

Rakennusprojektien logistiikan kehittämistarpeet

Development needs of construction project logistics

Kandidaatintyö

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Tuomas Korhonen

Työn nimi: Rakennusprojektien logistiikan kehittämistarpeet

Vuosi: 2019

Paikka: Lappeenranta

Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous.

35 sivua ja 9 kuvaa

Tarkastaja(t): Petra Pekkanen

Hakusanat: rakentamisen logistiikka, rakentamisen tietomalli, logistiikan kehittäminen, rakennusprojekti

Keywords: construction logistics, building information modelling, logistics development, construction project

Tämän työn tarkoituksena on tunnistaa merkittävimpiä rakennusprojektien logistiikan kehittämistarpeita ja tutkia mahdollisia ratkaisuja, joilla kehitystarpeisiin voidaan vastata. Työ toteutetaan tutustumalla aluksi projektiliiketoimintaan ja logistiikan hallintaan yleisesti, jonka jälkeen syvennyttään rakennusprojektien ja niiden logistiikan hallinnan ominaispiirteisiin. Työssä keskitytään erityisesti tärkeimpien kehityskohteiden ja niiden ratkaisujen etsimiseen. Merkittävimmät kehittämistarpeet tunnistetaan ja niihin pyritään löytämään ratkaisuja hyödyntämällä tietoa teoriakirjallisuudesta ja kokemuksista toteutuneista projekteista. Työn lopullisena tavoitteena on lisätä ymmärrystä rakennusprojektien logistiikan merkityksestä projektien onnistumisen tärkeänä tekijänä ja tarjota tietoa kehityskohteista ja niihin vastaamisesta.

Rakennusprojektien logistiikan merkittävimiksi kehityskohteita ovat aikataulunhallinta ja tiedonkulku eri toimijoiden välillä. Rakennusprojekteja varten on kehitetty useita toimivia toimintamalleja, joiden avulla toimintaa voidaan kehittää parempaan suuntaan. Mallien käyttöä yhdistelemällä, ja niitä edelle kehittämällä voidaan päästä entistä parempiin tuloksiin. Alan toimijalle tärkeintä on ryhtyä mukaan logistiikan kehittämiseen ja olla avoin uusille toimintamalleille.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	1
1.1	Työn rajausta ja tavoitteet	2
1.2	Tutkimusmenetelmät ja aineisto	2
2	Projektiliiketoiminta	3
2.1	Rakennusprojektin osapuolet	4
2.2	Rakennusalan lait ja määräykset	5
2.3	Urakointi ja alihankinta	6
2.4	Rakennusprojektin päävaiheet	7
2.5	Rakennusprojektien aikataulu	8
3	Logistiikan hallinta	12
3.1	Logistiikan kehittäminen	14
3.2	Logistiikka projektiliiketoiminnassa ja palveluissa	16
3.3	Rakennusprojektien logistiikka ja sen kehittäminen	18
4	Merkittävimmät rakennusprojektien logistiikan kehittämisalueet	22
4.1	Rakennusprojektien logistiikan aikataulunhallinta	24
4.2	Rakennusprojektien logistiikan tiedonkulku	26
5	Rakennusprojektien logistiikan kehittämiskäsitteet ja mahdollisuudet	28
5.1	Rakentamisen tietomalli	28
5.2	Lean-rakentaminen	30
5.3	Allianssimalli	31
5.4	Kehittämismallien yhteenveto ja jatkokehitysmahdollisuudet	32
6	Johtopäätökset	34
	Lähteet	36

1 JOHDANTO

Rakennusprojekteissa on yleensä osallisena useita eri toimijoita, jolloin eri toimijoiden toimintatavat vaikuttavat toisiinsa. Rakennusprojektien logistiikassa on kannattavaa tarkastella kokonaisia toimintaketjuja suunnittelusta materiaalitoimittajan valmistusprosessiin ja lopulliseen asennukseen asti työmaalla (Wegelius-Lehtonen, Pahkala, Nyman, Vuolio & Tanskanen 1996, s. 7). Näin ollen esimerkiksi vain yhden toimijan kannalta tarkasteltu optimaalisin toimintamalli voi olla huono koko projektin logistisen tehokkuuden kannalta. Perinteisenä käytäntönä on ollut, että jokainen toimija optimoi omaa toimintaansa. Merkittävimmät kehittämiskohteet löytyvätkin todennäköisesti eri toimijoiden välisistä rajapinnoista. (Wegelius-Lehtonen & al. 1996, s. 22)

Rakennusprojekteissa entistä tärkeämpänä tekijänä on kasvanut aikataulun tiivistäminen (Wegelius-Lehtonen & al. 1996, s. 11). Näin ollen logistiikan on toimittava entistä täsmällisemmin. Varsinkin odotusaikojen pituus eri toimijoiden välillä on merkittävä este työn nopeuttamisessa. Turha odottelu aiheuttaa ylimääräisiä kuluja myös työmaan muihin toimintoihin. Logistiikan toimintatapoja parantamalla voidaan siis saavuttaa merkittäviä säästöjä myös projektin muilla osa-alueilla ja pystytään vastaamaan tarpeeseen projektien nopeammasta toteutuksesta.

Rakennusprojekti noudattaa yleisiä projektien toteutuksen peruseriaatteita, joten aluksi on hyödyllistä määritellä mistä projektissa on kysymys. Silfverbergin (2007, s. 21) mukaan projekti eli hanke on tavoitteiltaan selkeästi määritelty ja aikataulutettu tehtäväkokonaisuus, jonka toteuttamisesta vastaa sitä varten perustettu organisaatio etukäteen määrättyjen resurssien avulla. Jokainen projekti on siis ainutkertainen tavoitteiden pohjalta määritelty prosessi. Yksi projektien perustyypeistä on investointihanke, johon myös rakennusprojektit kuuluvat. Projektitoiminnan malli onkin alun perin kehitetty tehostamaan juuri investointien toteuttamista. (Silfverberg 2007, s. 21)

1.1 Työn rajaus ja tavoitteet

Työssä tutkitaan rakennusprojektien logistiikan kehittämistarpeita ja pyritään löytämään ratkaisuja niihin vastaamiseksi. Työssä keskitytään rakennusprojektien fyysisiin materiaalivirtoihin ja kiinnitetään huomio erityisesti näihin liittyviin kehitystarpeisiin. Kehityskohtia etsitään teoriakirjallisuudesta, sekä tutkimalla toteutuneita rakennusprojekteja. Lopullisena päämääränä on tutkia kehitystarpeisiin vastaavia ratkaisuja ja arvioida rakennusprojektien logistiikan kehittämisen tulevaisuuden mahdollisuuksia. Työssä hyödynnetään nykyistä tietämystä rakennusprojektien logistiikan uusista toimintatavoista ja pohditaan niiden pohjalta, kuinka toimintaa voisi kehittää edelleen. Työn päätavoitteena on vastata kysymykseen:

- Mitkä ovat rakennusprojektien logistiikan keskeisimmät kehittämistarpeet ja kuinka niihin voidaan vastata?

Tutkimuskysymykseen vastaamiseksi on työssä selvitetty lisäksi muun muassa:

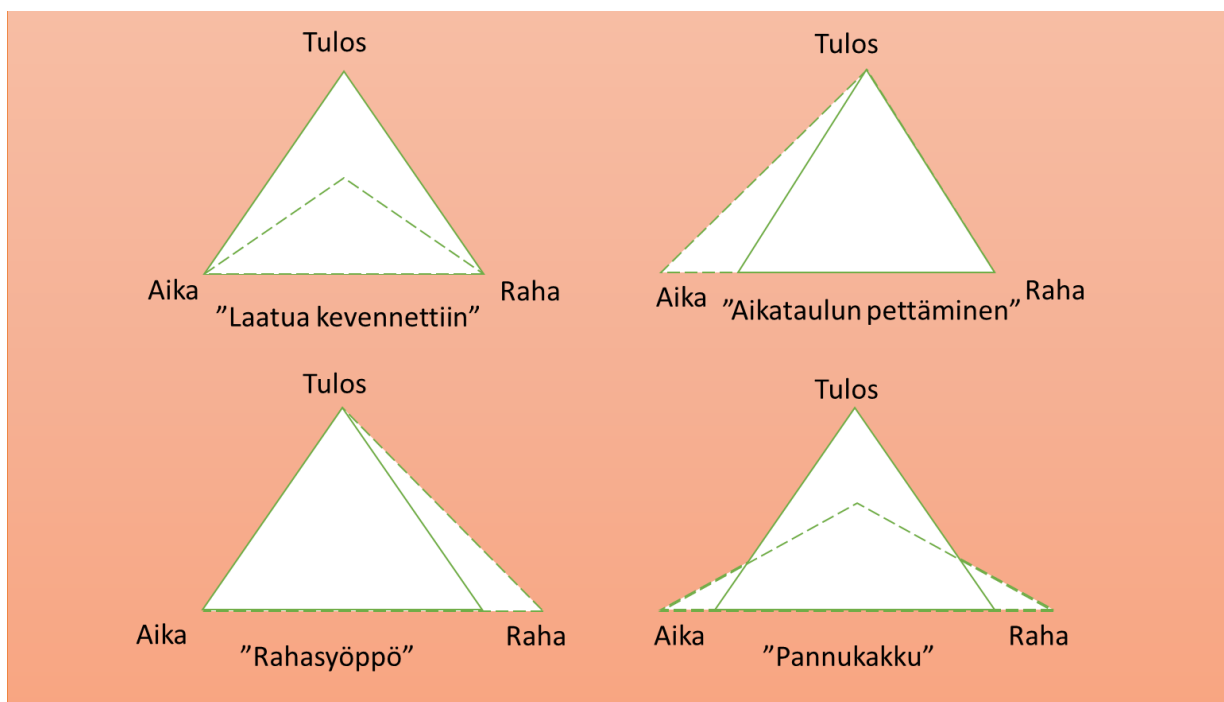
- Mitä erityistarpeita rakennusprojektit asettavat logistiikalle?
- Kuinka vähentää logistiikasta johtuvia odotusaikoja?
- Kuinka estää logistiikan pirstaloitumisen usean toimijan projekteissa?
- Mitä toimintamalleja rakennusprojektien logistiikan kehittämiseksi on olemassa?

1.2 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Tietoa haetaan logistiikan ja projektiliiketoiminnan teoriakirjallisuudesta, jonka pohjalta syvennyttään rakennusprojektien logistiikkaan ja etsitään tietoa niiden ominaispiirteistä. Lisäksi käytetään hyväksi esimerkkitapauksia ja kokemuksia toteutuneista rakennusprojekteista. Aineistoon perustuen pyritään löytämään rakennusprojektien logistiikan merkittävimmät kehityskohteet ja niihin vastaavia ratkaisuja.

2 PROJEKTILIIKETOIMINTA

Pelin (2008, s. 25) määrittelee projektin olevan se työkokonaisuus, joka tehdään määritellyn kertaluontoisen tuloksen aikaansaamiseksi. Näin määrittelemällä saadaan erotettua projekti tuloksestaan, eli projektin tuotos ei ole osa projektia. Projektin määrittelyyn liittyviä rajoituksia ovat tuloksen tekniset rajoitukset, tuloksen laadulliset rajoitukset, aikataulurajoitukset ja resursseja koskevat rajoitukset. Projektiin liittyvien rajoitusten hallinta olisi helppoa, jos niitä mietitään yksittäin, mutta rajoitusten yhtenäinen hallinta tuottaa ongelmia. Esimerkiksi resurssit voivat olla kovalla koetuksella, jos aikataulusta ja laadusta halutaan pitää kiinni, tai toisaalta aikataulu tahtoo venyä, jos laadusta ei tingitä eikä resursseja haluta lisätä. Kuvassa 1. kuvataan projektin rajoitusten hallinnan tyypillisiä epäonnistumisia. (Pelin 2008, s. 33 ja 40) Projektinohjauksen kolmelle osa-alueelle, eli aikaohjaukselle, resurssi-ohjaukselle ja kustannusohjaukselle tulee löytää optimaalinen tasapaino (Karrus 2001, s. 80). Pelinin ja Karruksen näkemykset poikkeavat siis hieman toisistaan, mutta niiden perusajatus on sama. Karrus (2001, s. 80) toteaa lisäksi, että projektien ohjaus on useimmiten poikkeamien valvontaa ja hallintaa, sillä projektien sisältämässä kehitystyössä on vaikea määrittellä etukäteen muita kuin yleisiä aikataulutavoitteita.



Kuva 1. Projektin rajoitusten hallinnan tyypillisiä epäonnistumisia Pelinin (2008, s. 40) mukaan.

Projekti poikkeaa muista toiminnan organisointitavoista varsinkin väliaikaisuuden, päämääräsuuntautuneisuuden ja ainutkertaisuuden osalta. Projektin onnistuminen vaatii onnistunutta johtamista. Projektijohtaminen on resurssien käytön hallintaa projektin tavoitteiden ja vaatimusten saavuttamiseksi, hyödyntäen erilaisia taitoja, tietämystä, välineitä ja tekniikoita. Projektijohtaminen tapahtuu projektien osaprosessien kautta. Projektin osaprosesseja ovat esimerkiksi käynnistäminen, suunnittelu toteutus ja valvonta. Yksi projektin merkittävimmistä vaatimuksista on aikataulu. Projekti aikataulu on ohjekartta projektin läpiviemiselle, jossa ilmaistaan milloin mitäkin pitää tehdä, jotta projektin tavoitteet saavutetaan. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 6)

Projektiliiketoiminnalla on pitkät perinteet rakennusalalla. Rakennusala toimii pääosin projektiliiketoiminnan varassa, sillä merkittävä osuus kaikesta rakennusalan tuotannosta toteutetaan projektitoimituksina. Rakennusalan tuotannon volyyymi jakautuu suurin piirtein tasan uudisrakentamisen ja korjausrakentamisen kesken. Tulevaisuudessa on kuitenkin odotettavissa, että korjausrakentamisen osuus kasvaa. Rakennusalalla on paljon pieniä toimijoita ja eri yritykset vastaavat rakennusprojektien eri toiminnoista. Tämä aiheuttaa rakennusalalle merkittävää pirstaloitumista, jota alalla on pyritty korjaamaan vahvalla verkostoitumisena. Rakennusalalle tyypillisesti verkostot voivat olla hyvin kompleksisia. Alalla korostuvat näin ollen yhteistoiminta, vastuiden selkiyttäminen ja juridiikka, johon kuuluvat sopimukset, reklamointi ja dokumentointi. Rakennusalalla nähdään muutostrendeinä aikataulujen nopeutuminen, jolloin suunnittelu ja toteutus limittyy. Muita muutostrendejä ovat uusien toteutusmuotojen ja tietoteknisten apukeinojen käyttöönotto. (Keinänen, Åström & Niemistö 2008)

2.1 Rakennusprojektin osapuolet

Rakennushankkeen osapuoliin kuuluvat tilaaja, käyttäjä, rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat, alihankkijat ja viranomaiset. Tilaaja on projektin osapuoli, joka tarvitsee tarpeensa tyydyttävän lopputuotteen. Tilaaja voi olla sama taho kuin käyttäjä. Joka tapauksessa tilaaja määrittää projektin vaatimukset ja tavoitteet, varmistaen että projektin tuotos palvelee käyttäjien tarpeita asianmukaisesti. Rakennuttaja on projektin toimeenpaneva osapuoli, joka

hoitaa projektin läpiviennin. Rakennuttajan vastuulla on tilaajan tarpeen tyydyttäminen asetettujen vaatimusten ja tavoitteiden mukaisesti. Rakennuttajan vastuulle kuuluu hankkia rakennustöille tarpeelliset päätökset ja luvat, teettää suunnitelmat, hankkia rahoitus projektin läpivientiä varten ja teettää itse rakennustyö. Rakennuttajan tehtävänä on ohjata projektia niin, että projektin osallisten ominaisuudet hyödynnetään parhaalla mahdollisella tavalla. Rakennuttajalle asemaan kuuluu siis kokonaisuuden päävastuun ottaminen. Suunnittelijoiden tehtävänä on tuottaa tehokkaat ja taloudelliset projektin tuotesuunnitelmat, joiden pohjalta työ ja alihankinnat voidaan toteuttaa. Projektin toteuttajina voidaan käyttää rakennuttajan omaa organisaatiota tai urakoitsijoita. Projektin toteuttajiin kuuluvat osaltaan myös muut alihankkijat, eli ketjussa ylempänä olevat tavarantoimittajat. Tavarantoimittajien merkitys on kasvanut työmaiden ahtauden ja varastotilojen puutteen takia varsinkin kaupunkikeskustoissa. Logistiikan kehittäminen tavarantoimittajoen kanssa on näin ollen avainasemassa koko projektin kannalta. Viranomaisten tehtävänä rakennusprojektissa on rakennusvalvonnan suorittaminen, jossa korostuu rakentamisen oikea suoritustapa, tuloksen tekninen toimivuus ja turvallisuus. (Vuorela, Urpola & Kankainen 1998, s. 32-36)

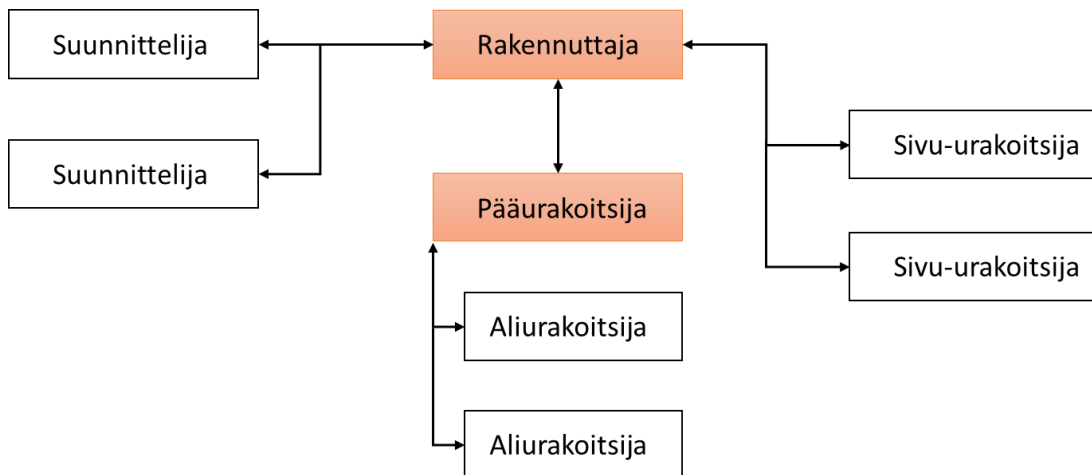
2.2 Rakennusalan lait ja määräykset

Rakennusprojektissa tulee noudattaa lakien, asetusten ja rakentamismääräysten asettamia sääntöjä. Rakennusprojektiin ryhtyvällä on velvollisuutena huolehtia, että rakennus vastaa sääntöjen mukaisia vaatimuksia. Maankäyttö- ja rakennuslain 119 § vaatii lisäksi, että rakennushankkeeseen ryhtyvällä tulee olla hankkeen vaativuus huomioon ottaen riittävät edellytykset ja pätevä henkilöstö sen toteuttamiselle. Rakennushankkeeseen kuuluvat työt jakautuvat usein monelle eri alihankkijalle ja urakoitsijalle ja työt voivat muodostaa näin hyvinkin pitkiä alihankintaketjuja. Alihankinta ja urakkasopimuksia tehdessä tulee varmistaa, että myös alihankkijalla on kyky noudattaa lain asettamia velvoitteita. Vuonna 2007 voimaan astui tilaajavastuulaki, joka määrää tilaajan selvitysvelvollisuudesta ja vastuusta ulkopuolista työvoimaa käytettäessä. Lain mukaa tilaajalla on ennen sopimuksen tekoa vastuu varmistaa, että sopimuskumppanit ovat täyttäneet lakisääteiset velvoitteensa. (Liuksiala & Stoor 2014, s. 17 ja 13-24)

2.3 Urakointi ja alihankinta

Rakennustyö on mahdollista toteuttaa omana työnä tai rekentamiseen erikoistuneella yrityksellä urakkamenettelyä käyttäen. Urakkasopimukset somitaan yleensä tarjouskilpailun pohjalta. Menestyäkseen tarjouskilpailuissa urakoitsijan tulee olla kilpailukykyinen ja teknisesti taitava omalla alallaan. Rakennusprojektissa työn teettäminen alan erikoisosaajalla on usein rakennuttajan kannalta paras vaihtoehto. Urakantekomuodot voidaan jaotella suoritusvelvollisuuden laajuuden mukaan. Kokonaisvastuurakentaminen (KVR) eli niin sanottu avaimet käteen toimitus on kaikkein kokonaisvaltaisimmin urakkamuoto, jossa urakoitsija vastaa koko rakennuskohteen toteuttamisesta, koordinoinnista ja suunnittelusta. Rakennuttaja on sopimusuhteessa vain KVR-urakoitsijaan, joka tekee omat sopimuksensa aliurakoitsijoiden kanssa. (Liuksiala & Stoor, s. 38-40)

Kokonaisurakka on urakoinnin muoto, jossa rakennuttaja tekee sopimuksen koko rakennustyöstä yhden urakoitsijan kanssa. Myös tässä muodossa aliurakoitsijat tekevät omat sopimuksensa vain kokonaisurakoitsijan kanssa. Tuoteosakauppa on urakan muoto, jossa uhdisteään sekä suunnittelu että tuotanto. Tuoteosakaupassa urakoitsija vastaa kokonaisuudessaan rakennuskohteen tietyistä tuoteosasta. Jaetussa urakassa rakennuttaja tekee urakkasopimuksia osasuorituksista useiden eri aliurakoitsijoiden kanssa. Jaetun urakan eri urakkasopimusten nimitykset jaotellaan usein rakennusteknisen suorittamisen pääurakkaan ja pienempiin sivu-urakoihin. Jaetussa urakassa eri urakoitsijoiden suunnittelijoiden välillä ei ole sopimussuhdetta. Kuvassa 2 esitetään esimerkki rakennushankkeen sopimussuhteista jaetussa urakassa. (Liuksiala & Stoor, s. 40-42)



Kuva 2. Esimerkki urakoinnin ja alihankinnan sopimussuhteista rakennusprojektissa (Liuksiala & Stoor 2014, s. 59).

2.4 Rakennusprojektin päävaiheet

Yleisesti rakennusprojektin päävaiheisiin voidaan todeta kuuluvan:

- Tarveselvitysvaihe
- Hankesuunnitteluvaihe
- Rakennussuunnitteluvaihe
- Rakentamisvaihe
- Käyttöönottovaihe

Tarvesuunnitteluvaiheessa kootaan tarveselvitys, jossa selvitetään hankkeen tarpeellisuutta ja toteutusedellytyksiä. Tarveselvitysvaiheessa määritetään projektin alustava aikataulu ja taloussuunnitelma. Tarveselvityksen perusteella tehdään hankesuunnittelupäätös. Hankesuunnitteluvaiheessa selvitetään yksityiskohtaisesti, mitkä ovat projektin toteuttamistarpeet ja -mahdollisuudet. Tuloksena on hankesuunnitelma, jossa määritellään projektin toteuttamistapa, laajuus- ja laatuavoitteet sekä alustavat kokonaiskustannukset ja aikataulu. Tältä pohjalta tehdään projektin varsinainen investointipäätös. Rakennussuunnitteluvaiheessa tehdään suunnitelmat rakentamisen toteuttamiseksi. Eri suunnitelmien yhteensopivuudesta vastaa pääsuunnittelija ja tuloksena syntyvä rakennussuunnitelma tarkentuu työn edistyessä. Suunnitelmat eivät usein ole yksityiskohtaisesti valmiita rakennuspäätöksen tekohetkellä, mutta urakkahintaan vaikuttavat suunnitelmat tulisivat olla valmiita päätöksiä tehdessä. Suunnitteluvaiheeseen kuuluu myös

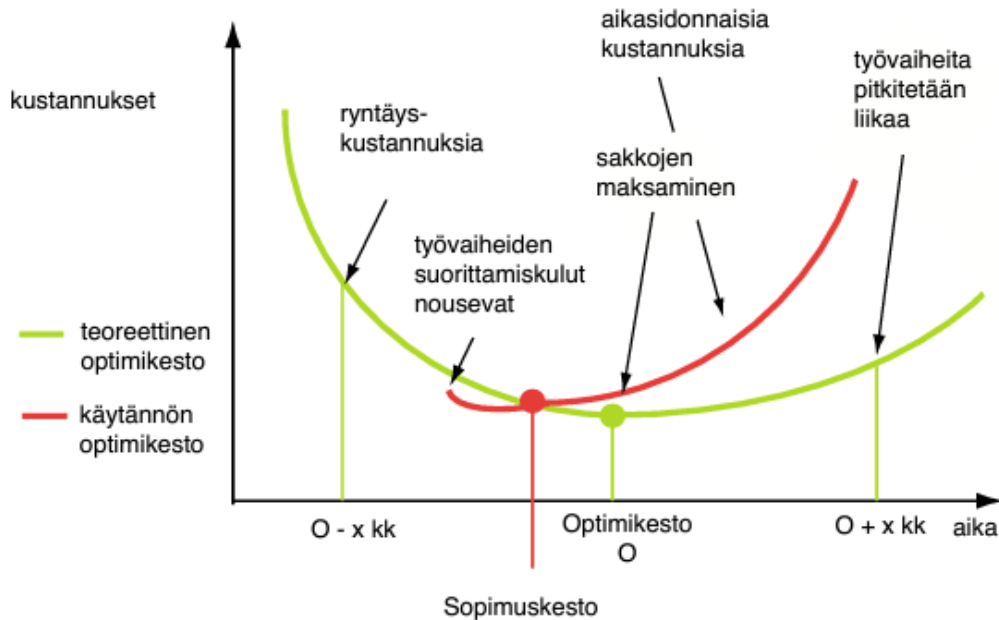
urakkasopimusten teko, joihin liitetään yleensä kyseessä olevat rakennussuunnitelmat. Rakentamisvaiheeseen kuuluu itse työ rakennuskohteessa. Työn valmistuttua tehdään tarkastukset, joissa todetaan rakennusluvan ehtojen täyttymisestä ja sopimusten mukaisesta lopputuloksesta. Urakkasopimukseen kuuluu yleensä takuu-aika, jonka kuluessa urakoitsija korjaa mahdolliset rakennussuorituksen virheet omalla kustannuksellaan. Käyttöönottovaiheessa tuleva projektin lopputuloksen käyttäjä perehdytetään rakennuksen käyttöön. (Liuksiala & Stoor 2014, s. 34-38)

2.5 Rakennusprojektien aikataulutus

Rakennusprojektin aikataulujen tarkoitus on kuvata tuotantoa sekä toimia ohjauksen ja valvonnan välineenä. Aikataulujen tulee olla tarkkuustasoltaan käyttötarkoitukseen sopivia ja realistisia, mutta myös tavoitteellisia. Tärkeää on myös tarkentaa aikatauluja tiedon lisääntyessä projektin edetessä. Aikatauluilla pitää pystyä varautumaan muutoksiin ja tuotannon häiriötilanteisiin. Tehtävien ohjaamisen kannalta on olennaista, että aikataulut ovat toteuttamiskelpoisia. Projektin kannalta keskeisimmät päätökset aikataulun osalta tehdään hankesuunnitteluvaiheessa. Silloin rakennuttaja päättää projektin ajalliset reunaehdot ja laatii alustavan hankeaikataulun. Hyvin suunniteltu aikataulu antaa projektille hyvät lähtökohdat, mutta lopputuloksen kannalta toteutuksen ohjaus ja johtaminen ovat aina merkittävämmässä asemassa rakennusprojektissa. Rakennuttajalle aikataulutus on tärkeää, jotta projekti valmistuu oikea-aikaisesti, mutta myös siksi, että huono aikataulutus johtaa usein laatuvirheisiin. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 41 ja 62).

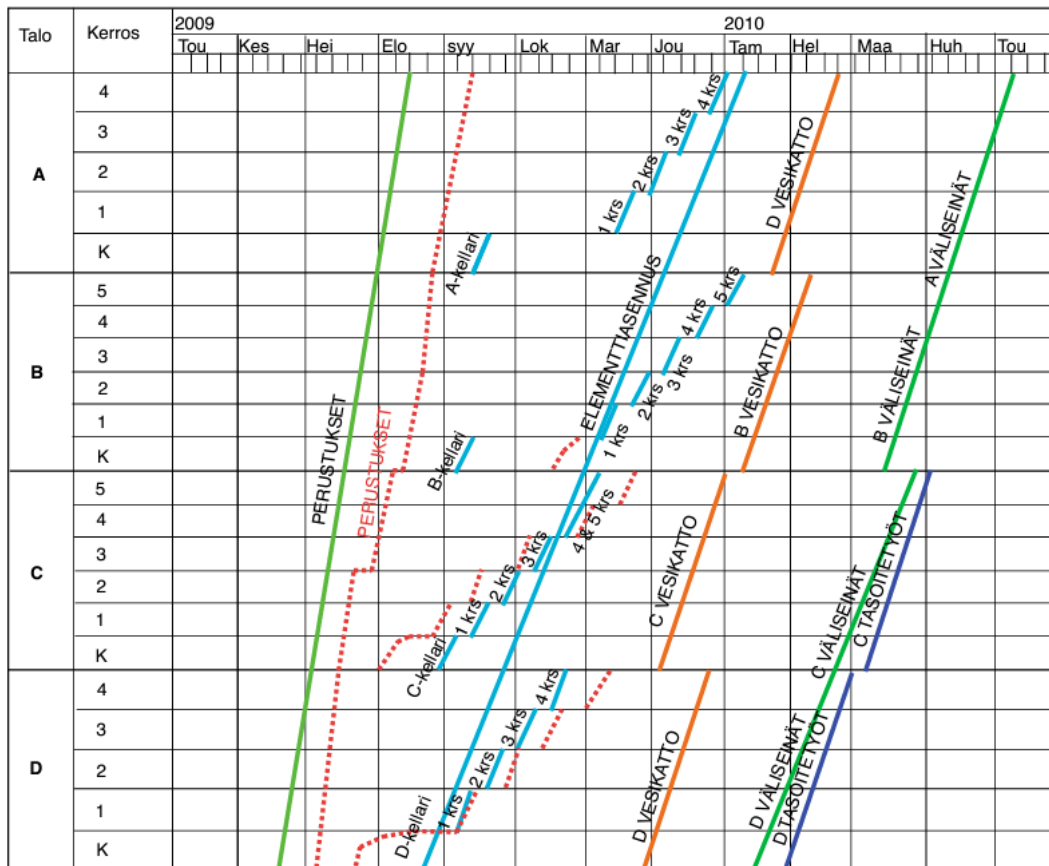
Rakennusprojektin varsinaisesti rakentamiseen varattuun aikaan voi vaikuttaa hyvin moni tekijä. Ajankäyttöä suunnitellessa tulisi etsiä realistinen toteutusmalli saatavilla olevan tiedon valossa. Teorettinen optimiaika rakentamiselle voidaan laskea kustannusten kautta. Yleisesti voidaan todeta, että tiukempi aikataulu laskee aikasidonnaisia kustannuksia ja nostaa työvaiheiden kustannuksia. Optimissa yhteiskustannukset ovat kaikista pienimmät. Käytännön optimikesto eroaa yleensä teorettisesta sopimuskohtaisista syistä (kuva 3). Esimerkiksi sopimuksen mukainen aikataulu on voi olla asetettu teorettista kustannusten mukaista optimia kireämmäksi. Suomessa kehitetty ajoituskustannusmalli päivitettiin vuonna 2015 vastaamaan

nykyisiä rakennustyyppjä. Sitä voidaan käyttää projektin keston ja resurssitarpeiden määrittämiseen. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 64 ja 66)



Kuva 3. Teoreettinen kustannusten mukainen optimikesto ja esimerkki käytännön optimikeston eroavaisuudesta (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 64).

Rakennuttajan laatima hankeaikataulu kuvaa koko projektin etenemistä. Hankeaikatauluun jätetään varaa ja joustoa yllätyksiä varten. Yleisaikataulu kuvaa tarkemmin projektiin osiin kuuluvien työvaiheiden aikataulutusta. Toteuttaja laatii alustavan yleisaikataulun ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista. Yleisaikataulun osalta on syytä tarkastella, kuinka hyvin se sopii yhteen Rakennuttajan hankeaikataulun kanssa. Sopimusneuvottelujen seurauksena yleisaikataulu muokataan sopimusyleisaikatauluksi, joka liitetään yleensä urakkasopimukseen. Sopimusyleisaikataulua muokataan vielä työmaalle ja sopivaksi ja eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittamiseksi työaikatauluksi. Työaikataulu on toteutusvaiheen keskeisin aikataulu, joka toimii koko toteutusprosessin ohjaajana. Muut työmaan aikataulut perustuvat työaikatauluun. Työaikataulussa tehtävät suunnitellaan ja jaotellaan tarkemmin. Hyvässä työaikataulussa tärkeintä on selkeys, kuitenkin niin että se toteuttaa myös tehtävänsä. Yleensä työaikataulu kuvataan paikka-aikakaavion avulla (kuva 4). Työaikataulu toteutumista seurataan merkitsemällä toteuma paikka-aikakaavioon (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 43-47).



Kuva 4. Esimerkki työaikataulusta paikka-aikakaaviossa toteuman seurannan kanssa (punainen pisteiviiva) (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 47).

Muita rakennusprojektiin liittyviä aikatauluja ovat suunnittelu-aikataulu, talotekniikka-aikataulu, hankinta-aikataulu, rakentamisvaihe-aikataulu ja tarkat viikko-aikataulut. Suunnittelu-aikataulu tehdään suunnittelun johtamisen tarpeisiin. Yleensä myös talotekniikan työt on tarpeellista aikatauluttaa erikseen, joten ne esitetään omana aikataulunaan. Hankinta-aikataululla sidotaan hankinnat työaikatauluun. Hankinta-aikataululla varmistetaan materiaalien oikea-aikainen saanti ja eri työtehtävien aikataulun mukainen aloitus. Hankinta-aikataulu kuuluu osana hankintojen suunnitteluun. Rakentamisvaihe-aikatauluissa tarkennetaan työaikataulua ja ne tehdään yleensä joko muutamaksi kuukaudeksi tai yhdelle rakentamisvaiheelle kerrallaan. Viikko-aikataulun tavoitteena on varmistaa lyhyen aikajänteen tavoitteiden toteutuminen, resurssien tehokas käyttö ja riittävyys. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 48-60)

Aikataulun suunnittelussa tulee ottaa huomioon poikkeukset, kuten esimerkiksi arkipyhät ja mahdolliset häiriötilanteet. Sääilmiöt voivat hidastuttaa töitä tai välillä pysäyttää ne kokonaan. Sään luonteeseen kuuluu, että sen aiheuttamia häiriöitä on vaikea ennakoida. Viikkosuunnitelmissa sääilmiöt voidaan ottaa jo huomioon kohtuullisella tarkkuudella. Jos kunnollisia työolosuhteita tai työn laatua ei pystytä takamaan, niin työteko tulee keskeyttää. Säästä poiketen yleinen vuodenaikojen vaihtelu voidaan ottaa huomioon aikatauluissa. Yleisesti talvi tuottaa ylimääräistä työtä työmaalla ja työn eteneminen on silloin hitaampaa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 69-70)

Työtehtävät ovat toimintoja, joille pitää aikataulussa varata aikaa ja resursseja. Tehtävät tulee jaotella ja suunnitella siten, että niistä tulee järkeviä kokonaisuuksia. Tehtäviin kuuluu täydentäviä suorituksia, kuten esimerkiksi materiaalien siirrot ja siivous. Tehtävistä tulee muodostaa tehtäväluettelo, josta käy ilmi tehtävät, niiden suoritemäärät ja sen yksikkö. Yhteenkuuluvia tehtäviä voi ryhmittää yhteen samojen resurssien alaiseksi. Aikataulun laadintaa varten tarvitaan tieto kunkin tehtävän tarvitsemasta ajasta. Rakennusprojektissa työtehtävien suoritus riippuu usein toisesta työtehtävästä. Tästä syystä pitää määrittää tahditus eli suunnitelma tehtävien työjärjestyksestä, jossa otetaan huomioon tehtävien väliset riippuvuudet. Tahdituksella pyritään toteuttamaan tehtävien eteneminen häiriöttömästi ja antamaan kunkin tehtävän työryhmälle työrauha. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 76-84)

3 LOGISTIIKAN HALLINTA

Logistiikan käsite on syntynyt kuvaamaan materiaalisten hyödykkeiden toimittamiseen liittyviä koordinoitavitehtäviä. Karrus (2001, s. 13) määrittelee logistiikan olevan ”materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä”. Logistiikan hoitaminen vaatii näiden osaluokkien kokonaisvaltaista ymmärrystä ja kokonaisuuden hahmottamista. Yritysten toimintojen välillä on usein tavoiteristiriitoja, jolloin parhaan tuloksen saavuttamisen kannalta kokonaisuuden hahmottaminen on avainasemassa. Tavoiteristiriitojen takia logistiikassa voidaan joutua käyttämään toimintatapoja, jotka eivät tyydytä täysin yhtään osapuolta, mutta jotka ovat kuitenkin kokonaisuuden kannalta kaikkein tehokkaimpia. Logistiikan toimiminen vaatii myös yhteistyötä yritysten välillä. Onnistuakseen logistiikan hoitamisessa, on lisäksi kehitettävä johtamistaitoja, analysointi- ja ratkaisukykyä ja seurattava toimiympäristön kehitystä. Yksinkertaisesti tiivistäen logistiikan hoitaminen on laaja-alainen monitaitoisuutta ja jatkuvaa oppimista edellyttävä osaamistehtävä. (Karrus 2001, s. 12-13 ja 24)

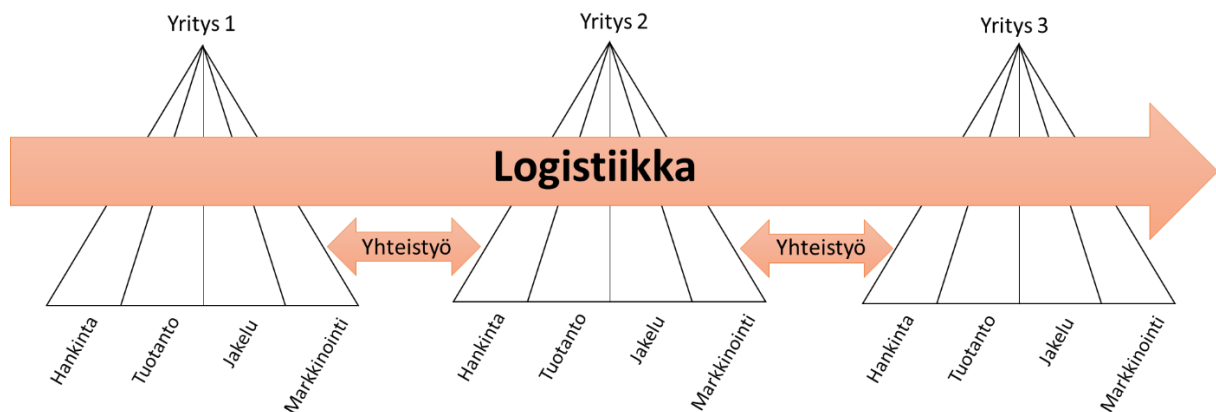
Logistiikan kustannus koostuu pääosin kolmesta keskeisestä tekijästä:

- Täydennyskustannus: yksinkertaisesti täydennystiheyden ja eräkohtaisen täydennyskustannuksen tulo.
- Varastointikustannus: yksinkertaisesti varastoitavan määrän ja yksikkövarastointikustannuksen tulo.
- Puuttekustannus: puutteellisen logistiikan palvelutason kustannus välittöminä menoina ja kysynnän menetyksenä.

Edellisten lisäksi on olemassa suuri joukko muita pienempiä kustannuksia, jotka voidaan kohdistaa logistiikkatoimintojen kustannuksiksi. Logistiikan ajattelu pelkkänä kustannustekijänä on ajatusvirhe, sillä logistiikka on yksi liiketoiminnan parhaista keinoista kehittää kannattavuutta ja asiakaskokemusta. (Karrus 2001, s. 191-193)

Nykyaikaisen logistiikkakäsitteen mukaisesti logistiikka leikkaa läpi yrityksen useita eri toimintoja. Logistiikkaan vaikuttavat yrityksen oman toiminnan lisäksi myös toimittajat ja asiakkaat, joten logistiikkaa tulee tarkastella usean yrityksen arvoketjun läpileikkaavana

prosessina (kuva 5). Arvoketjuajattelun mukaisesti toimittajia kutsutaan ylävirraksi ja asiakkaita alavirraksi. (Karrus 2001, s. 14-15) Samaan ostamisen ja myymisen ketjuun kuuluvat toimijat muodostavat yhdessä niin kutsutun laajennetun arvoketjun, jolla lopulta tyydytetään asiakkaiden tarpeita. Ketjun ylävirta muodostaa yrityksen ostomarkkinat ja alavirta myyntimarkkinat, joiden suhteen yritys voi toimia hyvin eri tavalla, aina täydellisestä kilpailusta syvään yhteistyöhön saakka. Usein menestyksen edellytyksiä voidaan parantaa tiivistämällä yhteistyötä saman arvoketjun yritysten kanssa. Usein puhutaankin arvoketjujen kilpailusta toisiaan vastaan. On kuitenkin hyvä muistaa, että ketjukumppanuuden luonne määrää yhteistyön tuoman hyödyn jakautumisen. Yhteistoiminnallinen kumppanuus ei takaa hyötyjä ja tietyissä tilanteissa ketjun voimakkain osapuoli voi pakottaa muut yhteistyöhön omilla ehdoillaan. Yhteistyöpohjainen strategia ei siis aina välttämättä ole paras ja oman aseman kehittäminen myynti- ja ostovoimaa hankkimalla on yrityksille tärkeää. (Karrus 2001, s. 231-232 ja 240-241)



Kuva 5. Logistiikka usean toimijan arvoketjun läpileikkaajana, soveltaen Karrus 2001, s. 15.

Ostotoiminnan kehitystrendinä on ollut sen yhdistyminen entistä voimakkaammin yritysten strategiseen suunnitteluun ja varsinainen tilaaminen on muuttunut automatisoidummaksi. Automaatiolla voidaan vähentää ensisijaisesti tilauskustannuksia. Ostotoiminnan mekanismeja kehittämällä voidaan saavuttaa merkittäviä aika- ja kustannussäästöjä. Ostotoiminnan nimikkeiden ja toimintatapojen luokittelussa on yleisesti käytössä niin kutsuttu ostoportfoliomalli, jossa ostettavat nimikkeet luokitellaan ostovolyymien ja saatavuusongelmien mukaan (Kuva 6). Luokittelun perusteella eli nimikkeille voidaan määrittää oikeansuuntaiset toimintatavat. (Karrus 2001, s. 233 ja 237-240)



Kuva 6. Ostoportfolion peruskehikko, soveltaen Karrus 2001, s. 238.

3.1 Logistiikan kehittäminen

Logistinen ajattelu on kehittynyt voimakkaasti viime vuosikymmenien aikana, mihin on vaikuttanut merkittävästi menetelmien ja välineiden valtava kehitys. Logistiikan jatkuviin ongelmiin kuuluvat muun muassa ympäristön muuttuvuus, oman organisaation olemus, tiedonkulun ongelmat, erilaiset viiveet, rahoitus, vaihtelevat aikajänteet ja ristiriitaiset tavoitteet. Perinteisesti logistiikan päätökset keskittyvät omaan sisäiseen logistiikkaan oman tuotannon ympärille. Tällöin varastoinnista tulee päätekijä häiriöttömän tuotannon varmistamiseksi. Näin myös toiminnan kehittäminen jää jokaisen toimijan omalle vastuulle ja osto- ja myyntitoiminta tapahtuvat vain yrityksen omilla ehdoilla. Ostotoiminnan tavoitteena on ollut saada ostohinta mahdollisimman alhaiseksi, jolloin tavaraa kertyy varastoon tarpeettoman paljon. Tämän tyyppistä perinteistä näkemystä logistiikasta on kuvattu termillä materiaalitalousajattelu. Kun materiaalitalousajattelu keskittyy pääosin yrityksen sisäisiin materiaalivirtoihin, niin nykyaikainen logistiikka-ajattelu ottaa huomioon koko prosessin vaikuttavat tekijät, niin yrityksen sisällä, kuin myös ulkopuolella. (Karrus 2001, s. 19-22)

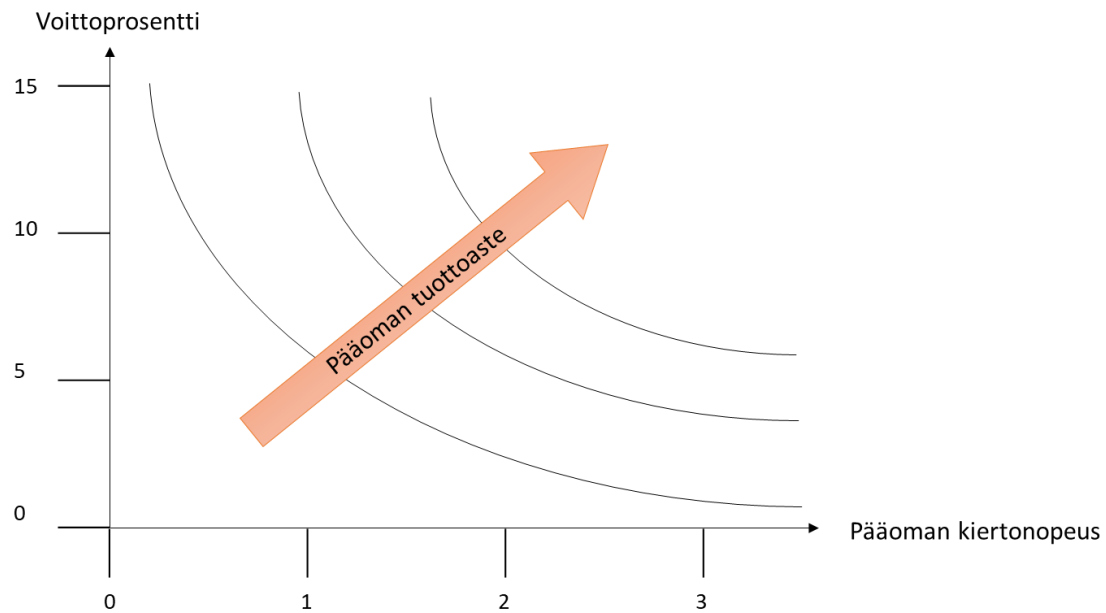
Nykyaikaisen logistiikka-ajattelun tärkeimmiksi piirteiksi Karrus (2001, s. 26) listaa:

- Tarkastelee yrityksen reaali prosesseja ja pyrkii kehittämään niitä kokonaisuutena ottaen huomioon yrityksen perustoiminnot.

- Ottaa huomioon koko arvonlisäysketjun toimittajilta asiakkaille, pyrkien kehittämään koko ketjun kilpailukykyä.
- Vastaa omalta osaltaan sekä arvonlisäyksestä asiakkaille, että yritysten pääomankäytöstä ja toimintakustannuksista.

Uusien logististen ratkaisujen kehittäminen vaatii luovuutta, teknologista tietämystä, talouden lainalaisuuksien hallintaa, sekä myös usein yritysten välistä yhteistyötä. Oman logistiikan kehittämisen lisäksi yhtä tärkeää on tehdä yhteistyötä arvoketjun ylä- ja alavirran kanssa (kuva 5). Yleensä logistiikan kehittämisessä kohdistetaan huomio aluksi perinteisiin materiaalitoimintoihin, jonka ytimen muodostaa Ostotoiminta. Kokonaistoiminnan kehittämiseksi tulee tavaravirtojen lisäksi tarkastella myös raha- ja tietovirtoja. Siinä missä tavaravirta kulkee ylävirrasta alavirtaan, niin rahavirta kulkee pääsääntöisesti päinvastaiseen suuntaan. Tietovirran tulee puolestaan kulkea hyvin molempiin suuntiin. Nykyaikaisen logistiikan kehittämisessä tietovirrat ovat avainasemassa. Oikealla tiedolla ja hyvin hallituilla tietovirroilla eri toimijat pystyvät tekemään oikeita ja oikea-aikaisia päätöksiä. (Karrus 2001, s. 13-18)

Pääoman tuottoastetta on pidetty logistiikan mielekkäimpänä mittarina. Pääoman tuottoaste koostuu voittoprosentista ja pääoman kiertonopeudesta (kuva 7). Logistiikan kannalta huomio tulee tässä kiinnittää erityisesti pääoman kiertonopeuteen. Pääoman kiertonopeus ja varaston kiertonopeus liittyvät vahvasti yhteen. Varaston kierron nopeutuessa yritys pääsee keräämään markkinoilta paremman tuoton sitoutuneelle pääomalle. (Karrus 2001, s. 197) Logistiikan kehittäminen on siis avainasemassa pääoman tuottoasteen kehitykselle, ja siten oivallinen mittari myös logistiikan kehittämisessä.



Kuva 7. Pääoman tuottoasteen muodostuminen voitto prosentista ja pääoman kiertonopeudesta (Karrus 2001, s. 197)

3.2 Logistiikka projektiliiketoiminnassa ja palveluissa

Logistiikan tehtävät voivat olla hyvin erilaisia erilaisissa tuotantotilanteissa, jolloin myös käytettävät menetelmät vaihtelevat. Logistiset toimintojen ohjaamisen vaihtoehtoja ovat työntö-, tilaus- ja imuohjaus ja näiden eri yhdistelmät. Projektiliiketoiminnassa tuotantoon kuuluu suuri joukko sisään tulevia materiaalivirtoja ja eri toimittajia, kun taas tuotettuja tuotteita on usein yksi tai enintään muutama. Logistinen päävirta on tällöin hyvin voimakkaasti kokoava, jolloin sisään tulevien materiaalivirtojen täsmällinen ohjaus on tärkeässä osassa. Projekteja voidaan pitää tilauksesta valmistamisen erityistapauksena, tai aivan omana ohjausympäristönään. Tilausohjauksessa tuotanto tehdään ainoastaan asiakkaalta saatuun tilaukseen, jolloin pääosa hankinnoista kohdistetaan työtilauksen, eli tilataan työlle tai projektille. Keskeinen haaste, mutta toisaalta myös kilpailukeino tilausohjautuvalle tuotannolle on työn tai projektin kokonaisviiveen lyhentäminen. (Karrus 2001, s. 28-29, 53 ja 57)

Tilausohjauksen perusmuotoja ovat kokoaminen tilauksesta (ATO, assemble to order), valmistaminen tilauksesta (MTO, make to order) ja suunnittelu tilauksesta (DTO, design to

order) (Karrus 2001, s. 55). Tilaus-toimitusviiveen lyhentäminen on merkittävä kilpailutekijä, koska jo pelkästään sillä voidaan voittaa asiakastilauksia, minkä lisäksi voidaan saavuttaa säästöjä kustannusten osalta. (Karrus 2001, s. 58). Ongelmana aikataulun tiivistämisessä on usein komponenttien ja raaka-aineiden epävarma saatavuus toimittajilta ja niihin liittyvät aikatauluviiveet. (Karrus 2001, s. 59). Tämänkin takia projektiliiketoiminnassa mukana olevien yritysten on tärkeä kehittää logistiikkaansa tekemällä syvällistä yhteistyötä.

Projekteissa on tärkeää saada ajoitettua materiaalit ja muut resurssit hyvin yhteen tehtävien työvaiheiden kanssa. Yleensä tarpeet muuttuvat projektin aikana, minkä takia ei ole taloudellisesti järkevää hankkia ja varastoida kaikkia tarvittavia resursseja etukäteen, sillä niiden määrät ja ajoitus tarkentuvat vasta suunnittelun ja projektin edetessä. Pääsääntönä on, että materiaalien saapuminen on sovitettava sen hetkiseen tarpeeseen ja hankintapäätöksen teon ajoittaminen vähintään toimitusviiveen verran tarvetta aiemmaksi. Projektille tulee tehdä hankintasuunnitelma, joka ohjaa projektin tarvitsemien materiaalien hallintaa. Hankintasuunnitelma laaditaan projektin aikataulutuksen jälkeen ja siitä tehdään sekä toimenpidesuunnitelma että seurantaohje. (Karrus 2001, s. 69-70)

Luotettavat toimitukset ovat yksi keskeisimpiä tekijöitä projektin onnistumisen kannalta, sillä materiaalien viivästyminen aiheuttaa ylimääräisiä kuluja ja aikataulumuutoksia. Myöhästymisriskien takia on usein järkevä ajoittaa toimitukset toimitusikkunalle, jolloin tavarantoimittaja on valmis toimittamaan toimitusikkunan alussa, mutta varsinainen toimitus tehdään vasta erillisestä kutsusta. Näin saadaan vähennettyä turhan tavaran saapumista ja säilyttämistä työmaalla, kuitenkin samalla pienentäen riskiä myöhästymisestä. Tavarakerien väliaikaisesta säilyttämisestä toimittajalla aiheuttaa toimittajalle kustannuksia, joiden siirtymisestä hintaan voidaan neuvotella. Toimituseriä voidaan yhdistää kuljetus- ja käsittelykustannusten vähentämiseksi, mutta tässä pitää ottaa huomioon projektin rajoitteet, kuten työmaalla varastoinnin ongelmat. Yleinen ongelma projektien hankinnoissa on eri hankittavien nimikkeiden suuri määrä. Projekteissa materiaalikustannukset ovat pääsääntöisesti 10-50 % ja työ puolestaan suurin osa kokonaiskustannuksista. Jos työvaiheita ei päästä suorittamaan ja työvoima on tyhjänpanttina, niin odotuskustannukset ovat seurauksineen usein korkeammat, kuin materiaalien pääomakustannukset. Esimerkiksi kriittisimpien materiaalien hankkiminen varastoon ennen projektin alkua voi olla kannattavaa. (Karrus 2001, s. 70-71)

Karruksen (2001, s. 193) mukaan hyvin hoidettu logistiikka voi muodostaa keskeisen tekijän asiakkaan kokemassa palvelussa. Logistisista toiminnoista huomattavan suuri osa on luonteeltaan palveluita ja logistiikan sisällä esiintyykin usein tarvetta erilaisten palveluiden hallintaan ja ohjaamiseen (Karrus 2001, s. 97-98). Logistiikkatoimintoja voidaan myös toteuttaa alihankintapalveluina. Tiettyihin logistiikkapalveluihin keskittyvän yrityksen etuja ovat mahdollisesti laaja asiakaskanta ja sen seurauksena suuri toimintavolyymi. Nämä mahdollistavat suuremmat investoinnit tehokkuuden parantamiseksi ja supistavat kysynnän hajontaa. Palvelujen separointi eli palvelukokonaisuuksien jakaminen toisistaan helposti irrotettaviin osiin, auttaa löytämään niitä toimintoja, jotka voidaan ulkoistaa. Esimerkiksi yksi usein ulkoistettu logistiikkatoiminto on kuljetus- ja kuriiripalvelut. (Karrus 2001, s. 109-110)

Logistiikan palveluyrityksen tarkoituksena on suorittaa asiakkaan toimeksiantona logistisia tehtäviä ilman, että palveluyritys omistaisi toiminnan kohteena olevaa tuotetta. Käytännössä logistiikan kaikki tehtävät voidaan ostaa ulkoistettuna palveluna. Logistiikan palveluyritysten käyttö on lisääntymään päin toiminnan fokusoinnin myötä. Keskeinen kysymys logistiikan ulkoistamisessa on päättää, milloin on kannattavaa jättää toimenpide palveluyrityksen tehtäväksi ja milloin se on kannattavampaa tehdä itse. Yksi yleinen logistiikkapalvelun muoto on vendorisointi, joka tarkoittaa asiakkaan toimipisteeseen asti ulottuvaa toimittajan kokonaisvastuullista palvelutoimintaa. (Karrus 2001, s. 257-260)

3.3 Rakennusprojektien logistiikka ja sen kehittäminen

Rakentamiseen liittyen Toikkanen ja Särkilahti (1997, s. 10) määrittelevät logistiikan yksinkertaisemmin olevan materiaalivirtojen ja niihin liittyvien tietovirtojen hallintaa koko tuotesuunnittelun ja tilaus- ja toimitusprosessin läpi. Onnistuneella logistiikan hallinnalla saavutetaan kustannussäästöjä ja varmistetaan rakennusprojektin häiriötön eteneminen työmaalla. Rakennusprojektissa työmaa on kaikkien logistiikkaketjujen keskipiste. Normaalisti logistiikka sisältää tulo-, sisä-, ja lähtölogistiikan. Rakennusprojektin logistiikka poikkeaa normaalista siinä, että valmista tuotetta ei varsinaisesti tarvitse toimittaa asiakkaan luo, joten normaalia lähtölogistiikkaa ei varsinaisesti ole. Tulologistiikkaan kuuluu sisään tulevien

virtojen hallinta. Sisälogistiikka tarkoittaa puolestaan sisäisiä materiaalitoimintoja, kuten siirrot ja varastointi, rakennusprojektin tapauksessa työmaalla. (Toikkanen & Särkilähti 1997, s. 10)

Rakennusprojektit ovat pääsääntöisesti yksittäisiä tiettyyn tarpeeseen räätälöityjä projekteja, joten ne toteutetaan yleensä suunnitteluna tilauksesta. Rakennusprojektien alihankkijat voivat kuitenkin ohjata toimituksiaan myös MTO ja ATO -tyyppisesti, sillä useat rakennusprojektit voivat käyttää samoja komponentteja, esimerkiksi varsinkin elementtirakentamisessa.

Rakennusliiketoimintaan liittyen Toikkanen ja Särkilähti (1997, s. 4) määrittelevät hankinnan olevan rakennustuotannon tarvitsevien materiaali-, työ-, ja palvelupanosten määrittelyä ja ostamista. Rakennusprojektin hankintoihin liittyen on tarpeellista määrittellä myös termi *hankintakauppa*, joka tarkoittaa toimittajakohtaista yhtenä kauppana tehtävää hankintakokonaisuutta. Yksi hankintakauppa voi olla joko materiaalihankinta tai aliorjakauppa, jolloin hankintakaupan suunnittelun tarkoituksena on varmistaa hankinnan toteutuminen tavoitteen mukaan. (Toikkanen & Särkilähti 1997, s. 4 ja 7).

Rakennusprojektissa hankintojen suunnittelu on sidottava projektin tuotannon suunnittelun edellä mainittuihin vaiheisiin (tarjouslaskentavaihe, toteutuksen aloitus ja jokaisen yksittäisen vaiheen aloitus). Tarjouslaskentavaiheessa määritellään hankkeen tarjoushinta, ajallinen toteutusmalli ja hankintojen periaatteet. Alkuvaiheessa on myös tärkeää tunnistaa projektin kriittiset ja kiireelliset hankinnat sekä suunnitella työmaan logistiikkaan periaateratkaisut hankintojen osalta. Tarjousvaiheessa tuotettu tieto on välitettävä dokumentoituna toteutusvaiheeseen. Toteutusvaiheessa suunnitellaan kohteen hankintasuunnitelma, joka koostuu hankintakauppojen luettelosta, hankinta-aikataulusta, hankintavastuista ja logistiikkasuunnitelmasta. Yksittäisten vaiheiden suunnittelussa varmistetaan aikataulun mukainen tuotannon toteutuminen. Tehtävien suunnittelussa määritellään niiden sisältö tavoitekustannukset ja ajoitus. Tehtäväsuunnitelman tavoite on varmistaa, että tehtävä on toteuttamiskelpoinen ja käytännöllään järkevä. Käytäntönä on, että yksittäisten aliorakoiden sopimusehdot perustuvat vastaavaan tehtäväsuunnitelmaan. (Toikkanen & Särkilähti 1997, s. 7-9).

Hankintojen suunnittelu ja johtaminen on tiiviisti sidoksissa tulologistiikan kanssa. Rakennustyömaan tulologistiikkaan liittyviä päätöksiä ovat materiaalien toimitustavat työmaalle ja toimituserien määrittäminen. Toimituksiin liittyvät ratkaisut kannattaa päättää ennen hankintojen suunnittelua, koska ne vaikuttavat merkittävästi työmaalla tapahtuvaan materiaalinkäsittelyyn. Rakennustyömaan ja rakennusyrityksen kannalta on hyödyllistä tarkastella yksittäisten logististen ketjujen lisäksi niiden muodostamaa kokonaisuutta. Materiaalihankintojen toimitussuunnitelmat ja aliurakoiden ajalliset sopimuslauseet tehdään työmaan yleisaikataulun perusteella. Hankintojen täsmällinen onnistuminen edellyttää siis, että yleisaikataulu on toteututtamiskelpoinen. Aikataulumuutokset on saatettava nopeasti aliurakoitsijoiden ja materiaalitoimittajien tietoon, jotta välttyttäisiin väärin ajoitetuilta toimituksilta ja ylimääräiseltä varastoinnilla työmaalla. Perinteinen keino työmaan materiaalitoimitusten suunnitteluun on paikka-aikakaavio. Rakennusprojektissa osa materiaaleista kannattaa viedä rakennuksen sisään jo ennen varsinaista tarveajankohtaa, jolloin hankintaprosessi pitää aloittaa aiemmin. (Toikkanen & Särkilähti 1997, s. 11-13)

Projektin jokainen hankintakauppa tulee suunnitella yksityiskohtaisesti ennen sopimuksen tekemistä. Hankinnan ohjausprosessi koostuu hankinnan valmistelusta, hankintapäätöksen tekemisestä ja valvonnasta ja ohjauksesta. Hankintojen ohjauksen näkökulmasta eroavat hankintakauppojen tyypit ovat aliurakat, materiaalihankinnat ja pienet rutiiniostot. Aliurakan ohjauksessa keskeistä on urakkasopimuksen määrittäminen ja sen toteutumisen valvominen. Varsinaiset ohjaustoimenpiteet kuuluvat kuitenkin aliurakoitsijan omalle vastuulle. Pääurakoitsijan kuuluu varmistaa aliurakan aloitusedellytykset ja tarvittaessa avustaa aliurakoitsijaa tehtäväsuunnitelman laadinnassa. Materiaalihankintojen ohjaus tapahtuu pääosin sopimushtojen määrittämisellä. Kaupanteon jälkeen toimenpiteet rajoittuvat toimitusten valvontaa. Rutiiniostoilla korjataan yleensä muissa hankintakaupoissa ilmeneviä puutteita, joten niitä tehdään aina tarpeen ilmaantuessa. (Toikkanen & Särkilähti 1997, s. 27-28)

Aiemmin todetun mukaisesti logistiikkapalveluiden käyttö on lisääntymässä. Rakennustarvikkeiden osalta on yleistä, että toimittaja kuljettaa erät asiakkaan toimipisteeseen maksua vastaan (Karrus 2001, s. 259). Logistiikkapalveluiden tarpeellisuus rakennusprojektissa määräytyy työmaan tuotanto-olosuhteiden perusteella (Wegelius-

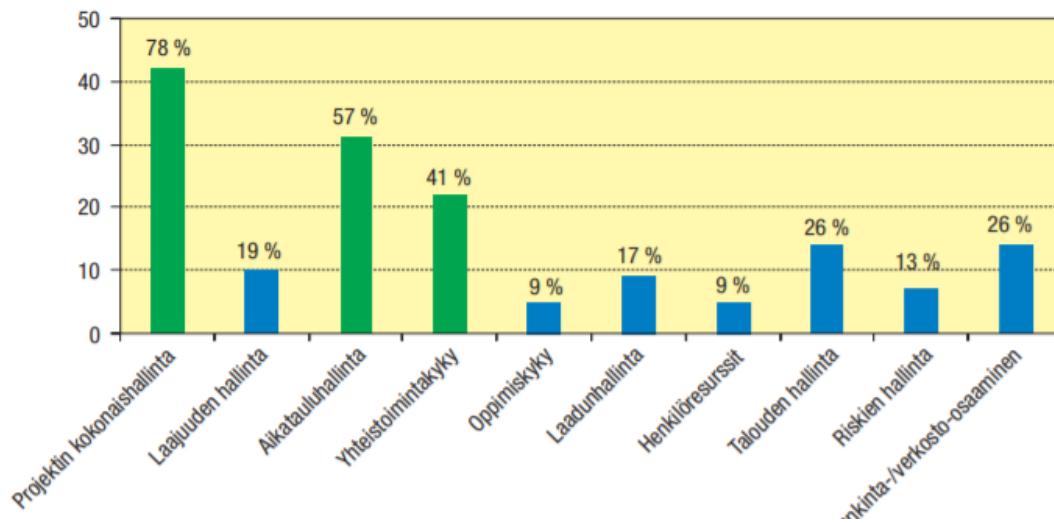
Lehtonen & al. 1996, s. 16). Logistiikkapalveluiden käyttö voi olla tehokas apukeino työmaalogistiikan hallitsemiseksi ja hyvän toimintayhteyden luomiseksi ylävirran toimitusketjun kanssa. Oikein käytettynä logistiikkapalvelut ovat hyvä apu ratkaisemaan rakennusalan logistiikkaan liittyviä ongelmia. (Ekeskär & Rudberg 2016) Esimerkkinä rakentamisen logistiikassa kokonaisvaltaisten palvelujen tarjoajan voidaan nostaa Suomen Rakennuslogistiikka Oy. Yrityksellä on omien sanojensa mukaan jo 20 vuoden kokemus toimialallaan ja sillä on kokemusta useista merkittävistä hankkeista. Yritys toteaa pystyvänsä toteuttamaan käytännössä kaiken työmaan logistiikkaan kuuluvan, sekä hallitsemaan koko projektin logistiikkaa. (Suomen rakennuslogistiikka 2018) Rakennusliiketoiminnassa on siis mahdollista saada hyvinkin kokonaisvaltaista logistiikkapalvelua.

Mielenkiintoisena rakennusprojektien tehokkuuden mittarina Wegelius-Lehtonen et al. (1996, s. 30) mainitsee rakennusprojektien hankintoihin liittyvänä logistiikan tehokkuuden mittarina *pienten laskujen osuuden*. Pienten laskujen käsittely voi maksaa laskun nimellisarvoa enemmän. Pienten laskujen osuus kuvastaa hankintojen suunnitelmallisuutta ja osoittaa, onko yhteistyöllä alihankkijoiden kanssa pystytty järjeistämään laskutusta

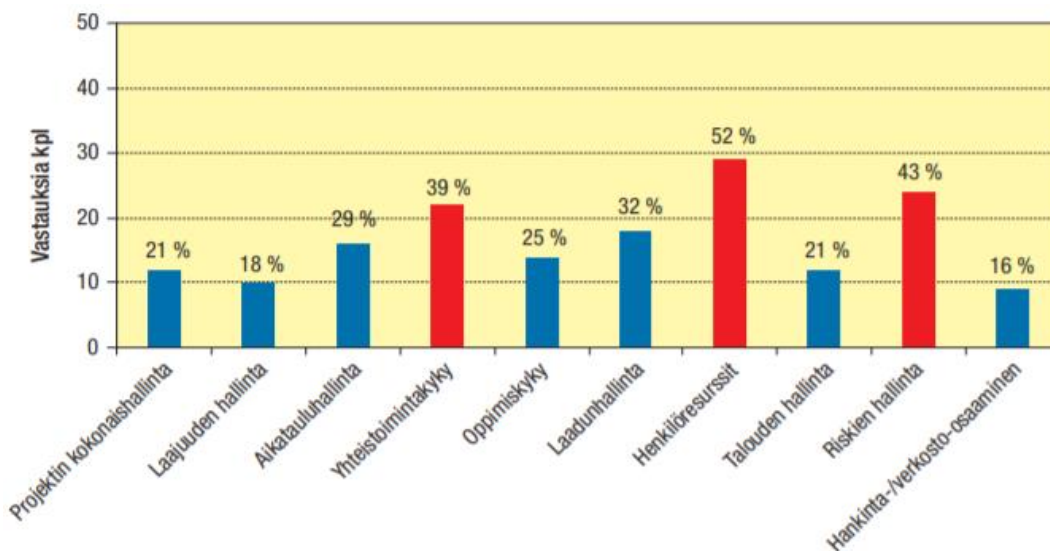
4 MERKITTÄVIMMÄT RAKENNUSPROJEKTtien LOGISTIIKAN KEHITTÄMISALUEET

Vuonna 2008 toteutetussa rakennusalan toimialakohtaisessa selvitystyössä toteutettiin kyselytutkimuksia rakennusalan projektiliiketoiminnan vahvuuksista ja heikkouksista. Tutkimuksen perusteella selkeimmiksi vahvuuksiksi tunnistettiin projektin kokonaishallinta, aikataulunhallinta ja yhteistoimintakyky. Oppimiskyky ja henkilöresurssit puolestaan nähtiin selvästi heikompina. Tutkimuksen tulokset vahvuuksien osalta on esitetty kuvassa 8. Selkeimmiksi vahvuuksiksi tutkimuksessa tunnistettiin henkilöresurssit, riskienhallinta ja yhteistoimintakyky. Tulokset heikkouksien osalta on esitetty kuvassa 9. Tutkimuksen tulokset ovat osittain ristiriidassa keskenään, mikä tarkoittaa sitä, että eri yritysten vastaukset ovat vaihdelleet merkittävästi. Varsinkin yhteistoimintakyvyn nouseminen esiin sekä merkittävänä vahvuutena että heikkoutena, kielii siitä, että osalla yrityksillä yhteistoimintakyky on hyvällä tasolla ja osalla yrityksissä siinä on merkittäviä ongelmia. Toisaalta taas henkilöresurssit nousevat esiin tekijänä, missä yritysten vastaukset ovat paljon yksimielisempiä. Tutkimuksen perusteella voi päätellä, että merkittäviä ongelmia etsittäessä kannattaa keskittyä ainakin henkilöresursseihin, riskienhallintaan ja yhteistoimintakykyihin. Myös oppimiskyky nousee esiin mielenkiintoisena osa-alueena, sillä hyvin harva toteaa sen vahvuudeksi. Samaan tutkimukseen liittyen toteutetuissa haastatteluissa kävi ilmi, että merkittäviksi uhiksi todettiin, että ala ei kehity ja kukaan ei ota kehittämistä vastuuta. Oppimiskyvyn heikkous ja alan kehittymättömyys voidaan yhdistää jämähtämiseksi totuttuihin tapoihin, mikä näin ollen vaikuttaa merkittävältä ongelmalta rakennusalalla. (Keinänen et al. 2008)

Tutkimuksen käyttöä johtopäätösten tekemiseen vaikeuttaa se, tutkimuksessa arvioidaan yritysten toimintaa vain yritysten omilla vastauksilla. Yritys ei välttämättä itse tiedä, missä asioissa sillä on eniten kehittämistarpeita. Yritys voi esimerkiksi todeta, että se on onnistunut tietyllä osa alueella, koska se pärjää siinä paremmin kuin kilpailijansa, tai on juuri onnistunut kyseisen osa-alueen kehittämisessä. Tästä huolimatta kyseinen osa-alue voi edelleen sisältää yrityksen merkittävimmät kehittämismahdollisuudet.



Kuva 8. Rakennusalan projektitoiminnan vahvuudet (Keinänen et al. 2008)



Kuva 9. Rakennusalan projektitoiminnan heikkoudet (Keinänen et al. 2008)

Vuosina 1991-1996 käynnissä olleesta rakennustuotannon logistiikka -tutkimusohjelmassa selvitettiin merkittävimpiä rakentamistuotannon logistiikan ongelmia ja kehittämiskohteita. Tutkimuksesta kävi ilmi, että koko yritystason logistiikkastrategioita ei oikeastaan ole ja rakennusprojektien logistiikka suunnitellaan yleensä vain projektin sisäisesti. Myös alihankintayhteistyön tekeminen oli yleensä hyvin vajavaista. (Wegelius-Lehtonen & al. 1996, s. 34) Lopputulemana selvitystyössä todettiin, että selkeitä kehittämiskohtia löytyi seuraavista osa-alueista (Wegelius-Lehtonen & al. 1996, s. 34-43):

- Hankinnan valmistelu

- Tarjouspyynnön ja sopimuksen tekeminen
- Muutoksista tiedottaminen
- Toimitusten varmistus ja materiaalien käsittely työmaalla
- Seuranta ja reklamointi
- Tilaus- ja laskutusrutiinit

Selvityksen tulokset ovat verrattain vanhoja, joten voidaan olettaa, että kehityskohteissa on tapahtunut muutoksia. Tuloksista voi kuitenkin tehdä johtopäätöksiä, mitä voi verrata uudempaan tietämykseen. Kehittämiskohteita yhdistävinä tekijöinä nousevat esiin projektin aikataulunhallinta ja tiedonkulku. Aikataulunhallinta nousee esiin lähes kaikessa rakennusprojektien logistiikkaan liittyvässä toiminnassa. Tiedonkulku itsessään ja siihen vahvasti sidoksissa oleva yhteistoimintakyky, ovat myös nousseet esiin lähes kaikessa rakennusprojekteihin liittyvää toimintaa tutkiessa. Verrattaessa vuoden 2008 kyselytutkimukseen, vaikuttaa että projektien ajallisessa hallinnassa ja yhteistoimintakyvyssä on tapahtunut edistystä. Tästä huolimatta samat tekijät nousevat esiin merkittävimpinä kehityskohteina myös uudemman tiedon valossa, vaikka pahimpia ongelmia olisikin yleisesti saatu korjattua. Kehitystä on varmasti hidastanut myös todettu rakennusalan heikko oppimis- ja muutосkyky.

Kehittämiskohteita on paljon, eikä niitä kaikkia ole tarkoitus käsitelläkään tässä työssä. Merkittävimmistä kehittämisalueiksi esiin nousseet aikataulunhallinta ja tiedonkulku otetaan tarkempaan tarkasteluun.

4.1 Rakennusprojektien logistiikan aikataulunhallinta

Yleensäkin logistiikan tilaus-toimitusprosessissa on yleistä joutoajan suuri osuus. Yleensä työn alla oleva toimitus sitoo resursseja työvoiman ja pääoman muodossa myös joutoajalla. (Karrus 2001, s. 62-63). Joutoajat pidentävät projektin ajallista kestoja tuottamatta varsinaista lisäarvoa, mikä kokonaisuudessaan heikentää tuottavuutta ja rakennusyrityksen kilpailukykyä. Projektien ajallista kestoja tiivistämällä asiakkaiden yhä enemmän vaatima ja arvostama projektien nopea toteutus auttaa rakennusyritystä voittamaan asiakastilauksia. Projektien ajallista hallintaa kehittämällä joutoaikoja on mahdollista vähentää ja näin lyhentää projektin kestoja.

Tuore ja paljon julkisuutta saanut esimerkki aikataulunhallinnan onnistumisesta on Helsingissä vuonna 2016 toteutettu kerrostalon putkiremontti, joka aiheutti asukkaille vain kahden viikon asumishaitan normaalin kolmen kuukauden sijaan (Kiinteistölehti 2016). Kyseinen projekti osoittaa, että rakennusprojektien ajallista kestoa on mahdollista tiivistää huomattavasti oikeita toimintatapoja käyttäen ilman, että kustannukset nousevat. Tämä on näennäisesti ristiriidassa yleisen teorian kanssa projektin optimikestosta, jonka mukaan kustannusten pitäisi kasvaa, kun toteutusaikaa lyhennetään optimista. Onnistunut projekti osoittaa, että optimikestoa on kuitenkin mahdollista lyhentää oikeita toimintatapoja käyttämällä.

Ongelmana aikataulunhallinnassa voi olla epävarma saatavuus toimittajilta ja niihin liittyvät aikatauluviiveet. Joutoaikaa aiheuttavat toimitusten ja edeltävien työvaiheiden myöhästymiset, jolloin aloitettavaksi suunniteltua työvaihetta ei voi aloittaa, joten työvaihetta varten varattu työvoima sekä kalusto odottavat tyhjän panttina. Joutoaikaa on toisaalta myös liian aikaisin saapuvien materiaalien tarpeeton varastointi yleensä ahtailla työmailla. Joutoaikaa voi syntyä turhan pitkien varoaikojen lisäämisestä. Toimittajalta voidaan vaatia tarpeettoman nopeita toimituksia ainoastaan sen takia, että toimitukset ovat olleet monesti myöhässä. Entistä lyhyemmät toimitusaikavaatimukset voivat aiheuttaa toimittajille ongelmia ja tehottomuutta. Jos toimittaja onnistuu toimittamaan materiaalit vaaditussa määräajassa, niin aiempien myöhästymisten ongelma kääntyy päinvastoin ja ongelmaksi tulee materiaalien varastointi työmaalla. (Karrus 2001, s. 59-60, 70 ja 152-154)

Aikataulujen epäonnistumisista johtuvat laaturvirheet ovat oma ongelmansa. Alkuperäisen aikataulun mukaan suunnitellut työvaiheet voivat epäonnistua, kun niitä ei enää voikaan toteuttaa suunnitellussa aikataulussa. Työvaiheet voivat epäonnistua esimerkiksi materiaalien pilaantumisen, liian kovan kiireen tai väärän työjärjestyksen takia. Aikataulujen onnistuneella hallinnalla annetaan edellytykset työvaiheiden toteutukseen suunnitellulla ja tarkoituksenmukaisella tavalla, jolloin laaturvirheitä voidaan välttää.

Koskenvesa ja Sahlstedt (2017, s. 96) mainitsevat yhtenä esimerkkitapauksena toteutuneen projektin, jossa alihankkijan toimittamien saunojen suunnittelu epäonnistui edeltävien työvaiheiden myöhästymisen takia. Vasta työmaalla selvisi, että toimitetut saunojen elementit eivät mahtuneet rakennushissiin. Työt seisahtuivat tämän takia pariiksi päiväksi. Myös saunojen

asennustyössä oli ongelmia, eikä saunaurakoitsija saanut tehtyä niitä kerralla loppuun. ongelmat olivat lähtöisin edeltäneestä myöhästyneestä työvaiheesta, jonka takia kohteesta ei saatu viimeisimpiä mittoja saunaurakoitsijan ja saunoja valmistavan tehtaan tarpeisiin. Edeltävä työvaihe oli puolestaan myöhässä materiaalien odottelun takia. Jatkuvat häiriöt työkohteessa aiheuttivat saunaurakoitsijalle ongelmia ja häiriötä myös saunaurakoitsijan muissa työkohteissa, sillä se ei voinut jakaa resurssejaan samanaikaisesti muihin työkohteisiin aiemmin suunnitellulla tavalla. Esimerkki kuvastaa aikataulunhallinnan tärkeyttä ja sen suurta vaikutusta projektien kulkuun. Esimerkistä voidaan myös huomata, että aikatauluongelmat voivat kertautua merkittävästi ja heijastua hyvinkin kauas. Aikataulunhallintaan liittyen voidaan tiivistetysti todeta, että kaikki vaikuttaa kaikkeen.

4.2 Rakennusprojektien logistiikan tiedonkulku

Rakennusprojektien monimuotoisissa usean toimijan ympäristöissä ja monipolvisissa suhdeverkostoissa tiedonkulun merkitys korostuu. Projektien onnistuminen vaatii onnistunutta tiedonkulkua eri osapuolten välillä. Monimutkaiset suhdeverkostot ovat otollisia tiedonkulun ongelmille. Rakennusprojektien eri toimijoiden välisessä yhteistyössä tiedonkulku on kriittinen tekijä, mikä suurelta osin ratkaisee yhteistyön onnistumisen. Tiedonkulun onnistuminen on suorassa yhteydessä myös projektin ajalliseen hallintaan. Vain onnistuneen tiedonkulun avulla aikataulu voidaan saada pitämään eri toimijoiden resurssien ja materiaalityöimistusten oikealla ajoittamisella.

Tiedonkulun merkitys korostuu entistä enemmän aikataulun pettäessä ja muiden mahdollisten muutosten myötä. Aikataulun pettämisen suurimmat potentiaaliset ongelmat voidaan estää nopealla ja tarkoituksenmukaisella tiedottamisella. Esimerkiksi toimittaja voi joutua merkittäviin varastointiongelmiin, jos se ei saa tietoa muuttuneista toimitusajankohdista ajoissa (Wegelius-Lehtonen & al. 1996, s. 34). Nopealla tiedottamisella toimittaja pystyy reagoimaan muutokseen ajoissa, jolloin ongelman syntyminen voidaan parhaassa tapauksessa estää kokonaan. Toisaalta myös toimittajan viivyttely toimitusten myöhästymisen ilmoittamisessa voi johtaa turhaan joutoaikaan ja pahempiin aikatauluongelmiin työmaalla (Wegelius-Lehtonen & al. 1996, s. 34). Aiemmin esitetty esimerkki epäonnistuneesta saunojen toimituksesta on osaltaan myös yksi esimerkki epäonnistuneesta tiedonkulusta aikataulun pettäessä. Hyvällä

tiedottamisella saunojen mitoitusongelmat olisi todennäköisesti onnistuttu välttämään myöhästymisistä huolimatta ja saunaurakoitsija olisi pystynyt allokoimaan resurssejaan tehokkaammin.

Myös täydennystoimitukset ovat muutoksien huonosta tiedottamisesta johtuva ongelma (Wegelius-Lehtonen & al. 1996, s. 34). Toimitusten aikataulut ja optimaalinen eräko voidaan suunnitella alkuperäisen tiedon perusteella, mutta hyvän alkuperäisen suunnitelman hyöty menetetään, jos suunniteltujen erien lisäksi pitää toimittaa yleensä hyvin pieniä mutta välttämättömiä täydennyseriä. Tämä ongelma olisi mahdollista poistaa lähes kokonaan tiedottamalla materiaalitarpeiden muutoksista toimittajille ajoissa ja täsmällisesti. Näin toimitusten suunnitelmat voidaan korjata etukäteen ja pitää ne tehokkaina.

Tiedonkulun katkokset aiheuttavat usein turhaa työtä. Pahimmillaan työmaalle voi saapua materiaaleja, jotka eivät sovi suunnitelmiin. Vääränlaisten materiaalien toimittaminen voi johtua väärin tietojen toimittamisesta toimittajalla, tai uusin tieto on voitu unohtaa kokonaan kertoa eteenpäin toimittajalle. Ongelmana voi olla myös se, että tiedolla ei yksinkertaisesti ole toimivaa reittiä kulkea eri toimijoiden välillä tai tietoa ei ymmärretä kertoa eteenpäin. Wegelius-Lehtonen (1996, s. 39) esittää esimerkin hyvin yksinkertaisesta tiedonkulun ongelmasta, jossa kuljettaja purki laudoituspuutavarakuorman ensimmäiseen vapaaseen paikkaan työmaalla, jonka seurauksena seuraavana päivänä kahdelta työmieheltä kului koko päivä puutavaran siirtämisessä oikeaan paikkaan työkohteen viereen. Tämänäyttöiset ongelmat voitaisiin välttää helposti tiedottamalla kuljetuksesta vastaavaa tahoa kunkin materiaalierän tarkasta purkupaikasta. Esimerkissä voi olla kysymys siitä, että laudoitusmateriaalin tarvinnut taho ei ole ymmärtänyt tiedottaa tarkkaa purkupaikkaa tai siihen ei käytännössä ole ollut mahdollisuuttakaan.

Tiedonkulku on olennaista myös logistiikan kehittämistä suunniteltaessa ja toteutettaessa. Koko arvoketjun yhteistä toimintaa kehitettäessä pitää ottaa huomioon kaikkien toimijoiden näkemykset, jolloin voidaan saada kuva koko arvoketjun tilanteesta ja sen kehittämistarpeista. Jos yksittäinen toimija kehittää vain omaa toimintaansa oman näkemyksensä pohjalta tiedottamatta siitä muille, niin lopputulos voi olla koko arvoketjun kannalta tehottomampi tilanne, vaikka yksittäinen toimija olisi näennäisesti saanut tehostettua omaa toimintaansa.

5 RAKENNUSPROJEKTtien LOGISTIIKAN KEHITTÄMISRATKAISUT JA MAHDOLLISUUDET

Rakennusprojektien logistiikan kehittämiseksi on pohdittava uusia mahdollisia toimintamalleja, joilla toimintaa voidaan kehittää. Rakennusprojektien toiminnan kehittämiseksi on olemassa useita erilaisia malleja, jotka vaikuttavat erityisesti logistiikan toimintaan ja aiemmin todettuihin merkittävimpiin kehityskohteisiin. Seuraavaksi tutustutaan kolmeen taustatutkimuksessa eniten esiin nousseeseen malliin ja arvioidaan niiden mahdollisuuksia kehittämistarpeisiin vastaamisessa.

5.1 Rakentamisen tietomalli

Rakentamisen tietomalli (Building information modelling eli BIM) on menetelmäoppi rakennusprojektien suunnitelmien ja muun projektiin liittyvän tiedon hallintaan digitaalisessa muodossa koko rakennuksen elinkaaren ajan. CAD-ohjelmat (tietokoneavusteinen suunnittelu) ovat perustapa geometrisen eli varsinaisen kolmiulotteisen tiedon luomiseen ja muokkaamiseen rakentamisen tietomallissa, mutta mallin perusajatukseen kuuluu, että siinä on myös helpompia tapoja analysoida ja vuorovaikuttaa mallin sisältämän tiedon kanssa. (Penttilä 2006) Rakentamisen tietomallin kantava ajatus on, että se yhdistää kolmiulotteisen virtuaalisen mallin, johon on yhdistetty muu tieto. Valmis virtuaalinen malli sisältää rakennuksen tarkan geometrisen ja muun tiedon, jonka avulla rakentaminen, valmistus ja hankinnat voidaan toteuttaa. (Eastman, Teicholz, Sacks & Liston 2011, s. 1) Oman kokemukseni perusteella rakentamisen tietomallilla voi esimerkiksi visualisoida rakennusta ja sen komponentteja virtuaalitodellisuudessa, pystyen kätevästi tutkimaan rakennuksen eri komponentteihin liittyvää tietoa.

Rakentamisen tietomalliin liittyvä tutkimus lähti käyntiin 1980-luvulla, jonka jälkeen mallin menetelmäoppi on kehittynyt kovaa vauhtia ja ensimmäinen mallia hyödyntävä pilottiprojekti toteutettiin vuosina 2000-2002 (Penttilä 2006). Kaikki rakennusta esittävät mallit eivät ole tietomalleja. Esimerkiksi pelkkä kolmiulotteinen rakennusta visualisoiva malli ei ole tietomalli, jos siitä puuttuu rakentamista, valmistusta ja hankintoja tukeva tieto. (Tekla)

Rakentamisen tietomalli on tällä hetkellä suurin kiinnostuksen kohde pyrittäessä hallinnoimaan uusin keinoin rakennusten suunnittelua, rakentamista ja huoltoa. Tietomallin ohjelmistopakettit eivät ole merkittävästi perinteisiä CAD-ohjelmistoja kalliimpia. Tietomallin käytöstä on viime vuosina saatu jo paljon kokemusta. Tietomallin hyödyntämisen eduista suurimpana merkittävimpänä noussut esiin kustannusten pienentyminen. Toinen merkittävä tekijä on ajansäästö. Myös projektin tiedonkulussa tietomallin on koettu tuovan merkittävää hyötyä. Laadun parantumisen hyötyjen on todettu tulevan pääosin tarkempien suunnitelmien tietojen ansiosta. Koordinoinnissa hyödyt tulevat esiin tietomallin mahdollistamasta ristiriitaisuuksien tunnistamisesta ja koordinoinnin automatisoinnista. Joissain projekteissa tietomallin on myös koettu tuovan haittoja. Merkittävänä tekijänä on todettu myös itse ohjelmiston ja sen käyttämisen ongelmat. Tietomalliohjelmiston mahdollisuuksia ja rajoitteita ei usein ymmärretä kunnolla ja suurissa projekteissa on tullut vastaan tilanteita, joissa ohjelmisto ei kykene käsittelemään tarpeeksi tietoa, jolloin on jouduttu tekemään useita erillisiä tietomalleja. Kokonaisuudessaan tapaustutkimukset osoittavat, että rakentamisen tietomallin käyttöönotosta saadut hyödyt ovat olleet selvästi suurempia kuin haitat. (Bryde, Broquetas & Volm 2013)

Aikataulunhallinnan ja tiedonkulun kehittämiseen rakentamisen tietomalli vaikuttaa erityisen hyvältä työkalulta. Tarkan tiedon ollessa aina kaikkien osapuolten saatavilla, mahdolliset tietovirran katkokset vähenevät merkittävästi. Uusin tieto päivittyy automaattisesti kaikkien saataville yhdellä toimenpiteellä, kunhan vain tieto muistetaan ja ymmärretään päivittää tietomalliin. Tiedonkulun automatisointi vähentää inhimillisten virheiden, kuten unohdusten ja ajattelemattomuuden ongelmia tiedonkulussa. Uudeksi ongelmaksi voi muodostua se, että kaikilla hankkeen osallisilla ei olisi suoraa pääsyä tietomallin sisältämään tietoon, jolloin tällainen toimija voi kokea oman tilanteensa entistä huonommaksi. Tiedonkulun automatisoinnin avulla myös aikataulunhallinta automatisoituu, kun kaikki toimijat näkevät samanaikaisesti koko projektin tilanteen. Aikataulunhallinnan siirtäminen yhteen järjestelmään, jossa kaikki aikataulut voitaisiin yhdistää, selkiyttäisi aikatauluhallintaa huomattavasti. Projektien toteutuksessa aikahyötyjä on todettu saavutettavan pääosin suunnittelun nopeutumisesta, eikä niinkään itse rakentamisen nopeutumisesta (Bryde & al. 2013). Tietomallin käyttöönoton voi kuitenkin olettaa helpottavan resurssien täsmällistä aikataulutusta, kun kaikki osapuolet tietävät tarkalleen, milloin ja mitä mihinkin työvaiheeseen liittyen on tarkoitus tehdä.

Rakentamisen tietomallin käyttöönotto voi tuottaa ongelmia, sillä se asettaa yrityksille tiettyjä vaatimuksia, jotta tietomallia pystytään hyödyntämään tarkoituksenmukaisesti. Tietomallipohjaisen yleisaikataulun luominen onnistuneesti vaatii koko toimitusketjun osallistamista mallin toteuttamiseen. Koko rakennusalaalla pitäisi pystyä aikaansaamaan hallittu kulttuurimuutos, jossa siirrytään eri toimijoiden vastakkainasetteluun perustuvasta asetelmasta yhteistyöasetelmaan. Myös tietomallipohjainen laatujohtaminen vaatii kokonaan uuden rakenteen ja toimintamallin. (Manninen & Kärnä 2010)

5.2 Lean-rakentaminen

Lean on täysin omanlaisensa ajatusmalli ja filosofia tuotannon suunnittelemiseksi. Leanin ajatusmallin voi jaotella pyrkivän kolmenlaiseen ideaaliseen tavoitteeseen: asiakas saa mitä haluaa, ilman aikaviivettä ja ilman varastointia. Näiden tavoitteiden saavuttamiseksi lean-toimija noudattaa tiettyjä peruseriaatteita ja niihin liittyviä työkaluja ja käytäntöjä. Lean construction eli lean-rakentaminen yhdistää leanin ajatteluttavan ja toimintamallien käytön rakennusprojektien toteuttamiseen. (Tommelein 2015) Usein leanin keskeisenä ajatuksena pidetään kaiken hukan minimointia (Lean Construction Institute Finland). Hukka on kaikkea sitä, mikä ei tuota asiakkaalle arvoa (Ansah 2016). Lean-ajattelutavan mukaan tuotettua arvoa on vain se, mistä asiakas todella haluaa maksaa (esim. Ansah 2016). Perinteisesti toteutetuissa rakennusprojekteissa syntyy yleensä hyvin paljon hukkaa. Lean-rakentamisen toteuttamiseksi on tunnistettava ja luokiteltava kaikki hukka, jotta voidaan ymmärtää mistä se johtuu, ja lopulta poistaa se. (Tommelein 2015)

Aiemmin todettiin, että projektien kolmen perusulottuvuuden ja niihin liittyvien rajoitusten, eli ajan, laadun ja kustannusten yhtäaikainen hallinta on vaikeaa. Monella menetelmällä voidaan onnistua kahdessa, mutta kaikkien kolmen hallinta epäonnistuu usein. Leanin tavoitteena on saavuttaa onnistuminen kaikissa kolmessa projektin ulottuvuudessa. (Tommelein 2015) Rakennusprojektien perinteisillä projektinhallintamenetelmillä on ollut vaikeuksia toteuttaa projektit ajallaan ja niiden tuloksena on syntynyt paljon hukkaa. Lean-rakentamisen tavoitteena on korjata näitä ongelmia. Lean-rakentaminen tekee mahdolliseksi kaikkien projektin

toimijoiden vaivannäön yhdistämisen yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi, mutta toisaalta se vaatii myös eri toimijoiden saumatonta yhteistyötä onnistuakseen. (Ansah 2016)

Lean-rakentamisella päästään pureutumaan aikataulunhallinnan perusongelmiin. Kaikki rakennusprojektien tyypillisenä ongelmana oleva joutoaika on hukkaa, jota lean-toimintamalleilla pyritään minimoimaan. Myös leanin mukanaan tuoma varastoinnin vähentäminen ja eri toimijoiden täsmällinen yhteistoiminta nopeuttavat projektin kulkua. Lean-rakentaminen itsessään vaatii toimijoiden syvällistä yhteistyötä, mikä aiheuttaa vaatimuksia eri toimijoiden väliselle tiedonkululle. Lean-rakentamisen onnistuminen täsmällisellä yhteistoiminnalla vaatii, että tarvittava tieto kulkee sujuvasti eri toimijoiden välillä. Pienten ja keskisuurten yritysten näkökulmasta lean-rakentamisessa tarvittaisiin pidempikestoista yhteistyötä eri toimijoiden välillä (Tezel, Koskela & Aziz 2018).

Toiminnan muuttaminen lean-rakentamiseksi ei ole helppoa, eikä sitä voi tehdä hetkessä. Lean-rakentamisen kokonaisvaltainen toteuttaminen vaatii jatkuvaa parannusta ja vahvaa kulttuurin muutosta avoimempaan suuntaan. (Lean Construction Institute Finland)

5.3 Allianssimalli

Allianssi tarkoittaa yleisesti usean eri toimijan välistä liittoa ja sopimusta, jonka tarkoituksena on tavoitteiden tai toimintojen, mahdollisesti molempien yhdistäminen. Allianssiurakka rakentamisessa tarkoittaa projektin keskeisten toimijoiden välille tehtyyn yhteiseen sopimukseen perustuvaa toteutusmuotoa, jossa projektin suunnittelu ja toteutus suoritetaan yhteisellä organisaatiolla. Projektiallianssissa noudatetaan tiedon avoimuuden periaatetta, tavoitellen kiinteää yhteistyötä. Yhteistoiminnallisuuden toteutuminen pyritään varmistamaan sopimusrakenteilla. Allianssimallin peruspiirteisiin kuuluu toimijoiden välinen luottamus, sitoutuminen projektiin ja syvälinen yhteistyö. (Lahdenperä 2009)

Allianssimallissa projektin hyödyt ja riskit jaetaan alkuperäisiin sopimuksiin perustuen. Allianssimallin käytön strategisina tavoitteisiin kuuluvat:

- rakentamisen tuottavuuden parantaminen

- toimintakulttuurin muuttaminen avoimempaan suuntaan
- lopputuotteen valmistaminen, nopeammin laadukkaammin ja edullisemmin
- innovatiivisuuden ja osaamisen kehittäminen

(Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013)

Allianssiurakoista saadut kokemukset ovat olleet lähes yksinomaan positiivisia (Yli-Villamo & Petäjäniemi 2013). Allianssiin liittyvä osapuolten sitoutuminen ja avoimuus edesauttavat tiedonkulkua toimijoiden välillä. Kun kaikki osapuolet kuuluvat samaan organisaatioon, niin tiedonkulun rajapintojen voi olettaa vähentyvä. Myös aikataulunhallinnan voi olettaa helpottuvan, kaikkien osapuolten sitoutuessa tiiviisti projektiin saman organisaation alla, jolloin eri osapuolet saadaan toimimaan täsmällisemmin yhteen.

Aiemmin esitetyssä esimerkkiprojektissa nopeasti toteutetussa putkiremontissa, käytettiin allianssimallia. Tiukan aikataulun onnistumisen päätekijänä oli hankkeeseen osallistuneen projektipäällikön mukaan projektin toteuttaminen allianssimallilla. Allianssimallissa projektin osapuolet sitoutuivat yhteisiin tavoitteisiin aikataulun osalta. Allianssimallin on arveltu tuovan 10-20 prosentin säästöjä useammassa vuorossa työskentelystä huolimatta, sillä nopeus tuo säästöjä monessa eri kohtaa projektia. (Talouselämä 2016)

5.4 Kehittämismallien yhteenveto ja jatkokehitysmahdollisuudet

Kaikkien kolmen esitetyn rakennusprojektien logistiikkaa kehittävien mallien on todettu tuovan selvästi enemmän hyötyjä kuin haittoja. Varsinkin aikataulunhallintaan ja tiedonkulkuun aikaansaadut hyödyt vaikuttavat merkittävältä. Mallien vaikutuksissa voi kuitenkin huomata selviä eroja eri osa-alueisiin. Rakentamisen tietomallissa painottuu tiedonkulun kehittyminen, kun taas lean- ja allianssimalleissa osapuolten yhteinen aikataulunhallinta korostuu.

Lean- ja allianssimalleja tarkastellessa huomataan, että niissä on paljon samoja elementtejä. Molemmissa malleissa pyritään hukan poistamiseen ja arvon lisäämiseen asiakkaalle, jatkuvalla toiminnan parantamisella ja organisaation oppimisen kautta. Monia lean-rakentamisen työkaluja ja periaatteita voi soveltaa sellaisenaan myös allianssimallissa. (Helskä 2017)

Kehittämismalleja voi ja kannattaa kehittää edelleen. Mallien vaikutusten painopisteiden eroavaisuuden takia eri mallien yhdistely voi mahdollistaa tasapainoisemman ja entistä paremman lopputuloksen. Yhdistämällä tietomallin tuomat hyödyt tiedonkulussa lean- ja allianssimallien yhteistoiminnalliseen aikataulunhallintaan, mallit tukisivat toisiaan luonnollisesti. Tietomallin vaatimuksena ja mahdollisena ongelmana oleva kaikkien toimijoiden mukaan ottaminen tietomallin suunnittelussa ja käytössä tulisi luonnostaan lean- ja allianssimallin kautta. Toisaalta Lean- ja allianssimallin vastaava vaatimus ja mahdollinen ongelma tiedonkulun sujuvuudesta hoituu tietomallin avulla.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tavoitteena oli tunnistaa merkittävimpiä rakennusprojektien logistiikan kehittämistarpeita ja tutkia niihin vastaavia kehittämismalleja, sekä pohtia kehittämismahdollisuuksia edelleen. Logistiikan hallinnan onnistumisen voi todeta olevan avainasemassa koko projektin onnistumisen kannalta. Kehittämistarpeita löytyi paljon, joista aikataulunhallinta ja tiedonkulku todettiin kokonaisarvion perusteella merkittävimmiksi. Aikataulunhallinta ja tiedonkulku liittyvät moniin rakennusprojektien logistiikan ongelmiin, joten niitä kehittämällä voidaan saavuttaa merkittävää hyötyä koko projektin logistiikan kannalta.

Merkittävänä kehittämistä vaikeuttavana tekijänä nousee esiin hyvin monessa yhteydessä mainittu rakennusalan vanhakantaisuus ja uusien toimintamallien vastustus. Tästä huolimatta rakennusosalalla on saatu viime aikoina otettua käyttöön uusia toimintamalleja, joilla rakennusprojektien logistiikkaa, varsinkin aikataulunhallintaa ja tiedonkulkua on onnistuttu kehittämään parempaan suuntaan. Rakennusprojektien kannalta tutkituissa malleissa on paljon samaa, mutta toisaalta niiden tuomissa hyödyissä ja vaatimuksissa on eroavaisuuksia, jolloin mallien käytön yhdistelyllä ne tukisivat erittäin hyvin toisiaan. Suurin ongelma uusien mallien käyttöönotolle ja logistiikan kehitykselle rakennusprojekteissa vaikuttaa olevan rakennusalan muutosvastaisuus.

Uudet toimintamallit ja logistiikan kehittäminen ovat todistaneet olevansa hyödyllisiä. Uusien toimintamallien avulla voidaan tehostaa toimintaa niin, että pääoman kierto nopeus sekä yrityksen tuloksellisuus kasvaa. Näin logistiikka kehittyy parempaan suuntaan sen mielekkäimmän mittari, pääoman tuottoasteen näkökulmasta.

Rakennusprojektien logistiikan kehittäminen on pitkäjänteinen ja vaikea prosessi, mutta tulokset puhuvat sen puolesta, että se todellakin kannattaa. Ratkaisuna logistiikan kehittämiseen on myös mahdollista käyttää rakennuslogistiikan palveluyrityksiä. Logistiikkapalveluiden käyttö voi olla järkevää, sillä logistiikkaan erikoistuneen yrityksen elinehtona on tehokas logistiikan hallinta.

Tässä työssä tutkittuja kehittämismallien kehitystä kannattaa jatkaa edelleen, ja voi olla, että tulevaisuudessa nousee esiin myös uusia malleja, joilla rakennusprojektien logistiikan toimivuutta voidaan edelleen parantaa. Rakennusalan yritysten tulisikin avoimesti tutkia mahdollisuutta uusien logistiikkaa kehittävien mallien käyttöönottoa ja olla mukana niiden kehityksessä mahdollisuuksiensa mukaa. Helpoin ja samalla todennäköisesti huonoin ratkaisu on vain todeta, että muutos ei tule onnistumaan ja toimitaan niin kuin ennenkin on tehty.

LÄHTEET

Ansah, R. 2016. Lean construction: An effective approach for project management. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 11(3), s. 1607-1612

Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J. M. 2013. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). International Journal of Project Management, 31(7), s. 971-980

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. & Liston, K. 2011. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling For Owners, Managers, Architects, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons.

Ekeskär, A. & Rudberg, M. 2016. Third-party logistics in construction: the case of a large hospital project. Construction management and economics, 34(3), s. 174-191

Helskä, S. 2017. Lean-perusteinen liiketoimintamalli avoimiin urakkamuotoihin talotekniikka-alalla. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, School of Business and Management. Lappeenranta. 91 s.

Karrus, K. 2001. Logistiikka. 3. uud. p. Helsinki: WSOY. 419 s.

Keinänen J, Åström G & Niemistö E. 2008. Toimialakohtainen selvitystyö projektoivan teollisuuden nykytilasta ja kehitystrendeistä – RAKENNUSTEOLLISUUS. Teknologiakatsaus 222/2008. Helsinki: Tekes. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 16.3.2019]. Saatavilla: <https://docplayer.fi/68423453-Toimialakohtainen-selvitystyö-projektoivan-teollisuuden-nykytilasta-ja-kehitystrendeista.html>

Kiinteistölehti. 2016. Putkiremontti onnistui kahdessa viikossa. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 5.4.2019]. Saatavilla: <https://www.kiinteistolehti.fi/putkiremontti-onnistui-kahdessa-viikossa/>

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2017. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 3. tarkistettu painos. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry. 144 s.

Lahdenperä, P. 2009. Allianssiurakka. Kilpailullinen yhden tavoitekustannuksen menettely. Espoo. VTT Tiedotteita - Research Notes 2471.

Lean Construction Institute Finland. Mitä on lean? [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 6.4.2019]. Saatavilla: <http://lci.fi/mita-on-lean-rakentaminen/>

Liuksiala, A. & Stoor, P. 2014. Rakennussopimukset: Käytännön käsikirja. 7. uud. p. Helsinki: Rakennustieto. 662 s.

Manninen, A. & Kärnä, S. 2010. Kansainvälinen state-of- art-selvitys rakennusalan BIM-käytännöistä. Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 5.4.2019]. Saatavilla: lib.tkk.fi/TIEDE_TEKNOLOGIA/2011/isbn9789526042800.pdf

Pelin, R., 2008. Projektihallinnan käsikirja. 5. uud. p. Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin. 415 s.

Penttilä, H. 2006. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression, ITcon, Vol. 11, Special issue The Effects of CAD on Building Form and Design Quality, s. 395-408

Silfverberg, P. 2007. Ideasta projektiksi: Projektinvetäjän käsikirja. Helsinki: Edita. 156 s.

Suomen rakennuslogistiikka. 2018. Rakennuslogistiikka - keskity sinä rakentamiseen. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.4.2019]. Saatavilla: <https://rl.fi/>

Talouselämä. 2016. Kohuttu kahden viikon putkiremontti onnistui - Mukana ollut asiantuntija nimeää selkeän syyn. [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 5.4.2019]. Saatavilla: <https://www.talouselama.fi/uutiset/kohuttu-kahden-viikon-putkiremontti-onnistui-mukana-ollut-asiantuntija-nimeaa-selkean-syyn/86ae3065-bcb8-3d9a-baa7-7277c770e92a>

Tekla. Mitä on BIM? [Verkkoartikkeli]. [Viitattu 5.4.2019]. Saatavilla: <https://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>

Tezel, A., Koskela, L. & Aziz, Z. 2018. Current condition and future directions for lean construction in highways projects: A small and medium-sized enterprises (SMEs) perspective. *International Journal of Project Management*, 36(2), s. 267-286.

Toikkanen, S. & Särkilahti, T. 1997. Hankintojen suunnittelu ja valvonta. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto. 54 s.

Tommelein, I. 2015. Journey toward Lean Construction: Pursuing a Paradigm Shift in the AEC Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(6)

Vuorela, K., Urpola, J. & Kankainen, J. 1998. Johdatus rakentamistalouteen. Uud. p. Helsinki: Otareal. 154 s.

Wegelius-Lehtonen, T., Pahkala, S., Nyman, H., Vuolio, H. & Tanskanen K. 1996. Opas rakentamisen logistiikkaan: tehokkaat materiaalitoimitukset. Helsinki: Rakennusteollisuuden keskusliitto. 130 s.

Yli-Villamo, H. & Petäjaniemi, P. 2013. Allianssimalli. Rakentajainkalenteri. Rakennustieto Oy. s. 57-66