



## RAKENNUSTIETO >

# Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> [rakennustieto.fi/rk/palvelut](https://rakennustieto.fi/rk/palvelut)

### Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

# Standardointi ja esivalmistus teollisessa rakentamisessa

Aki Aapaaja, tekniikan tohtori  
Tutkijatohtori, tuotantotalous, Oulun yliopisto  
aki.aapaaja@gmail.com

Harri Haapasalo, tekniikan tohtori, kauppatieteiden  
maisteri  
Tuotantotalouden professori, Oulun yliopisto  
harri.haapasalo@oulu.fi

## 1 Lähtökohdat teolliselle rakentamiselle

Rakennusala on pitkään kärsinyt alhaisesta tuottavuudesta. Selvitysten mukaan pahimmassa tapauksessa noin kolmannes rakennustyömaiden tuottavasta työstä on maksullista joutoaikaa, hukkaa, joka on osaltaan seuraus epävakaisista ja määrittelemättömistä prosesseista. Ongelma korostuu erityisesti, jos rakentamisen prosesseja verrataan valmistavaan teollisuuden prosesseihin, jotka perustuvat kuvattuihin ja standardisoituihin prosesseihin.

Rakentamisen prosesseja ei voida kaikilta osin rinnastaa valmistamaan teollisuuteen vastaaviin prosesseihin niiden projektiluonteisuuden takia, mutta vertailtaessa huomataan valmistavan teollisuuden kuitenkin tarjoavan elementtejä hukan vähentämiseen ja tuottavuuden lisäämiseen [1]. Toisaalta myös monilla muilla aloilla projektiluonteisuus on arkipäivää. Rakennusteollisuuden muutosta ja suuntausta kohti valmistavaa teollisuutta kutsutaan teollistumiseksi, jonka myötä rakentamisen voidaan ajatella sijoittuvan perinteisin rakentamisen ja valmistavan teollisuuden välimaastoon (kuva 1).

Koska rakentamisen teollistuminen, tai teollinen rakentaminen, edellyttää tarkemmin määriteltyjä ja kontrolloituja prosesseja kuin perinteisesti työmaalla on totuttu noudattamaan, teollinen rakentaminen toteutetaan hyvin usein esivalmistuksen kautta [6]. Lyhyesti määriteltynä esivalmistus on jonkin kokonaisuuden tai sen osan tekemistä muualla kuin sen lopullisessa sijoituspaikassa [1].

Selkeästi merkittävin esivalmistuksen avulla saavutettu hyöty on ajatusmallin muutos yksittäisistä sekä ”uniikeista” tuotteista ja projekteista kohti standardisoituja tuotteita ja prosesseja, joihin valmistava teollisuuden tehokkuus pääsääntöisesti

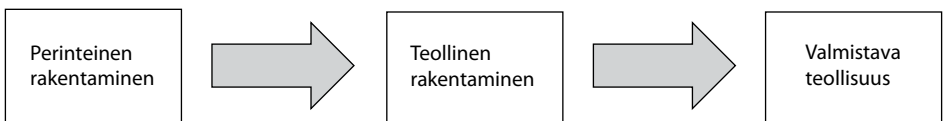
perustuu. Siten standardisoituja tuotteita ja prosesseja voidaan pitää yhtenä tärkeimmistä tekijöistä esivalmistuksen osalta, koska niiden kautta voidaan paremmin ymmärtää ja hallita hajontaa. Lander ja Liker [8] ovatkin sanoneet, että käytössä ei ole yhteisesti hyväksyttyä prosessia, prosessi on vain jonkun yksilön uusi sovellutus olemassa olevasta prosessista.

Tämän artikkelin tavoitteena on ymmärtää, mitkä ovat standardisoitujen tuotteiden ja prosessien käyttöönoton suurimmat haasteet ja miten ne voitaisiin voittaa, koska suurin osa standardisoitujen tuotteiden ja prosessien hyödyntämiseen tähdänneistä aloitteista ovat epäonnistuneet.

## 2 Standardisoinnin suhde lean-tuotantofilosofiaan

Tyypillisesti rakentaminen ja siihen liittyvät toiminnot tapahtuvat ja keskittyvät rakennustyömaalle, mikä johtaa ainakin seuraaviin ongelmiin: prosessin suuri hajonta, muuttuva tuotantoympäristö ja läpinäkymättömyys [6]. Suurin syy työmaaprosessien aiheuttamaan hajontaan on niiden alttius häiriöille. Myös työn suorittavat työntekijät vaihtuvat monesti eri työmaiden välillä, mikä lisää osaltaan myös hajontaa.

Standardisoidun prosessien edut tulevat hyvin esille, jos verrataan työmaalla tapahtuvaa tuotantoa ja tehtaalla tapahtuvaa esivalmistusta. Siinä missä tehtaalla materiaalivirrat ovat käytännössä ai-noita johdettavia ja kontrolloitavia asioita, niin rakennustyömaalla työnojohto joutuu myös huolehtimaan suuresta joukosta työmiehiä ja tiimejä. Alati muuttuva työympäristö tekee muun muassa visuaalisen kontrolloimisen ja systemaattisen tuotannon suunnittelun (layout) erittäin vaikeaksi, mikä yleensä lopulta johtaa hajonnan syntyyn. Yhdessä



Kuva 1. Rakentamisen teollistuminen [5].

nämä kolme tekijää – hajonta, muuttuvat ympäristö ja läpinäkymättömyys – estävät jatkuvan parantamisen kulttuurin syntyminen ja näin ollen myös tuottavuuden parantamisen.

Tuottavuusongelmista on kärsitty myös autoteollisuudessa. Ratkaisuksi ongelmiin Toyota kehitti aikanaan oman tuotantosysteeminsä (TPS, Toyota Production System), joka lienee kiistatta maailman paras tuotantosysteemi, ja jonka yhtenä menestyksen salaisuutena voidaan pitää lean-tuotantofilosofian soveltamista. On kuitenkin syytä huomoida, että leanin on todistettu tarjoavan etuja sovelletessa myös muille teollisuudenaloilla (esim. [8]), kuten esimerkiksi rakennusteollisuudessa [5,7]. Lean parantaa kustannusrakennetta, toimituskyvykkyyttä ja asiakasarvoa/käyttäjälähtöisyyttä. Womackin ja Jones [11] mukaan lean voidaan tiivistää seuraaviin asioihin:

- Tuotteelle määritetty arvo
- Määritetty arvovirta jokaiselle tuotteelle
- Häiriötön tuotantoprosessi (“jatkuva virtaus”)
- Imutuotanto (ts. kysyntä määrää tuotannon)
- Täydellisuuden tavoittelu jatkuvan parantamisen kautta.

Esivalmistus nähdään tällä hetkellä yhtenä lupavimmista keinoista sekä kehittää rakennusteollisuuden tuottavuutta ja arvontuottoa että viedä leanin periaatteita käytäntöön. Erityisesti esivalmistus edesauttaa virtaavan ja arvokeskeisen tuotantoprosessin luomista vähentämällä työmaatuotantoa ja siitä syntyvää hukkaa. Hukan ja jätteen määrää voidaan vähentää lähes 85 % esivalmistuksen avulla.

Esivalmistuksen tuomia hyötyjä ei voida kuitenkaan saavuttaa kunnolla ilman standardisoituja prosesseja ja (osa)tuotteita [2]. Tästä huolimatta on yllättävää, kuinka huonosti standardisoinnin suomat hyödyt ymmärretään rakennusteollisuudessa, erityisesti jos tavoitteena on myös leanin hyödyntäminen. Väitöskirjassaan Höök [5] on todennut, että standardisoituja prosesseja voidaan pitää kaikista tärkeimpinä elementteinä lean-kulttuurin luomisessa. Siten uniikeiksi miellettyjä projekteja tulisi käsitellä enemmänkin toistuvina prosesseina, koska rakennusprojekteissa on kuitenkin enemmän tai vähemmän kyse toistuvista prosesseista, jotka tulisi standardisoida virtauksen ja häiriöttömän arvoa maksimoivan tuotannon aikaansaamiseksi.

## 2.1 Standardisointi ja sen hyödyt

Standardi on jonkin organisaation esittämä määritelmä tai vaatimus (normi tai sääntö) siitä, miten jokin asia tulisi tehdä. Standardi voi määrittää määrää, painoa, laajuutta, arvoa tai laatua. Alunperin standardit on luotu helpottamaan eri osapuolten, kuten valmistajien, asiakkaiden ja viranomaisten yhteistyötä materiaaleihin, tuotteisiin, prosesseihin ja

palveluihin liittyen. Standardisointi kuvaa taas laaja-alaista (osa)tuotteiden, komponenttien ja prosessien hyödyntämistä tilanteissa, joihin liittyy lakeja, sääntöjä, toistuvuutta, ja jotka edellyttävät tarkkoja käytänteitä sekä ennustettavuutta [3].

Standardisoinnilla, varsinkin täydellisellä, on myös kääntöpuolensa, koska se asettaa haasteita joustavuudelle; toisin sanoen kyse on samankaltaisuuden ja kustomoinnin vastakkainasettelusta. Joissain tapauksissa liiallinen standardisointi saattaaakin muodostua suunnittelun esteeksi, kun standardisoinnin ensisijainen tehtävä on ”toimia” osakokonaisuuksien rajapinnoissa varmistuen yhteensopivuus ja siten helpottaa toteutusta. Toisaalta rakentamisessa standardoiduista tuotteista ja osakokonaisuuksista ei juuri ole hyötyä, jos tuotantoprosessit eivät ole kunnossa [3, 2]. Siksi voidaan väittää, että *rakentamisen kontekstissa standardisoinnissa ei ole niinkään kyse standardituotteista vaan enemmänkin systemaattisesta tavasta tehdä asioita*. Vain sen kautta standardituotteidenkin hyödyt saadaan todellisuudessa ulosmitattua.

Standardisoinnin, koskien niin tuotteita kuin prosessejakin, tavoitteena on tuottaa monenlaisia hyötyjä. Prosessistandardisointi pienentää kustannuksia tehostamalla prosessia ja ennen kaikkea karsimalla niistä hukkaa. Paremmat prosessit kuormittavat vähemmän ihmisiä, millä on positiivinen vaikutus niin suunnitelmien kuin lopputuotteenkin laatuun, koska standardisoinnin avulla projektien osapuolet ymmärtävät paremmin asiakkaan todelliset tarpeet ja oman roolin kokonaisprosessissa. Lisäksi standardisoitujen prosessien on todettu vähentävän vaateita, ristiriitoja, muutostöitä ja siten suunnittelemattomia kustannuksia [4, 10].

Mitä tulee standardisointuihin tuotteisiin ja komponentteihin, asiakkaat ja tilaajat uskovat alempien hintojen ja kustannussäästöjen olevan niiden ainoat edut, mutta tosiasiasi ne mahdollistavat nopeammat läpimenoajat, korkeamman laadun ja tehokkaamman operatiivisen toiminnan [4, 10]. Operatiiviset ilmenevät työntekijöiden lyhentyneinä koulutusaikoina uusien tuotteiden tai koneiden tullessa tuotantoon. Toisaalta edellä mainitut seikat korostavat standardisoitujen prosessien ja tuotteiden harmoniaa, koska ainoastaan tehokkaat ja standardisoidut prosessit mahdollistavat standardisoitujen tuotteiden tehokkaan käytön. Toisin sanoen laadukas, järkevähintainen ja hyvin toimitettu tuote on toistuvan, mitattavan ja ennustettavan tuotantoprosessin tulos. Taulukossa 1 on vedetty yhteen standardisoitujen prosessien ja tuotteiden ominaispiirteitä ja etuja tuotannossa.

## Taulukko1. Standardisoinnin edut prosesseissa ja tuotteissa.

Standardisoitujen prosessien edut	Standardisoitujen tuotteiden edut
Määritellyt rajapinnat (organisaatiot, osakokonaisuudet) Luotettavampi työmaatuotanto Kasvanut tuottavuus	Jäljitettävyyys ja tehokkuus Kasvanut tuottavuus tuttujen tuotteiden kautta Vähemmän hukkaa
Vähemmän hukkaa Vähemmän häiriöitä tuotannossa Toteutuskelpoisemmat suunnitelmat Parempi laatu Kustannustehokkuus Tehokkaammat prosessit Operatiiviset edut Ajan säästö Toteutuskelpoisemmat suunnitelmat	Samankaltaisten tuotteiden hyödyntäminen eri projekteissa Lyhentyneet läpimenoajat Ennustettava ja todennettava laatu Laaduntarkastus jo tehtaalla Varaosien saatavuus Operatiiviset edut

### 3 Standardisoinnin käyttöönoton haasteet rakennusteollisuudessa

Niin tuotteiden kuin prosessien standardisoinnin käyttöönotto voi kuulostaa yksinkertaiselta, mutta todellisuudessa ei sitä ole, koska rakennusprojektit koostuvat pitkistä, pirstaleisista, moniulotteisista ja -sidosryhmäisistä arvoketuista. Standardisoinnin hyödyntämisen haasteita selvitettiin osana LCIFIN2-tutkimusprojektia, jonka tavoitteena on tukea ja tutkia leanin hyödyntämistä sekä käyttöönottoa rakennusteollisuudessa. Käytännön tutkimuksen tavoitteena oli selvittää suurimpia eroja standardisoitujen prosessien ja nykyisten suomalaisessa rakennusteollisuuden käyttämien menetelmien välillä sekä kuvata eroista koituvia ongelmia.

Taulukot 2 ja 3 esittävät yhteenvedon tutkimuksen tuloksista. Taulukot ovat muuten yhteneviä, mutta taulukko 2 keskittyy prosessien ja taulukko 3 tuotteiden ja komponenttien standardisoinnin haasteisiin. Molemmissa taulukoissa on myös esitetty erot standardoidun prosessin/tuotteen sekä nykyisen rakennusteollisuuden toiminnan välillä.

#### 3.1 Johtopäätökset

Yleisesti ottaen rakennusteollisuuden toimintaympäristö eroaa huomattavan paljon ympäristöstä, jossa standardoituja prosesseja (kuten TPS) on tyypillisesti kehitetty ja hyödynnetty. Luonnollisesti kyseiset erot asettavat omat haasteensa standardisoitujen prosessien ja tuotteiden hyödyntämiselle rakennusteollisuudessa. Lisäksi on huomioitavaa, että standardoidut tuotteet ja prosessit näyttäisivät osaltaan liittyvän yhteen, mikä osaltaan tekee standardisoinnin hyödyntämisestä astetta vaikeampaa, etenkin jos standardisointia halutaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti.

Tarkasteltaessa yleisellä tasolla standardisoitujen prosessien hyödyntämistä, on huomattu mo-

nia erilaisia ongelmia. Jos ja kun tavoite on hyödyntää standardisointia mahdollisimman tehokkaasti, on syytä muistaa yksi leanin perusajatuksista – *etsi ja ratkaise ongelmien juurisyys*. Vain ja ainoastaan tällä tavoin voidaan varmistaa, että ongelma ei siirry prosessin eri vaiheeseen ja häitää näin tuotannon virtausta. Höök [5] on väitöstutkimuksessaan korostanut hitaan muutoksen tärkeyttä, koska tällöin muutokset eivät tuotannon työntekijän silmin ole liian radikaaleja. Pienten, mutta toistuvien parannusten myötä työntekijät sopeutuvat muutoksiin. Tutkimuksissa on myös huomattu, että pienet parannukset motivoivat työntekijöitä ja heistä tulee sitoutuneimpia (yhteisiä) asetettuja tavoitteita kohtaan.

Tutkimustulokset osoittavat, että rakennusteollisuuden toimitusketjun pirstaleisuuden vuoksi projektien sidosryhmiltä puuttuu yhteistyötä, mikä on luultavimmin yksi merkittävimmistä standardisointia estävistä juurisyistä.

Taulukoissa 2 ja 3 esitettyjen ongelmat korostavat suurimpien ongelmien liittyvän erityisesti suunnitteluvaiheeseen, jonka merkittävään roolia projektin arvontuoton ja tavoitteiden asetannan kannalta ei nykyisin sisäistetä. Erityisesti perusteelliseen etupainotteiseen suunnitteluun tulisi panostaa, jotta rakennettavuutta ja toteutuskelpoisuutta voitaisiin nostaa.

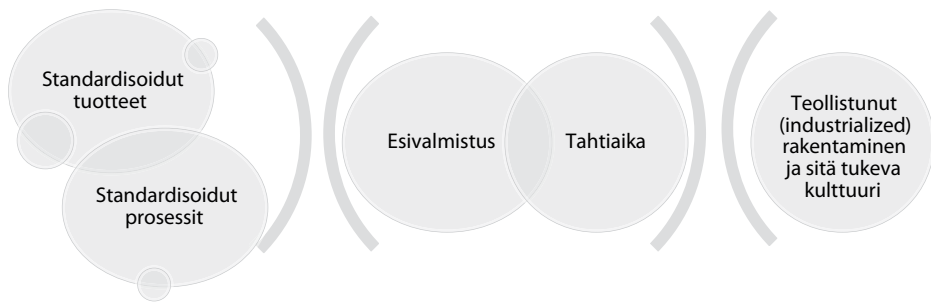
Useiden tutkimukseen osallistuneiden haastattelujen mielestä rakentaminen ymmärretään edelleen käsiyöammattina ja siten lopputuotteet uniikkeina ja jokaiselle asiakkaalle henkilökohtaisesti räätälöityinä. Valitettavasti näyttää osaltaan siltä, että alan alhainen tuottavuus johtuu osaltaan tästä seikasta. Niin kauan kuin rakentaminen, koskien erityisesti suuren mittaluokan rakentamista, mielletään käsiyöksi, jota myös työtävät ja toimintatavat tukevat, ei standardisointi ole mahdollista. Toisin sanoen, koko rakennusteollisuuden ajatusmallin

Taulukko 2. Standardisoitujen prosessien ja nykyisten rakennusteollisuuden prosessien väliset erot ja niiden aiheuttamat haasteet ja ongelmat.

Ominaispiirre	Standardisoitu prosessi	Rakentaminen	Haaste/ongelma
Liittymä- ja rajapinnat	Tarkkaan määritetyt	Epämääräinen	Pirstaleinen toimitusketju (ei yhteistyötä)
Työmaatuotanto	Suunniteltu ja ennustettava	”Summittainen”	Tasaista ja suunniteltua tuotantoa ei kyetä nykyisillä toimintamalleilla taata.
Tuottavuus ja tehokkuus	Korkea	Alhainen	Runsaasti hajontaa. Ei vakioituja menetelmiä (esim. työtehtävät). Ei yhteistyötä ja kommunikaatiota.
Hukan määrä	Pieni	Suuri	Ei kuvattuja ja standardisoituja työtapoja
Tuotannon häiriöt	Vähän	Paljon	Tuotantoa ei kyetä kunnolla suunnittelemaan, tasoittamaan ja standardisoimaan.
Laatu	Korkea	Vaihteleva	Työtehtäviä ei suoriteta kunnolla.
Arvoa rahalle (esim. hinta-laatusuhde)	Hyvä	Huono/kohtalainen	Etupainotteisin-suunnittelun tärkeyttä ei ymmärretä.
Operatiiviset edut	Kyllä (esim. tehtäväkuvaukset)	Ei	Työtehtäviä ei kyetä suunnittelemaan ja standardisoimaan
Aikataulun pitävyys	Hyvä	Huono	Vaihtelevat tuotantoajat ja epätasainen tuotanto
Muutostöiden määrä	Minimaalinen	Suuri	Etupainotteisin-suunnittelun tärkeyttä ei ymmärretä.

Taulukko 3. Standardisoitujen tuotteiden ja nykyisten rakennusteollisuuden tuotteiden väliset erot ja niiden aiheuttamat haasteet ja ongelmat.

Ominaispiirre	Standardisoitu tuote	Rakentaminen	Haaste/ongelma
Jäljitettävyyden ja tehokkuus	Tarkka	Huono	”Uniikit” tuotteet (standardisoitavissa olevia tuotteita ei ”nähdä”).
Standardituotteiden käyttö eri projekteissa	Kyllä	Ei	Standardituotteiden (esim. modulaarisuus) arvoa ei ymmärretä. Ei kyetä oppimaan aiemmasta.
Hukan ja jätteen määrä	Vähäinen	Suuri	Suuri määrä eri tuotevariaatioita
Läpimenoaika (esim. tuotanto)	Lyhyt	Pitkät ja vaihtelevat	Paljon räätälöityjä tuotteita. Standardisaation arvoa ja hyötyä ei ymmärretä kunnolla.
Ennustettava ja todennettava laatu	Kyllä (korkea laatu)	Ei (laatu vaihtelee)	Ei standardisoituja työmenetelmiä. Tuotannossa ei kerätä palautetta oppimisen varmisttavaksi.
Laaduntarkastus	Tarkka (suoriteaan tehtaalla)	Tapauskohtaista (työmaalla)	Ei standardirutiineja ja -menetelmiä
Varaosien saatavuus	Kyllä	Ei	”Uniikit ja räätälöidyt” tuotteet
Operatiiviset edut	Kyllä	Ei	Nykyiset ja tuotantoprosessit eivät tue standardisoitujen tuotteiden käyttöä. Lisäksi ei ole osaamista tilata standardisoituja tuotteita ja ratkaisuja.



Kuva 2. Standardisoinnin vaikutus rakentamisen teollistumiseen.

tulee muuttua. Kuten Höök [5] on sanonut, projektit tulee nähdä toistuvina, jolloin kokonaisuutta voidaan johtaa prosesseina.

Kuten jo aikaisemmin mainittiin, standardoitujen prosessien ja tuotteiden hyödyntäminen vaikuttavat olevan yhteydessä toisiinsa. Siksi voidaan väittää, että prosessien standardoiminen edellyttää myös standardoitujen tuotteiden tai komponenttien käyttöä – ainakin jossain määrin. Tässä tapauksessa törmätään kuitenkin juuri siihen ongelmaan, että vallitseva käsitys rakennusteollisuuden uniikeista tuotteista estää omalta osaltaan näkemästä standardoitavissa olevia asioita. Siitä syystä myöskään standardoinnin arvoa ei vielä ymmärretä. Nykyisillä toimintavoilla on myös suora yhteys syntyvän hukkan, hajonnan ja jätteen määrään; mitä suurempi on tuotevarianttien määrä, sitä enemmän syntyy hukkaa, jätettä ja hajontaa. Samanaikaisesti standardisoinnin puute aiheuttaa sen, että laatua ei voida mitata eikä se ylipäättään ole mitenkään enustettavissa, koska tuotanto-olosuhteet ja menetelmät vaihtelevat, mikä myös estää leanin mukaisen jatkuvan parantamisen kulttuurin syntyminen. Tutkimuksessa haastatellut henkilöt korostivat kuitenkin, että edellä mainitut ongelmat eivät ole juurisyytä, vaan enemmänkin seurauksia siitä, että nykyiset projektien hankinta- ja toimitusmallit eivät tue standardisointia. Sen takia peräänkuulutetaan hankinta- ja toimintamallien muutosta yhteistoiminnallisuutta tukevaksi, jotta etupainotteiseen suunnitteluun kyetään panostamaan, mikä osaltaan myös auttaa ymmärtämään standardoitujen ratkaisujen ja prosessien merkitystä koko projektin arvon tuotolle.

Tutkimuksen johtopäätöksenä näemme, että standardoidut tuotteet ja prosessit muodostavat kokonaisuuden, jossa ne tukevat ja täydentävät toisiaan. Tämä tarkoittaa sitä, että standardoidut prosessit tulee määrittellä (esim. työtavat ja -vaiheet) siten, että ne mahdollistavat standardoitujen tuotteiden tai komponenttien käytön. Toisaalta jos

standardoituja tuotteita ei käytetä, standardoituja prosesseja lienee suhteellisen vaikea noudattaa. Standardisoimattomat prosessit ja tuotteet aiheuttavat suuren määrän erilaista hukkaa ja jätettä – ei pelkästään pitkiä läpimenoaikoja, turhia varastoja, huonoa laatua, vaan myös lopputuloksen ”ennustamattomuutta”.

Rakennusteollisuudessa tulisikin alkaa panostaa enemmän esivalmistukseen, mutta erityisesti tahti aika-ajatteluun soveltamiseen. Tähän tarvitaan prosessien standardointia. Nämä kaksi asiaa muodostavat kokonaisuuden, jotka tukevat loistavasti toisiaan: esivalmistus (esim. modulaarisuus) perustuu tehtaisa valmistettuihin standardisoihin tuotteisiin ja tahti aika-ajattelu pyrkii standardisoimaan ja synkronoimaan työmaantuotannon luodakseen jatkuvan virtauksen ja imuohjauksen. Pasquire ja Connolly [9] korostavat, että tahti aika-ajattelu poistaa epävarmuutta ja hukkaa hyödyntämällä reaaliaikaista tuotannosuunnittelua ja juuri-oikeaan-tarpeeseen (just-in-time) -toimitusta. Loppuen lopuksi esivalmistus ja tahti aika-ajattelu johtaa teollisempaan (industrialized) mutta myös ”lean”-rakentamiseen (kuva 2), koska

- leanin hyödyntäminen rakentamisessa edistää rakennettavuutta ja tehokkaampia prosesseja (ylhäältä-alas-lähestyminen).
- tuotteiden esivalmistus ja modulaarisuus (esim. standardoidut tuotteet ja komponentit) edistävät lean-filosofian jalkauttamista (alhaalta-ylös-ajattelutapa).
- modulaarisuus ja standardisointi edistävät parempaa ja toteutuskelpoisempaa suunnittelua.
- standardisointi on lean-filosofian mukaista.

#### 4 Yhteenveto

Viime vuosina rakennusteollisuus on yhä enenevässä määrin tiedostanut ongelmansa alhaisen tuottavuuden, syntyvän hukkan ja teknologian kehittymisen suhteen. Samalla myös asiakkaat ja lop-

pukäyttäjät ovat alkaneet vaatia yhä enemmän vastinetta investoinnille (ns. arvoa rahalle). Toiminta- ja tuotantomenetelmien kehittäminen kohti teollisempaa tuotantoa on nähty yhdeksi merkittävimmäksi keinoksi korjata esiintyviä ongelmia ja siitä syystä myös standardisointiin on kiinnitetty yhä enemmän huomioita niin kansainvälisissä tutkimuksissa kuin myös jonkin verran rakennusteollisuudessaakin. Rakennusteollisuuden teollistamisen tavoitteena on muuttaa rakentamisen ajatusmallia "ainutkertaisista" projekteista ja tuotannosta kohti valmistavaa teollisuutta, joka noudattaa standardisoituja prosesseja ja hyödyntää standardisoituja tuotteita sekä komponentteja.

Tämän artikkelin ensisijaisena tavoitteena oli selvittää suurimmat ongelmat ja haasteet standardisointujen prosessien ja tuotteiden hyödyntämiselle rakennusteollisuudessa. Tulokset osoittavat, että standardisointujen prosessien ja tuotteiden hyödyntäminen muodostavat eräänlaisen oravanpyörän, jossa toisen hyödyntäminen hyödyttää toista ja päinvastoin. Tästä syystä muun muassa standardoituja tuotteita ei juuri käytetä, koska prosessit eivät tue niiden käyttöä. Miksi siis vaivautua käyttämään, jos siitä ei ole mitään hyötyä ja se ei tuota kenellekään mitään lisäarvoa.

Juuri tästä syystä tutkimuksessa päädyttiin johtopäätökseen, että rakennusteollisuuden tulee keskittyä standardisointujen prosessien kehittämiseen (ylhäältä-alas-lähestymistapa), jossa painotus on etupainotteisen suunnittelun mahdollistamisessa ja tärkeydessä. Kyseisellä tavalla voidaan paremmin taata suunnitelmien toteutuskelpoisuus ja niiden vastaavuus asiakkaiden todellisiin tarpeisiin. Samaan aikaan etupainotteinen suunnittelu mahdollistaa myös esivalmistuksen paremman hyödyntämisen. Esivalmistus jos mikä tulee perustaa standardisointuihin tuotteisiin ja prosesseihin, jotta kaikki sen hyöty saadaan ulosmitattua. Tutkimustulokset myös indikoivat, että esivalmistuksen lisäksi työmaatuotannossa kannattaisi hyödyntää tahtiaika-ajattelua, jolloin myös työmaatuotannon prosessit tulisi standardisoida. Nämä asiat yhdessä johtavat rakennusteollisuutta kohti parempaa arvontuottoa ja tuottavuuden kasvua.

## Lähdeluettelo

- [1] Ballard G & Arbulu R, Making Prefabrication Lean. Proceedings of 12 Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-12), 2004.
- [2] CIRIA, Clients' Guide and Tool Kit to Standardisation and preassembly, Construction Research and Information Association, London, 2001.
- [3] Gibb AGF, Standardization and pre-assembly – distinguishing myth from reality using case study research, Construction Management and Economics, 19, 2001.
- [4] Gibb AGF & Isack F, Client drivers for construction projects: implications for standardization, Engineering, Construction and Architectural Management, 8(1), 2001.
- [5] Höök M, Lean Culture in Industrialized Housing: a study of Timber Volume Element Prefabrication, Luleå University of Technology, 2008.
- [6] Koskela L, Application of the new production philosophy to construction, CIFE technical report #72, Stanford University, 1992.
- [7] Koskela L, An exploration towards a production theory and its application to construction, VTT, Espoo, 2000.
- [8] Lander E & Liker JK, The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way, International Journal of Production Research 45(16), 2007.
- [9] Pasquire CL & Connolly GE, Leaner construction through off-site manufacturing, Proceedings of Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-10), 2002.
- [10] Pasquire, CL & Gibb AGF, Considerations for Assessing the Benefits of Standardisation and Pre-Assembly in Construction, Journal of Financial Management of Property and Construction 7(3), 2002.
- [11] Womack JP a& Jones DT, Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth In Your Corporation, Free Press, New York, 2002.