



## Projektiysteemien suunnittelu - Suunnitteluperiaatteita ja ratkaisumalleja rakennusalalle

### Citation

Kähkönen, K., & Keinänen, M. (2018). Projektiysteemien suunnittelu - Suunnitteluperiaatteita ja ratkaisumalleja rakennusalalle: Rain-tutkimushankkeen osaraportti 2. (Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio. Rakennustuotanto ja -talous. Raportti; Nro 27). Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio.

### Year

2018

### Version

Publisher's PDF (version of record)

### Link to publication

[TUTCRIS Portal \(http://www.tut.fi/tutcris\)](http://www.tut.fi/tutcris)

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright, please contact [cris.tau@tuni.fi](mailto:cris.tau@tuni.fi), and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio.  
Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 27  
Tampere University of Technology. Laboratory of Civil Engineering.  
Construction Management and Economics. Report 27

Kalle Kähkönen & Marko Keinänen

**Projektisysteemien suunnittelu**  
Suunnitteluperiaatteita ja ratkaisumalleja rakennusalalle

Rain-tutkimushankkeen osaraportti 2



Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laboratorio.  
Rakennustuotanto ja -talous. Raportti 27  
Tampere University of Technology. Laboratory of Civil Engineering.  
Construction Management and Economics. Report 27

Kalle Kähkönen & Marko Keinänen

## **Projektisysteemien suunnittelu**

Suunnitteluperiaatteita ja ratkaisumalleja rakennusalalle

Rain-tutkimushankkeen osaraportti 2

ISBN 978-952-15-4298-5 (painettu)  
ISBN 978-952-15-4300-5 PDF)  
ISSN 2489-5717

# Esipuhe

Suomessa on käynnistetty vuodesta 2011 alkaen yli 50 ns. allianssihanketta, joiden kokonaisarvo on yli 3 miljardia euroa. Se osoittaa, että ala on muuttumassa ja Suomessa ollaan kansainvälisestikin katsoen etulinjassa kehittämässä koko kiinteistö- ja rakennus-alaa. Kokemusten myötä osaaminen ja toimintatavat integroitujen rakennusprojektien toteuttamiseen kehittyvät. Tämä on mahdollisuus kehittää alan toimintaa uudelle tasolle ja uudistaa toimintakulttuuria.

Kehitystä on osaltaan viety eteenpäin RAIN (Rakentamisen integraatiokyvykkyys) kehityshankkeessa. RAIN kehityshanke (2016-2018) on ollut kolmentoista rakennusalan toimijan yhteishanke, johon on sisältynyt viisi työpakettia.

WP1 Projektisysteemin suunnittelu

WP2 Integraatiomekanismit

WP3 Virtauttaminen

WP4 Tiedonhallinta

WP5 Integraatiokyvykkyys

Kuhunkin työpakettiin on sisältynyt tutkimuskokonaisuuksia, joiden kautta on luotu edellytyksiä kehittää ja jalkauttaa yrityskohtaisia ratkaisuja. Tutkimuksissa on tehty synteesejä uusimmasta tutkimustiedosta, määritetty integraatiota tukevia toimintamalleja sekä tuettu näiden kokeiluja RAIN –yrityskonsortion projekteissa. Tuloksia on esitetty ja jatkotyöstetty yhteisissä työpajoissa.

Tämä raportti sisältää tuloksia työpaketista 1 koskien projektisysteemien suunnittelua. Rakennushankkeen projektisysteemin suunnittelu luo perustan projektin integraatiolle ja integraatiota tukevien toimintamallien onnistuneelle soveltamiselle. Sen tehtävänä on varmistaa, että projektitoiminnan pohjalla olevat rakenteet ja toimintatavat tukevat tavoiteltua toimintakulttuuria eivätkä ainakaan ole sen kanssa ristiriidassa.

Projektisysteemin systemaattinen suunnittelu on uutta ajattelua rakennushankkeissa, ja sitä tulisi tehdä kaikenlaisissa hankkeissa. RAIN tutkimuksessa tavoitteena on ollut kehittää nimenomaan projektin integroitumista edistävää projektisysteemiä.

Juha Salminen

Kehitysjohtaja, Consti Oyj

Ohjausryhmän puheenjohtaja, RAIN tutkimus- ja kehityshanke

# Sisällysluettelo

KUVALUETTELO .....	V
KESKEISET KÄSITTEET JA LYHENTEET .....	VI
1 JOHDANTO .....	1
1.1 Rakennusprojektin toteutusmallin suunnittelu .....	1
1.2 Systeemiajattelu projektitoiminnassa .....	1
1.3 Projektisysteemien suunnittelu osana Rain –projektia .....	2
1.4 Raportin sisältö .....	3
2 SYSTEEMIAJATTELU JA SEN SOVELTAMINEN PROJEKTITOIMINTAAN .....	4
2.1 Systeemiajattelu .....	4
2.2 Projektit systeemeinä .....	5
2.3 Projektisysteemien rakenne .....	7
3 PROJEKTISYSTEEMIT INTEGROITUIJEN RAKENNUSPROJEKTIEN MAAILMASSA..	8
3.1 Rakennusprojektit ja yhteistyömuodot .....	8
3.1.1 Yhteistoimintamuodot .....	8
3.1.2 Kumppanuusmalli – Project Partnering (PP) .....	10
3.1.3 Projektiallianssi .....	11
3.1.4 Integroitu projektitoimitus (IPD) .....	11
3.1.5 Yhteistoiminnallisten projektitoimitusmallien yhteneväisyydet ja eroavaisuudet .....	12
3.1.6 Muut yhteistoimintaan perustuvat hankemuodot .....	13
3.2 IPD projektimalli integroiduille rakennusprojekteille .....	14
3.2.1 Periaatteet .....	15
3.2.2 Keskinäinen kunnioitus ja luottamus .....	15
3.2.3 Jaetut riskit ja palkkiot .....	15
3.2.4 Yhteinen päätöksenteko ja innovointi .....	15
3.2.5 Keskeisten osapuolten aikainen osallistaminen .....	16
3.2.6 Varhainen tavoitteiden määrittäminen .....	16
3.2.7 Suunnittelun painottaminen .....	16

3.2.8	Avoim kommunikaatio.....	16
3.2.9	Tarkoituksenmukaiset järjestelmät .....	17
3.2.10	Toteutus.....	17
3.2.11	Tehtäväsuunnittelu.....	18
3.2.12	Kommunikointi ja tiedonvälitys.....	18
3.2.13	Tiimien-suunnittelu .....	19
3.3	Viuhka-malli.....	19
4	LEAN-PERIAATTEET JA LEAN-RAKENTAMINEN.....	20
4.1	Lean-periaatteet.....	20
4.2	Toyotan tapa .....	20
4.3	Toyotan tuotantojärjestelmä (Toyota Production System, TPS).....	21
4.4	Lean Construction .....	23
4.5	Lean Project Delivery System .....	24
5	PROJEKTISYSTEEMI INTEGROITUUN RAKENTAMISEEN.....	25
5.1	Kokonaisratkaisu .....	25
5.2	Hankesysteemi .....	27
5.3	Projektin toimitussysteemi.....	28
5.4	Projektisysteemin suunnittelu ja hyödyntäminen .....	30
	5.4.1 Projektisysteemin suunnittelun ja hyödyntämisen periaateratkaisu.....	30
	5.4.2 Projektisysteemin tapauskohtainen suunnittelu.....	31
6	TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA .....	34
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	35
8	LÄHDELUETTELO.....	36

# Kuvaluettelo

Kuva 1.	Esimerkki vaikutuskaaviosta (implisiittinen) - Projektin toimintatapoihin vaikuttavia tekijöitä. (Lähde: TTK/VTT 2006).....	5
Kuva 2.	Projekti toimijoiden ja prosessien kokonaisuutena.....	6
Kuva 3.	Rakennusprojektin osasysteemeitä, niiden resursseja ja välisiä yhteyksiä (Zhu & Mostafavi, 2014) .....	7
Kuva 4.	Riskien- ja vastuiden osapuolikohtaiset erot perinteisissä ja yhteistoimintamuodoissa (mukailen Ross, 2009) .....	9
Kuva 5.	ISO 44001 Collaborative business relationship management systems – Requirements and framework.....	10
Kuva 6.	Eri yhteistoiminnallisten projektitoimitusten avaintekijät suhteutettuna toisiinsa (Lahdenperä, 2012).....	13
Kuva 7.	Keskeiset prosessit ja rakenteet integroidun projektin toteuttamiselle (Ashcraft, 2012) .....	18
Kuva 8.	Projektin tuotantosysteemi - Case Cathedral Hill Hospital. Käännös alkuperäisestä / Vision Oy.....	19
Kuva 9.	TPS talokaavio (Stewart, 2012).....	23
Kuva 10.	Kaizen prosessi (Stewart 2012) .....	23
Kuva 11.	Projektin toimitussysteemimalli, LPDS (muokattu Haapasala, Merikallio, 2009) .....	24
Kuva 12.	Integroivan projektisysteemin kautta eri toimijoiden omat toimintamallit ja ratkaisut voidaan yhdistää yhteistoiminnalliseksi kokonaisuudeksi .....	25
Kuva 13.	Projektisysteemi integroituun rakentamiseen.....	26
Kuva 14.	Kehämallin kautta voidaan erilaiset toimijat kytkeä integroituun rakennusprojektiin. ....	29
Kuva 15.	Projektisysteemin suunnittelu ja hyödyntäminen .....	31
Kuva 16.	Projektisysteemin rakenne .....	32



# Keskeiset käsitteet ja lyhenteet

<b>Allianssimalli</b>	Yhteistoiminnallinen toteutusmuoto, missä hankkeen keskeiset osapuolet solmivat yhteisen sopimuksen ja jakavat hankkeen riskit ja hyödyt etukäteen sovitulla tavalla.
<b>Avoin systeemi</b>	Avoin systeemi on dynaamisesti yhteydessä toimintaympäristöön ja voi sopeutua tässä tapahtuviin muutoksiin (esim. kauppa).
<b>CBA</b>	Choosing by Advantages
<b>Integroiva projektisysteemi</b>	Kokonaisvaltainen malli, joka selittää projektin olennaiset vuorovaikutussuhteet koskien tavoitteellista yhteistoimintaa ja sen ratkaisuja.
<b>Kompleksinen systeemi</b>	Avoin systeemi on kompleksinen kun siinä on jatkuvalla tavalla kaksisuuntaisia vuorovaikutuksia eli takaisinkytkentöjä.
<b>LPS</b>	Last Planner System
<b>Projektiallianssi</b>	Keskeiset osapuolet yhdessä vastaavat toteutettavan projektin suunnittelusta ja rakentamisesta yhteisellä organisaatiolla.
<b>Projektisysteemi</b>	Kokonaisvaltainen malli, joka selittää projektin olennaiset vuorovaikutussuhteet koskien valittua tarkastelunäkökulmaa (esim. kustannukset, aika, laatu) ja tätä koskevia ratkaisuja.
<b>Suljettu systeemi</b>	Systeemin ulkopuoliset tapahtumat eivät vaikuta systeemiin itseensä ja siksi sen toiminta on hyvin ennustettavissa (esim. kone)
<b>Systeemi</b>	Kokonaisuus, joka koostuu eri osista ja jonka käyttäytyminen riippuu näiden osien välisistä suhteista.
<b>Systeemiajattelu</b>	Ymmärtämisen apuväline kuvaamaan monimutkaisia järjestelmiä, niiden osia ja tämän kokonaisuuden yhteistoimintaa.
<b>Systeemianalyysi</b>	Kompleksisten kokonaisuuksien ja järjestelmien toiminnan mallintaminen (system analysis, system engineering).
<b>Systeemiajatteluun perustuva malli</b>	Matemaattinen malli, pienoismalli tai toimintamalli (vuokaavio tai algoritmi).
<b>Systeemimalli</b>	Kuvaus tarkasteltavasta systeemistä mahdollisimman tarkoituksenmukaisella tavalla. Systeemimalli tulee sisällyttää toiminnan kannalta olennaisimmat asiat. Tätä kutsutaan myös systeemikartaksi (system map).
<b>TVD</b>	Target Value Design

**Vaikutussuhde**

Prosessien, tapahtumien tai muutosten välinen yhteys (linkki). Voi olla vahvistava, heikentävä tai neutraali. Vaikutussuhde voi olla tyypiltään myös takaisinkytkentä. Tätä voidaan luonnehtia esimerkiksi palautteena, joka edelleen vaikuttaa systeemiin.

**Vuorovaikutusmalli**

Kaavio kuvaamaan prosessien välisiä vaikutussuhteita, jotka voivat ovat luonteeltaan vahvistavia, neutraaleja tai heikentäviä. Systeemiajattelua voi toteuttaa yksinkertaistetusti vuorovaikutusmallien avulla.



# 1 Johdanto

## 1.1 Rakennusprojektin toteutusmallin suunnittelu

Rakennusprojektien toteutusta varten on olemassa perinteisiä toteutusmalleja sekä uudempia ratkaisuja kuten ns. allianssimallit, joissa päähuomio on eri osapuolten yhteistoiminnassa. Tiettyä projektia koskevan toteutusmallin suunnittelu on siten aluksi valintatehtävä, johon jatkossa sisältyy tarkentuva sisällöllinen suunnittelu (tavoitteet, vaiheistus, organisaatio ja toimintatavat). Tietoisesti tai tiedostamatta tähän sisältyy myös kokonaisvaltainen ajattelu ja tarkastelu rakennusprojektista systeeminä. Eli onko kokonaisuus ja sen yksityiskohdat tavoitteiden mukaisia. Tämän raportin ja sen taustalla olevan tutkimuksen tavoitteena on ollut parantaa projektisysteemin suunnittelua yleisesti ja erityisesti, miten tällä voidaan tukea rakennusprojektin integrointia.

Projektisysteemi on uusi käsite, jonka laajempi käyttö ja sovellukset ovat vasta edessäpäin. Sen mukainen kokonaisvaltainen ajattelu on erityisen tarpeellista koskien integroituneita rakennusprojekteja, joissa yhteiseen tavoitteeseen tähtäävä jokaisen osapuolen toiminta on olennaista. Projektisysteemi nähdään keinona selvittää tämän mukaisia ratkaisuja. Projektisysteemin kuvaukset voivat myös toimia kommunikoinnin ja perehdyttämisen työkaluina eri projektiosapuolten kesken.

## 1.2 Systeemiajattelu projektitoiminnassa

Projektisysteemien suunnittelun lähtökohdat ovat systeemiajattelussa. Systeemiajattelu on ymmärtämisen apuväline, jota hyödyntäen voidaan kuvata monimutkaisia järjestelmiä, niiden osia ja tämän kokonaisuuden yhteistoimintaa. Perinteisesti tarkasteltava kohde pyritään ymmärtämään jakamalla se osiin mutta systeemiajattelussa tarkastellaan kohdetta kokonaisuutena ja määritetään miten eri osat vaikuttavat kokonaisuuteen.

Systeemiajattelu projektinhallinnassa ja projektien maailmassa nähdään tapana lähestyä tiettyjä tehtäviä analyttisesti sekä edelleen mahdollisuutena ymmärtää paremmin kompleksisten projektien ja tilanteiden maailmaa. Modernissa projektinhallinnassa pyritään kokonaisvaltaisesti hallitsemaan ja ymmärtämään projektien maailmaa ja siten näitä kokonaisratkaisuja on luonnehdittu systeemiseksi (Kerzner, 2009). Systeemiajattelu ja sen hallitseminen on edelleen tunnistettu projektinhallintaan sisältyviksi osaamisen alueiksi, joilla voidaan saavuttaa parempia suoritusasoja (APM, 2012; IPMA, 2015).

### **SYSTEEMIAJATTELU → MALLIT JA RATKAISUT**

*Mitä tehdään*  
*Ketkä tekevät*  
*Miten tehdään*

Systeemiajattelun keskeisiä lähtökohtia ovat kokonaisvaltaisuus ja vuorovaikutussuhteiden ymmärtäminen. Tähän päästään mallintamisen kautta. Näiden lähtökohtien kautta voidaan myös luonnehtia ja määrittää projektisysteemi.

#### **PROJEKTISYSTEEMI**

Projektin kokonaisvaltainen malli, joka selittää olennaiset vuorovaikutussuhteet koskien valittua tarkastelunäkökulmaa (esim. kustannukset, aika, laatu) ja tätä koskevia ratkaisuja.

#### **INTEGROIVA PROJEKTISYSTEEMI**

Projektin kokonaisvaltainen malli, joka selittää olennaiset vuorovaikutussuhteet koskien tavoitteellista yhteistoimintaa ja sen ratkaisuja.

Rakennusprojektit ovat ainutlaatuisia kokonaisuuksia ja vaativat useiden eri alojen osaamista ja panosta. Kokonaisuus koostuu samaan aikaan niin useista rinnakkaisista kuin toisiaan seuraavistakin osaprosesseista, jotka tekevät kokonaisprojektista usein hyvin kompleksinen. Systeemiajattelu on tapa lähestyä kompleksisia kokonaisprojekteja siten, että osaprosessien keskinäinen riippuvuus ja niiden vaikutukset kokonaisprojektin tehokkuuteen voidaan ymmärtää paremmin, analysoida ja parantaa.

Tutkimustulosten mukaan rakennusprojektin menestys riippuu suurelta osin siitä, miten arkkitehti, insinööri, urakoitsija ja muut sidosryhmät kykenevät työskentelemään yhdessä. Menestykseen vaikuttaa se, miten eri osapuolet käsittävät samat tavoitteet ja tunnistavat, että jokaisen tekeminen on sidoksissa myös muiden tekemiseen. Projektin aikana, tästä näkökulmasta jokaisen tulee hahmottaa, mitä jokin ongelma tarkoittaa koko projektin kannalta, eikä rajoittua tarkastelemaan tätä pelkästään koskien omia tehtäviä.

## 1.3 Projektisysteemien suunnittelu osana Rain –projektia

Rain tutkimus- ja kehitysprojektin kohteena on ollut toimintaedellytysten luominen ns. integroituneille rakennusprojekteille. Tällä tarkoitetaan toteutusmallia, jossa nykyisestä toimintamallista luovutaan ja siirrytään kokonaisoptimoituun, integroituu toteutukseen. Integroidussa toteutuksessa loppukäyttöä palveleva arvontuotto on keskiössä ja toimii kaikkien osallisten yhteisenä tavoitteena. Tämä koskee sekä hankeprosesseja ja niihin liittyviä liiketoimintamalleja, että toimintaa projektin jokaisella organisaatiotasolla ja vaiheessa. Keskeistä on kiinteistön tai infrastruktuurin loppuasiakkaan, käyttäjän nostaminen keskiöön ja prosessin virittäminen siten, että se tuottaa tälle maksimaalisen arvon koko käyttöiän aikana.

Projektiallianssit ja niihin liittyvät toimintamallit ovat käytännöllisiä ilmentymiä integroiduista rakennusprojekteista. Niiden suhteen ollaan vielä suhteellisen varhaisen oppimisen vaiheessa ja siten toteutustavat, niitä koskeva osaaminen sekä osallistuvien toteuttajien tietotaito ovat vielä vakiintumattomalla tasolla. Koko kiinteistö- ja rakennusala koskien suurempi merkittävyys ja muutos voidaan saavuttaa laajasti käytettävien toimintamallien ja yleisen tietotaidon kehittämisen kautta.

Integroiduissa toteutusmalleissa päähuomio on kokonaisuuden ymmärtämisellä ja tätä palvelevien ratkaisujen kehittämällä sekä hyödyntämisellä käytännön projektityössä. Osapuolten yhteistoiminta muodostaa tässä tärkeimmän ytimen. Systemiajattelu ja sen kokonaisvaltaisuus voivat tärkeällä tavalla palvella integroituneiden toteutusmallien kehittämistä ja hyödyntämistä.

Rain projektin työpaketti **Projektisysteemin suunnittelu** kohdistui luomaan edellytyksiä ja puitteita integroidulle toimintatavalle ja yhteisten tavoitteiden mukaiselle toteutukselle. Lähtökohtaisen näkemyksen mukaisesti kukin projektisysteemi integroituun rakentamiseen tulee yksilöllisesti suunnitella ja samalla toteutuu myös projektin toteutuksen suunnittelu mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Työpakettin tavoitteena on ollut kuvata integroivan projektisysteemin suunnitteluun kuuluvat elementit ja prosessit, joita voidaan käyttää lähtökohtina projektisysteemin suunnittelussa. Työpaketti on kokonaisuutena ollut mallintamista hyödyntäen systeemiajattelua. Lähtökohtia tähän on saatu kirjallisuustutkimuksesta. Rain projektin yhteydessä on pidetty viisi aiheeseen kohdistunutta työpajaa, joissa teollisuuden edustajat yhdessä tutkijoiden kanssa ovat kehittäneet projektisysteemin suunnittelun osaratkaisuja. Näitä osaratkaisuja on Rain projektin toteutuksen aikana edelleen esitelty yritysten edustajille. Tuloksia on paranneltu ja kehitetty edelleen näin saadun palautteeseen perustuen. Lisäksi on tehty haastatteluita, jotka ovat kohdistuneet kokemuksiin ja oppeihin koskien käynnissä olevia allianssihankkeita.

## 1.4 Raportin sisältö

Tämä raportti kostuu seitsemästä pääluvusta

- 1 JOHDANTO
- 2 SYSTEEMIAJATTELU PROJEKTITOIMINNASSA
- 3 PROJEKTISYSTEEMIT INTEGROITUJEN RAKENNUSPROJEKTIEN MAAILMASSA
- 4 LEAN-PERIAATTEET JA LEAN-RAKENTAMINEN
- 5 PROJEKTISYSTEEMI INTEGROITUUN RAKENTAMISEEN
- 6 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET
- 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Luvut 2-4 perustuvat kirjallisuuteen ja luvussa viisi esitetään Rain –projektissa muodostettuja ratkaisuja integroitujen rakennusprojektien projektisysteemin suunnitteluun. Raportti päättyy toimenpide-ehdotuksiin ja johtopäätöksiin. Lisäksi raporttiin sisältyy lähdeluettelo.

## 2 Systemiajattelu ja sen soveltaminen projektitoimintaan

### 2.1 Systemiajattelu

Systemiajattelun traditionaaliset lähtökohdat löytyvät erityisesti systemianalyysistä (system analysis, system engineering). Systemianalyysin keinoin on pyritty mallintamaan ja ymmärtämään kompleksisten kokonaisuuksien ja järjestelmien toimintaa, joita muuten on ollut mahdotonta tai erittäin vaikeaa lähestyä perinteisten matemaattisten mallien avulla. Lähtökohtaisesti sovelluskohteisiin liittyy usein epävarmuutta, ihmisten toimintaa ja käyttäytymistä, subjektiivista arviointia sekä päätöksentekotilanteiden ennakkointia. Lopputuloksena voidaan saada esim. simulointimalli strategista päätöksentekoa varten. Systemiajattelua on vuosikymmenten ajan sovellettu hyvin erilaisiin kohteisiin ja tarpeisiin mutta edellä kuvatun kaltaiset haasteet ovat tyypillisesti olleen systemianalyysin hyödyntämisen lähtökohtana. Esimerkkejä sovelluskohteista ovat mm. uudet energiamuodot ja niiden käyttö, energiatehokkaat rakennukset ja kestävä kehitys yhteiskunta, jätehuolto ja kiertotalous, liiketoimintaympäristön muutosten ennakkointi (Business Intelligence). Systemiajattelun rinnalla käytetään usein myös termiä systemiteoria.

#### Systemi ~ Malli

Systemiajattelun mahdollisuudet ovat mittavat koska teknisten järjestelmien lisäksi lähes kaikkea inhimillistä toimintaa voidaan tarkastella ja analysoida systeminä. Systemiajattelun ja systemeihin sisältyvien dynaamisten vuorovaikutusten kuvaamisen sekä niiden mallintamisen lähtökohdat voidaan jäljittää 1960-luvulle (Halme et al, 2013). Edellisessä lähteessä tuodaan myös monipuolisesti esillä niitä kaikkia kohteita, joihin systemiajattelua ja systemianalyysiä on sovellettu. Tarkasteltavan kohteen laajuus ei sinällään ole ongelma vaan kohteena voi olla jopa systeminen maailmankuva (Laitila, 2015).

Laajasti tarkasteluna systemiajattelun voidaan ajatella muodostavan olennaisen osan suuresta osasta kaikkea tieteellistä tutkimuksesta. Monia vaativia ongelmia on onnistuttu ratkaisemaan systemiajattelun keinoin. Samalla on vähitellen kehitetty systemianalysoinnin ja mallintamisen menetelmiä erityistarpeisiin kuten esimerkiksi koskien niin sanottuja *harmaita systemejä* (grey systems) millä tarkoitetaan kohteita, joiden toimintaa koskien on saatavilla vain epätäydellistä tietoa tai kohteiden toimintaan liittyy epävarmuutta **olennaisella** tavalla (Liu et al, 2015). Harmaiden systemien teoria ja sen sovellukset ovat merkittäväällä tavalla laajentaneet systemiajattelun käyttökohteita.

Systemiajattelussa ja systemianalyysissä voidaan tunnistaa eri abstraktiotasoja. Teoreettisimmalla tasolla systemianalyysi ja mallintaminen ovat puhdasta matematiikkaa. Korkeammilla abstraktitasoilla systemiajattelu voi tarkoittaa systemin vaikutuskaavioita, joiden avulla voidaan ideoida, jäsentää ja oppia miten systemit toimivat ja edelleen suunnitella miten niiden tulee toimia (Kuva 1).



Kuva 1.

Kuva 1. Esimerkki vaikutuskaaviosta (implisiittinen) - Projektin toimintatapoihin vaikuttavia tekijöitä. (Lähde: TTK/VTT 2006)

## 2.2 Projektit systeeminä

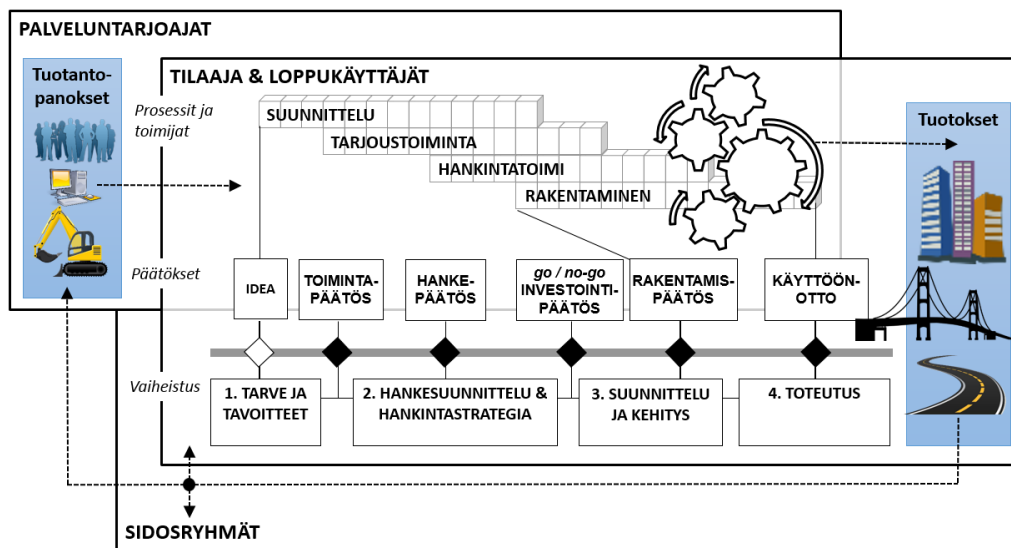
Projektiin osallistuvien eri toimijoiden tehtävät ja osallisuudet voivat luonnollisesti vaihdella prosessien väleillä. Tässä systeemimalli voi edesauttaa roolien selkeyttämistä ja näitä koskevien odotusten julkilausumista.

Jotta ymmärtää kuinka rakennusprosessi toimii systeeminä, on ymmärrettävä suljetujen, avointen ja kompleksisten systeemien erilaisuus. Suljetussa systeemissä systeemin ulkopuoliset tapahtumat eivät vaikuta systeemiin itseensä ja siksi se on hyvin enustettavissa. Koneet voidaan ajatella olevan suljettuja systeemejä, joiden osat on valittu suorittamaan tiettyä toimintoa tietyissä olosuhteissa ja tuottamaan ennalta määriteltä työtuotos. Mikäli olosuhteissa mihin kone on suunniteltu, tapahtuu muutos, kone ei mukaudu siihen. Avoin systeemi sopeutuu toimintaympäristössään tapahtuviin muutoksiin. Avoimen systeemin toimintaympäristö siis vaikuttaa systeemiin, mutta myös avoin systeemi itse vaikuttaa toimintaympäristöönsä. Avoin systeemi on dynaaminen ja sopeutuu ympäristöönsä sopeuttamalla rakennettaan ja prosessejaan. Avoin systeemi muuttuu kompleksiseksi, kun siinä on jatkuvalla tavalla kaksisuuntaisia vuorovaikutuksia eli takaisinkytkentöjä.



Rakentamisen prosessi on lähtökohtaisesti kompleksinen systeemi (Kuva 2). Asiakkaan toiveita, tarpeita ja vaatimuksia tulee ottaa huomioon ja sopeuttaa prosessit, jotta tavoitteet saadaan toteutetuksi. Jo tavanomaisessa asuinkerrostalon rakennusprojektissa voi olla sitä toteuttamassa yli 100 palveluntarjoajaa (Sorri & al, 2013). Lisäksi rakennusprojekteissa on suoraan tai epäsuorasti osallisina lukuisia sidosryhmiä (esimerkiksi rakennusvalvonta, muut viranomaistahot, työntekijä- ja työnantajaliitot, kansalaisjärjestöt sekä myös yksittäiset kansalaiset). Kaikkien osapuolten kesken voi olla projektiin vaikuttavia takaisinkytkentöjä. Salmisen (2005) tutkimustuloksiin perustuen 40 % rakennusprojektin onnistumisesta selittyy projektin ulkopuolisilla tekijöillä. Walker (2013) esittää johtopäätöksenä, että projektinhallinnassa tulisi keskittyä seuraavaan:

- Tunnistamaan, kommunikoimaan ja adaptoimaan systeemin tavoitteet
- Varmistamaan, että systeemin kaikki osat toimivat tehokkaasti
- Varmistamaan, että tarkoituksenmukaiset yhteydet ovat muodostettu eri osien välille
- Pitää yllä aktiivisesti muodostettuja yhteyksiä, jotta ne toimivat tehokkaasti
- Yhdistää koko systeemi toimintaympäristöönsä ja adaptoiden systeemiin muutokset sen toimintaympäristöstä



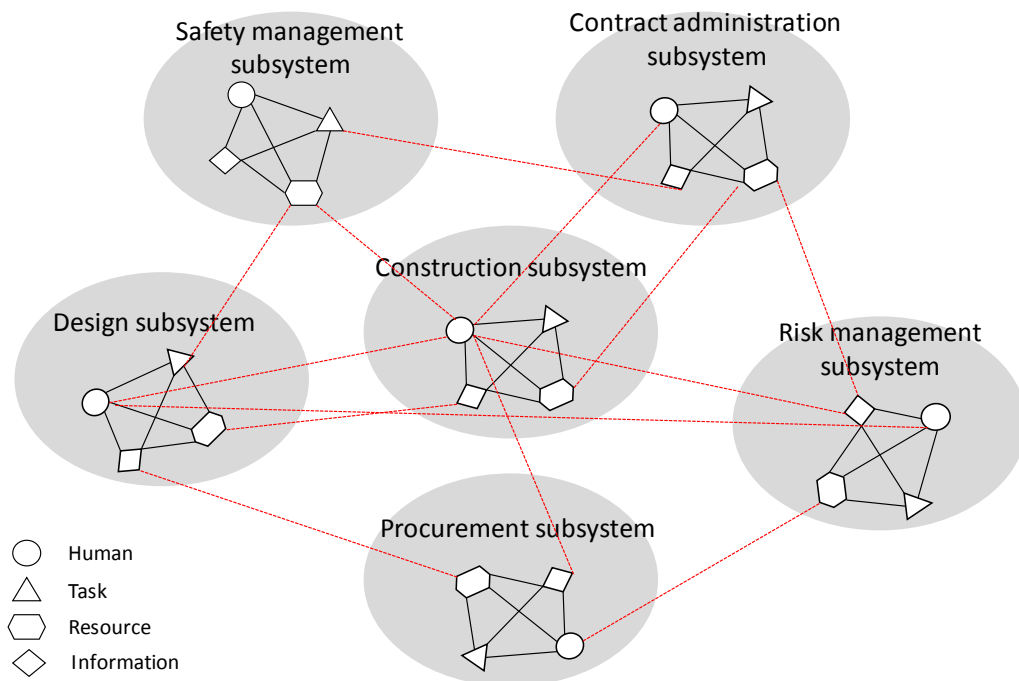
Kuva 2. Rakennusprojektia voidaan luonnehtia kompleksiksi systeemiksi, jossa on runsaasti toimijoita ja niiden välisiä molemmin suuntaisia vaikutuksia.

Jotta rakentamisprojektin kaikkia osaprosesseja voidaan toteuttaa tehokkaalla tavalla, on eri osapuolten toimittava avoimesti ja toisten tekeminen huomioon ottaen. Tämä vaatii yhteisiä periaatteita, jolloin osapuolet tunnistavat tavan, jolla projektissa tulee toimia. Se vaatii yhteisen alustan, jotta yhteinen tekeminen tulee avoimeksi ja reaaliaikaiseksi kaikille osapuolille. Tämä vaatii myös systeemin, joka ottaa huomioon niin rinnakkaisista kuin toisiaan seuraavistakin osaprosessit tehokkaimmalla tavalla.

## 2.3 Projektisysteemien rakenne

Systeemiajattelun hyödyntämisen lähtökohdat tarkoittavat usein mallintamista. Näillä malleilla kuvataan kohdetta kokonaisuutena muodostuen sen osista (entities, objects) ja näiden välisistä vaikutussuhteista. Yleisellä tasolla systeemiajatteluun perustuva malli voi olla matemaattinen malli, pienoismalli tai toimintamalli (vuokaavio tai algoritmi). Mallien abstraktiotaso voi vaihdella tarpeen mukaan. Rakentamisessa hyvin konkreettinen ja samalla yksityiskohtainen abstraktiotaso ovat työmaatehtävät ja niiden väliset riippuvuudet. Tämän tasoinen mallintaminen, joka voi palvella työmaatehtävien optimointia, on ollut varsin suosittu systeemianalyyysien sovelluskohde.

Projektitason systeemien mallintaminen edellyttää toisen tyyppisiä lähestymistapoja ja ratkaisuja. Mallien tarkkuustaso ei välttämättä sisällä yksittäisiä tehtäviä vaan tehtäväkokonaisuuksia, niiden tuotoksia ja yhteyksiä toisiin tehtäväkokonaisuuksiin. Tarkoituksenmukaiseksi lähestymistavaksi on muodostunut projektin jakaminen osasysteemeihin, jotka voivat olla tiettyjä päätehtäviä koskevia (kuten aikataulutus, kustannusten arviointi ja hankintatoimi, Kuva 3) tai sitten osasysteemit voivat koskea eri osapuolten päätoimintoja (kuten. rakennuttaja, merkittävät palvelutarjoajat) ja näiden yhteensovittamista.



Kuva 3. Rakennusprojektin osasysteemeitä, niiden resursseja ja välisiä yhteyksiä (edelleen kehitetty perustuen Zhu & Mostafavi, 2014)

## 3 Projektisysteemit integroitujen rakennusprojektien maailmassa

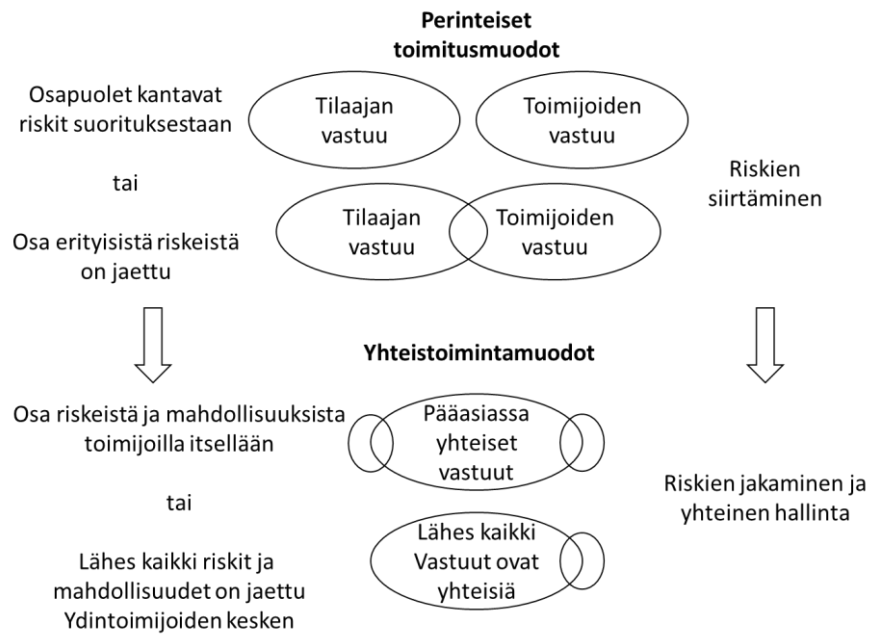
### 3.1 Rakennusprojektit ja yhteistyömuodot

Rakentamisprojekti on monimuotoinen kokonaisuus, jossa lukuisat eri vaiheet ja monien eri osapuolten yhtäaikainen osallistuminen tekee haastavaksi. Rakentamisen perinteiseen tapaan ja sopimustekniikkaan on koettu sisältyneen ongelmia ja opportunismia. Perinteisissä toimitusmalleissa projektien ratkaisujen lyönti lukkoon jo aikaisessa vaiheessa ja osapuolten erillisyyden on vienyt mahdollisuuden toimitusprojektien jatkuvalta kehittämiseltä. Asiakkaiden tarpeiden ja tavoitteiden määrittäminen on jopa ollut toissijainen piirre, sillä urakoitsijalle on ollut edullisinta toimittaa ennalta sovittu, suunnitelmien mukainen tuote.

#### 3.1.1 Yhteistoimintamuodot

Nykyään rakentamisprojektin onnistumisen kannalta yhteistyö ja koko hankkeen parhaaksi tehtävät päätökset, ovat ehdoton edellytys. Yhteistoiminnallisten toimitusmuotojen ytimessä onkin kannustaa osapuolia ottamaan toistensa näkemykset huomioon projektin päämäärien kannalta. Yhteistoiminnalliset toimitusmuodot eroavat perinteisistä toteutusmuodoista niin sopimuksellisesti, kulttuurillisesti kuin toimintatavoiltaan. Perinteisissä toteutusmuodoissa kukin osapuoli on tottunut työskentelemään enemmän tai vähemmän erillään muista osapuolista. Näiden toimitusmuotojen sopimukset perustuvatkin kahdenkeskisiin suhteisiin, joissa on määritetty työn laajuus sekä sopimusosapuolille kuuluvat riskit ja vastuut. Tällainen transaktionaalinen sopimusrakenne ei tue osapuolten välistä yhteistyötä, vaan jokaisella osapuolella on oma intressinsä suorittaa työ vain niin kuin sopimuksessa on sovittu.

Yhteistoimintamalleissa käytetään relationaalisia sopimusmalleja, joissa osapuolia kannustetaan ottamaan toistensa näkemykset huomioon tehtäessä päätöksiä projektin parhaaksi. Yhteistoimintamalli perustuu "win-win"-periaatteeseen, jossa jokainen osapuoli joko voittaa tai häviää. Relationaalinen sopimusrakenne keskittyykin sellaisiin ratkaisuihin, jotka pyrkivät tuomaan menestystä kaikille osapuolille (Morwood et al. 2008). Kuvassa 4 on havainnollistettu, miten vastuu- ja riskinjakoperiaate eroaa siirryttäessä perinteisistä malleista yhteistoimintamalleihin.

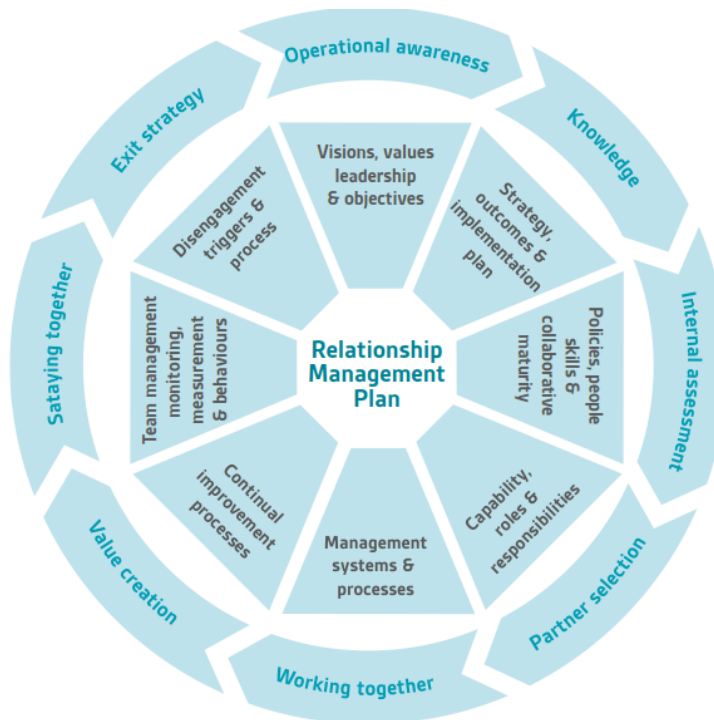


*Kuva 4. Riskien- ja vastuiden osapuolikohtaiset erot perinteisissä ja yhteistoimintamuodoissa (mukaillen Ross, 2009)*

Yhteistyötä edistävät rakennusalan projektijärjestelmät ovatkin olleet jatkuvan kehityksen alla. Maailmanlaajuisesti tätä ongelmaa on lähestytty usealla tavalla. Hankekumppanuus (project partnering, PP) omaa juurensa Yhdysvaltojen 1980-luvulla suurissa sotilasprojekteissa, mutta on syntynyt nykymuodossaan Iso-Britanniassa. Projektiallianssi (project alliance, PA) on nykymuodossaan lähtöisin Australian öljy-, kaasu- ja kaivosprojekteista ja on kehittynyt täysin irrallisena Lean-teoriasta. Kun taas Yhdysvalloista kotoisin oleva integroitu projektitoimitus (integrated project delivery, IPD) on kehittynyt Lean Constructionin käytännöistä ja teoriasta. Lean filosofien lähtökohdat ovat Toyotan autontuotantojärjestelmän toiminnallisissa periaatteissa. Näitä periaatteita ovat mm. jatkuva parantaminen ja kaiken lisäarvoa tuottamattoman tekemisen (waste) minimointi.

Edellä mainittujen projektitoimitusmallien lisäksi Suomessa on syntynyt ja on edelleen kehitteillä niin sanottuja hybridimalleja, joissa otetaan huomioon alalle yleisiksi toimintatavoiksi kiintyneet ominaisuudet, mutta lisäksi huomioidaan rakennuttajan tai omistajan halukkuus implementoida yhteistoiminnallisuutta. Hybridimallit käyttävät ominaisuuksia muista edellä esitetyistä projektimalleista.

Kokonaisuuteen liittyy edelleen yleisemmän tason kansainvälinen standardointi koskien yhteistoiminnallisuutta. Vuonna 2017 on ISO julkistanut standardin ISO 44001 Collaborative business relationship management systems – Requirements and framework (Kuva 5). Standardia ei ole vielä käännetty suomeksi.



Kuva 5. ISO 44001 Collaborative business relationship management systems – Requirements and framework.

### 3.1.2 Kumppanuusmalli – Project Partnering (PP)

Kumppanuusmalli paneutuu osapuolten yhteistoimintaan tavoitteena suurempi arvon tuottaminen sekä työn tehokkaampi ja laadukkaampi suorittaminen. Kumppanuusmallissa sovitaan yhteistoiminnallisista elementeistä sekä riskien jaosta. Riskit voidaan kantaa, näin sovittaessa, myös yhdessä. Kumppanuusmallia voidaan vapaasti yhdistää erilaisiin urakka- ja hankintamalleihin (Lahdenperä 2009; Molin & Spoofo 2007). Se mitä urakkamuotoa käytetään yhteistyömenettelyn rinnalla, määrää tehtävien suoritusvastuut kumppanuusmallissa. Kumppanuus voi olla kahden välistä, useamman osapuolen välistä tai se voi kattaa myös koko toimitusketjun (Keinänen 2012). Kumppanuusmalli nojaa paljon samoihin periaatteisiin kuin allianssimalli, mutta se poikkeaa tästä sopimusrakenteeltaan. Siinä missä allianssimalli käyttää yhteistyöhön kannustavia sopimusrakenteita (Lahdenperä 2009), pohjaa kumppanuusmalli perinteisiin sopimusrakenteisiin, joissa sopimukset luodaan perinteisten urakoiden sopimusehtojen pohjalta. Tällöin osapuolten vastuut tulee sopimukseen kuvatuksi erikseen. Sopimusrakenteen vuoksi muodostuu tilaajan rooli kumppanuusmallissa helposti lähemmäksi perinteisiä urakkamuotoja kuin allianssia. Siinä missä Allianssimallia pidetään sekä yhteistyömenettelynä että toteutusmuotona, ei kumppanuusmalli ole Molin & Spoofo (2007) mukaan kokonaan uusi toteutusmuoto, vaan se on heidän mukaansa ”vain” yhteistyömenettely, jolla ohjataan ja organisoidaan osapuolten välistä yhteistyötä ja tiedonsiirtoa.

Ruotsalaisessa kumppanuusmallissa on yhdistetty allianssin ja perinteisten urakkamuotojen parhaita puolia ja se muistuttaa luonteeltaan Suomessa joissain hankkeissa käytettyä hybridimallia (Keinänen 2012).

### 3.1.3 Projektiallianssi

Projektiallianssin juuret eivät ole rakennusteollisuudessa, vaan ensimmäisen allianssi-projektina pidetään 1992 British Petroleumin Pohjanmeren öljynporausprojektia. Tällöin allianssisopimus oli vielä erillinen sopimus. Hankkeen osapuolilla oli erillinen osapuolet yhteen sitova alistussopimus. Hankkeessa kuitenkin riskien ja hyötyjen jako oli sisällytetty sopimukseen parantamaan taloudellisesti riskialttiin projektin ennustettavuutta (Lahdenperä, 2012a). Positiivisten kokemusten tuloksena allianssimalli esiteltiin Australian öljy- ja kaasu-projekteissa vuonna 1994 (Jefferies et al., 2006), joista projektiallianssi on nyky muodossaan lähtöisin.

Allianssimalli on yhteistoiminnallinen toteutusmuoto, missä hankkeen keskeiset osapuolet solmivat yhteisen sopimuksen ja jakavat hankkeen riskit ja hyödyt etukäteen sovittulla tavalla. Allianssimalliin kuuluu yhteinen sopimus, yhteinen organisaatio ja riskien ja hyötyjen jakaminen. Lisäksi allianssimenettelyyn kuuluu yhteistoiminnallisia tyyppi-irteitä, kuten luottamus, sitoutuminen, tiedon avoimuus ja kiinteä yhteistyö. (Lahdenperä 2009; Ross 2003) Projektiallianssissa hyötyjen ja riskien jakaminen koskee niin saavutettuja säästöjä kuin tavoitehintojen tai budjetin ylityksiäkin. Myös laadullisten kannusteiden käyttäminen on mahdollista. Usein kolmannen osapuolen auditoinnilla parannetaan rahavirtojen läpinäkyvyyttä ja varmistetaan osapuolien avoin kirjantäminen ja sen oikeellisuus. (Department of Treasury and Finance, 2010a; Lahdenperä, 2012a )

Allianssiosapuolten valinta perustuu neuvottelumenettelyyn. Keskeisten osapuolten valinnassa voidaan käyttää osapuolen valintaa erikseen tai tiiminä. Projektiallianssin kontekstissa on kuitenkin lähes käytäntö, että osapuolet valitaan tiiminä (Lahdenperä, 2012a). Tärkeänä kriteerinä osapuolten valinnassa tulee olla muodostettavan ryhmän kyky toimia allianssissa. Valintamenettelyn tavoitteena on varmistaa hankkeen vaatiman oikean osaamisen sisältyminen hankkeeseen sekä osapuolten kulttuurillinen valmius toimia yhteistyössä kaikkien muiden osapuolten kanssa. Projektiallianssissa hankkeen keskeiset osapuolet yhdessä vastaavat toteutettavan projektin suunnittelusta ja rakentamisesta yhteisellä organisaatiolla.

### 3.1.4 Integroitu projektitoimitus (IPD)

Integroitu projektitoimitus (IPT; engl. Integrated project delivery, IPD) on Lean Constructionin käytännöistä ja teoriasta kehittynyt hankkeen toteutustapa. Toimitustapa integroi projektin osapuolet jo projektin aikaisessa vaiheessa. Hankkeen tavoitteet ovat yhteisiä ja hankkeen riskit ja mahdolliset palkkiot jaetaan osapuolten kesken ennalta sovittulla tavalla. Näin osapuolten menestys hankkeessa on täysin riippuvainen projektin onnistumisesta. (Lahdenperä, 2012b) IPT:llä on paljon yhtäläisyyksiä projektiallianssin kanssa, vaikkakin ne ovat kehittyneet erillään. Niillä on samanlaiset sopimusmuodot ja organisaatiorakenne. IPT onkin käytännössä allianssin hallintorakenteen ja lean construction -operatiivisten järjestelmien yhdistelmä. (Raisbeck et al. 2010)

IPT manuaaleissa painotetaan ja jopa edellytetään sekä tietomallinnuksen (BIM) että Big Room työympäristön käyttöä. (Raisbeck et al. 2010). Big Room tarkoittaa yhteistä työtilaa, jossa eri osapuolista muodostettu projektiryhmä työskentelee projektin alusta alkaen.

Lisää integroidusta projektitoimituksesta kerrotaan alaluvussa 3.2.

### **3.1.5 Yhteistoiminnallisten projektitoimitusmallien yhteneväisyydet ja eroavaisuudet**

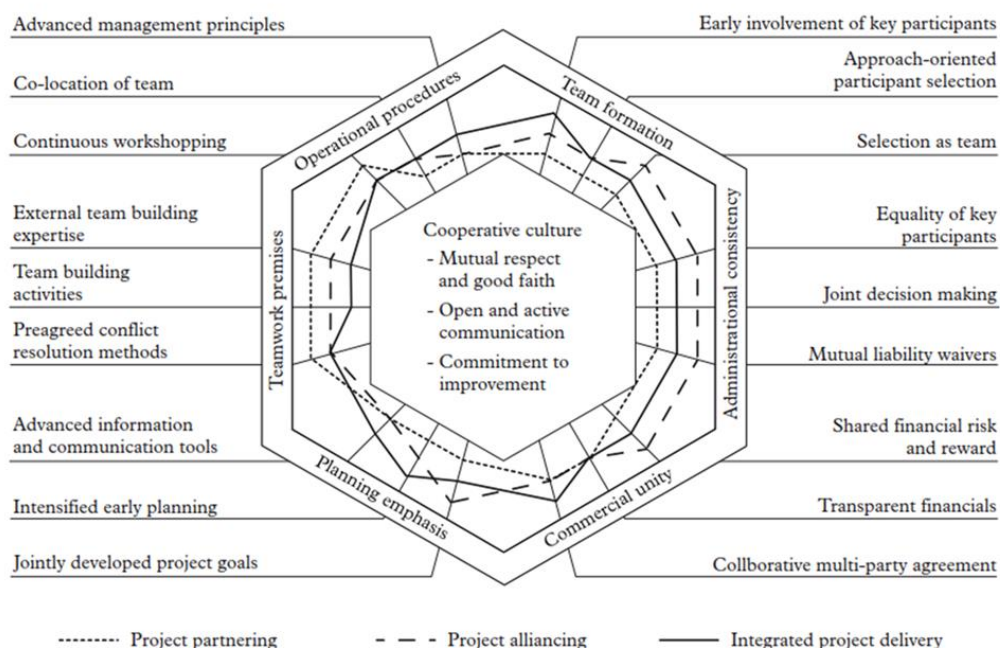
Yhteistoiminnallisten projektitoimitusmalleilla on samankaltaisista päämääristä huolimatta maantieteellisesti ja syntyhistoriallisesti muodostuneita erilaisia ominaisuuksia. Allianssi on lähtöisin infrarakentamisen puolelta. Mallissa riskit, esimerkiksi maaperäriskit, realisoituvat vasta hankkeen toteutusvaiheessa. Allianssi malli onkin ollut johdonmukainen tapa toimia hankkeissa, joissa epävarmuus toteutusvaiheessa on ollut aitoa. IPD:n juuret ovat yksityisensektorin sairaalahankkeista, joiden haaste on ollut saada kaikki osaaminen yhteen projektin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta voidaan välttää suunnitelmamuutoksista johtuvia projektikustannuksia. PA ja IPD ovat tavoitteiltaan samoja ja niitä yhdistävä tekijä on sopimus. PP poikkeaa tästä sopimuksellisesti, eikä se jaa riskejä ja hyötyjä samalla tasolla kuin PA ja IPD. PP:ssä yhteistyötä edistävään tapaan toimia ei sitouduta juridisesti. Myös seuraamusjaoiltaan PP:n sopimus on hyvin perinteinen tapa toimia.

Lahdenperä (2012) on esittänyt tutkimuksessaan yhteistoiminnallisille projektitoimitusmalleille ominaisia piirteitä ja arvioinut niiden painotusta. Lahdenperän tutkimus nimeää seitsemän osa-aluetta:

- Yhteistyökulttuuri (cooperative culture)
- Suunnittelun painotus (planning emphasis)
- Ryhmätyöskentelyn säännöt (teamwork promises)
- Toimintatavat (operational procedures)
- Ryhmäytyminen (team formation),
- Johtamisen yhtenäisyys (administrational consistency) ja
- Kaupallinen yhtenäisyys (commercial unity).

Nämä seitsemän osa-aluetta on jaettu kukin kolmeen avaintekijään, joiden painotusta on arvioitu projektitoimituskohtaisesti kuvassa 6. Mitä kauempana viiva on kuvaajan keskustasta, sitä vahvemmin avaintekijää painotetaan kussakin kyseisessä yhteistoiminnallisessa projektitoimituksessa.

### Relational multi-party contracting



Kuva 6. Eri yhteistoiminnallisten projektitoimitusten avaintekijät suhteutettuna toisiinsa (Lahdenperä, 2012).

Yhteistyöhön kannustava työkuultuuri on kaikkia yhteistoiminnallisia projektitoimitusmalleja yhdistävä osa-alue. Kaikki yhteistoiminnalliset projektitoimitusmallit ovat kehitetty luomaan yhteistyötä ja luottamusta edistävää ilmapiiriä parhaan mahdollisen projektin toteuttamiseksi (Lahdenperä, 2012). Siksi osa-alue löytyykin kaikkien näiden projektimallien ytimestä. Yhteistä näille yhteistoiminnallisille toimitusmuodoille onkin sitoutuminen jatkuvaan parantamiseen, avoimeen tiedonvaihtoon ja toisten kunnioittamiseen.

#### 3.1.6 Muut yhteistoimintaan perustuvat hankemuodot

Edellä esitettyjen rakennushankkeiden yhteistyömuotojen lisäksi on syntynyt myös muita yhteistoimintaan perustuvia hankemuotoja, joissa näiden yhteistoimintamuotojen ajattelutapaa on sisällytetty myös muihin hankintamuotoihin (Walker et al. 2013, s. 34-35). Niin sanottu hybridimuoto on yhteistoimintaan perustuva hankemuoto, jossa projektiallianssin (PA), kumppanuusmallin (PP) tai integroidun projektitoimituksen (IPD) hallintorakenteiden ja/tai periaatteiden osia on yhdistetty perinteisiin hankintamuotoihin. Hybridimuoto on allianssia ”kevyempi” ja sen katsotaan soveltuvankin paremmin pienempiin urakoihin. Näin mahdollistuvat allianssin etujen soveltamisen myös niihin hankkeisiin, joihin täysimittaisen projektiallianssin soveltaminen olisi muuten liian raskasta (Morwood 2008). Hybridimuodon ja allianssin ero on sopimuskäytännöissä. Hybridimuodossa urakoitsija ja suunnittelija tekevät omat sopimuksensa tilaajan kanssa käyttäen yleisiä sopimusehtoja (kuten YSE ja KSE). Tämän lisäksi osapuolet voivat tehdä yhteistyösopimuksen keskenään. Allianssissa osapuolet sidotaan mukaan hankkeeseen yhteisellä allianssisopimuksella. (Keinänen 2013; Saarinen 2014)



Usein yritysten luomat omat yhteistoiminnalliset hankemuodot ovat hybridejä. Esimerkkinä Senaatti-kiinteistöjen kehittämä kärkihankeallianssi, joka on yhdistelmä allianssijattelua ja projektinjohtourakkaa. Tässä yhteistoiminnallisessa hankemuodossa käytettävä valintaprosessi on kevyt ja tilaaja solmii hankkeen osapuolten kanssa kahdenkeskiset sopimukset hyödyntäen yleisiä sopimusehtoja (YSE ja KSE). Kärkihanke-mallissa osapuolet on sitoutettu tilaajan tavoitteisiin sekä toimimaan yhteistoiminnallisesti palkitsemalla tavoitteiden saavuttamisesta. (Mölsä 2014)

Muita yhteistoiminnallisia hankemuotoja on esimerkiksi työyhteenliittymä, jossa rakennushankkeen läpi viemiseksi eri yritykset muodostavat yhteisen projektiorganisaation. Merkittävin ero työyhteenliittymän ja allianssin välillä on tilaajan puuttuminen projektiorganisaatiosta. (Lahdenperä 2009)

## 3.2 IPD projektimalli integroiduille rakennusprojekteille

Integroitu projektin toimitus (IPT, Engl. Integrated Project Delivery, IPD) on Yhdysvalloista yksityisen sektorin ST-hankkeista lähtöisin oleva menetelmä, jolla hallitaan rakennus- ja kehitysprojekteja. National Association of State Facilities -yhdistyksen (2010. s. 4) mukaan IPD voidaan käsittää joko filosofiana tai projektin toimitusmenetelmänä. Menetelmän ydin on luottamukseen perustuvassa yhteistyössä, joka ulottuu läpi koko projektin, aina suunnittelusta toteuttamiseen. Yhteistyön tavoitteena on auttaa yhteistyökumppaneita keskittymään koko projektin tuloksiin, eikä vain eri osapuolten yksittäisiin tavoitteisiin. Integroitu projektitoimituksessa luodaan sopimuksin projektille toimitusorganisaatio, johon kuuluvat vähintään omistaja, suunnittelija ja rakentaja (Cohen, 2010). Riskit ja palkkiot jaetaan sopimus osapuolten kesken ja osapuolten menestys on täysin riippuvainen projektin menestyksestä (ibid.). Ensimmäisenä varsinaisena IPD-projektina pidetään vuonna 2005 Sutter Health –organisaation aloittamaa projektia, vaikka tämäkään projekti ei ollutkaan täysin ”puhdas” IPD projekti (ibid.). IPD:n käytännöt yhdistelevät ja käyttävät hyödykseen hyviä ominaisuuksia ja ideoita monista lähteistä ja aikaisemmista kokemuksista. Anekdootin informaation mukaan, rakennuttajat kuulivatkin käytäntöjä ja kokemuksia hankekumppanuuden (Project Partnering, PP) ja projektiallianssin (Project Alliance, PA) asiantuntijoilta sopimuspuhjan laatimiseksi. (Lahdenperä, P. 2012)

### Tavoitteet

Tyypillinen rakennusprojektin rakenne on, että eri osapuolilla erilliset sopimukset. Tämän myötä myös suunnittelu ja rakentamisvastuu ovat eri osapuolilla. Kukin osapuoli, mukaan lukien omistaja, arkkitehti, suunnittelukonsultit ja urakoitsijat, yleensä yrittää optimoida taloudellisia tuottoja minimaalisella riskillä määrittelemällä tarkasti oman vastuu alueen sopimuksessa. IPD:n sopimusrakenne sitoo yhteen suunnittelu- ja projektin rakentamisvaiheet tavalla, jossa yhteistyökumppanit (omistaja, suunnittelija ja urakoitsija...) sitoutuvat projektin aikaisessa vaiheessa yhteistyöhön sekä määrittelevät ja vastaavat koko projektin tuloksista. IPD:n tavoitteena on auttaa omistajia, suunnittelijoita ja rakentajia parantamaan tuottavuutta sekä vähentämään hukkaa ja kuluja (The America Institute of Architects, AIA, 2007)

### **3.2.1 Periaatteet**

IPD lupaa parempia tuloksia kuin perinteisin menetelmin toteutetut projektit. Mutta tulokset eivät muutu, jos ihmiset jotka ovat vastuussa tulosten tekemisestä eivät muutu. IPD:n hyötyjen saavuttaminen vaatiikin, että projektissa mukana olevat osapuolet omaksuvat IPD:n mukaiset periaatteet. (The America Institute of Architects AIA California Council, 2007)

### **3.2.2 Keskinäinen kunnioitus ja luottamus**

Integroidussa projektitoimituksessa eri osapuolet (omistaja, suunnittelija, konsultit, rakentaja, alihankkijat, toimittajat...) ymmärtävät yhteistyön arvon ja sitoutuvat työskentelemään ryhmänä koko projektin edun mukaisesti. (The America Institute of Architects and AIA California Council, 2007)

### **3.2.3 Jaetut riskit ja palkkiot**

IPD hankkeissa riskit ovat yhteiset ja palkkio jaetaan koko hankkeen onnistumisen perusteella. Taloudellisia riskejä ja tuloksia jaetaan ja niin tuloksellisesti kuin päätöksenteollisesti. Taloudellisessa tuloksenjaossa saattaa olla myös laadullisia tekijöitä jotka vaikuttavat osapuolien palkkiojärjestelmään. Rahavirtojen läpinäkyvyyttä sovelletaan avoimen kirjanpidon periaatteiden mukaisesti. Osapuolet eivät saa palkkioita suorista palveluista, vaan osapuolille maksetaan heidän suorat kustannukset ja palkkiot maksetaan pääasiallisesti kahdella eri tavalla: tiettyjen päämäärien saavuttamisesta ja/tai kannustepalkkiona, jotka molemmat ovat riippuvaisia projektille olennaisista tavoitteista. (American Institute of Architecture. 2009b) Osapuolia kannustetaan saavuttamaan projektin kannalta mahdollisimman lähelle tavoitehintaa oleva taloudellinen tulos siten, että osa kompensatiosta määräytyy erikseen määriteltyjen päämäärien saavuttamisesta.

Kompensaatiomallit ovat täysin neuvoteltavissa, mutta IPD:n kompensatiomalleille on tyypillistä, että jokaisen yksittäisen osapuolen onnistuminen on suoraan riippuvainen koko projektin onnistumisesta. Valmiita sopimus pohjia, jotka painottavat eri osapuolien ja tavoitteiden tärkeyksiä, onkin saatavilla markkinoilla. Tämä sovitaan yleensä sopimuksellisesti (American Institute of Architecture. 2009b).

### **3.2.4 Yhteinen päätöksenteko ja innovointi**

IPD:ssä ryhmän sisäistä yhteistyötä ja ryhmäkulttuuria painotetaan vahvasti. Useissa lähteissä suositellaan Lean työkalujen käyttöä ja työryhmän sijoittamista yhteisiin työskentelytiloihin, ns. Big Room:hin (Thomsen et al., 2009; Cohen, 2010, 50; National Association of State Facilities, 2010; Lahdenperä, 2012a). Erityisiä IPD:n konfliktin ratkaisumetodeja ei ole tarkkaan määritelty kirjallisuuslähteissä, vaikka päätöksentekorakenne onkin adoptoitu PP:lta (Lahdenperä, P. 2012a). IPD nojautuukin johdon työkaluihin kuten tavoitehintasuunnitteluun, imuohjattuun aikataulusuunnitteluun ja arvovirtatarkasteluun, jotka ovat Lean Construction -työkaluja (Lahdenperä, 2012a). Päätöksiä, mitä tulee erilaisiin projektiasioihin, käsitellään tyypillisesti eri tavoilla. Ryhmätyöhengen mukaisesti IPD hyödyntää komitealähestymistapaa (committee approach)

päätöksentekoon. Päätökset tehdään yhdessä yksimielisesti, äänet saattavat olla painotetut, veto-oikeus voidaan varata tietyille ryhmän jäsenille tai päätäntävalta saataan antaa omistajalle silloin kuin konsensusta ei saavuteta.

IPD:n periaatteisiin kuuluu myös uusien ideoiden vaihtaminen vapaasti kaikkien osanottajien kesken, mikä mahdollistaa uusien innovaatioiden syntymisen. Integroidussa projektissa ideoiden arvostelu tapahtuu objektiivisesti, jolloin esittäjän roolilla tai statuksella ei ole merkitystä.

### **3.2.5 Keskeisten osapuolten aikainen osallistaminen**

IPD-mallissa painotetaan voimakkaasti osapuolien aikaista valintaa (American Institute of Architects, 2007), jotta kaikkien osapuolten tieto ja asiantuntemus saadaan mukaan päätöksentekoon jo projektin alkuvaiheessa, jolloin tehtävillä päätöksillä on suurin vaikutus.

Osapuolten varhainen osallistaminen ei voi yksin perustua hintaan, vaan erilaisia laadullisia valintaperusteita käytetään myös. Tämä on johtanut lähestymis-sävytteiseen (approach-oriented) osapuolivalintaan, jolloin ei ole kysymys vain osapuoliehdoikkaiden referensseistä ja ominaisuuksista, vaan myös heidän lähestymistavastaan, ymmärryksestään ja asenteestaan projektia kohtaan (ks. Construction Industry Council, 2005b; Ross, 2006; Kadefors et al., 2007).

### **3.2.6 Varhainen tavoitteiden määrittäminen**

Yhteisesti kehitetyt tavoitteet projektille on osapuolten ensimmäinen yhteinen tehtävä. Yhteisten päämäärien selvittäminen kuuluu IPD:ssä sopimuksen piiriin ja se on pakollista, vaikka tästä ehdosta on myös löydettävissä poikkeuksia (Cohen, J. 2010). Tavoitteet dokumentoidaan ja jokainen osapuoli sitoutuu yhdessä luotuihin tavoitteisiin saavuttamiseen omalta osaltaan.

### **3.2.7 Suunnittelun painottaminen**

Aikaisen vaiheen suunnittelun painotus on selkeästi IPD:n ydinkomponentti. Tällä on tarkoitus välttää suunnitelmamuutoksista johtuvia projektikustannuksia. (American Institute of Architecture, 2007) IPD:n tarkoitus ei ole vähentää suunnitteluvaiheen työmäärää, vaan suunnitteluvaiheen panostus näkyy parantuneena tehokkuutena ja säästöinä paljon kalliimman toimeenpanovaiheen aikana.

### **3.2.8 Avoin kommunikaatio**

Avoimuus ja läpinäkyvyys ovat perusta luottamuksen kehittymiselle. IPD:n fokus joukuesuorittamiseen perustuu avoimeen, suoraan ja rehelliseen viestintään kaikkien osanottajien kesken. Vaikka IPD:ssä vastuut määritellään selkeästi, johtaa avoin eisyttävä työskentelykulttuuri ongelmien tunnistamiseen ja ratkaisemiseen, ei vain vastuun määrittäminen.

### 3.2.9 Tarkoituksenmukaiset järjestelmät

Integroidut projektit usein ovat riippuvaisia huipputeknologioista. Vaikka IPD ei suoraan edellytä kehittyneiden informaatio ja mallinnustyökalujen käyttämistä, on esimerkiksi BIM:n käytöllä huomattava merkitys varsinkin aikaisen vaiheen suunnittelussa. Teknologiat määritellään jo projektin määrittelyvaiheessa, jotta maksimoitaisiin toiminnallisuus, yleisluonteisuus ja yhteen toimivuus. Avoin ja yhteen toimiva tiedonvaihto, jotka perustuvat kurinalaiseen ja läpinäkyviin tietorakenteisiin, ovat välttämättömyyksiä IPD:lle. Koska avoimet standardit mahdollistavat parhaiten osanottajien välisen kommunikaation, on teknologiaa käytettävä, mikäli ne ovat saatavilla. (The America Institute of Architects, AIA, 2007)

Monipuolisen osaamisen integrointi ja johtaminen

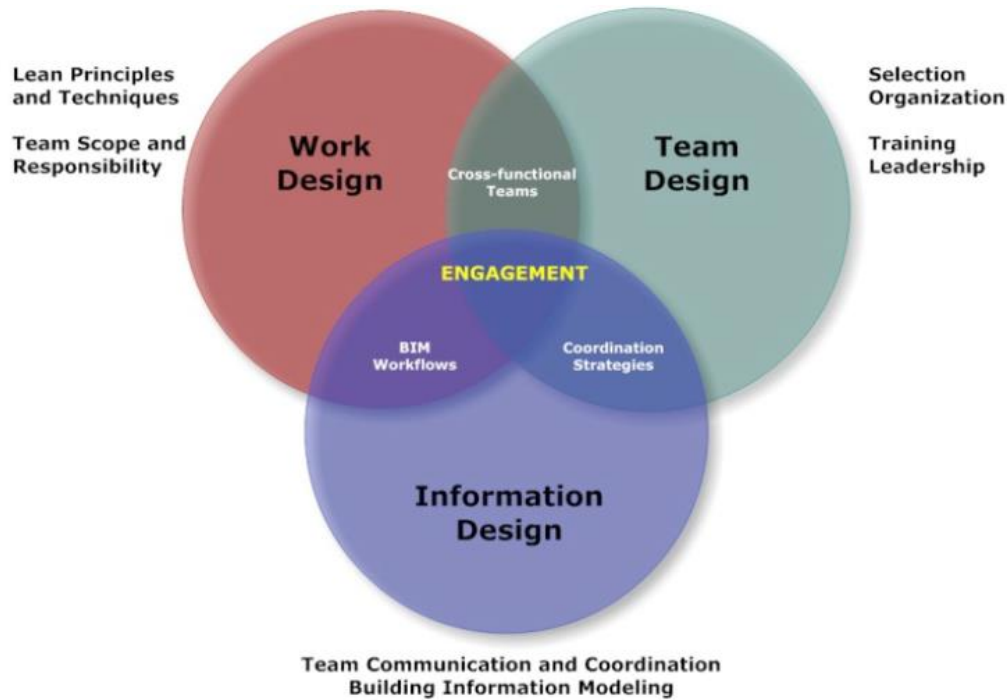
Projektiryhmä on itsenäinen organisaatio ja kaikki ryhmän jäsenet ovat sitoutuneet yhteisiin tavoitteisiin ja arvoihin. Ryhmän johtaja valikoituu kyvykkyyden perusteella aina kulloiseenkin projektiin. Usein suunnittelun ammattilaiset ja rakentajat johtavat heidän perinteisen pätevyytensä alueilla koko muun ryhmän tuella, mutta roolit on tarkasteltava jokaisessa projektissa aina erikseen. Roolit on määriteltävä selvästi, ilman keinotekoisia esteitä, jotka saattaisivat vaarantaa avoimen kommunikaation. (The America Institute of Architects, AIA, 2007)

### 3.2.10 Toteutus

IPD:n periaatteet asettavat puitteet niille rakenteille ja prosesseille, joita tarvitaan projektin tehokkaaseen toteuttamiseen, mutta pelkästään niillä ei projektia saada suunnitelluksi ja rakennetuksi. Ashcraft (2012) lisää tähän kolme perustavaa laatua olevaa kokonaisuutta (Kuva 7):

1. Tehtäväsuunnittelu (Work Design – tulee ymmärtää laajemmin kuin työmaa-tehtävien suunnittelu),
2. Kommunikointi ja tiedonvälitys (Information Design) ja
3. Tiimien-suunnittelu (Team Design).

Näiden kolmen kokonaisuuden edustamat rakenteet ja prosessit kehittyvät projektin aikana eri osapuolien kesken saatujen oppien ja palautteen pohjalta. Rain-projektissa nämä on tunnistettu integrointimekanismeiksi, joskin ennakoiva tehtäväsuunnittelu ei sisälly Mitropoulos and Tatum (2000) esittämään kokonaisuuteen rakennusteollisuudessa käytetyistä integrointimekanismeista. Ennakoiva tehtäväsuunnittelu on lean-rakentamisen yksi keskeisiä työmenetelmiä. Toisaalta voidaan todeta sopimuksellisten integrointimekanismien puuttuminen todeta Ashcraftin (2012) esittämästä ratkaisusta. Kokonaisvaltaisen integrointimekanismien luokittelun tulee pitää sisällään sekä sopimukselliset mekanismit että ennakoivan tehtäväsuunnittelun.



Kuva 7. Keskeiset prosessit ja rakenteet integroidun projektin toteuttamiselle (Ashcraft, 2012)

### 3.2.11 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelu sisältää, miten projektin tehtävät jaetaan, ryhmitellään ja organisoidaan sekä tekniikoita tehtävien tehokkaaseen suorittamiseen. Kaikki tehtävät suunnitellaan virtausperiaatteella ja tätä tukevia työkaluja käyttäen. Näitä ovat imuohjaus, asiakasarvon määrittäminen, A3 analyysit, big room työskentely, visuaalinen johtaminen, jatkuva kehittäminen ja luotettavat lupaukset.

IPD projektissa pyritään saamaan eri asioihin erikoistuneiden yritysten tietämys yhteisen projektin hyödyksi. Perinteisiin toimitusmuotoihin verrattuna tämä vaatii uuden tyyppistä ajattelua liittyen projektin tiimien koostumuksiin, tavoitteisiin ja johtajuuteen. Jotta tehtävä voidaan suorittaa tehokkaasti, täytyy tehtäväsuunnittelussa tehtävissä päätöksissä ottaa huomioon myös tiimien suunnittelu. IPD:ssä työ kohdennetaan sille kokonaisuudelle.

### 3.2.12 Kommunikointi ja tiedonvälitys

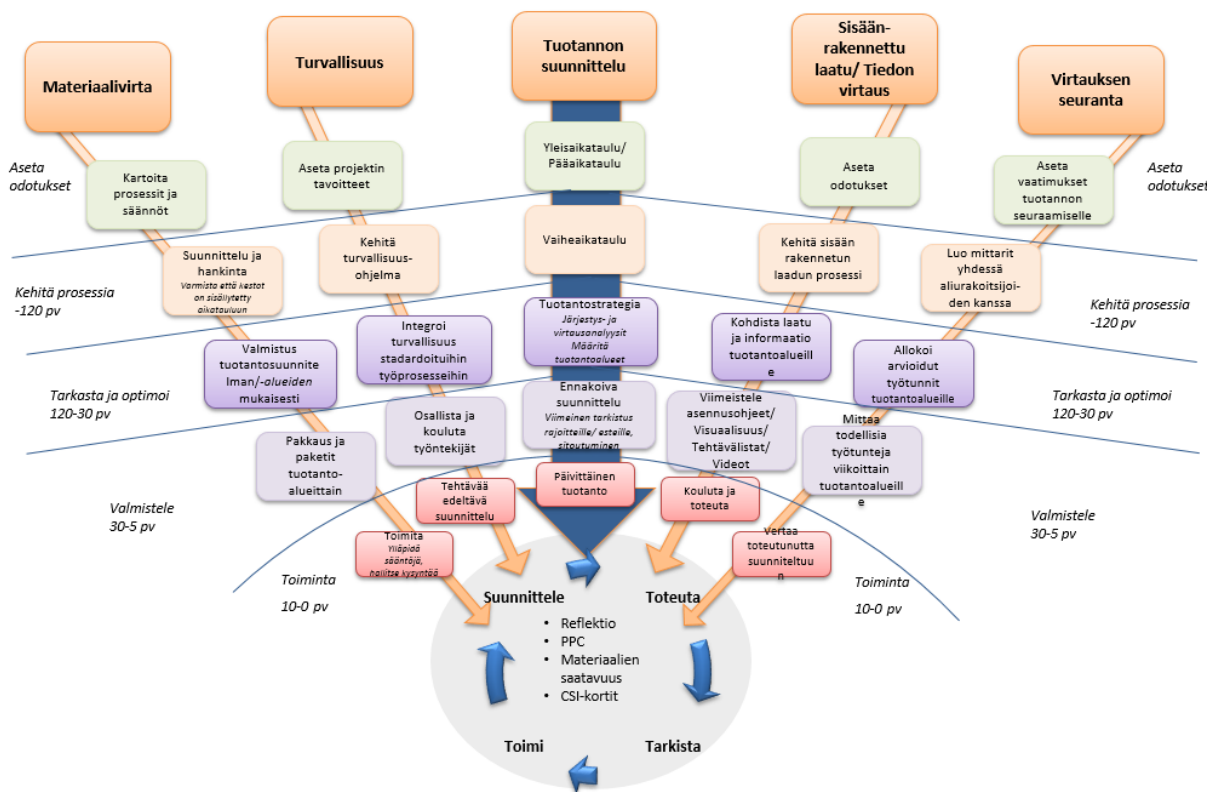
Sisältää tietojen tuottamisen, tiedonvälityksen ja tiedonhallinnan. Tässä päähuomion kohteen tulee olla tiedon vastaanottajissa ja tiedon hyödyntämisessä projektin tarpeiden näkökulmasta.

### 3.2.13 Tiimien-suunnittelu

Kaikki tehtävät toteutetaan tiimityönä. Tiimien suunnittelu on siten koko projektin organisoinnin perusta. Tiimejä on tyypillisesti projektin laajuudesta riippuen monen tyyppisiä: johtaminen ja koordinointi, operationaaliset tehtävät.

## 3.3 Viuhka-malli

Yhdysvalloissa toteutettu Cathedral Hill Hospital (CHH) laajennusta koskeva rakennusprojekti on saanut tunnettuutta laajasti. Kyseessä on IPD projekti, jota koskevaa toteutusta on monipuolisesti esitelty konferensseissa sekä lisäksi projektista on tehty useita tutkimuksia. Projektin mallintamista koskien kuvassa 8 on esitetty CHH projektin tuotantosysteemi. Tätä mallia voidaan kutsua viuhka-malliksi sen esitysmuodon vuoksi. Mallinnuksen pääkohteina tässä ovat integroidun tuotannon viisi kriittistä kohdetta: Materiaalivirta, Turvallisuus, Tuotannon suunnittelu, Laatu ja tätä koskeva tiedonväily sekä Virtaava toiminta.



Kuva 8. Projektin tuotantosysteemi - Case Cathedral Hill Hospital. Käännös alkuperäisestä / Vision Oy.

## 4 Lean-periaatteet ja lean-rakentaminen

Lean ideologia ja sen mukaiset periaatteet muodostavat integroitujen toimintamallien ja projektien ytimen. Tämän vuoksi on tarkoituksenmukaista tarkastella erikseen näitä lähtökohtia ja niiden taustoja.

### 4.1 Lean-periaatteet

Vuonna 1990 ilmestyneessä kirjassaan ”The Machine That Changed the World” James P. Womack esitteli termin ”Lean”. Lean-ajattelun periaatteena on, että kaikki toiminnot, jotka eivät asiakkaan näkökulmasta tuota tuotteelle lisäarvoa, ovat hukkaa. Lean:n alkuperänä pidetään Toyotan insinööri Taiichi Ohno kehittämää Toyota Production System (TPS) – konseptia, josta on kehittynyt tunnettu ja runsaasti hyödynnetty joukko tehokkuutta edistäviä menetelmiä (Caldwell 2008, Hines et al. 2006, Koskela 2004). Lean-termin ilmestymisen jälkeen Toyotan valmistustapaa alettiin kutsua Lean tuotannoksi (Liker 2006) Lean on kehittynyt uusien soveltamisien mukaan ja kehittyy edelleen (Hannus 1993, Hines et al. 2006, Krajewski & Ritzman 2001, Liker & Meier 2006, Mietinen 1993, Womack et al. 1990). Tässä onkin Lean:n ydin. Uudet työkalut ja toimintamuodot, joilla voidaan tehostaa tuotantoprosessia, yhdistetään olemassa olevaan. (Haapasalo ja Merikallio, 2009) Periaatteena on, että kaikki toiminnot, jotka eivät asiakkaan näkökulmasta tuota tuotteelle lisäarvoa, ovat hukkaa (Womack, Jones & Roos 1990). Lean –toimintamallin viisi peruseriaatetta, jotka toimivat arvoa tuottamattoman toiminnan poistamiseksi organisaatiosta, ovat (Hines & Taylor 2000, Koskela 2004, Krajewski & Ritzman 2001, Womack & Jones 2005, Womack 2006):

1. Tunnista asiakkaalle arvoa tuottavat ja tuottamattomat toiminnot
2. Tunnista arvovirrat. Työvaiheet tulee organisoida siten, että ne johtavat häiriöttömästi uusiin työvaiheisiin.
3. Luo tehtäviin tasainen virtaus poistamalla turhat varastot ja odottaminen eri vaiheiden välillä.
4. Ota käyttöön imuohjaus. Eli tee vain se, mitä asiakas haluaa.
5. Tavoittele täydellisyyttä. Kun arvot on tunnistettu ja arvovirrat, virtaus ja imuohjaus ovat määritelty ja toteutettu, aloitetaan alusta ja poistetaan ilmevät hukcatekijät heti kun niitä ilmenee. Näin jatketaan kohti loputonta täydellisyyden etsimistä.

### 4.2 Toyotan tapa

Toyotan tapa on (The Toyota Way) toimitusjohtaja Fujio Chon vuonna 2001 käynnistämä konsepti, joka perustuu kahteen perusarvoon:

1. ihmisten kunnioittamiseen ja
2. jatkuvaan parantamiseen (Kaizen).

Toyotan tapa ei ole järjestelmä, prosessi tai ohjelma. Se on ajattelutapa, joka ohjaa kuinka olla vuorovaikutuksessa toisten kanssa ja kuinka toimintaa johdetaan. (Stewart 2012) Aluksi Toyotan tapa oli vain yhtiön sisäinen dokumentti koulutustarkoituksiin ja se sisälsi viisi Toyotan toimintatavan määrittävää ydinarvoa:

1. haasteisiin tarttumisen henki
2. jatkuva parantaminen
3. Genchi Genbutsu (Gemba – Genchi Genbutsu mene ja tarkastele ongelmaa käytännössä siellä missä sitä ollaan tekemässä)
4. tiimityö
5. kunnioitus.

Japanissa arvot periytyivät automaattisesti japanilaisesta kulttuurista ja uskonnosta. Toyotan toiminta oli kuitenkin laajentunut ympäri maailmaa muihin kulttuureihin, niin tarvittiin konsepti, joka määrittelee, kuinka Toyotan tulee toimia yrityksenä maailmanlaajuisesti. (Poppendieck ja Poppendieck 2010, Liker ja Convis 2012)

### 4.3 Toyotan tuotantojärjestelmä (Toyota Production System, TPS)

Toyotan tuotantojärjestelmä (TPS) ei ole sama kuin Toyotan tapa. Toyotan tapa on vuorovaikutuksen ja toiminnan johtamisen ajattelutapa ja TPS on Toyotan valmistamisen filosofia. Toyotan tapa kuvailee 14 periaatetta, jotka ovat myös Toyotan tuotantojärjestelmän perusta. Periaatteet on jaettu neljään periaateluokkaan, jotka on koottu alla olevaan taulukkoon 1. (Liker 2006)

*Taulukko 1. Toyota -tavan periaateluokat ja periaatteet*

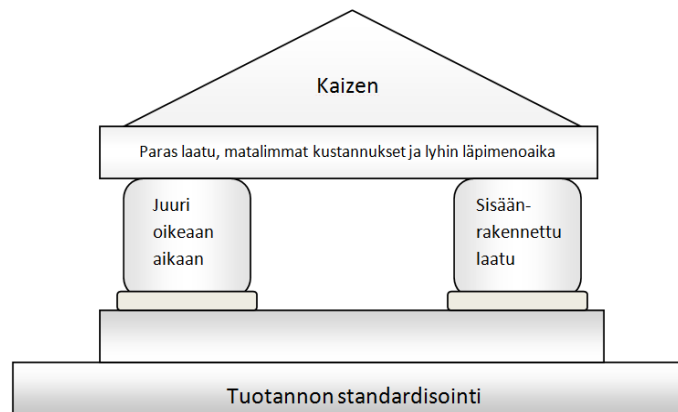
Periaateluokka	Periaate
1. Pitkän aikavälin filosofia	1. Tarkoituksena on tehdä päätöksiä pitkän tähtäimen filosofian pohjalta, mutta huomioiden taloudelliset tavoitteet lyhyellä aikavälillä.
2. Oikea prosessi tuottaa oikeat tulokset	2. Tarkoituksena on luoda jatkuva virtaus, jotta ongelmat saadaan esille. Virtaus tarkoittaa sitä, kun asiakas tilaa tuotteen ja käynnistyy prosessi, joka toteutetaan asiakkaan ehdoin oikeilla määrillä raakaainetta. 3. Käytetään imujärjestelmiä, jotta vältetään ylituotanto. 4. Tarkoituksena on tasapainottaa työmäärä eli Heijunka. 5. Kulttuurin luominen, jossa ongelmat korjataan ja laatu pyritään saamaan kuntoon heti ensimmäisellä kerralla.



	<p>6. Standardoinnin hyödyntäminen</p> <p>7. Hyödynnetään visuaalista ohjausta, jotta ongelmat saadaan selville</p> <p>8. Käytetään luotettavaa ja testattua teknologiaa, joka palvelee ihmisiä ja prosesseja.</p>
3. Lisäarvon tuottaminen organisaatioon ihmisiä kehittämällä	<p>9. Tarkoituksena kasvattaa työn perusteellisesti tuntevia johtajia, jotka noudattavat yhtiön filosofiaa ja opettavat sitä muille.</p> <p>10. Yrityksen filosofiaa noudattavien yksilöiden ja tiimien kehittäminen.</p> <p>11. Tarkoituksena on kunnioittaa yhteistyökumppaneilla ja alihankkijoilla laajennettua verkostoa tarjoamalla heille haasteita ja auttamalla heitä kehittymään.</p>
4. Jatkuva taustaongelmien ratkaiseminen auttaa organisaatiota oppimaan.	<p>12. Tilanteen tarkistaminen paikan päällä, jotta voi ymmärtää tilanteen perusteellisesti eli Genchi genbutsu.</p> <p>13. Päätöksen tekeminen yksimielisyyden pohjalta tutkien kaikkia mahdollisia vaihtoehtoja ja toteuttaen päätökset nopeasti.</p> <p>14. Tarkoituksena tehdä yrityksestä oppiva organisaatio arvioinnin ja jatkuvan parantamisen kautta.</p>

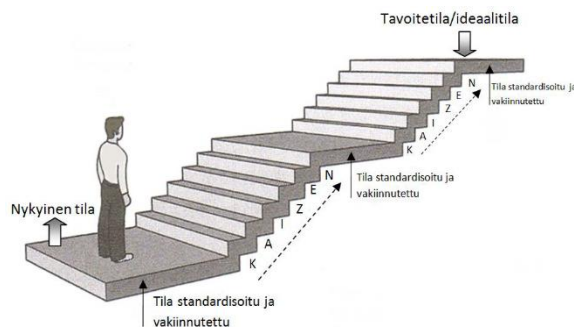
Likerin (2006) mukaan useimmat Lean-yritykset puuhastelevat kuitenkin periaateluokassa kaksi eli prosessitasolla, ilman että omaksuttaisiin jatkuvan parantamisen ja ihmisten kunnioittamisen kulttuuria. Tämä johtaa siihen, että hukun poistaminen tuotantoprosessista jää johdon vastuulle ilman työntekijöiltä tulevia parannusehdotuksia. Ihmisten kunnioitus on avain jatkuvaan parantamiseen. (Liker 2006, Denning 2010)

Toyotan insinööri Taiichi Ohno kehittämää Toyota Production System (TPS) – konseptia kuvataan usein TPS-talokaaviona (kuva 9). Talokaavio perustana on standardisointi, joka sisältää prosessit, tuotteet, työkalut ja työvaiheet. Standardisoinnin päällä on kaksi pilaria: Juuri oikeaan aikaan -pilari sisältää menetelmiä periaatteita ja työkaluja, joiden avulla tuotantoprosessissa on käsillä vain oikea määrä tuotteita. ja Sisäänrakennettu laatu -pilari sisältää ne tavat, joilla laatuongelmat saadaan näkyviin ja selvitetään. (Stewart, 2012)



Kuva 9. TPS talokaavio (Stewart, 2012)

Talon kattona on Kaizen, joka tarkoittaa jatkuvaa pienin askelin tapahtuvaa kehittämistä ja parantamista. Tuotanto standardoidaan, mutta samaan aikaan jatkuva kehittäminen on läsnä. Kaizen on siis prosessi, joka toistetaan aina kun edellinen muutos on saatu standardisoitua ja vakiinnutettua (kuva 10) vaikeinta ei ole muutos vaan muutoksen vakiinnuttaminen. (Stewart 2012)



Kuva 10. Kaizen prosessi (Stewart 2012)

Toyotan tuotantojärjestelmässä kaksi pilaria ”juuri oikeaan aikaan” ja ”sisäänrakennettu laatu” ovat pystyviä, mutta järjestelmä sekä työkalut (JIT, Value stream map, Kanban, Andon, Genchi Gembutsu, 5-whys yms.) niiden ympärillä ovat joustavia. Osa työkaluista on käytössä ja osa ei ole käytössä lainkaan. Työkalujen käyttö voidaan omaksua sellaisenaan tai työkaluja voidaan muuttaa organisaation käyttöön sopivaksi. (Stewart 2012)

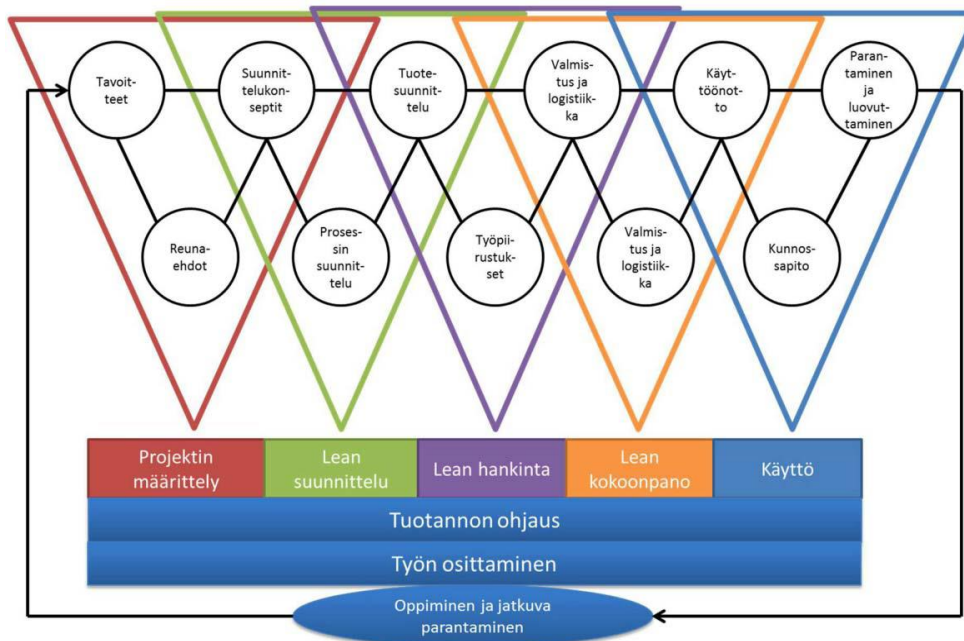
## 4.4 Lean Construction

Lean Construction on Lean – ajattelutavan käyttösovellutus rakennusalan suunnittelu- ja rakentamisprosessiin. Lean Construction on juuriltaan samasta filosofiasta kuin Lean Project Delivery System (Ballard et al., 2002). Lean Construction lähtee ajatuksesta,

että rakennuskohteiden suunnitteleminen ja rakentaminen ovat erilaisia kuin valmistavassa teollisuudessa, mutta kuitenkin Lean teoria, periaatteet ja tekniikat luovat perustan projektihallinnalle. Lean Construction keskittyy asiakastarpeisiin, jolloin tavoitteena on maksimaalinen vaikutus minimikustannuksiin. (Koskela et al. 2002, Malvalehto et al. 2011) Jatketaanko?

## 4.5 Lean Project Delivery System

Lean Project Delivery System (LPDS) on Lean Construction Institutun tuote, jonka tarkoituksena on olla perustana kehittämään parempaa tapaa suunnitella ja toteuttaa rakentamista. LPDS on projektitoimintaa varten kehitetty Lean-ideologiaan pohjautuva toimitussysteemi (kuva 11). LPDS on vaiheittainen kuvaus siitä, kuinka palvelut ja tuotteet toimitetaan asiakkaalle; alkaen määrittelystä aina tuotteen tai palvelun suunnitellun mukaiseen käyttöön asti (Ballard, 2000).



Kuva 11. Projektin toimitussysteemimalli, LPDS (muokattu Haapasala, Merikallio, 2009)

Lean Project Delivery System pitää sisällään projektin määrittämisen, Lean suunnittelun, Lean hankinnan ja kokoonpanon sekä käytön. Lean Project Delivery systeemiä ylläpitää kolme menettelyä: tuotannon ohjaus, työn osittaminen sekä jatkuva parantaminen. LPDS on projektitoimituksen kehittämisen ja jatkuvan parantamisen kokonaisuus, jossa sovelletaan Lean filosofiaa, periaatteita ja työkaluja sekä erityisesti projektiliiketoimintaan soveltuvia päätöksentekoprosesseja ja työkaluja. (Haapasalo & Merikallio 2009)

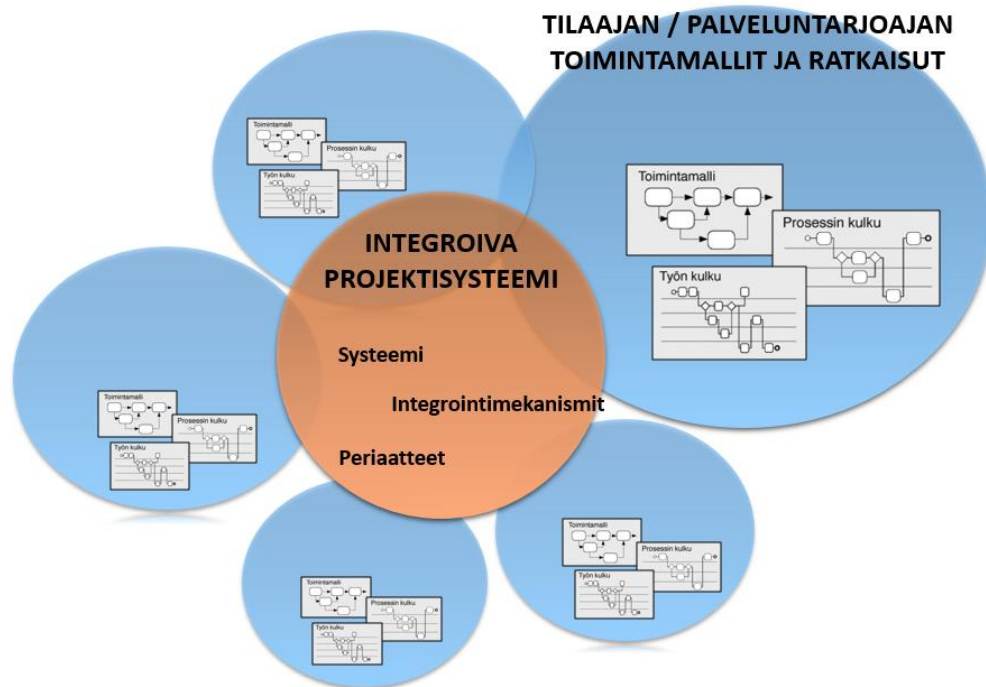
## 5 Projektisysteemi integroituun rakentamiseen

Luvussa esitellään Rain-projektissa kehitetty ratkaisu projektisysteemistä integroituun rakentamiseen. Olennaista ratkaisussa ovat

- Tunnistetut **Integroivat elementit**, ja niiden käyttö halutun kaltaisen yhteistoiminnan aikaansaamiseksi projektin eri osapuolten kesken. Näillä on merkitystä laajemmin sovellettaessa rakennusprojektien perinteisiä toteutusmuotoja.
- **Hankesysteemi** ja **Projektin toimitussysteemi**. Projektisysteemi jäsenyy näiden kokonaisuuksien mukaisesti projektin päävaiheiden mukaan.

### 5.1 Kokonaisratkaisu

Integroivalla projektisysteemillä tavoitellaan menetelmää ennustettavan (tulosten minimaalinen hajonta) toiminnan suunnitteluun ja määrittämiseen. Systeemiajattelussa muodostuneiden periaatteiden mukaisesti kompleksiset systeemit voidaan jakaa osasysteemeihin ja niiden hallintaan. Tämä on muodostunut myös keskeiseksi lähtökohdaksi ehdotettavalle kokonaisratkaisulle. Osasysteemeitä voivat olla tilaajan tai palveluntarjoajien omat systeemit, tai, ko. projektia varten määritetyt / kehitetyt osasysteemit (prosessien ja tiettyjen tehtävien muodostama kokonaisuus) (Kuva 12).



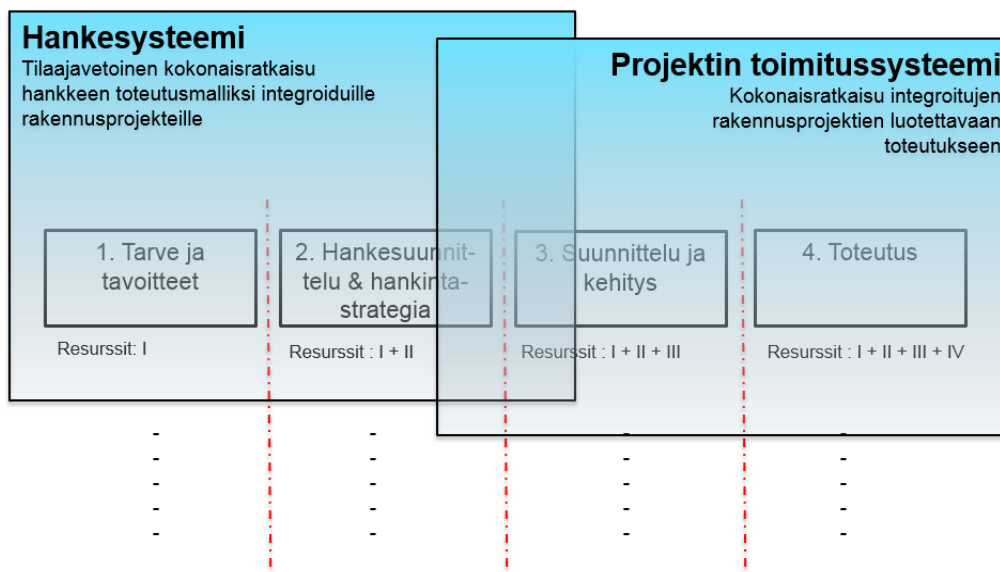
Kuva 12. Integroivan projektisysteemin kautta eri toimijoiden omat toimintamallit ja ratkaisut voidaan yhdistää yhteistoiminnalliseksi kokonaisuudeksi.

Huomio tulee kiinnittää osasysteemien epävakauden (unstable) arviointiin ja tunnistamiseen. Tunnistettuja epävakaita osasysteemeitä kehitetään kohden vakautta.

Edelleen keskeisiä periaatteita ovat:

- Projektikokonaisuuden hahmottaminen
- Selittää projektin perusrakenteen ja tämän pääosat
- Osasysteemien integrointi toisiinsa rajapinta-ajattelua hyödyntäen.
- Projektisysteemi voidaan muodostaa vaiheittain
- Perusta samaan suuntaan ajattelulle ja tekemiselle eli tässä tapahtuu eri toimijoiden integrointi
- Tuloksena kokonaisratkaisu projektin toteutusmalliksi (periaatteet, menettelytavat, prosessit ja näiden vuorovaikutus)

Integroiva projektisysteemin pääosat ovat hankesysteemi ja projektin toimitussysteemi. Pääosien nimet viittaavat niiden ajallisiin käyttökohtiin eli hankesysteemi on tilaaja vetoinen kokonaisuus, jonka pääkohteena ovat rakennusprojektin varhaiset kehittä- ja määrittelyvaiheet. Edelleen projektin toimitussysteemin pääkohteena on projektin suunnittelu- ja toteutusvaiheet (Kuva 13). Hankesysteemin ja projektin toimitussysteemin sisältöjä kuvataan tarkemmin erillisissä alaluvuissa.



Kuva 13. Projektisysteemi integroituun rakentamiseen.

Projektisysteemin ja sen osien roolia suhteessa rakennusprojektin toteutukseen selvittää kehitetty vaiheistus:

1. Tarve ja tavoitteet
2. Hankesuunnittelu ja hankintastrategia
3. Suunnittelu ja kehitys
4. Toteutus

Vaiheistus on pelkistetty ja yksinkertainen. Sen tavoitteena on olla yleinen viitekehys, joka ei ole sidoksissa perinteisiin toteutusmalleihin mutta voi olla kuitenkin ohjaamassa niiden mukaista rakentamista. Kuvassa 13 näkyvä yksityiskohta koskien eri resursseja viittaa kehämalliin, joka esitellään alaluvussa 5.3.

## 5.2 Hankesysteemi

Hankesysteemin on tilaajavetoinen kokonaisratkaisu hankkeen toteutusmalliksi integroiduille rakennusprojekteille. Se määrittää keskeiset lähtökohdat ja toimintaperiaatteet kehitystyön alla olevalle projektille

- Projektin tavoitteet
- Tarvittavat osaamiset (vaadittavat osaamiset)
- Yhteistoiminta ja tietojen välitys
- Luo tarvittavat edellytykset ja mahdollisuudet suunnittelulle sekä toteutukselle
- Keskeiset ratkaisut koskien yhteistoiminnan ja tietojen välityksen toteuttamista (koordinointi ja sen toteuttaminen)
- Sopimusmalli(t)

Hankesysteemin suunnittelun aloittaa tilaaja jo ennen kuin integroidun rakennusprojektin avainkumppanit on valittu. Projektiallianssi voi organisaationa ottaa myös vastuuta hankesysteemin viimeistystä.

*Mitä hankesysteemi tarkoittaa ja sisältää eri vaiheissa?*

### 1. Tarve ja tavoitteet

---

- Tarpeen taustoitus ja selvittäminen
- Liiketoiminnallisen idean ja tahtotilan avaaminen kumppaneille (kirkastaminen & pilkkominen edelleen)
- Tavoitteiden konkretisointi: laadulliset määrälliseksi (€)
- Menestystekijöiden ja onnistumiskriteerien määrittely
- Yhteinen benchmarking ja tähän perustuva innovointi (uudet teknologiat)
- Tiimiyttäminen (heti alussa)
- Toimintamallien rakentaminen (kokouskäytännöt, viestintä, tiedonhallinta jne.)
- Riskit ja mahdollisuudet näkyville
- Tarvesuunnitelman aikaan saaminen vaiheittain, polku selväksi / läpinäkyväksi
- Pääkumppanien löytäminen / tunnistaminen (kiinteistökehittäjä, urakoitsija, suunnittelija) + (pääasiakas)

### 2. Hankesuunnittelu & hankintastrategia

---

- Hankintastrategia
- Toteutusmallin valinta + tarkkuustasot
- Palkkiojärjestelmä
- Kehämallin hyödyntäminen eri avaintoimijoiden kytkemiseksi - miten toteutetaan?
- Kehä II kumppanien integroiminen yhteisiin tavoitteisiin – miten toteutetaan?
- Viestintä: sisäinen / ulkoinen
- Vaiheistus: pilkotaanko ja kuinka paljon
- Alustava/luonnus yleissuunnitelma

- Alustava budjetti / tavoitteiden päivitys – TVD hallinta
- Päätoteuttajat + avaintason yhteistyökumppanit
- Päähankintakumppanit / -tuotesakauppa (esivalmistusaste)
- Integrointimekanismit
- Set-based design (useampia vaihtoehtoisia suunnitteluvaihtoehtoja suunnitellaan ”loppuun asti”)
- Tiimiytyminen, yhteinen benchmarkkaus, innovointi
- Päätöksenteon aikatauluttaminen

## 5.3 Projektin toimitussysteemi

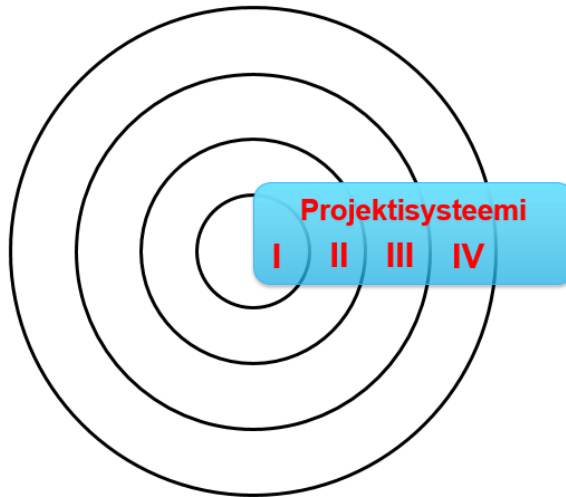
Projektin toimitussysteemi on kokonaisratkaisu integroitujen rakennusprojektien luotettavaan toteutukseen. Se määrittää prosessit ja niiden mukaiset tavat toimia

- Projektin pääprosessit, niiden toimintaperiaatteet ja eri osapuolten kytkeytyminen pääprosesseihin (osapuolilla omia vakiintuneita toimintamalleja ja prosesseja),
- Prosessien muodostamat osasysteemit järjestettynä mahdollisimman luontevalla tavalla,
- Vaadittava operationaalinen päätöksenteko (keskeisten päätöksentekopisteiden määrittely)

Projektiallianssi on toimitussysteemin suunnittelun päätoteuttaja.

*Kehämallin* kautta kytetään erilaiset toimijat osaksi projektin toteutusta ja projekti-systeemiä (Kuva 14)

- I. Projektin pääsopimuskumppanit
- II. Palveluntarjoajat koskien merkittäviä kokonaisratkaisuja. Toiminta koskee projektin päävaiheita tai muuten merkittävää osaa projektin toteutuksesta.
- III. Keskeiset palveluntarjoajat, joilla erityisiä integrointitarpeita useisiin projekti-kumppaneihin
- IV. Palveluntarjoajat, joilla selkeästi määritelty ja rajattu toimituskokonaisuus (kuten projektin aikaiset erillishankinnat)



Kuva 14. Kehämallin kautta voidaan erilaiset toimijat kytkeä integroituun rakennusprojektiin.

Mitä toimitussysteemi tarkoittaa ja sisältää eri vaiheissa?

### 3. Suunnittelu ja kehitys

---

- Toteutusvaiheen hankintastrategia ja toteutuksen organisointi
  - Mahdollisten verrokkien hyödyntäminen (Benchmarking)
  - Avaintulosalueet ja niiden mittarit
  - Palveluntarjoajien valintamenettelyt (päähankinnat, erillishankinnat)
- Valittujen palveluntarjoajien integrointi tähän vaiheeseen
  - Kaupallinen malli
  - Yhteistoimintamallit
  - Standardoidut toimintatavat
  - Suunnitelmien lukitus ja muutoskäytännöt
- Perusprosessien ja käytäntöjen määrittely
  - Yhteistoiminnan käytännöt (palaverit, Big Room ja tiimityö)
  - Päätöksenteon aikataulut ja tämän seuranta
  - Tiedonhallinta ja viestintä
  - Reaaliaikainen suunnittelua palveleva kustannuslaskenta
  - TVD – prosessi
  - Työvaiheiden aloittamisen ja päättämisen käytännöt
  - Sidosryhmäyhteistyö
  - Vertailu tilaajan tavoitteisiin, CBA ja sen soveltaminen
  - Ihmisten kehittäminen
  - Jatkuvan parantamisen kulttuurin aikaansaaminen
  - Ideat ja innovaatiot

### 4. Toteutus

---

- Hankkeen tavoitteiden täsmentäminen toteutusvaiheen näkökulmasta, toimenpiteiden suunnittelu
- Hankintastrategian täsmennys + toimeenpano



- Tiedonsiirto edellisistä vaiheista: miten periytetään projektin tavoitteet, riskit, mahdollisuudet ja sovitut toimintamallit uusille mukaan tuleville osapuolille
- Perusprosessien ja käytäntöjen määrittäminen
  - Muutoshallinta
  - Päätöksenteon aikataulutus ja tämän seuranta
  - Tuotannon tiedonhallinta ja viestintä
  - Big Roomin soveltaminen tuotantovaiheessa
  - Jatkuva tuotannosuunnittelu ja –ohjaus
  - LPS osana edellistä
  - Toimijoiden perehdyttäminen ja integrointi
  - Innovointi ja jatkuva parantaminen, aliurakoitsijoiden osallistaminen siihen

## 5.4 Projektisysteemin suunnittelu ja hyödyntäminen

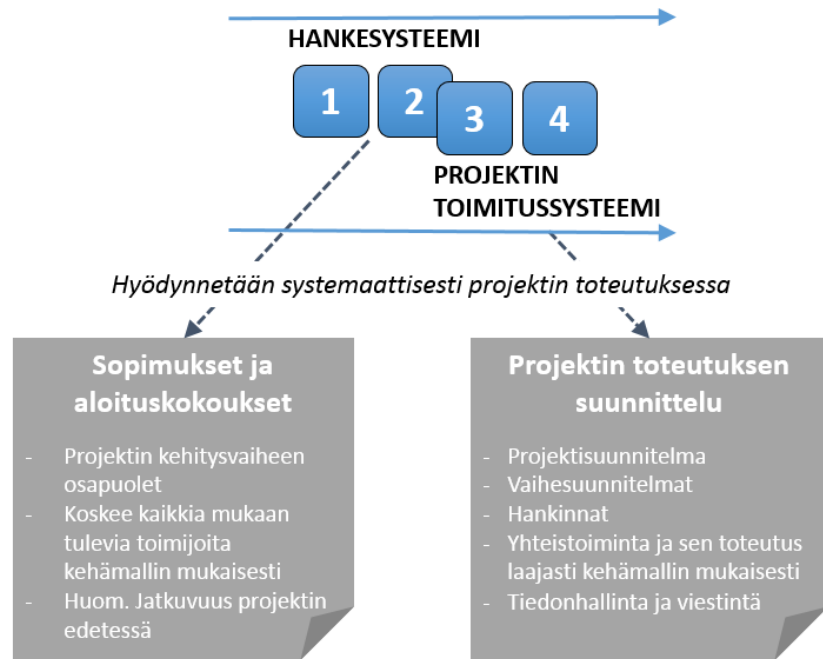
### 5.4.1 Projektisysteemin suunnittelun ja hyödyntämisen periaateratkaisu

Integroiva projektisysteemi luo toimintaedellytyksiä yhteistoiminnalle selkeyttäen periaatteita, tavoitteita, prosesseja ja toimintamalleja. Projektisysteemin suunnittelussa olennaisia ovat eri toimijoiden väliset yhteydet ja linkittyminen toisiinsa (rajapinnat). Näitä voidaan konkretisoida seuraavien mekanismien avulla

- Sopimukset
- Säännölliset palaverit ja katselmoinnit (aloituspalaverit, urakoitsijapalaverit)
- Big-room toiminta
- Kommunikointi ja tiedonhallinta

Integroiva projektisysteemin pääosat ovat hankesysteemi ja projektin toimitussysteemi (Kuva 15). Hankesysteemi suunnitellaan projektin määrittely- ja kehitysvaiheessa. Tätä hyödynnetään sopimusten laadinnassa ja kokouksissa, joissa esim. eri suunnitteluosapuolia tulee mukaan projektin kehitykseen.

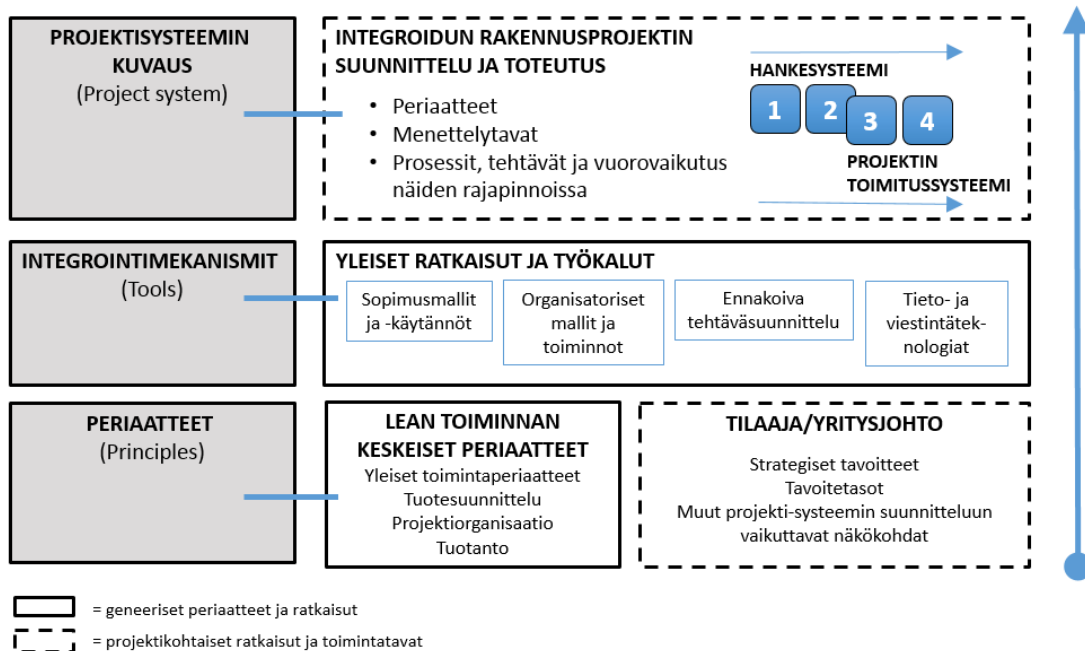
Projektin toimitussysteemi palvelee projektin toteutusta sisältäen myös tuotesuunnittelun ja tähän liittyvän lopputuotteen yksityiskohtaisen kehittämisen. Projektin toimitussysteemiä hyödynnetään monipuolisesti rakentamisen eri vaiheissa kun uusia osapuolia tulee mukaan projektiin ja heidän toimintansa integroidaan muiden osapuolten kanssa.



Kuva 15. Projektisysteemien suunnittelun ja hyödyntämisen periaateratkaisu

#### 5.4.2 Projektisysteemin tapauskohtainen suunnittelu

Integroiva projektisysteemi suunnitellaan tapauskohtaisesti. Tässä perustana toimii projektisysteemin rakenteellinen viitekehys, jossa lähtökohtana on sekä yleisiä periaatteita (Lean-toiminta ja Integrointimekanismit) sekä tilannekohtaisia tekijöitä, jotka tulevat tilaajan tai yritysjohdon puolelta. Integrointimekanismit ovat työkaluihin ja muihin käytännöllisiin ratkaisuihin rinnastettavia kokonaisuuksia eli keskeisiä integroivia elementtejä. Projektisysteemin suunnittelu kohdistuu käytännössä joko hankesysteemiin tai projektin toimitussysteemiin (Kuva 16).



Kuva 16. Projektisysteemin tapauskohtaisen suunnittelun viitekehys lähtökohdineen ja päätuotoksineen.

## PERIAATTEET

### LEAN TOIMINNAN KESKEISET PERIAATTEET

Olennaista on mahdollisimman kattavasti ottaa perustaksi seuraavat periaatteet.

#### Yleiset toimintaperiaatteet

1. Toimintakulttuurin kehittäminen kohden erinomaisuutta ja periksiantamatonta parantamista
2. Jatkuvan oppimisen ja parantamisen hyödyntäminen.
3. Asiakasarvo määritetty hukan tunnistamiseksi

#### Tuotesuunnittelu

4. Etupainotteinen lopputuotteen määrittely ja kehitystyö yhdessä
5. Virtaavan tuotesuunnitteluprosessin hyödyntäminen
6. Suunnitelmien lukkoon lyöminen vasta kun laaja-alaisesti on tarkasteltu vaihtoehtoja ja näitä koskevat tiedot ovat käytettävissä
7. Toimialojen asiantuntemuksen tasapainottaminen ja toimialojen rajat ylittävä yhteistyö
8. Hankintojen integrointi tuotesuunnitteluun.

#### Projektioorganisaatio

9. Yhteistyö on välttämätön toimintatapa
10. Valitse ja sovita käytettävät tekniset ratkaisut (kuten ohjelmistot) ihmisten ja prosessien mukaisesti
11. Kehitä organisaatiosta yhdenmukaisesti toimiva hyödyntämällä yksinkertaista visuaalista kommunikointia

## Tuotanto

12. Käytä tehokkaita työkaluja standardointiin ja organisaation oppimiseen.
13. Standardoinnin hyödyntäminen i) vakioimaan tuottavuutta ja laatua vähentämättä joustavuutta ja määrittämällä ennustettavia tuotoksia, ii) mahdollistamaan hukan (waste) esilletulon ja jatkuvan parantamisen

## INTEGROINTIMEKANISMIT

---

- **Sopimuksellinen:** esim. tavoitteiden asettaminen, kannustimet, suunnitelmat, viralliset säännöt ja käytännöt
- **Organisatorinen (ohjeistukset, rakenteet & epävirallinen vuorovaikutus):** esim. organisaatiokaaviot, integroivat henkilöt, koordinoivat yksiköt, standardoidut projektiraportit, toimintaa tukevat prosessit, yhteiset kokoukset/työpajat, yhteinen työskentelytila (Big Room)
- **Ennakoiva tehtäväsuunnittelu.** Lean-toiminnan periaatteiden mukaan toteutetaan vyöryvän aallon periaatteella yhteistoiminnallisesti tulevien tehtävien suunnittelua.
- **Teknologinen:** standardoitu informaatio- ja kommunikointiteknologia (BIM, Last Planner, Lync...)

## PROJEKTISYSTEEMIN KUVAUS

---

Projektisysteemin kuvaus on päätulos, jonka sisältöä ovat suunnitellun integroidun rakennusprojektin periaatteet, menettelytavat, päätehtävät ja prosessit vuorovaikutuksineen. Sekä hankesysteemin että projektin toimitussysteemin kuvaukset voivat sisällöllisesti aiheineen ja niiden painotuksineen vaihdella eri projektien väleillä. Tässä voi apuna olla tarkistuslistat, joiden avulla voidaan tehostaa projektisysteemin suunnittelua ja varmistaa, että kaikki olennaiset asiat tulee otetuksi huomioon.

Projektisysteemin kuvaus tulee sisällyttää

- **Hankesysteemi → Projektimanuaaliin ja**
- **Toimitussysteemi → Projektisuunnitelmaan**

Projektimanuaali sisältäen hankesysteemin kuvauksen kytkeytyy siten vahvasti hankesuunnitelmaan ja siitä muodostuu ylätason tavoitteisiin keskittyvä esitys, jonka tavoitteissa kuvataan myös tavoiteltu toimintakulttuuri. Se on samalla julkilausuma rakennusprojektin toiminnallisesta periaatteista ja toteutuksellisista päätöksistä, joihin kaikkien osapuolten tulee sitoutua. Hankesysteemi on lähtökohta sopimusten laadinnalle.

Projektisuunnitelma sisältäen toimitussysteemin kuvauksen on siten tarkempi esitys siitä, miten projekti toteutetaan projektimanuaalin esittämissä puitteissa. Projektisuunnitelma on jo kaikkien keskeisten projektiosapuolten yhteistyön tulos.

Sekä hankesysteemi ja projektin toteutussysteemi sisältävät edelleen käytännön tason ratkaisuja (kuten yhteistyömenettelyt, yhteiset kokouskäytännöt ja tiedonvaihto), jotka tulee jalkauttaa projektin toimintatavoiksi.

## 6 Toimenpide-ehdotuksia

Integroiva projektisysteemi on uusi käsite ja siihen on kehitetty sisällöllinen jäsentely (viitekehys) perustaksi ohjeille ja esimerkeille projektikohtaisten projektisysteemien suunnitteluun. Tämä nähdään tarpeellisena uutena ja samalla täydentävänä osana integroitujen rakennusprojektien suunnitteluun. Kyseessä on varsin yleisen tason ratkaisu, joka voi osaltaan edesauttaa yleisellä tasolla kehittämään laajalle ulottuvia parempia käytäntöjä rakentamisen toteutukseen.

Edellisessä luvussa esitetyt ratkaisut ja koko integroivan projektisysteemin viitekehys perustuvat olennaisella tavalla lean-periaatteisiin. Niiden kokonaisvaltainen käyttöön-otto ja hyödyntäminen edellyttävät seuraavaa (Forbes & Ahmed, 2011):

1. Muutoshalukkuus
2. Sitoutuneisuus koulutukseen ja oppimiseen
3. Laatuajattelu
4. Yhteinen visio
5. Sitoutuneisuus hukan vähentämiseen ja poistamiseen
6. Sitoutuneisuus kustannusten ja suorituskyvyn mittaamiseen
7. Halukkuus hyödyntää lean-ratkaisuja suunnitteluvaiheessa
8. Yhteistoiminta
9. Tietotekniikan tehokas hyödyntäminen

Tutkimustulosten mukaan integroidussa rakennushankkeessa voitiin todeta sovellet-tavan suhteellisen kattavasti Lean-periaatteita (Lostuvali et al, 2012). Käytännössä tämä tarkoittaa, että lean-periaatteista ei tule pelkästään valita helpommin toteutet-tavia ratkaisuja vaan tulee pyrkiä etenemään mahdollisimman kokonaisvaltaisesti.

## 7 Johtopäätökset

Integroiva projektisysteemi ovat uusi käsite, johon liittyvä sisällöllinen viitekehys on perusta ohjeille ja esimerkeille projektikohtaisten projektisysteemien suunnitteluun. Tämä esitetään tässä raportissa ratkaisuna, jolla voidaan systematisoida ja samalla tehostaa haluttujen ratkaisujen suunnittelua sekä niiden jalkauttamista integroituja rakennusprojekteja varten. Tässä vaiheessa esitettyä kokonaisuutta voidaan luonnehtia ensimmäisen sukupolven ratkaisuksi, joka tulee edelleen seuraavissa kehitysvaiheissa täydentymään ja muuttumaan. Jo nykyisellään raportissa esitetty integroidun projektisysteemin suunnittelun ratkaisu jäsentää tätä tehtävää ja sen sisältöjä.

Projektinhallinnan tutkimuksessa ja sisältökuvauksissa (kuten APM Body of Knowledge ja IPMA Individual Competence Base Line) on jossain määrin sivuttu systeemiajattelun tarpeellisuutta projektinhallinnassa. Etenkin vaativien ja kompleksisten projektien hallintaan liittyen systeemiajattelu on usein todettu merkittäväksi uudeksi lähestymistavaksi, jonka edut ovat kuitenkin edelleen realisoitumatta koska käytäntöön sovellettuja ratkaisuja ei juurikaan ole. Tätä aihealuetta koskien raportin tuloksilla on selvää uutuusarvoa.

## 8 Lähdeluettelo

American Institute of Architects and AIA California Council (2007). Integrated Project Delivery: A Guide. Retrieved from [http://info.aia.org/site-objects/files/ipd\\_guide\\_2007.pdf](http://info.aia.org/site-objects/files/ipd_guide_2007.pdf) on January 24, 2017.

American Institute of Architecture. 2009b. Standard Form Multi-Party Agreement for Integrated Project Delivery. C191-2009. The American Institute of Architects (AIA), Washington, DC, Sacramento, CA. 84.s

APM (2012) APM Body of knowledge, Association for Project Management, UK.

Ashcraft, H.W. (2012). The IPD Framework. Hanson Bridgett LLP. San Francisco, CA 94105.

Cohen, J. (2010). Integrated Project Delivery: Case Studies. AIA National, AIA California Council, AGC California and McGraw-Hill. 62 s

Ballard, G. 2000. Lean Project Delivery System. LCI White Paper.

Caldwell K., (2008) Managing Outcomes in a Lean Enterprise. Quality 47(11)

Construction Industry Council (2005b) Selecting the Team, Construction Industry Council (CIC), London.

Denning, S. 2010. The Leader's Guide to Radical Management : reinventing the workplace for the 21st century. San Francisco, Yhdysvallat, Jossey-Bass.

Department of Treasury and Finance. 2010a. The Practitioners' Guide to Alliance Contracting, Department of Treasury and Finance, Melbourne, Victoria.

Forbes, L.H. and Ahmed, S.M. (2011) Modern Construction Lean Project Delivery and Integrated Practices, CRC Press - Taylor & Francis Group.

Haapasalo, H. & Merikallio, L. (2009) Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. Yhteisraportti. Oulun yliopisto. Rakennusteollisuus ja LCI-Finland

Halme, A., Lautala, P., Ollus, M., Wahlström, B. ja Ylinen, R. (2014) Systeemien teorian, mallit, menetelmät ja sovellukset, in Wahlström, B. ja Ollus, M. (2014) Systeemiteoria ennen ja nyt - systeemit muuttuvassa maailmassa Aalto-yliopiston julkaisusarja TIEDE + TEKNOLOGIA 6/2014: s. 25-39.

Hannus J (1993) Prosessijohtaminen. 2. painos. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.

Hines P., Holweg M & Rich N (2006) Learning to evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking. Teoksessa: Mayle D (toim.) Managing innovation and Change. SAGE Publications, Lontoo

Hines P & Taylor D (2000) Going lean - A guide to implementation. Lean enterprise Research Centre, Cardiff, UK

IPMA (2015) ICB – Individual Competence Baseline, International Project Management Association, Version 4.0., The Switzerland.

ISO 44001 (2017) Collaborative business relationship management systems – Requirements and framework, ISO, The Switzerland.

- Jefferies, Marcus and Brewer, Graham and Rowlinson, Steve and Cheung, Yan Ki Fiona and Satchell, Aaron. 2006. Project alliances in the Australian construction industry: a case study of a water treatment project. Salford, QUT Digital Repository
- Kadefors, A., Björlinson, E. and Karlsson, A. (2007). Procuring service innovations: contractor selection for partnering projects. *International Journal of Project Management*, 25(4), 375–85.
- Keinänen, J. 2013. Yhteistoimintamallit hankkeiden toteutuksissa. Luentomateriaali 13.3.2013. Sweco PM.
- Kerzner, H., 2009. *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 10th ed. Hoboken, NJ: Wiley.
- Krajewski L.J & Ritzman L.P (2001) *Operations management – Strategy and analysis*. 6. painos. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G. & Tommelein, I. 2002. The foundations of lean construction. In: Best R & Valence G. Butterworth-Heinemann (eds) *Design and Construction: Building in Value*, Elsevier, Oxford, UK
- Koskela L., (2004) Moving-on – beyond lean thinking. *Lean Construction Journal* 1(1)
- Lahdenperä, P. 2012a. Making sense of the multi-party contractual arrangements of project partnering, project alliancing and integrated project delivery. Tampere, VTT Technical Research Centre of Finland.
- Laitila, E. 2015. *Systeemiajattelun tekniikka tehostamassa arki ajattelua*, Metayliopisto, 178 s.
- Lahdenperä, P. 2009. Allianssiurakka. Kilpailullinen yhden tavoitekustannuksen menettely. VTT, Espoo. VTT Tiedotteita 2471. 74 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2471.pdf>
- Liker J. K. 2006. *Toyotan tapaan*. 1 p. Jyväskylä. Gummerus Kirjanpaino Oy.
- Liker, J. K. & Convis, G. L. 2012. *Toyotan tapa lean johtamiseen*. Suomentaja Marko Niemi. Helsinki, Readme.fi.
- Liker J.K & Meier D (2006) *The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill, New York.
- Liu, S., Forrest, J.Y.L and Yang, Y. 2015. Grey System: Thinking, Methods, and Models with Applications, in. MengChu Zhou, M.C.Z., Li, H.X. and Weijnen, M. (2015) *Contemporary Issues in Systems Science and Engineering*, John Wiley & Sons, Inc. pp. 153-224.
- Lostuvali, B., Da, T. and Modrich, R-U. (2012) Lean product development at cathedral hill hospital project, 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, At San Diego, U.S.A.
- Malvalehto, J., Siponen, T., Herrala, M. & Haapasalo, H. 2011. *Infrastruktuurin arvoketjuanalyysi*. Oulu, Oulun yliopisto, Tuotantotalouden osaston tutkimusraportteja 12/2012.
- Mitropoulos, P. and Tatum, C. B. (2000) *Management-Driven Integration*, *Journal of Management in Engineering*, Volume 16 Issue 1
- Morwood, R., Deborah, S. & Pitcher, I. 2008. *Alliancing. A Participant's Guide*. Maunsell AECOM, Brisbane.



Mölsä, S. 2014. Senaatti rakennuttaa vaativimmat kohteet omalla allianssimallilla. Rakennuslehti 7.11.2014, 48. vsk, 35. nro, s. 10-11.

National Association of State Facilities Administrators. 2010. Integrated Project Delivery for Public and Private Owners. National Association of State Facilities Administrators (NASFA), Construction Owners Association of America (COAA), The Association of Higher Education Facilities Officers (APPA), Associated General Contractors of America (AGC) ja American Institute of Architects (AIA).

Oakland, J.S. and Marosszeky, M. (2017) Total Construction Management – Lean quality in construction project delivery, Routledge, New York.

Poppendieck, M., Poppendieck, T. 2010. Leading Lean Software Development. 3. uud. p. Crawfordsville, Indiana, Yhdysvallat, Addison-Wesley.

Raisbeck, P., Millie, R. & Maher, A. 2010. Assessing integrated project delivery: a comparative analysis of IPD and alliance contracting procurement routes. In: Egbu, C. (Ed.) Proceedings of 26th Annual ARCOM Conference, 6-8 September 2010, Leeds, UK, Association of Researchers in Construction Management, 1019-1028. Saatavilla: [http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2010-1019-1028\\_Taisbeck\\_Millie\\_and\\_Maher.pdf](http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2010-1019-1028_Taisbeck_Millie_and_Maher.pdf)

Ross, J. (2006) Project Alliancing: Practitioners' Guide, The Department of Treasury and Finance, Melbourne, Victoria.

Saarinen, J. 2014. Integroidut toteutusmallit puukerrostalo-hankkeissa. Puukerrostalot ja Cleantech –seminaarisarja 29.1.2014, Sibeliustalo, Lahti. Vison Alliance Partners Oy

Salminen, J. (2005) Measuring performance and determining success factors of construction sites, Doctoral dissertation, Helsinki University of Technology, 175 pp.

Sorri, J., Kähkönen, K. and Rannisto, J. (2013) Construction Business with Innovative Cellular Structures, Modules and Buildings, Proceeding of Organisation and Management of Construction, CIB World Building Congress; Brisbane, Australia, CIB Publication 384, pp. 164-175.

Stewart, J. 2012. The Toyota Kaizen Continuum: A Practical Guide to Implementing Lean. Yhdysvallat, CRC Press, Taylor & Francis Group.

Thomsen, C. , Darrington, J., Dunne, D. and Lichtig, W. 2009. Managing Integrated Project Delivery, Consturction Management Association of America (CMAA), McLean, VA. 105 s.

Walker, D. H. T., Harley, J. & Mills, A. 2013. Longitudinal Study of Performance in Large Australasian Public Sector Infrastructure Alliances 2008-2013, Melbourne, RMIT University, Centre for Integrated Project Solutions. 38 s. + liitt. 7 s

Womack J.P & Jones D.T (2005) Lean solutions – How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together. Simon & Schuster, Lontoo.

Womack J.P, Jones D.T & Roos D (1990) The machine that changed the world. Rawson Associates, New York

Zhu, J. and Mostafavi, A. (2014) A System-of-Systems Framework for Performance Assessment in Complex Construction Projects, Organization, technology & management in construction : an international journal, Vol.6 No.3, pp 1083 - 1093

Tampereen teknillinen yliopisto  
PL 527  
33101 Tampere

Tampere University of Technology  
P.O.B. 527  
FI-33101 Tampere, Finland

ISBN 978-952-15-4298-5 (painettu)  
ISBN 978-952-15-4300-5 (PDF)  
ISSN 2489-5717