaan asennuksen jälkeen, jotta ne eivät häiritse tulevia asukkaita. Mikäli asukkaat ovat jo tiedossa keittiöiden rakennusvaiheessa, voidaan asukkaille antaa keittiöiden räätälöintimahdollisuus. Tämä luo viivästyksiä ja haasteita erilaisten osien asuntokohtaisuuden takia.

Tunnisteita hyödyntävä prosessi

Tunnisteiden hyödyntämisessä jouduttiin ensin ottamaan kantaa mikä on se keittiöihin liittyvä kokonaisuus, jolle yksilöllinen tuotetunniste tulisi antaa. Optimitilanteessa jokaisella keittiöön liittyvällä vakiokomponentilla olisi oma GTIN tunniste, jonka avulla voitaisiin hoitaa esim. reklamaatiot ja uusimiset. Koska vakiokomponenttejakin usein työstetään paljon etenkin niiden mittojen osalta, päädyttiin kuitenkin siihen, että alkuvaiheessa yksilöllinen GTIN koodi tulisi antaa kullekin yksittäiselle keittiölle, joka siis pitää sisällään kaikki kyseisen keittiön osatuotteet ja komponentit.

Keittiötoimittaja antaa keittiölle GTIN koodin, kun sen suunnitelma ja toimitussisältö on tarkentunut mittauksen jälkeen ja toimitusta aletaan pakkaamaan. Tätä ennen tilaaja ja toimittaja voivat kommunikoida esim. huoneistotunnuksien avulla.

Kullekin erilliselle toimituspakkaukselle annetaan yksilöllinen SSCC tunniste, johon liitetty paitsi kyseisen keittiön GTIN koodi myös valmistajan komponenttilista ja niiden valmistajakohtaiset tunnisteet. Mikäli näille komponenteille on GTIN tunnisteet, linkitetään ne myös toimitukseen. Lopputulemana on, että yhtä GTIN koodattua keittiötä kohden on yleensä useita SSCC tunnisteella varustettuja toimitusyksikköitä. Oleellista on, että työmaalla on vastaanotettaessa kyky linkata joko SSCC koodi tai GTIN koodi keittiön oikeaan sijaintiin.

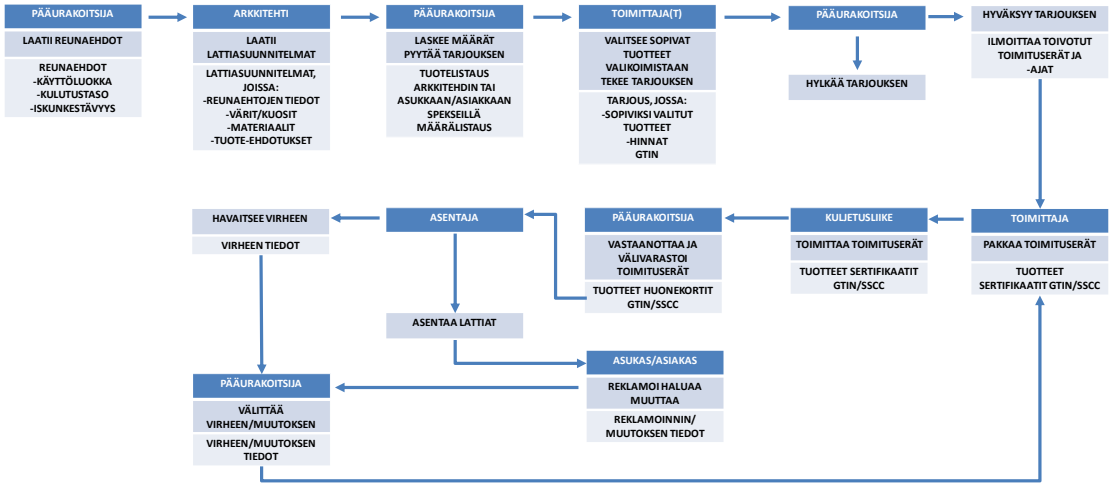
3.2.3 Parketti ja laminaatti

Lähtötilanne

Rakennuksen lattia voidaan päällystää muun muassa parketilla ja laminaatilla. Tuotetyypiltään parketti ja laminaatti ovat työmaa- tai asennuskohdekohtaisia standardimateriaaleja. Joissain tapauksissa, jos lattiapinnoite on harvinaisempi, se voi olla tilauksesta valmistettava.

Lattiatoimituksen prosessi on esitetty kuvassa 10. Parketin ja laminaatin toimitusketju alkaa, kun urakoitsija tilaa lattiapinnoitetoimittajalta arkkitehdin laatimien lattiasuunnitelman mukaiset materiaalit. Parketin ja laminaatin kausisopimustoimittajan kilpailutus voidaan suunnitella vuosittaisen neliömääräarvion perusteella kuitenkaan sitoutumatta mihinkään tiettyyn neliömäärään. Kilpailutus hoidetaan silloin antamalla toimittajaehdokkaille tiedot nykyisen kausisopimushinnaston mukaisista tuotteista ja pyytämällä tarjoukset lähimmistä vastaavista tuotteista. Tuotteet eivät aina ole ominaisuuksiltaan vastaavanlaisia, muun muassa pinnan paksuuksissa voi olla eroja. Tarkat tilaukset tehdään lattiasuunnitelmien pohjalta.

Parketti ja laminaatti voidaan hankkia toimittajalta joko asennettuna tai pelkkänä materiaalina, jolloin asennuksen tekee erillinen asennusurakoitsija. Urakan voi myös ottaa suoraan asennusurakoitsijalta, joka saa käyttöönsä pääurakoitsijan/rakennuttajan neuvottelemat materiaalihinnat.



Kuva 10. Lattiatoimituksen prosessi

Lattiamateriaaleja jaotellaan ja luokitellaan niiden ominaisuuksien mukaan, joita ovat mm. puun laatu; pintamateriaalin laatu; ulkonäkö: oksainen, mattapintainen, puhdaslinjainen, rosoinen, rustiikki; väri; lakattu vai öljytty; käyttöluokka; iskunkestävyys; kulutustaso; lautojen leveys ja pituus; kovuus; uudelleenhiomismahdollisuus; kuvion 1-, 2- tai 3-sauvaisuus; ja pintakäsittely: harjaus, kohokuviointi, sahausjäljet.

Toimittaja ja pääurakoitsija sopivat milloin mitkäkin toimituserät toimitetaan työmaalle ja toimittaja pakkaa toimituserät valmiiksi. Kuljetusliike toimittaa toimituserät pääurakoitsijalle ja

ne välivarastoidaan työmaalle asennuskohteen lähistölle. Asennusurakoitsija asentaa lopuksi lattiat paikoilleen.

Lattiatoimituksessa voi sattua virheitä. Urakoitsija on voinut tilata väärän määrän tai vääriä materiaaleja työmaalle tai toimittaja on voinut lähettää vääriä tai virheellisiä materiaaleja. Virheiden lisäksi asiakas voi haluta muutoksia arkkitehdin laatimiin suunnitelmiin. Mitä aikaisemmin muutokset tehdään, sitä helpompi ne on toteuttaa.

Tunnisteita hyödyntävä prosessi

Lattiatoimituksen prosessia tarkastellessa selvisi, että useimmissa parketeissa ja laminaateissa on olemassa tuotepakkausten GTIN tunnisteet. Nämä ovat tyypillisesti tuotteita, joita myydään myös rautakauppojen kautta. GTIN koodien käyttöönotto rakennusprojektin toimitusketjun kommunikaatiossa olisi siis melko yksinkertaista. Tällä hetkellä sähköposteissa ja puheluissa käytetään pitkälti tuotenimiä.

GTIN tunnisteen lisäksi GMN tunniste voisi olla hyödyllinen siinä vaiheessa, kun suunnitelmatiedoista kommunikoidaan valmistajan tai toimittajan suuntaan. Mikäli valmistajalla on yksi GMN koodi saman käyttöluokan tuotteille, voisi tämä koodi olla kommunikaation ytimessä siihen asti, kunnes asiakas valitsee omaan huoneistoonsa tai tilaan lopullisen lattiatuotteen. Tässä vaiheessa siirrytään kommunikoimaan GTIN tuotteilla.

Lattiatoimituksissa on usein erittäin keskeistä toimittaa kukin toimituserä suoraan oikeaan asennuskohteeseen, joka voi käsittää esim. tietyn asunnon tai tilan. Tästä syystä työmaan on suunniteltava ja kotiin kutsuttava toimitukset asennuspaikkakohtaisesti. Tällöin toimittajan antama SSCC koodi toimituserälle voidaan suoraan linkata työmaan päässä haluttuun asennussijaintiin. Mikäli logistiikkaa halutaan ohjata vielä paremmin, voidaan toimitukseen lisätä kolliosoitelappu, josta ilmenee ihmisen luettavassa muodossa työmaan varastointi- tai asennuspaikka.

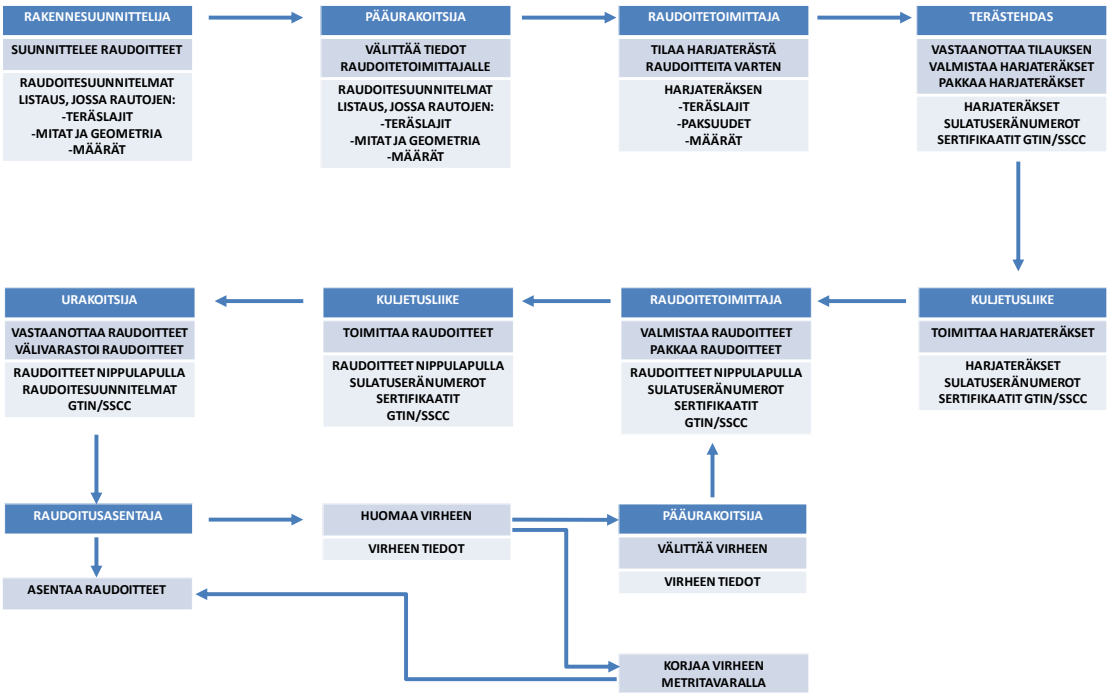
3.2.4 Betoniraudoite

Lähtötilanne

Raudoitteet ovat betonirakenteeseen asennettavia lisävahvistuksia, jotka parantavat betonirakenteen lujuutta. Raudoitteita voidaan tilata työmaalle vakiotuotteina standardimittaisina harjaterästankoina tai esivalmistettuina, eli valmiiksi katkottuna ja taivutettuna ja mahdollisesti vielä hitsattuna valmiiksi komponentiksi. Raudoite voi siis olla vakiotuote, jota valmistetaan varastoon tai tilauksesta, tai asennuskohdekohtainen esivalmiste, jonka mitoitus ja spesifikaatio tulee yksiselitteisesti suunnitteluprosessista.

Raudoitetoimituksen prosessi on esitetty kuvassa 11. Prosessi lähtee liikkeelle raudoitesuunnitelmista, jotka rakennesuunnittelija tekee. Raudoitesuunnitelmissa näytetään, millaiset raudat rakenteeseen tulee. Niistä selviää raudoitteiden terästyyppi, paksuus, geometria, toistuvuudet

yms. Suunnitelmissa voi myös olla listaus raudoitteista, mutta aina näin ei ole. Listauksen puuttuessa se teetetään jollain toisella osapuolella. Yleensä raudoitteet toimittavalla tehtaalla on insinöörit, jotka laativat listaukset, mikäli rakennesuunnittelija ei ole niitä tehnyt.



Kuva 11. Raudoitetoimituksen prosessi

Raudoitetoimittaja, jolta raudoitteet ostetaan, valitaan yleensä tarjouspyynnöllä ja sen jälkeen sopimus neuvotellaan tarkemmin. Kauppa voidaan tehdä niin sanotulla spottihinnalla tai pidempiaikaisella vakiohintaisella sopimuksella. Yleensä kovin pitkiä vakiohintaisia sopimuksia ei tehdä, koska teräksen hinta vaihtelee jonkin verran.

Hankintavaiheessa terästoimittajalle annetaan aluksi yleensä toimitettavien terästen suurpiirteiset määrät tonneina eri teräspaksuuksille. Taivutukset ja katkaisut tarkennetaan yleensä myöhemmin ja tarkat tiedot annetaan viimeistään, kun terästen toimitus työmaalle on ajankohtainen.

Edellä kuvatussa tilanteessa terästoimittaja toimittaa raudoitteet valmiiksi katkottuna ja taivutettuna työmaalle. Tämä on yleinen tapa, mutta muitakin vaihtoehtoja on olemassa. Joskus raudoitteita asentava alaurakoitsija katkoo ja taivuttaa pääurakoitsijan tilaamista vakiomittaisista harjaterästangoista raudoitteet terästoimittajan sijaan. On myös mahdollista, että asentavalta alaurakoitsijalta ostetaan raudoitteet. Tällöin raudoitteiden hankinta ja toimitusketjun hallinta jää asentavan alaurakoitsijan hoidettavaksi. Pääurakoitsija kuitenkin urakkaneuvottelussa varmistaa mistä raudoitteet ostetaan. Raudoitteiden esivalmistaminen raudoitetoimittajalla on yleensä työmaalla pyrkimyksenä, koska tämä toimintatapa säästää aikaa. Kääntöpuolena on, että esivalmistetut raudoitteet vievät kuljetuksessa enemmän tilaa.

Raudoitetoimittajalla on suhde terästehtaaseen, joka ostaa raakaterästä isoja tonnimääriä ja tekee siitä harjaterästä. Raudoitetoimittaja ostaa terästehtaalta harjaterästä ja valmistaa siitä koneilla ja manuaalisilla prosesseilla raudoitteita. Raudoitteet sitten toimitetaan nippuina työmaalle, jossa tarkastetaan, että ne ovat listauksen mukaiset. Käytännössä tarkastamista ei pystytä suurissa määrissä toteuttamaan 100 %:sti ja mahdollinen puute tai virhe havaitaan usein vasta, kun raudoitteita aletaan asentamaan. Puutteiden ja virheiden varalta on siten hyvä olla vakiomittaisia harjaterästankoja varastossa, joista voidaan tarpeen vaatiessa työstää puuttuvat raudoitteet lisätyönä. Puutteiden lisäksi raudoitussuunnitelmat voivat joissain tapauksessa muuttua vielä siinäkin vaiheessa, kun raudoitteet on jo toimitettu työmaalle. Suunnittelijat eivät välttämättä myöskään aina osaa suunnitella rautoja asentavan raudoittajan näkökulmasta, ja raudoitteita joudutaan muokkaamaan tai tekemään uusiksi paikan päällä.

Raudoitteet toimitetaan nippuina, joissa on nippulaput, jotka erittelevät sijainnin rakennuksessa suunnitelman mukaan, rautatyypin, halkaisijan, koon, muodon, tyyppihyväksynnän ja sertifikaatit. Jos sijainteja ei ole eritelty selkeästi, saattaa selvittäminen yksittäisten rautojen kohdalla olla hankalaa. Käytännössä selvittäminen tapahtuu mitan ja raudoitussuunnitelmien avulla ja aiheuttaa turhaa työtä. Joskus nippuja erotellaan värikoodeittain. Parhaimmassa tapauksessa niput ovat järjestelty asennusjärjestyksen mukaan siten, että ensin asennettavat raudoitteet ovat nipussa päällimmäisenä. Järjestyksellä on iso merkitys työn tehokkuuteen, koska oikeassa järjestyksessä olevan nipun raudoitteita ei tarvitse siirtää useaan kertaan.

Raudoitteita toimitettaessa 24 tonnia on yleensä maksimikuorma, mutta Suomen sisäisissä toimituksissa maksimikuormat ovat hieman isompia. Yleensä toimitukset halutaan optimoida toimittamalla maksimikuormia, jolloin myös hiilijalanjälki pysyy pienempänä. Kääntöpuolena on isomman varastointialueen tarve työmaalla. Täsmätoimitukset ovat tiedonhallinnan kannalta haastavampia toteuttaa, mutta voisivat palvella paremmin työmaata. Terästehtaalta ja raudoitetoimittajalta tulee sulatuseränumerot ja sertifikaatit koskien teräs- ja raudoite-eriä ja nämä tulee toimittaa myös urakoitsijalle.

Reklamointi urakoitsijan ja raudoitetoimittajan välillä hoidetaan yleensä puhelimitse tai sähköpostilla. Jos toimituksissa on toistuvaa puutetta tai myöhästymistä, reklamaatio tehdään viralliseen muotoon sähköpostilla.

Tunnisteita hyödyntävä prosessi

GTIN-koodit soveltuvat hyvin suorien standardimittaisten harjaterästankojen erittelyyn, mutta yksilöllisten taivutettujen raudoitteiden tapauksessa erillinen GTIN voi luoda enemmän vaivaa kuin hyötyä. GTIN-koodi itsessään ei numerosarjana kerro loogisesti valmistettujen raudoitteiden geometriaa, toisin kuin nyt käytössä olevat tunnukset. Siksi ehdotus on, että esivalmistettujen raudoitteiden yhteydessä käytetään niiden materiaalina olevan vakiotuotteen GTIN koodia ja lisämääreenä raudoitteen koosta ja taivutuksesta kertovia tietoja, jotka ilmoitetaan raudoitenipun tietojen avulla.

Jotta samalla GTIN koodilla toimitettavat erilaiset esivalmistetut raudat voidaan erottaa toisistaan, tulee kullekin raudoitenipulle käyttää SSCC koodia. Tällöin SSCC koodi olisi se, joka yhdistää raudoitteen sen asennussijaintiin ja suunnitelmiin. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työmaan tulee ohjata niputusta siten, että nippujen koodit auttavat työmaan päässä tunnistamaan oikeat raudoitteet ja siirtämään ne asennuskohteelle. Nippuja ei voi siis antaa pelkästään toimittajan suunniteltavaksi.

Automatisoinnilla olisi paljon potentiaalia toimituksen tehostamisessa. Suunnittelussa malliin voitaisiin esimerkiksi lisätä linkit rakenteisiin, joiden kautta rakennetta klikkaamalla voitaisiin saada auki siihen kuuluvat raudoitteet. Näin ollen malli voitaisiin lähettää suoraan raudoitetoimittajalle, joka pystyisi helposti selvittämään rakenteiden raudoitteet. Nipuissa saattaa olla jo QR-koodeja, mutta ne voitaisiin kohdistaa suoraan rakenteeseen. Tällöin koodin lukemalla saisi heti selville mihin asennukseen (assembly) raudoitenippu on menossa. Terästen alkulähde on ajoittain myös työlästä selvittää. Päästöihin ja ympäristövaatimuksiin olisi helpompi vaikuttaa, jos tieto alkulähteestä olisi helposti saatavilla.

Lean-tuotannon mukaiset pienemmät täsmätoimitukset olisivat työmaan kannalta helpompi käsitellä. Näin vältyttäisiin esimerkiksi rautojen etsimiseltä lumen alta paikoista mihin ne ovat välivarastoitu odottamaan asennusta. Tämä toisaalta loisi hukkaa ja kustannuksia kuljetuksissa, koska täysiä kuormia ei voitaisi hyödyntää tehokkaasti. Tässä tulisi punnita täsmätoimituksista syntyvää tehokkuutta työmaalla hukattuun tehokkuuteen kuljetuksissa ja pohtia onko hyöty haittaa suurempi. Yksi ratkaisu olisi yhdistää eri työmaiden toimituksia samaan kuljetukseen.

3.2.5 Sähkökeskus

Lähtötilanne

Sähkökeskus on talotekninen kokonaisuus, jonka kautta rakennuksen sähköverkko liitetään valtakunnan sähköverkkoon. Sähkökeskukset ovat pääosin projektikohtaisia ETO-tuotteita, jotka suunnitellaan yksilöllisesti kohteeseen. Niissä on myös CTO-tuotteiden piirteitä, koska yksilölliset keskukset koostetaan vakiokomponenteista. Tavallisista CTO-tuotteista poiketen sähkökeskukset vaativat kuitenkin perusteellisemman suunnittelutyön.

Vaikka sähkökeskukset koostetaan vakiokomponenteista, kokonaisuutena ne ovat keskenään hyvin erilaisia. Erilaisten keskusten painot voivat vaihdella 2–2000 kg välillä. Koosta ja kohteesta riippuen sähkökeskukset toimitetaan kokonaisina tai useana kappaleena, jotka kasataan työmaalla kokonaisiksi. Sähkökeskukset koostuvat modulaarisista kehikoista ja vakiokomponenteista ja usein niihin tehdään myös metallitöitä. Keskusvalmistajat kokoavat keskukset, mutta välillä isojen osissa toimitettavien keskusten tapauksessa sähköurakoitsija saattaa tehdä pieniä kokoonpanotoimia. Sähköurakoitsija kytkee keskukset toisiinsa.

Sähköpääkeskuksen elinkaari lähtee liikkeelle siitä, kun sähkösuunnittelija laatii pääkaavion, jonka avulla kilpailutetaan keskusvalmistaja (Kuva 12). Pääkaavio on luettelo, joka kertoo mitä sulakkeiden takana on. Kilpailutuksen voittanut keskusvalmistaja numeroi pääkaavion eli laittaa ryhmiin numerot. Numeroitu pääkaavio toimitetaan työsuunnittelijalle, joka voi olla sähköurakoitsijalta, -suunnittelijalta tai erillinen osapuoli. Työsuunnittelija täydentää suunnittelijan laatimaa piirikaaviota. Piirikaavion avulla keskus on mahdollista kytkeä.

Seuraavaksi keskusvalmistaja laatii kokoonpanopiirustuksen, jossa näkyy keskuksen mitat ja ulkomuoto. Kokoonpanopiirustus hyväksytetään sähkösuunnittelijalla, tilaajan valvojalla ja sähköurakoitsijalla. Samalla keskusvalmistaja tekee komponenttiluettelon keskuksessa käytettävistä komponenteista, joka hyväksytetään asiakkaalla. Sähkösuunnittelija lisää piirikaavioon hyväksytystä komponenttiluettelosta komponenttien tunnukset ja täydennetty piirikaavio toimitetaan keskusvalmistajalle.

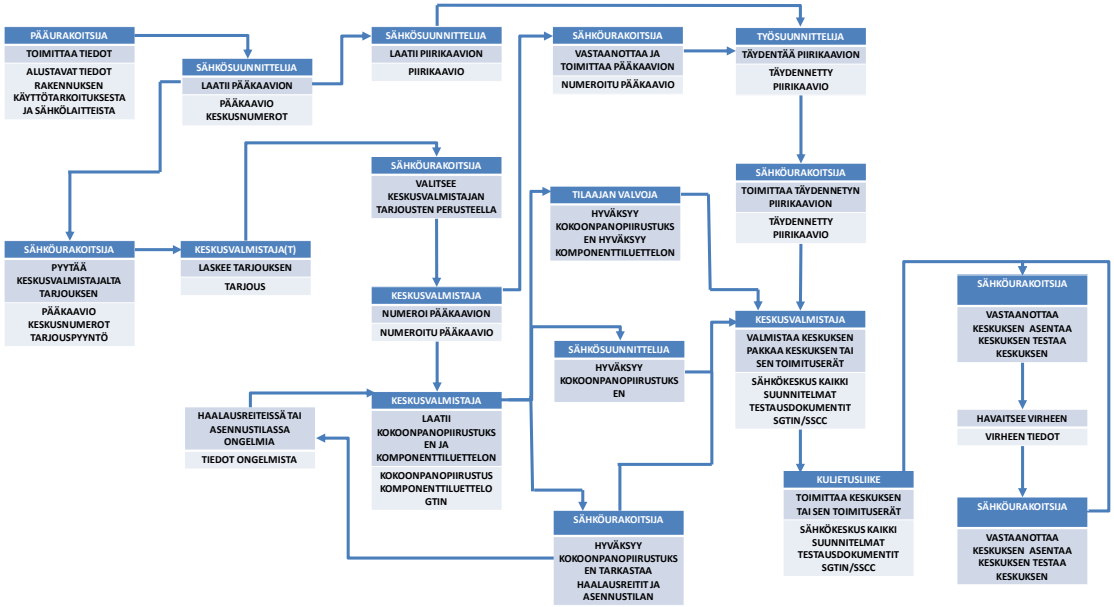
Tässä vaiheessa kaikki tiedot keskuksen valmistamista varten on tehty. Ennen valmistuksen aloittamista tarkistetaan paikan päällä miten keskus tulee mahtumaan sille varattuun tilaan ja suunnitellaan miten ja mistä se haalataan paikalleen. Kun nämä on selvitetty, sähköurakoitsija antaa keskusvalmistajalle luvan aloittaa keskuksen valmistus.

Teetettävän sähköpääkeskuksen valmistus kestää arviolta kahdesta neljään kuukauteen, joten lupa valmistuksen aloittamiseen tulisi antaa tarpeeksi ajoissa, jotta keskus ehtii valmistua kaavailtuun ajankohtaan, mutta myös tarpeeksi myöhään, jotta hankkeeseen tulevat muutokset ja tarkennukset olisivat jo tiedossa. Muutosten hallinta on usein haasteellista ja vaatii monesti sitä, että keskusvalmistaja tulee työmaalle tekemään tarvittavat muutokset. Optimointi edellä mainittujen asioiden kanssa on tärkeää ja vaikuttaa kustannuksiin sekä mahdollisesti projektin aikatauluun.

Sähkökeskukset toimitetaan työmaalle yleensä ryhmissä, esimerkiksi porras tai kerros kerrallaan ja yksittäistoimituksia pyritään välttämään. Sähköurakoitsija vastaanottaa toimitukset ja hoitaa niiden haalaukset asennuspaikalle tai asennuspaikan läheisyyteen. Joskus keskuksia myös välivarastoidaan ja siirretään sen jälkeen lopullisiin paikkoihin. Välivarastoidessa on tärkeää merkata tarkasti keskusten lopullinen sijainti, jotta haalaajat osaavat viedä keskukset oikeille paikoilleen. Keskuksissa on kuvat mukana ja ne toimitetaan myös sähköisesti. Keskukset voisivat olla varustettuina tunnisteilla, jotka koneluettuna antaisivat kaikki oleelliset tiedot mitä keskuksiin liittyy.

Informointi valmistustilanteesta on sähkökeskusvalmistajan puolelta usein puutteellista ja prosessin hallinta vie sähköurakoitsijalta resursseja. Yleensä valmistustilannetta joudutaan varmistamaan puhelimitse ja sähköpostitse ja muutosten kommunikointi vaatii monia eri tahoja. Tähän ongelmaan ehdotettiin tunnistetta, jonka avulla olisi mahdollista saada selville sähkökeskuksen suunnittelu-, valmistus- ja toimitustilanne.

Keskusten komponenttien valmistuserätieto puuttuu muilta osapuolilta kuin keskusvalmistajalta. Takaisinkutsutilanteessa tämä aiheuttaa selvitystyötä ja siksi olisikin optimaalista, että valmistuserätieto olisi kaikkien saatavilla helposti.



Kuva 12. Sähkökeskuksen prosessi

Tunnisteita hyödyntävä prosessi

Sähkökeskusten osalta päädyttiin ehdotukseen, jossa GTIN koodeja hyödynnetään kahdella tasolla. Ensinnäkin kullekin yksilölliselle sähkökeskukselle tulisi luoda oma GTIN tunnisteensa ja tämän valmistaja luo keskuksen kokoonpanon yhteydessä. Mikäli keskus on vakiotuote (esim. verkkokaupoissa myytävät pienet keskukset), voi sen eri yksilöille käyttää samaa tunnistetta. Keskuksen GTIN tunniste täydentäisi nykyistä hankkeessa käytettävää juoksevaa keskusnumeroa, jota edelleen voidaan käyttää suunnitteluvaiheessa.

Toisekseen GTIN koodeja tulee käyttää myös komponenttitasolla. Tällä hetkellä useimmat sähkökeskuksen komponentit ovat ns. vakiotuotteita, joissa on olemassa niiden valmistajien GTIN koodit. Komponenttien huollon ja muutosten kannalta tieto tunnisteista tulisi olla myös projektin osapuolten ja tilaajan tiedossa.

SSCC koodia tulee käyttää toimitusyksikköjen hallinnassa. Yksi lava tai kolli voi pitää sisällään yhden tai useamman sähkökeskuksen, tai erittäin isojen keskusten osalta osan yhdestä keskuksesta. Oleellista on, että toimittajan ja työmaan välillä välittyy tieto kunkin SSCC:n sisältämistä keskuksista ja niiden komponenteista GTIN tunnisteineen.

Sähkökeskuksista löytyy usein niiden suunnitelma paperimuodossa. Jatkossa tähän voitaisiin lisätä yksikön ja komponenttien GTIN numerokoodit ja varustaa keskus esim. QR-koodilla, jonka kautta päästään keskuksen suunnitelmiin ja listaukseen sen komponenteista.

3.2.6 Hienotasoite

Lähtötilanne

Hienotasoite on etenkin betonilattioiden viimeistelytasoite, jonka tyypillinen käyttötarkoitus on ontelolaattojen oikaisu. Sitä levitetään ohut kerros joko pumppaamalla tai käsin kaatamalla ontelolaatan tai muun betonilattian päälle. Se on vesiohenteista ja se valmistetaan säkkitavarasta sekoittamalla työmaalla. Hienotasoitteen ajatuksena on saada betonipinnasta niin tasaista, että lattiapinnoite voidaan kiinnittää suoraan siihen. Hienotasoitteen päälle voidaan asentaa tai liimata melkein mitä vain, muun muassa keraamista laattaa, lattiamattoa tai muuta vastaavaa pintamateriaalia.

Hienotasoite on vakiotuotetyyppiin kuuluva tuote, jota valmistetaan varastoon ennusteiden pohjalta. Hienotasoitteen kysyntä on luonteeltaan melko ennustettavaa ja siten sen tuottaminen varastoon ei ole kovin vaikeaa. Yksi tuotantolaitos voi toimittaa samaa hienotasoitetta usealla eri markkinalle kuten esimerkiksi kaikkiin Pohjoismaihin.

Työmaalla lattioihin erikoistunut alaurakoitsija tyypillisesti hankkii hienotasoitteen rautakaupasta. Menekki arvioidaan silmämääräisesti, kun ontelolaatat on asennettu, koska ontelolaattojen suoruutta ei yleensä tiedetä etukäteen. Hienotasoitteen saatavuus on yleensä hyvä hyvinkin lyhyellä toimitusajalla, eikä siinä siksi ole painetta tilata täsmälleen oikeaa määrää ensimmäisellä kerralla. Tuotteella on myös parasta ennen -päivämäärä, jonka vuoksi sitä ei ole tarkoituksenmukaista varastoida isoja määriä työmaalla tai muuallakaan.

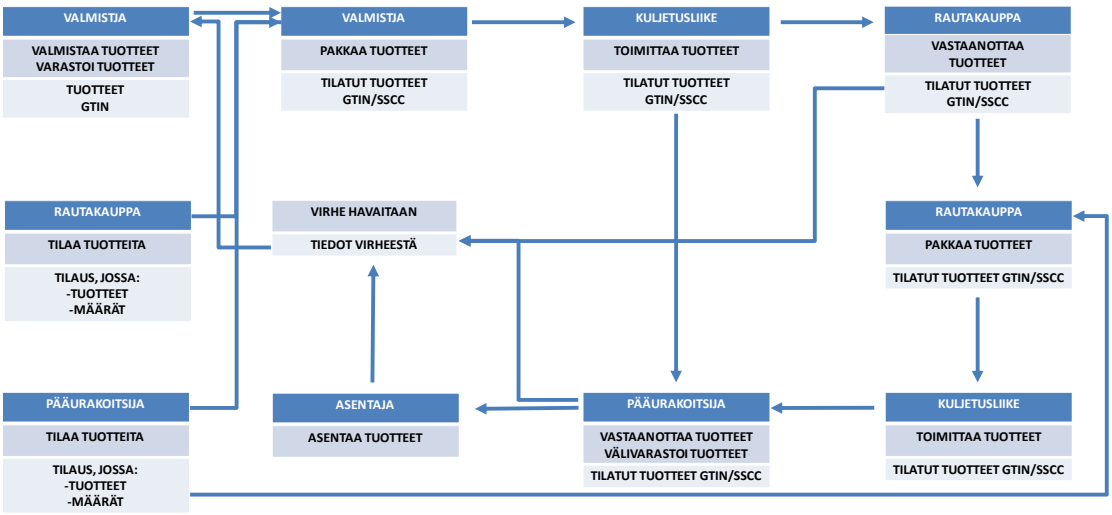
Rautakauppaan myydyissä hienotasoitesäkeissä on yleensä pakko olla GTIN-koodi, koska rautakaupan kassa ja varastonhallinta vaativat yhtenäisen koodin käyttöä. Käytännössä kuitenkin muissakin kuin rautakauppaan myydyissä tuotteissa löytyy GTIN-koodi, koska tuotteet tulevat samalta valmistajan tuotantolinjalta. Työmaan kanssa kommunikoidessa GTIN-koodia hyödynnetään kuitenkin vähemmän kuin mihin sen potentiaali riittäisi.

Rautakaupat ovat hienotasoitteen suurin välittäjä työmaalle. Esim. noin 90 % Weberin hienotasoite 3100:sta myydään rautakauppoihin. Rautakaupat tilaavat hienotasoitetta valmistajalta EDI-sanomalla, joka on osittain automatisoitu tilaustapa. Järjestelmästä pystyy lähettää sanoman, missä on riveittäin tuotteet ja lukumäärät. EDI-sanoma on vanha tilaustapa, eikä uusia EDI-yhteyksiä enää rakenneta. Sen tilalle on yleistymässä verkkokaupparatkaisuja tai muita vastaavia tilaustapoja. Saint-Gobainilla on olemassa rajattu verkkokauppa sopimusasiakkaille, josta jotkut urakoitsijat tilaavat tuotteita suoraan. Urakoitsijat voivat myös tilata tuotteita puhelinsoitolla. Kuluttajille valmistajat eivät kuitenkaan myy suoraan tuotteitaan.

Rautakaupat yleensä tilaa valmistajalta täysiä kuormia optimoidakseen logistiikkaa. Lisäksi valmistajat käyttävät logistiikkahubeja, jotka palvelevat pienempiä asiakkaita. Kuljetuksiin valmistajat käyttävät kausisopimuskuljetusliikkeitä ja tilausten seurantaan on valjastettu sovellus. Sovelluksesta näkee myös, jos tilauksessa on jotain mitä ei pystytä toimittamaan. Asiakkaalle lähetetään tekstiviestillä linkki, jonka kautta voi seurata tilausta. Kuljetusliike kuittaa kuljetukset fyysisesti paikan päällä, mutta tieto saadaan myös sähköisesti talteen.

Asiakkaille tulee tilauksista tilausvahvistus sähköpostiin. Yksi tilaus saattaa sisältää useita toimituksia. Hienotasoite toimitetaan yleensä omana lavanaan ilman muita tuotteita. Työmaalla haasteena voi olla, että kuljetuksia ei ole optimoitu, tuotetta tilataan useaan kertaan ja käyttämättömistä tuotteista ei ole varastokirjanpitoa ja siksi niitä ei pystytä tehokkaasti jatkohyödyntämään työmaan sisällä tai muilla työmailla.

Reklamaatiot hienotasoitteesta tulee yleensä loppukäyttäjältä, joka käyttää tuotetta. Ammattilaiset osaavat yleensä ohjata reklamaation suoraan valmistajalle välikätenä olevan rautakaupan sijaan. Puhelinsoitto on yleisin kommunikointitapa reklamaatiotilanteessa. Tuotteessa saattaa olla virhe, mutta työmaalla saattaa myös olla paine reklamoida asennusvirhe tuotevirheenä. Asennusvirheiden välttämiseksi valmistajilla on puhelintuoteneuvonta, jossa kuluttajia ohjeistetaan ja neuvotaan käyttämään tuotteita oikein.



Kuva 13. Hienotasoitteen toimituksen prosessi

Tunnisteita hyödyntävä prosessi

Hienotasoitepakkauksista löytyy jo yleensä GTIN tunniste. Hienotasoitteen valmistajan tuotehallintajärjestelmässä GTIN-koodi kuuluu yleensä tasolle *nimike*. Nimike on tuote, jolla on tietty väri, muut ominaisuudet ja pakkauskoko. Tuotetiedot ovat järjestelmässä ylemmällä tuotehierarkialla, koska samat tiedot pätevät monelle eri yleistuotteen variaatioille, eli nimikkeille. Mikäli GS1-järjestelmää haluttaisiin hyödyntää laajemmin tuotetietojärjestelmässä, tulisi

hienotasoitteelle määritellä GTIN:iä ylemmälle hierarkialle oma GS1-koodi. Tähän soveltuisi GMN-koodi.

Olemassa oleva hienotasoitteiden GTIN tunniste tulisi saada paremmin rakennushankkeen tilaus-toimitusprosessin käyttöön nykyisin kommunikoinnissa enemmän käytettävän tuotenimen sijaan. GTIN tunnisteen avulla tuotteen ja toimituksen fyysinen prosessi voitaisiin rekisteröidä konelukuteknologialla. Myös SSCC tunnisteet tulisi ottaa työmaan kommunikoinnissa käyttöön. SSCC:n avulla voitaisiin myös ylläpitää työmaan varastopaikkoja ja jos menekkitietoa luettaisiin tasoitesäkkien GTIN koodeilla, voitaisiin ylläpitää työmaan varastosaldoa.

Työpajoissa keskusteltiin myös mahdollisuudesta saada hienotasoitteen parasta ennen-päivä pakkaukseen koneluettavaan muotoon. Koska koodin lisääminen täytettyyn pakkaukseen voi olla teknisesti hankalaa, olisi tehokkaampi tapa lisätä koneluettavat juoksevat numerot pakkauksiin niiden valmistuksen yhteydessä ja linkittää tämä numero parasta ennen päiväykseen pakkauksen yhteydessä.

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Kuuden esimerkkituotteet tarkastelu osoitti, että nykyisissä toimitusketjuissa on paljon kehitettävää. Tieto toimitusketjun eri osapuolten välillä kulkee pääosin manuaalisia viestintävälineitä, kuten sähköpostia ja puhelinta käyttämällä. Toimitusten ja niiden tietojen hallinta vie paljon aikaa sekä ostajalta että myyjältä, ja tieto rakennusprojektin tuotteista ja toimituksista ei rekisteröidy reaaliajassa mihinkään yhteiseen järjestelmään. Projektien näkökulmasta toimitusten hallinnan vastuu on jakautunut usealle ihmiselle eri organisaatioissa.

Toimituksia ei myöskään usein suunnitella järjestelmällisesti, jolloin toimitusten suorituskykyä esim. toimitusajan tai tuotepuutteiden osalta ei voida täsmällisesti mitata. Työmaalla ei ole olemassa yhtenäistä tilannekuvaa kotiinkutsutuista toimituksista, vaan ne ovat hajaantuneet eri urakoitsijoiden vastuuhenkilöiden muistinvaraiseen tietoon ja omiin kirjanpitoihin. Materiaalit pyritään tarkastamaan vastaanoton yhteydessä, mutta koska täsmällinen tieto tilatuista tuotteista usein puuttuu, ilmenee tuotepuutteita paljon vasta asennusta tehdessä, mistä seuraa merkittävää hukkaa koko hankkeelle. Varsinainen tieto tuotteista koostetaan usein vasta hankkeen lopussa ja se vie paljon aikaa päätoteuttajan toimihenkilöiltä.

4.1 Miten tunnisteita tulisi hyödyntää eri tuotetyypeissä?

Tutkimus osoitti, että GS1:n tunnistestandardien laajamittaisempi ja systemaattinen käyttö toisi merkittäviä hyötyjä rakentamisen toimitusketjun hallintaan ja koko rakennusprosessin läpinäkyvyyteen ja tehokkuuteen. Kaikki osapuolet hyötyisivät sen käyttöönotosta jo pelkästään siksi, että kaikkien osapuolten tilannekuva toimituksista ja vikatilanteista paranisi.

Tutkimuksen perusteella rakentamisen kannalta keskeisimpiä GS1:n tunnisteista ovat a) tuotteen yksilöivä GTIN-koodi ja b) logistisen toimitusyksikön yksilöivä SSCC-koodi. Rakentamisen toimitusketjun digitaalinen ja reaaliaikainen johtaminen kannattaisi ensisijaisesti rakentaa näitä kahta standardia hyödyntäväksi.

Perustelut näiden kahden standardin ensisijaiselle hyödyntämiselle ovat seuraavat:

1. **Kaikkia rakentamisen toimitusketjuja yhdistää tarve hallita tietoa tuotteesta ja sen toimituksesta.**

   Riippumatta tuotteesta, kaikissa tarkastelluissa toimitusketjuissa korostui tarve tunnistaa tuotteen kauppanimike tai projektikohtainen tuotevariaatio. Lisäksi kaikkiin tuotteisiin ja materiaaleihin liittyy tilaus-toimitusprosessi, jonka fyysisenä ilmentymänä on toimitusyksikkö, kuten lava, kolli tai muu kuormankantaja, jonka prosessin seuranta, tarkastus ja rekisteröinti on tärkeää.

2. **Tuotteen GTIN-koodi ja toimitusyksikön SSCC-koodi on jo käytössä rakennushanketta edeltävässä toimitusketjussa.**

GTIN ja SSCC koodin käyttöönotossa ei ole kyse standardoinnista vaan jo olemassa olevien ja käytettyjen standardien käyttöönoton laajentamisesta. Kauppa ja globaalit tuotevalmistajat valtaosin antavat jo GTIN-koodit omille vakiotuotteilleen. Isot kuljetusliikkeet johtavat omia operaatioitaan jo SSCC-koodien pohjalta. Nyt näiden käyttö tulee ulottaa myös rakennushankkeeseen, sen hankintaan, logistiikkaan ja tuotetiedon hallintaan. Ensimmäinen ja helpoin askel on ottaa käyttöön toimitusten sähköinen vastaanotto.

Muita keskeisiä hyödyllisiä GS1 tunnisteita ovat SGTIN ja GMN tunnisteet. Näiden käyttötarve kuitenkin vaihtelee enemmän tuotekohtaisesti. SGTIN tunniste on oleellinen tietyissä projektituotteissa ja GMN tunniste etenkin, kun halutaan hallita vakiona pysyvää tuotetietoa laajemman tuoteperheen osalta, josta voidaan valmistaa useaa tuotevarianttia tai pakkauskokoa.

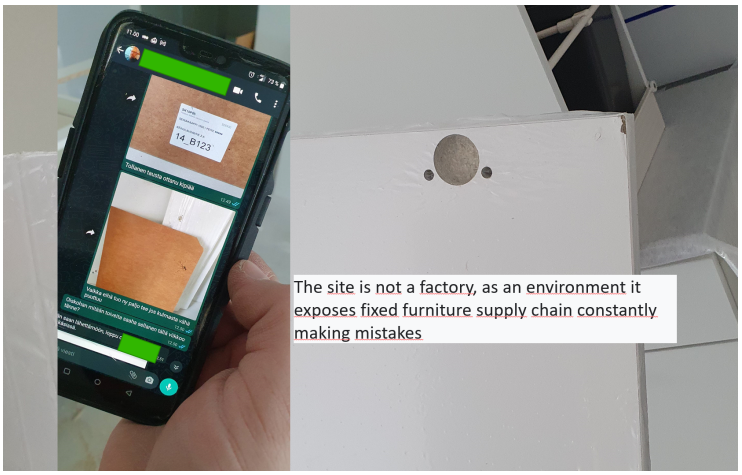
4.1.1 GTIN-tunnisteen käyttö

GTIN-tunnisteen laajamittainen käyttö olisi tutkimuksen mukaan suhteellisen helposti toteutettavissa. Vakiotuotteissa, kuten hienotasoitesäkki tai parketti ja laminaatti, nämä koodit ovat jo pakkauksissa ja käyttöä voitaisiin laajentaa alkamalla käyttää niitä esim. hankinnan ja tilausten kommunikoinnissa. GTIN-koodien käytöstä olisi paljon hyötyjä koko toimitusketjulle, aina hankinnasta rakennuksen ylläpitomalliin asti, koska sen avulla pystytään yksilöimään tuotteen artikkeli, jota on käytetty. Paradoksaalista nykytilanteessa on se, että jokaisessa projektissa joku (viimeistään alaurakoitsija) tekee käytetyistä tuotteista tilauksen artikkelitasolla, jolloin on olemassa tieto rakennuksen osaluettelosta sijainneittain. Tätä tietoa ei ole mahdollista saada talteen manuaalisen ja sirpaleisen prosessin takia, joten rakennuksen ylläpito, korjaus ja saneeraus täytyy aina aloittaa selvitystyöllä käytetyistä tuotteista ja artikkeleista. Myöskään lakisääteinen tuotehyväksyntätieto, jolla pääurakoitsija hyväksyttää mm. alaurakoitsijoiden valitsemat tuotteet ja materiaalit suunnittelijalla, ei ole riittävä rakennuksen ylläpidon näkökulmasta, koska se ei yksilöi käytettyä artikkelia.

GTIN-tunnisteiden käyttö on yksinkertaisinta pakatuissa vakiotuotteissa, mutta niiden käyttöön liittyy tiettyjä haasteita ja erityispiirteitä sekä ns. raaka-ainetuotteissa (commodity) että projektiin suunnitelluissa tuotteissa. Raaka-ainetuotteita, kuten katkottuja raudoitteita ja puutavaraa ja maa-aineksia, myydään yleensä määrinä, jotka eivät ole tuotekappaleita vaan esim. pituuksia tai kiloja. Vakiomittaisissa tuotteissa kannattaa käyttää näiden vakioituja GTIN-koodeja. Jos tuotetta sen sijaan katkotaan yksilölliseen mittaan, voisi yksilöllinen GTIN kullekin mitalle tulla kyseeseen. Tämä olisi kuitenkin melko tehotonta, etenkin kun koneluettavan tuotetunnisteen kiinnittäminen fyysiseen tuotteeseen, kuten yksittäiseen rautaan tai puuhun, on haastavaa. Siksi näissä tuotteissa kannattaisi käyttää perustuotteen (esim. tietyn mittainen rauta tai puutavara) GTIN-koodia ja lisämääreenä oleellisia pituus-, taivutus-, ja painotietoja. Nämä lisämääreet tulisi ilmaista fyysisen toimituksen kolliosoitelapussa tai ne voitaisiin ylläpitää digitaalisessa muodossa siten, että niihin ja mahdollisiin muihin suunnitelmiin on pääsy toimitusyksikön SSCC-koodin kautta.

Projektiin suunnitelluissa ja kokoonpannuissa tuotteissa esiintyy GTIN-koodin käytössä kaksi ratkaistavaa asiaa. Ensimmäinen liittyy kokoonpanotuotteisiin ja siihen mille tuotehierarkian tasolle GTIN-koodi siinä kohdistetaan. Esimerkiksi keittiö ja sähkökeskus koostuvat usein valmistajien vakiokomponenteista, joille on useassa tapauksessa jo olemassa GTIN-koodit, etenkin jos komponentteja myydään verkkokaupoissa. Tässä yhteydessä oleellinen kysymys on, tarvitaanko kokoonpantavalle kokonaisuudelle, kuten keskukselle tai keittiölle, enää omaa GTIN-koodia, vai voitaisiinko niitä hallita esim. projektin omilla tunnuksilla. Tutkimuksen aikana käydyissä keskusteluissa kuitenkin todettiin, että tällaiset työmaalle kokonaisuutena tilattavat ja toimitettavat (vaikkakin työmaalla kokoonpannut) tuotekokonaisuudet olisi hyvä varustaa omalla GTIN-koodilla, koska niihin tulee usein viitata toimitusketjun transaktioissa esimerkiksi reklamaatioihin tai tuotemuutoksiin liittyen. Tällöin on tärkeää, että tietyn projektin tiettyä keskusta tai keittiötä ei sekoiteta esimerkiksi jonkun toisen kohteen toimituksiin vaan kullakin kokoonpanotuotteella on oma globaali tunniste. Lopputuloksena on, että sekä koko tuotteeseen että sen yksittäisiin komponentteihin voidaan viitata GTIN-tunnusta käyttäen.

Tunnisteet sekä kokoonpannun lopputuotteen että sen komponenttien tasolla mahdollistaa esimerkiksi sähkö- ja televerkkojen rakentamisessa käytetyn tiedonhallintamallin, jossa kokonaisuuden, kuten keittiön, yksilöivä tunnus toimii tunnisteena, jonka avulla pystytään helposti hakemaan sovellukseen tarvittava tieto täsmennystä varten. Keittiön tapauksessa tämä olisi kyseisen keittiön kalustekuva, josta edelleen valitsemalla saa tiedot kyseisen keittiön osista, joihin voi kohdistaa esimerkiksi keittiöiden tapauksessa vika- tai puutetiedon ja tilata uuden osan vioittuneen tilalle. Alalla on jo kenttätyön ohjauksen sovelluksia, joissa tämä tiedonvälitys on toteutettu, jotka syrjäyttävät vallitsevaksi käytännöksi muodostuneet WhatsApp-sovelluksen käytön, josta on esimerkki kuvassa 14.



Kuva 14. Esimerkki työmailla yleistyneestä WhatsApp-sovelluksen käytöstä toimitusketjujen ohjauksessa (Lähde: BIM2TWIN EU-projekti/Fira Oy)

Toinen ratkaistava asia liittyy projektituotteiden variaatioiden hallintaan projektin sisällä. Jos esimerkiksi rakennukseen tulee kaksi ja useampi täysin identtistä betonielementtiä (esim.

päällekkäisiin kerroksiin), tuleeko nämä varustaa silti omilla GTIN-koodeillaan. Tässä tapauksessa järkevin tapa voisi olla varustaa täysin identtiset elementit samalla GTIN-koodilla, mutta antaa niille lisäksi SGTIN tunniste eli erottaa eri elementit juoksevalla numeroinnilla. Tämä säästää GTIN koodien määrää, mutta mahdollistaa sen, että esimerkiksi toimitusten yhteydessä tiedetään mihin kerrokseen ja täsmälliseen sijaintiin juuri kyseinen toimitettu elementti on tarkoitus asentaa. Vaihtoehtona SGTIN-koodille olisi käyttää muuttuvan tuotteen GTIN-koodia.

Projektituotteiden, kuten betonielementtien, osalta nousi myös esille yleisempi kysymys siitä, tarvitaanko niissä ollenkaan standardoituja tunnisteita vai voitaisiinko toimitusketjua hallita nykyisillä valmistajien omilla tunnistekäytännöillä. Tätä pohdintaa puolsi ajattelumalli siitä, että runkorakentamisen prosessi on osaltaan muusta rakentamisesta ja varsinkin sisävalmistusvaiheesta poikkeava ja siksi sitä vaihetta voitaisiin johtaa omilla teknologioilla ja sovelluksilla. Betonielementtivalmistajilla onkin jo omia konelukusovelluksia omille tunnuksilleen. Runkorakentamisen eriyttäminen muusta toimitusketjun johtamisesta on varmasti osin perusteltua, etenkin työmaan logistiikan kannalta. Tämä johtaisi kuitenkin siihen, että työmaalla tarvittaisiin useita toimittajakohtaisia sovelluksia ja linkityksiä näistä koodeista projektin muihin tietovarantoihin. Myöskään tuotetieto kokonaisuudessaan ei kertyisi yhdenmukaisesti vaan runkorakentamisen tiedot olisivat eri muodossa muihin tuotteisiin verrattuna. Siksi ehdotus on, että myös kaikki projektituotteet varustetaan GTIN-tunnuksella.

4.1.2 SSCC-tunnisteen käyttö

Tutkimuksen aikana vahvistui käsitys siitä, että logistisen yksikön standardimuotoisella tunnisteella (SSCC) on merkittävä hyödyntämispotentiaali rakentamisen toimitusketjuissa. Rakentamisen kehittyessä kohti päivä- ja tuntiohjattua tahtituotantoa nousee samalla vaatimukset materiaalitoimitusten yhä hienojakoisemmalle suunnittelulle ja virtaukselle. Materiaaleja tulee toimittaa pieninä eräkokoina tarkalleen määritettynä aikana ja etenkin sisävalmistusvaiheessa useaan työmaan sisäiseen toimituspisteeseen. Tämän prosessin ohjaukseen tarvitaan tapa yksilöidä, tunnistaa ja jakaa tietoa logistisista toimitusyksiköistä. Koska kuljetusala ja useat muut toimitusketjut jo käyttävät SSCC-tunnisteita lavojen ja kollien yksilöintiin, on SSCC:n käytön ulottaminen myös rakentamisen työmaatoimintoihin luontevaa.

SSCC-tunnisteen käytössä pääsääntönä tulee olla, että logistisen yksikön pakkauksen yhteydessä toimittaja luo yksikölle tunnisteen, jonka se kommunikoi vastaanottajalle toimitusvahvistuksessa. Tällöin vastaanottajalla on etukäteen tiedossa tulevan toimituksen tunniste, toimituksen sisältö GTIN-koodeina, sekä mahdollisuus linkittää tämä tunniste omissa johtamisjärjestelmissään esimerkiksi suunniteltuihin toimituksiin, niiden toimituspisteisiin ja työmaan tehtäviin.

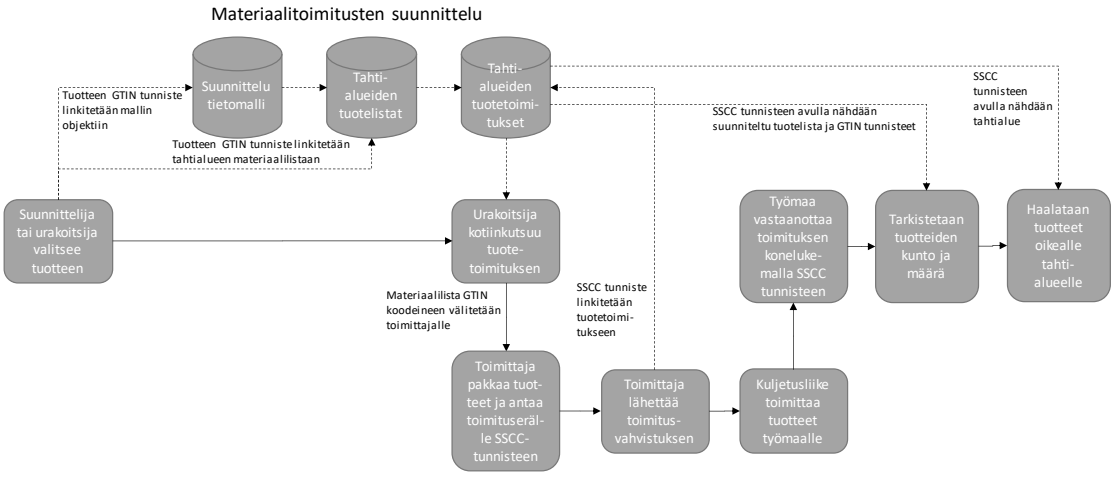
SSCC:stä on lisäarvoa myös työmaatoimituksissa, jotka koostetaan pääurakoitsijan tai projektin logistiikkatoimijan hallinnoimassa logistiikkakeskuksessa. Kaikki työmaalle tulevat toimitukset tulevat tällöin samalla tavoin koodattuna, riippumatta siitä ovatko ne käyneet logistiikkakeskuksessa vai tulleet suoraan muilta toimittajilta.

SSCC:n täysimittainen hyödyntäminen vaatii, että materiaalitoimituksia suunnitellaan nykyistä systemaattisemmin ja tarkemmin. SSCC:n suurin hyöty tulee siitä, että toimitettua materiaalia voidaan heti vastaanotossa verrata tilattuun ja vahvistettuun toimitukseen ja reklamoida puutteista ja virheistä. SSCC:n kautta tulee olla siis pääsy toimitusyksikön tarkkaan suunniteltuun ja lähetyksessä vahvistettuun tuotelistaukseen artikkelitasolla. Tahtituotannossa yksi kolli tai lava pitää usein sisällään useita erilaisia tuotteita, jolloin vastaanottotarkastuksessa tarvitaan pääsy ajantasaisiin toimitusten suunnitelmiin.

Sisävalmistusvaiheessa SSCC:n hyödyt nähtiin yksiselitteisesti merkittävinä. Sen sijaan runkorakentamisen osalta keskustelua heräsi siitä, tarvitaanko yksittäisiin kolleihin tai kuormankantajiin sidottua SSCC-koodia vai voisiko esimerkiksi elementtitoimituksia hallita pelkän GTIN-koodin ja kuormakirjan avulla. Todettiin kuitenkin, että yhtenäinen tapa käyttää SSCC-koodeja myös runkorakennusvaiheessa luo mahdollisuudet yhtenäiseen johtamisjärjestelmään, joka ei ole riippuvainen tuotetyypeistä tai rakennusvaiheesta.

Kuvassa 15 on esitetty esimerkki siitä, miten tunnisteita voidaan hyödyntää rakentamisen toimitusketjussa. Tarkasteluun on otettu vakiotuote tahtituotantohankkeessa. Jos tuotteen valitsee suunnittelija, hän linkittää valinnan yhteydessä tuotteen GTIN-tunnuksen suunnittelutietomallin objektiin. Kun pääurakoitsija määrittää tahtialueet, tahtialueeseen kuuluvien objektien tuotteiden tunnisteet ja määrätiedot siirtyvät tahtialueiden tuotelistauksiin. Mikäli tuotetta ei ole vielä valittu, on tuotelista geneerisen tuotteen tasolla. Kun urakoitsija valitsee tuotteen, täydentää hän tätä geneeristä tuotelistausta valitun kauppatuotteen GTIN-tunnisteella.

Tämän jälkeen tahtituotannossa määritellään tahtialueiden tuotetoimitukset, jotka yleensä noudattavat tahtivaunuja ja niiden tehtävissä tarvittavia tuotteita. Urakoitsija kotiinkutsuu yhden tuotetoimituksen tuotteet niiden toimittajalta. Kotiinkutsun yhteydessä tuotelista artikkelitason GTIN-koodeineen ja määrineen välitetään toimittajalle. Toimittaja (esim. valmistaja, tukku tai kauppa) pakkaa toimituserän ja antaa kullekin kollille tai lavalle lisäksi SSCC-tunnuksen, joka välitetään toimitusvahvistuksen yhteydessä urakoitsijalle. Tässä yhteydessä SSCC-tunniste voidaan linkittää urakoitsijan järjestelmissä kotiinkutsuttuun tuotetoimitukseen.



Kuva 15. Esimerkki GTIN- ja SSCC-tunnisteiden käytöstä toimitusketjussa

Toimituksen vastaanoton yhteydessä työmaalla koneluetaan kollin tai lavan SSCC tunniste ja tämän avulla vastaanotettua toimitusta voidaan verrata suunniteltuun tuotetoimitukseen. Puutteet havaitaan tässä vaiheessa. SSCC:n avulla nähdään myös mihin tahtialueeseen tuotteet tulee haalata työmaan sisällä.

4.2 Mitä ongelmia GS1-tunnisteet ratkaisevat ja mitä eivät?

GS1:n tunnistestandardit mahdollistavat monia rakentamisen toimitusketjujen johtamisen käytäntöjä, mutta eivät itsessään ole ratkaisu hukkaan ja tehottomuuteen. Tunnistestandardit, kuten tässä tutkimuksessa ensisijaisesti suositellut GTIN ja SSCC, mahdollistavat nykyistä paremman a) yksilöinnin, b) tunnistamisen ja c) tiedon välittämisen koko arvoketjussa.

Yksilöintiin liittyen, globaaleilla standardeilla varmistetaan tuotteiden ja toimitusyksiköiden yksilöinti siten, että ei voi esiintyä sekaannusta toimitusten ja niiden sisältämien tuotteiden kesken projektin sisällä, saman rakentajan projektien välillä tai jopa eri yritysten projektien välillä. Valmistajakohtaisissa ja projektikohtaisissa tunnisteissa on aina vaarana, että jonkun toisen valmistajan tai projektin tunniste on identtinen ja aiheuttaa ongelmia esim. yleiskäyttöisiä tietojärjestelmiä tai data-alustoja käytettäessä.

Tunnistamiseen liittyen, globaaleilla standardeilla mahdollistetaan, että kaikki tuotteet ja toimitukset voidaan konelukea samoilla teknologioilla ja sovelluksilla. Myös valmistajakohtaisia tunnisteita voidaan muuttaa koneluettavaan muotoon, kuten viivakoodeiksi tai QR-koodeiksi, mutta tunnistamiseen vaaditaan kuhunkin tunnistemuotoon erikseen kehitettyjä sovelluksia. Kun rakentaminen pitää sisällään satoja eri toimitusketjuja ja tuhansia tuotetoimittajia, ei mitään työmaata voida hallita näin suurella määrällä eri järjestelmiä ja sovelluksia. Samalla tavalla vähittäiskauppakin on vaatinut, että tuotteissa on yhtenäinen tunniste ja sen koneluvun mahdollistama esitysmuoto, jota voidaan lukea samalla kassapäätteellä.

Rakennusala ja rakennustuoteteollisuus on toimitusketjujen osalta niin merkittävän kokoinen liiketoiminta-alue, että se on ohjelmistoteollisuudelle tärkeä. Esteenä toimialarajojen ylittävälle ohjelmistoliiketoiminnalle on ollut rakennusalan projektiluonteisuus ja siitä seuraava matala vakioinnin taso tietosisällöissä ja prosesseissa. GS1:n hyödyntämiseen on toisilla toimialoilla kehitetty paljon ohjelmistoja sekä laitteistoja, jotka olisivat täysin hyödynnettävissä rakennusalalla. GS1:n käyttöönotto toimitusketjuissa poistaa tämän esteen ja mahdollistaa jo kehitettyjen ratkaisujen käyttöönoton rakennusalalla.

Tiedon välittämiseen liittyen, globaalilla standardilla mahdollistetaan osapuolten välinen tehokas tietojen vaihto tuotteista ja toimituksista sekä eri tietovarantojen kytkeminen toisiinsa. Esimerkiksi tuotteen ominaisuustietoja voi päästä helposti tarkastelemaan, jos GTIN-tunniste löytyy tuotetietokannasta kunkin tuotteen osalta. GTIN-tunnisteen avulla voidaan siis paitsi linkittää tietoa, myös ohjata, virtaviivaistaa ja automatisoida työnkulkuja, jotka liittyvät esim.

hankintaan, soveltuvien tuotteiden etsimiseen ja vertailuun tai asennus- ja ylläpito-ohjeiden etsimiseen. Globaali tunniste edesauttaa myös sitä, että tuotteiden pysyviä ominaisuustietoja voidaan hallita ja päivittää keskitetysti eikä esimerkiksi maakohtaisesti. Kansainvälisten ostajien ja rakentajien prosessit myös tehostuvat, kun samasta tuotteesta on käytössä yhtenäinen tunniste kaikissa toimintamaissa.

Sekä tuotetunnistamisen että tiedon välittämisen osalta kansainvälisen ja toimialariippumattoman standardin käyttöönotto mahdollistaa sen, että suomalaisessa rakentamisen toimitusketjussa voidaan ottaa nopeammin käyttöön muiden toimialojen ja kansainvälisen kehitystyön käytäntöjä ja työkaluja. Kaikkea ei tarvitse kehittää yritystasolla, toimitusketjutasolla eikä edes maatasolla vaan voidaan hyödyntää esim. muualla Pohjoismaissa tai Euroopassa kehitettyä teknologiaa.

On tärkeää myös eritellä mitä GS1 standardit eivät ratkaise ja mitä muuta kehitystyötä, teknologioita ja standardeja tulee hyödyntää, jotta toimitusketjujen digitaalinen johtaminen mahdollistuu. Keskeisiä rajoitteita ja lisätarpeita ovat mm.:

1. **Tunnisteet ei sellaisenaan automatisoi ja standardoi toimitusketjun tiedonvälitystä.**

GTIN- ja SSCC-tunnisteita voidaan aluksi käyttää osana sähköposteja ja muuta viestintää, jolloin ne saadaan manuaalisesti liitettyä osaksi hankkeen tietovarantoa. Jotta manuaalisesta työstä päästään tehokkaampaan kommunikaatioon ja automaattisesti rekisteröityvään toimitusketjun tietoon, tarvitaan lisäksi standardoidut sähköiset hankintasanomat ja ne mahdollistava infrastruktuuri. Tässä merkittävässä roolissa on tulevaisuudessa Euroopan laajuinen ja julkissektorivetoinen Peppol-standardi[5], joka standardoi tilaus-toimitusprosessin sanomia ja mahdollistaa digitaaliset sanomat ostajan ja myyjän välillä operaattorien välityksellä ilman massiivisia ERP-kytkentöjä, samalla tavoin kuin toimitaan jo sähköisen laskun osalta. Valtiokonttorin teettämien alustavien laskelmien mukaan rakentamisen arvoketjun myyjät ja ostajat voisivat säästää kymmeniä miljoonia vuodessa siirtymällä sähköiseen sanomanvälitykseen.

2. **Tunnisteet ei sellaisenaan tehosta logistiikkaa tai tuotannon virtausta, tarvitaan toimitusten suunnittelua ja johtamista standardeja hyödyntäen**

Kuten jo edellä todettiin, tunnisteiden ”työntäminen” toimitusketjuihin ei riitä, vaan niiden hyöty ulosmitataan, kun rakentamisen toimitusketjujen ja yksittäisten toimitusten suunnittelussa siirrytään nykyistä tarkempaan ja systemaattisempaan toimintamalliin. Tämä tarkoittaa mm. tarkkojen materiaalilistausten pohjalta tehtyjä työpistekohtaisia täsmätoimituksia ja

[5] PEPPOL eli Pan-European Public Procurement Online on verkosto, jonka kautta eri toimijat voivat välittää sähköisiä liiketoiminta-asiakirjoja toisilleen standardisoidulla, toimialariippumattomalla tavalla. Lisätietoa: https://www.valtiokonttori.fi/blogi/peppol-suomen-nakokulmasta/

niiden suunnittelua. Ilman näitä materiaalilistauksia ja toimitusten suunnitelmia, tunnisteet mahdollistavat kyllä nykyistä paremman toimitusten seurannan, mutta ilman kontekstitietoa siitä mikä suunniteltu toimitus on seurannan kohteena, ei voida tehdä täsmällisiä arvioita suorituskyvystä ja kohdistaa korjaavia toimenpiteitä oikein ja tehokkaasti.

3. **Tunnisteet ei edesauta digitaalisen kaksosen syntymistä, jollei tunnisteita linkata muuhun tuotteiden ja hankkeen tietoon (mm. tuotetietokanta, tietomalli, tehtäväluettelo, aikataulu)**

Tunnistestandardien käytössä ei ole kyse rakennushankkeen kaiken tiedon standardoinnista eikä edes tuotetiedon standardoinnista. Kyse on tuotteiden yksilöintiin ja tunnistamiseen liittyvistä standardeista, joiden avulla, kun samoja tunnisteita käytetään useissa eri tietojärjestelmissä ja tietokannoissa, voidaan rakennushankkeen tietoja linkata keskenään ja näin mahdollistaa erilaisten prosessien tehostuminen, parempi tilannekuva ja tehokkaampi päätöksenteko. Lopputulemana voi olla rakennuksen digitaalisen kaksosen syntyminen yhdistämällä tuotteet ja niiden prosessitieto suunnitelmiin ja muihin tietovarantoihin.

Rakennushankkeen ulkoisista tietovarannoista GTIN-tunnisteiden linkitys olemassa oleviin avoimiin tuotetietokantoihin on oleellisessa roolissa. Tämän linkityksen avulla tiettyä tuotetta hankkeessa käyttävä pääsee tehokkaasti tarkastelemaan kyseisen tuotteen kaikkia ominaisuuksia ja tietoja digitaalisessa muodossa. Linkitys luonnollisesti vaatii, että samoja tunnisteita käytetään tuotetietokannoissa ja että on kehitetty sovelluksia, joilla tunnisteet konelukemalla on pääsy helposti kyseisen tuotteen tietoihin.

Rakennushankkeen sisäisistä tietovarannoista keskeiset linkitettävät tiedot liittyvän mm. suunnittelutietomalliin, tehtäväluetteloihin ja aikatauluihin. Tietomallien osalta esim. IFC:stä löytyy jo paikka GTIN-koodille. Vastaavia linkityksiä voidaan tehdä myös esim. aikatauluohjelmistoihin. Käytännössä tulee löytää tehokas tapa kirjata tai linkittää GTIN- tai SSCC-tieto näihin muihin järjestelmiin ja kehittää tiedon käyttötapausten vaatimusten pohjalta prosessit ja työkalut niitä tukemaan.

4.3 Mitä hyötyjä, kustannuksia tai haittoja syntyy ja kenelle?

GS1 tunnisteiden käyttöönotosta syntyy monia hyötyjä toimitusketjujen osapuolille sekä myös jonkin verran kustannuksia.

Rakentajat ja tilaajat hyötyvät tunnisteista mm. tilaus- ja toimitusprosessin parantuneena läpinäkyvyytenä, etenkin kun standardimuotoisten tunnisteiden käyttö on ulotettu sähköisiin sanomiin, joista jää tieto yrityksen tietokantaan. Isona hyötynä on tunnisteiden mahdollistama parempi työmaan logistiikan hallinta. Tunnisteiden avulla logistiikkatyö voidaan entistä paremmin erottaa asennustyöstä logistiikan ammattilaisten hoidettavaksi. Tämän avulla asennustyön tuottavuus nousee, työergonomia paranee, ja logistiikan ammattilaiset voivat etukäteen puuttua toimitusketjun ongelmiin kuten puuttuviin ja vioittuneisiin tuotteisiin ilman että ongelmat pintautuvat vasta asennustyön aikana. Ilman tunnisteita logistiikkaa ei voida

tehokkaasti eriyttää asennustyöstä ja tästä aiheutuu merkittäviä tehottomuuksia prosessissa ja tuottavuushukkaa koko alalle. Tulevaisuudessa voidaan tunnisteiden pohjalta rakentaa myös kokonaan robotisoituja prosesseja esimerkiksi lavojen ja kollien siirtämiseen työmaan vastaanottopisteestä asennus- tai varastointipisteeseen.

Itse fyysisen työn ja logistiikan lisäksi tunnisteet tehostavat merkittävästi myös ns. toimistotyötä liittyen hankintoihin ja toimitusten ja tuotetietojen hallintaan. Tunnisteet mahdollistavat manuaalisen sähköposti-, puhelin- ja muun työn vähentämisen tilauksissa, reklamoinnissa ja tuotetietojen hallinnassa, joka työllistää etenkin hankkeiden lopussa. Pidemmän päälle ne mahdollistavat myös automatisoinnin esim. täydennystilauksissa varastotasojen pohjalta.

Uusia kustannuksia syntyy mm. tunnisteiden luomisesta, niillä tapahtuvasta sanomanvälityksestä ja konelukuteknologian käyttöönotosta. Tunnisteista maksavat GTIN:n osalta tuotteiden valmistajat ja SSCC:n osalta toimittajat, joita voi siis olla useampi toimitusketjussa. Varastopisteessä SSCC purkautuu, jos kolli puretaan ja sitten uutta toimitusta varten luodaan uusi tunniste. Kauttakulkukolleissa sama tunniste säilyy läpi prosessin.

Jotta koodien käyttö on mahdollista, niitä luovan yrityksen tulee ensin hankkia GS1-yritystunniste. Tämän hinta muodostuu a) kertaluontoisesta käyttöönottomaksusta, joka määräytyy tarvittavien GTIN-koodien määrän mukaan, sekä b) vuosittain maksettavasta vuosimaksusta, joka riippuu yrityksen liikevaihdosta (Kuva 16). SSCC koodin käyttöön tarvitaan myös yritystunnus, mutta jos yrityksellä ei ole omia tuotteita vaan se vain välittää niitä, on kustannus melko alhainen. Esimerkiksi yritys, jolla on 1000-9999 omaa tuotetta ja jonka liikevaihto on 10-50 miljoonaa, maksaa tunnisteista aluksi 500 € ja tämän jälkeen 510 € vuodessa.

GS1 yritystunnisteen käyttöönottomaksu	
GTIN koodien lkm	Hinta €
10	60
100	200
1000	500
100000	3000

Vuosimaksu €					
Liikevaihto / vuosi	<1M€	1-5M€	5-10M€	10-50M€	>50M€
	122	245	306	510	816

Kuva 16. GS1 tunnisteiden käytön maksut (Lähde: GS1)

Tunnisteiden hyödyntämiseen liittyvästä digitaalisesta sanomanvälityksestä maksaa tilaaja (rakennuttaja, pääurakoitsija tai alaurakoitsija) ja tuotteiden toimittaja transaktiopohjaisesti. Konelukuteknologiasta ja tunnisteiden linkityksestä hankkeen tietoihin maksaa pääurakoitsija tai muu toimija, kuten logistiikkapalveluyritys, jonka palveluita hankkeessa käytetään.

4.4 Missä ja keiden johdolla GS1-tunnisteet pitäisi ottaa käyttöön?

Tunnisteiden käyttöönotossa keskeisimmässä roolissa ovat rakennushankkeiden pääurakoitsijat ja tuotevalmistajat. Ilman tuotevalmistajien aktiivisuutta rakentamisen tuotteille ei synny

GTIN-koodeja. Valmistajien asiakkaat, kuten kauppa, pääurakoitsijat ja alaurakoitsijat, sekä lopulta rakennusalan tilaajat, voivat linjauksillaan ja päätöksillään vaikuttaa siihen, millaisia tuotteita valmistajilta hankitaan. Lopulta päätös GTIN-koodin hankkimisesta yksittäiselle tuotteelle on aina kuitenkin valmistajan.

Ilman pääurakoitsijoita käytettävien koodien hyödyt työmaalla ja projekteissa jäävät puolestaan vähäisiksi. Alaurakoitsijat, logistiikkatoimijat ja asennusporukat noudattavat työmaalla pääsääntöisesti pääurakoitsijan laatimia pelisääntöjä. Siksi pääurakoitsijan linjaus kommunikoida valituista tuotteista ja niiden toimituksista GTIN- ja SSCC-koodeja käyttämällä valuu yleensä myös näiden toimijoiden käytäntöihin.

Kaupalla ja kuljetusalalla on jo hyvä valmius toimia koodien pohjalta. Siksi näiden alojen mukanaolo tunnisteiden käytön kehittämisessä on erittäin hyödyllistä, mutta he eivät voi itse toimia rakennusalan muutoksen toimeenpanijana vaan syötteen tunnisteiden käytölle tulee tulla rakennusalan sisältä.

SSCC tunnisteen osalta myös rakentamisen logistiikkatoimijat voivat olla keskeisessä roolissa. Logistiikkatoimijat voivat kehittää osaamista ja palveluita, jotka perustuvat SSCC koodin hyödyntämiseen ja levittää tätä oppia rakennushankkeesta toiseen riippumatta niiden päätoteuttajasta. Tämän mahdollistamiseksi päätoteuttajan tulee kuitenkin tehdä päätös asennustyön ja logistiikan eriyttämisestä ja logistiikan ulkoistamisesta siihen keskittyvälle erikoistoimijalle.

Tilaajien rooli voi korostua etenkin GTIN-koodin käyttöönotossa. Tilaajilla on intressi saada pääsy rakennuksen sisältämien tuotteiden ja materiaalien tietoihin luotettavasti ja helposti. Tässä yhtenäinen GTIN-koodi, joka löytyy sekä tietomallista että pääosassa rakennuksiin asennetuista fyysisistä tuotteista, on avainasemassa. Tilaajan kannalta SSCC-koodi ei ole yhtä merkityksellinen, koska SSCC liittyy puhtaasti tuotteen toimitusprosessin, ja sen rooli vähenee, kun kohde on luovutettu.

4.5 Mistä tulisi sopia alakohtaisesti? Mitä voidaan kehittää yrityksissä?

Tutkimus osoitti, että pelkkä yrityksissä tapahtuva kehitystyö ei riitä, vaan standardien hyödyntämisessä tarvitaan myös laajempaa yhteistyötä.

Tunnistestandardien, kuten GTIN:n ja SSCC:n, yksi etu on, että kun niiden käyttötarkoituksesta ja kohteesta päästään riittävän laajasti yksimielisyyteen, itse käyttöönottoprosessi ja hyödyntäminen voi tapahtua eri tuotteiden, toimitusketjujen ja yritysverkostojen osalta pääosin itsenäisesti, ilman raskasta keskitettyä koordinointia. Jos esimerkiksi koko rakennusalalla päätetään, että GTIN-tunnistetta käytetään kaikissa tuotteissa ja SSCC-tunnistetta kaikissa toimitusyksiköissä, voi tuoteryhmäkohtaiset alaryhmät tämän jälkeen sopia miten tunnisteita käytetään juuri heidän tuoteryhmissään. Tämän jälkeen yksittäiset yritykset voivat hankkia

geneerisiä teknologioita ja ohjelmistoja, joilla näitä tunnisteita voidaan lukea, linkittää ja niiden avulla johtaa prosesseja.

Toisin sanoen, koko rakennusalaa koskevasti tulisi aluksi päättää yleinen tahtotila ja aikataulu GTIN- ja SSCC-koodien käytöstä. Koko alan kehitystä ja käyttöönoton koordinointia varten tarvitaan ohjausryhmä, jossa on riittävän laaja edustus erilaisia toimijoita mm. rakennusliikkeistä ja tuoteteollisuudesta sekä mielellään osaajia GS1:stä, tuotetieto-organisaatioista, suunnittelutoimistoista ja tilaajilta.

Ohjausryhmä voisi tämän jälkeen perustaa tuote- ja toimitusketjukohtaisia alaryhmiä. Nämä alaryhmät sopivat tuotekohtaisista yksityiskohdista GTIN-koodien synnyttämiselle ja kohdistamiselle. Alaryhmiä tarvitaan ainakin keskeisistä projektituotteista, kuten betonielementit, puutuotteet ja keittiöt sekä erikseen talotekniikan tuotteista. Rautakaupasta tai suoraan valmistajilta ostettavien vakiorakennustuotteiden osalta voitaisiin lähteä liikkeelle yhdellä ryhmällä, joka voisi keskittyä suoraan olemassa olevien koodien käyttöön tuotteissa, joissa jo käytetään GTIN-koodeja. Kaikissa ryhmissä olisi hyvä olla myös logistiikan osaamista.

Sekä GTIN- että SSCC-koodin käytön osalta kehityskulku voisi edetä siten, että ensin pyritään luomaan tuotteille GTIN-koodit ja toimituksille SSCC-tunnisteet. Tämän jälkeen niillä kommunikointi voidaan aloittaa aluksi nykyisessä manuaalisessa sähköpostiviestinnässä lisäämällä viesteihin GTIN-koodilla varustetut tuotelistaukset ja lähetysvahvistuksiin SSCC-koodit. Samat koodit tulee lisätä myös fyysisiin tuotepakkauksiin ja kolleihin sekä numerosarjana että yksinkertaisina koneluettavina tunnisteina, kuten viivakoodeina.

Toisessa vaiheessa ihmisten tulkitsemista viesteistä, listoista ja numerosarjoista voidaan siirtyä digitaalisiin prosesseihin ja konelukuteknologioiden käyttöön. Tällöin tulee tarkasteluun mm. digitaalisten standardoitujen (Peppol-standardi) tilaus-toimitussanomien käyttöönotto esimerkiksi tilaus-, tilausvahvistus-, lähetysvahvistus- ja tuotteiden vastaanottoviesteissä. Konelukusovellusten lisäksi tulee kehittää ja ottaa käyttöön myös taustajärjestelmiä, joiden avulla voidaan suunnitella ja seurata toimituksia ja kuitata työmaalla vastaanotettuja tuotteita ja siirtää niiden tietoja tilaajalle luovutettavaan aineistoon.

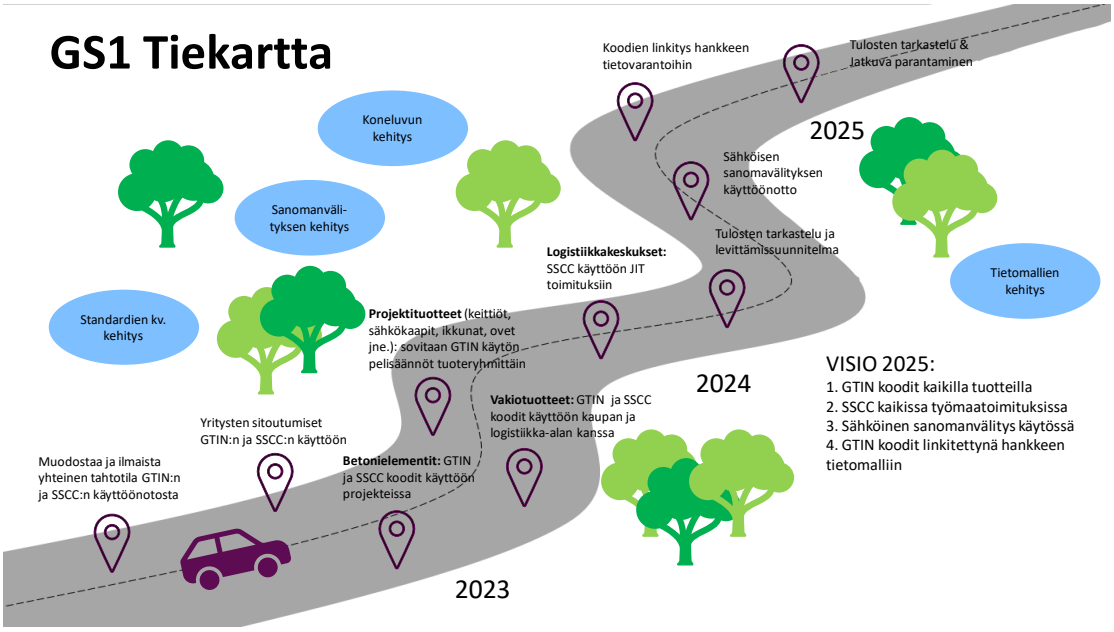
4.6 Tunnisteiden hyödyntämisen tiekartta

Edellisissä alaluvuissa käsiteltiin jo GS1 tunnisteiden käyttöönottoa ja sen keskeisiä toimijoita. Tässä alaluvussa ehdotus tunnisteiden hyödyntämisen toteuttamisesta esitetään tiekartan muodossa. Tiekartan tavoitteena on:

- **Antaa konkreettisia ehdotuksia GS1 tunnisteiden käyttöönottoprosessiin**
- **Vaiheistaa käyttöönottoa järkeviin kokonaisuuksiin**
- **Helpottaa kommunikointia eri sidosryhmille ja sitouttaa heitä muutokseen**

Lähtökohtana tiekartan muodostamiseen on samojen tunnisteiden (GTIN ja SSCC) käytöstä sopiminen koko rakennusalan tasolla. Tämä mahdollistaa käyttöönoton etenemisen tuoteryhmä ja toimitusketju kerrallaan. Ilman samoja standardeja eriytynyt kehittäminen johtaa hajautuneisiin järjestelmiin.

Tutkimuksen pohjalta luotu GS1 tunnisteiden käyttöönoton tiekartta on esitetty kuvassa 17. Tiekartan pohjana on visio, jonka mukaan viimeistään vuonna 2025 kaikilla rakentamisen tuotteilla on GTIN-koodit, jokainen työmaalle tuleva materiaaliyksikkö on varustettu SSCC-tunnisteella, sähköinen sanomanvälitys on käytössä useimmissa hankintasanomissa, kuten tilauksessa, tilausvahvistuksessa, kotiinkutsussa ja toimitusvahvistuksessa, ja SSCC- ja GTIN-tunnisteista on luotu konelukuteknologioiden avulla linkit hankkeen muihin tietoihin, kuten tietomalliin tai aikatauluihin.



Kuva 17. GS1-tunnisteiden käyttöönoton tiekartta rakennusalalla

Tiekartta esittää yhden perustellun etenemistavan kohti visiota, jossa rakennusalan toimitusketjut hyödyntävät täysimääräisesti tunnisteita. Aluksi tarvitaan keskeisiltä rakennusliikkeiltä ja rakennustuoteteollisuudelta yhteinen tahtotila ja sen ilmaiseminen GTIN- ja SSCC-tunnisteiden käytöstä. Tämän ja koordinointityöryhmän nimeämisen jälkeen itse kehitystyö voi alkaa tuoteryhmittäin.

Ehdotetussa tiekartassa betonituotteiden ovat ensimmäisiä käyttöönottavia tuoteryhmiä. Syynä ehdotukseen on se, että digitaalinen toimitusketju on betonituotteissa jo melko pitkällä. Jo tällä hetkellä elementeissä on valmistajien omia koodeja ja sovelluksia on kehitetty, joilla näistä koodeista on älypuhelimella työmaalla pääsy elementtien suunnitelmiin. GTIN-, SGTIN- ja SSCC-koodien lisäämisessä betonielementteihin ja niiden toimituksiin on kyse lähinnä tahtotilasta ja alustavasti elementtivalmistajat ovat tähän valmiita.

Betonielementtien tunnisteiden hyödyntämien luo parempaa ymmärrystä myös muille projektituotteille niiden omaan kehitystyöhön. Siksi toisessa vaiheessa tulisi hyödyntää saatuja oppeja muissa keskeisissä projektituotteissa, kuten keittiöissä ja ikkunoissa ja ovissa, ja muodostaa näille omat työryhmät. Riippuen lähtötilasta (prosessin digitaalisuus ja nykyiset koodit), tuotekohtaisesti on sovittava ensin koodien käytön pelisäännöistä ja sitten edettävä itse käyttöönottoon.

Rintarinnan betonituotteiden kanssa tai heti niiden kehitystyön etenemisen jälkeen tarkasteluun kannattaisi ottaa tunnisteiden käyttö ns. vakiotuotteissa, joita rakentajat ostavat joko rautakaupoista tai suoraan valmistajilta. Näissä tuotteissa ja logistiikkaketjuissa GTIN- ja SSCC-koodit ovat pitkälti jo olemassa. Kehitystyön fokuksessa tulisi olla niiden käyttöönotto myyjän ja projektin ostajan välisessä hankinta-tilaus-toimitus-vastaanotto-prosessissa. Rakennusliikkeen ja tuotevalmistajien lisäksi tähän tarvitaan rautakauppa ja logistiikkayritykset mukaan. Itse asiassa rautakauppa ja isot rakennusliikkeet voisivat olla tässä ryhmässä avaintoimijoita, koska he voivat sopia miten tunnisteita käytetään kommunikaatiossa ja mitä sovelluksia tarvitaan tunnisteiden konelukemiselle. Alkuvaiheessa voitaisiin edetä siten, että olemassa olevia GTIN-tunnisteita ja SSCC-koodeja aletaan käyttämään osana nykyistä sähköposteilla tapahtuvaa viestintää.

Siinä missä tuotetyyppikohtaiset ryhmät ratkaisevat tuotekohtaisia ratkaisumalleja, geneerisempiä kehitysryhmiä tarvitaan osa-alueisiin, jotka ovat kaikille tuotteille yhteisiä. Nämä osa-alueet liittyvät ennen kaikkea teknologian kehittämiseen ja logistiikkakeskusten käyttöön. Logistiikan osalta kannattaisi kehittää yhtenäisiä malleja siitä, miten etenkin SSCC-koodit otetaan käyttöön rakentamisen logistiikkakeskuksiin sinne tulevan ja sieltä työmaalle lähtevän materiaalivirran hallinnassa. Nämä ovat keskeisiä etenkin tahtituotantohankkeissa. Työmaan ja pääurakoitsijan omissa logistiikkakeskuksissa voidaan tietysti toimia myös yrityksen itsensä määrittämällä tavalla, mutta skaalahyödyt sekä teknologiassa että logistiikkapalveluiden käytössä saadaan parhaiten, jos luodaan yhtenäinen tapa tunnisteiden käytölle. Sinänsä prosessi tuskin eroaa merkittävästi rautakaupan ja työmaan välisestä prosessista.

Digitaaliseen toimitusketjun johtamiseen tunnisteiden avulla liittyy myös teknologiaa koskevia avoimia kysymyksiä ja selvitettäviä asioita. Näihin kuuluu mm. tarve määrittää tunnisteiden fyysiset esitystavat tuotteissa (mm. viivakoodit tai QR-koodit) ja niiden tunnistamisen mahdollistamat konelukuteknologiat. Lisäksi paljon selvitystyötä tulee tehdä erilaisten rajapintojen osalta tunnisteiden ja muiden tietovarantojen välillä. Miten esimerkiksi tunnistetusta fyysisestä tuotteesta päästään tarkastelemaan sen tuotetietoja tai tuotteeseen liittyviä projektin suunnitelmia ja aikatauluja? Miten siis tietoa linkitetään järjestelmien välillä ja miten käytännössä hoidetaan digitaalinen prosessi tiedon käyttäjän näkökulmasta. Tämä voi vaatia esimerkiksi sitä, että tietomalleihin linkitetään GTIN-tunnisteita tai aikataulut varustetaan tehtäviä vastaavien tuotteiden GTIN-tunnisteilla ja toimituserien SSCC-tunnisteilla.

Oma kehitystyön kokonaisuus liittyy digitaaliseen sanomanvälitykseen. Tässä rakennusalan kannattaisi omaksua yhteiseurooppalaisen Peppol-verkoston standardit ja ottaa niitä käyttöön hankintasanomissa aina tilausta edeltävästä tuotetiedon vaihdosta itse tilaukseen, tilausvahvistukseen, toimitusvahvistukseen ja muihin hankinnan transaktioihin. Tavoitteena tulisi olla, että GTIN- ja SSCC-tunnisteet ovat käytössä standardimuotoisissa sanomissa. Standardimuotoisten sanomien päätavoite on tehostaa hankinnan prosesseja, vapauttaa ihmistyötä tilausten käsittelystä ja mahdollistaa parempi transaktioiden rekisteröinti ja läpinäkyvyys. Ennen digitaalisten hankintasanomien käyttöönottoa tulisi niistä laatia huolellinen kustannus-hyöty-analyysi ja tämän pohjalta aloittaa käyttöönotto niistä prosesseista ja sanomista, joissa tehostamishyöty on merkittävin.

4.7 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa selvitettiin GS1:n tunnistestandardien hyödyntämistä rakennusalalla, keskittyen määrittelemään rakentamisen toimitusketjujen kannalta hyödyllisimmät tunnistestandardit sekä kehittämällä tiekartta niiden käyttöönotolle. Tutkimuksen perusteella tuotteet yksilöivä GTIN-tunniste ja toimitusyksiköt yksilöivä SSCC-tunniste olisivat hyödyllisimmät standardit rakentamisen toimitusketjuissa. Nämä standardit sopivat tutkimuksen perusteella erityyppisiin tuotteisiin ja niiden toimitusketjujen hallintaan.

Tutkimuksen aikana LVISA-tuotteiden valmistajat ja tukut ovat ottaneet käyttöön enenemässä määrin molempia tunnisteita ja kansalliset tuotetietorekisterit ovat lisänneet GS1-valmiuden tietorakenteisiinsa sekä rajapintoihinsa. Toimitettaessa tukun kautta tilattuja rakennustuotteita, on tukkujen ja kuljetusliikkeiden välillä otettu käyttöön kuljetusyksikön yksilöivä SSCC-koodi. Kuluttajakaupassa saatavilla olevat rakennustuotteet ovat jo yleisesti GTIN-koodattuja (entinen EAN-koodi). Rakennusalalla GS1-käyttöönotto on siten jo edennyt luontaisesti, koska muu teollisuus ja niiden toimitusketjut vaikuttavat myös rakennusalaan.

Tutkimuksessa luotiin tiekartta tunnisteiden käyttöönotolle. Tiekartta on alustava ja käytännön kehitystyössä ilmenee varmasti vielä uusia asioita, joita tämä tutkimus ei nostanut esille. Positiivisena asiana on, että vastaavilla tunnisteilla on jo kehitetty ja parannettu suorituskykyä muiden alojen, kuten kaupan, toimitusketjuissa. Kysymys ei siis ole rakennusalan standardoinnista vaan olemassa olevien ja jo käytettävien kansainvälisten standardien käytön ulottamista projektimuotoiseen rakentamiseen ja sen prosessien ja lopputuotteen tiedonhallintaan.

Mikäli rakennusteollisuus ja rakennustuoteteollisuus pystyvät muodostamaan tarvittavat työryhmät tärkeimpien toimitusketjujen tiedonvaihdon vakioimiseksi, tulee tunnisteiden käytöllä ja siihen liittyvällä toimitusketjun ja tuotetiedon hallinnan digitalisoinnilla olemaan merkittävä rooli rakennussektorin tuottavuuden, laadun ja kestävyyden parantamisessa. Digitalisaatio ei voi tapahtua ilman yhteistä tiedon vakiointia. Tuotetiedon vakiointi on ensimmäinen askel ja GS1 on työväline, joka avaa rakennusalalle, tilaajille, suunnittelijoille, urakoitsijoille ja esivalmistajille sekä tuote- ja materiaalitoimittajille seuraavan tason digitalisaatiossa, johon kuuluvat

suunnittelutiedon automatisointi tilaustiedoksi (ETIM-standardi: vakiosuunnittelunimikkeitä vastaavien ostonimikkeiden sääntöpohjainen valinta) ja tilaus-toimitusketjun sanomien digitalisointi (Valtionkonttorin ajama PEPPOL-standardin käyttöönotto).

Tutkimusta tehtiin yhteistyössä Rakennusteollisuus RT:n Digiryhmän kanssa. Yhteistyö syveni Digiryhmän käynnistämän Tuotetiedon Tiekarttaryhmään osallistuvien yritysten määrän kasvun myötä, jolloin työhön osallistui sekä rakennusteollisuuden että rakennustuoteteollisuuden yrityksiä.

Tutkimus osoitti, että tunnisteiden ja toimitusketjujen hallinnan standardit kehittyvät nopeasti ja rakennusala voi hyödyntää jo tehtyä kehitystyötä. Kysymys on olemassa olevien kansainvälisten standardien käytön laajentamisesta rakentamisen prosessien ja lopputuotteen hallintaan. Olennainen tulos tutkimustyöstä on se, että GS1-standardiperheen standardien käyttötavat ovat erilaiset erityyppisille toimitusketjuille. Toisin sanoen, ei ole olemassa yhtä tuotteen tunnisteen ja viivakoodin käyttötapaa, joka sopisi betonielementeille, keittiöille, tasoitteelle tai vesimittarille, vaan erilaiset tuote- ja toimitusketjutyypit (MTS/ATO/ETO) tarvitsevat jokainen oman vakioidun GS1-standardien käyttötavan riippuen siitä mitä tietoa täytyy yksilöidä ja välittää toimitusketjussa suunnittelusta valmistuksen kautta asennukseen ja ylläpitoon eri osapuolten kesken.

Toinen kansallisesti merkittävä lopputulos tutkimuksella on se, että rakennusalan ei ole tarkoituksenmukaista siirtyä yhdellä kehitysharppauksella GS1-standardiperheen eri standardien käyttöön, vaan käyttöönotto tulee tehdä toimitusketju toimitusketjulta. Toisin sanoen esimerkiksi ikkunatoimittajien GS1-käyttötapa ei ole mitenkään riippuvainen eri elementtien tuotetiedon yksilöinnistä tai tunnistamisesta tehdyistä valinnoista. Toimitusketju on luonteeltaan horisontaali prosessi, jossa on osapuolina tilaaja, suunnittelija, valmistaja, kuljetusliike, mahdollisesti tukku, pääurakoitsija, alaurakoitsija ja lopulta rakennusta ylläpitävä toimija. Tutkimuksen mukaan toimitusketjun digitalisoinnin eli tiedon käsittelyn ja välittämisen koneellistamisessa tarvitaan nimenomaan nämä osapuolet, jotta päästä-päähän prosessi ja siinä tarvittava tiedonvälitys pystytään kuvaamaan yhdessä. Tämä työ on välttämätöntä tehdä, jotta tunnistetaan mitä tietoa kyseisessä toimitusketjussa täytyy yksilöidä ja tunnistaa, ja jotta voidaan valita GS1-standardiperheestä oikeat standardit ja vakioida niiden avulla tämän tiedon käyttötapa.

Mikäli rakennusteollisuus ja rakennustuoteteollisuus pystyvät muodostamaan tarvittavat työryhmät tärkeimpien toimitusketjujen tiedonvaihdon vakioimiseksi, tulee tunnisteiden käytöllä ja siihen liittyvällä toimitusketjun ja tuotetiedon hallinnan digitalisoinnilla olemaan merkittävä rooli rakennussektorin tuottavuuden, laadun ja kestävyyden parantamisessa. Digitalisaatio ei voi tapahtua ilman yhteistä tiedon vakiointia. Tuotetiedon vakiointi on ensimmäinen askel ja GS1 on työväline, joka avaa rakennusalalle, tilaajille, suunnittelijoille, urakoitsijoille ja esivalmistajille sekä tuote- ja materiaalitoimittajille, seuraavan tason digitalisaatiossa, johon kuuluvat PEPPOL- ja ETIM-standardit.

5 Lähdeluettelo

GS1. Verkkosivu: https://gs1.fi/fi/gs1-finland

Rakentamisen logistiikkaratkaisut (2019), loppuraportti, Aalto-yliopisto. Saatavilla: https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2019-10/loppuraportti_rakentamisen_logistiikkaratkaisut_23.10.2019.pdf

Tuotetiedon hallinta ja hyödyntäminen rakentamisessa (2020), loppuraportti, Aalto-yliopisto. Saatavilla: https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2020-11/Loppuraportti_Tuotetiedon%20hallinta%20ja%20hyo%CC%88dynta%CC%88minen_2.11.2020_0.pdf