

# Lean suunnittelunohjaus

## Kirjoittajat:

Professori Olli Seppänen, Aalto-yliopisto (olli.seppanen@aalto.fi)

Tohtorikoulutettava DI Petteri Uusitalo, Aalto-yliopisto

## Rahoitus ja työryhmätyöskentely:

Visio 2030 -konsortio<sup>1</sup>

## Tiivistelmä

Hankkeessa tutkittiin suunnittelunohjauksen nykyisiä kansainvälisiä parhaita käytäntöjä sekä suunnittelunohjauksen nykytilaa Suomessa. Tutkimuskysymyksinä olivat: 1) Miten tuotantoaikataulu ja resurssipohjainen suunnittelu-aikataulu pitää yhdistää ja suunnitella 2) Miten vähennetään suunnittelun hukkaa ja uudeleen tekemistä? 3) Miten määritetään päätösaikataulu? (viimeinen vastuullinen päivämäärä?) 4) Miten suunnittelu aikataulutetaan tarvittavan tiedon pohjalta (ei dokumenttien) 5) Paljonko tarvittavaa tietoa voi standardoida esim. hankintapaketeittain? 6) Miten ratkaistaan aikatauluongelmia ja miten ennustetaan suunnittelu-aikataulua?

Nykytilan tutkimus Suomessa paljasti, että kehitettävää suunnittelunohjaukseen liittyen on runsaasti. Tutkimus osoittaa, että lean suunnittelunohjauksen menetelmiä on jo laajasti hyödynnetty kansainvälisesti ja osin Suomessakin. Leanin teknisemmistä menetelmistä löytyy valmiita vastauksia kysymyksiin 1-4. Ongelmien ratkaisussa (kysymys 6) kysymys on avoimen kulttuurin ja luottamuksen kehittämisestä. Leanin sosiaalisia prosesseja hyödyntäen voidaan parhaiten vaikuttaa rakennushankkeen informaationvirtojen tehokkuuteen. Lisäksi sosiaalisilla menetelmillä on merkittäviä positiivisia vaikutuksia osapuolten välisen luottamuksen syntyyn ja ylläpitoon.

## Tutkimuksen tausta

Rakennushankkeiden kokonaiskesto on uudemmissa hankemuodoissa lyhennetty limittämällä suunnittelu ja tuotanto. Vaikka tämä onkin lyhentänyt kokonaiskestoja, limittäminen aiheuttaa edelleen useita ongelmia. Tuotannon näkökulmasta suunnitelmat ovat usein myöhässä tai niistä puuttuu hankinnan tai työn vaatimat tiedot tai ne

ovat keskenään ristiriitaisia. Suunnittelun näkökulmasta urakoitsija kiirehtii koko ajan kaikkia piirustuksia eikä osaa kertoa riittävän hyvin, mitä tarvitaan ja milloin. Toisaalta on tunne siitä, että vaaditaan tietoja aiemmin kuin niitä todella tarvitaan.

Nämä erilaiset näkemykset suunnittelunohjauksen ongelmista liittyvät erityisesti tuotannon ja suunnittelun eroihin. Tuotanto on luonteeltaan suoraviivaisempaa. On selvää, että ei voida valaa

---

<sup>1</sup> Tutkimuksen toteutuksessa ja raportoinnissa on ollut mukana Aalto-yliopiston Rakennustekniikan laitoksen VISIO 2030 tutkimushankkeen yrityskumppaneiden edustajia seuraavista yrityksistä: YIT, Skanska, Haahtela, Lipsanen, A-Insinöörit, Lemminkäinen Infra, Granlund, SRV, Trimble, Fira, Parma Consolis.

ennen raudoitusta ja muottityötä. Tuotannon riippuvuudet ovat helposti määriteltävissä ja toteutuma objektiivisesti todennettavissa. Suunnittelussa riippuvuuksia on vaikeampi määrittää. Monet suunnittelutehtävät ovat luonteeltaan iteratiivisia ja riippuvuudet muodostavat kehiä (tehtävä A:n tieto on lähtötieto tehtävälle B, mutta tehtävä B:n tulosta tarvitaan tehtävä A:n loppuun suunnitteluun). Minkä tahansa suunnittelutehtävän voi aloittaa **olettamalla lähtötiedot**. On vaikeampaa muistaa palata suunnitelmaan, kun lähtötiedot on oikeasti varmistettu. Suunnittelun valmiusastetta ja jäljellä olevaa työmäärää on vaikea arvioida. Muun muassa näistä syistä suunnittelua ei voi hallita ihan samalla tavalla kuin tuotantoa.

Asiaa hankaloittaa se, että suunnitelmiin tarvitaan jatkuvasti eri syistä muutoksia. Rakennushankkeet käynnistetään usein vailla tietoa ensikäyttäjistä. Projektin kestot ovat pitkiä ja tilaajien ja käyttäjien ymmärrys hankkeesta erityisesti alkuvaiheessa voi olla alhainen. Kun käyttäjät ovat selvillä ja osapuolten ymmärrys lisääntyy, alkaa tulla tarpeita muutoksille. Tyypillisesti tässä vaiheessa ollaan jo aika pitkällä suunnittelussa tai jo toteutusvaiheessa. Muutosten hallinta on valtava haaste nykyprosessissa. Päätöksenteko lähtee asiakkaan liiketoiminnasta eikä usein etene rakennushankkeen edellyttämällä vauhdilla.

Tilannetta ei helpota eri suunnittelualojen tehtävien epäselvät rajanvedot ja vajavaisesti määritellyt vastuut. Suunnittelulla on monia asiakkaita, joiden ääniä tulee kuunnella ja joiden tarpeet ovat usein ristiriidassa keskenään.

Koska ongelma on erittäin vaikea ja epäselvä, suunnittelun johtaminen ei ole kehittynyt samalla tahdilla kuin esimerkiksi tuotannon johtaminen. Suunnittelun tulokset ovat monimutkaisia, keskinäisriippuvaisia ja alttiita hitaille päätöksille. Linkki suunnittelun ja tuotannon välillä on myös herkkä virheille ja väärintulkinnoille joka lopulta johtaa arvon laskemiseen, aiheuttaa riitoja ja lisätoita.

Pohjimmiltaan kyse on informaatiovirran laadusta. Kun informaatiovirran laatu heikkenee projektista toiseen, niin budjetin ja aikataulun poikkeamat kasvavat. Toisin sanoen, ne projektit joissa on sulava informaatiovirta, vaikuttavat olevan vaakaampia kuin ne projektit joissa informaatiovirrat ovat keskeytettyjä ja tehottomia. Ne projektit, joissa on huono informaation virtaus, ovat heikommin ennustettavia niin projektin keston kuin budjetin saavuttamisen suhteen. (Tribelsky and Sacks 2010)

Tietomallintamisella on ratkaistu osa ongelmia visualisoimalla ne ja helpottamalla suunnitelmien ymmärrettävyyttä. Kyse on kuitenkin enemmän sosiaalisesta ja prosessiongelmosta, jota teknologia pelkästään ei ratkaise. Tutkimukset osoittavat, että kommunikaation ja tiedon viestintä rakennuksen suunnittelunjohtamisessa parantavat yleistä tehokkuutta rakennusalaalla. Lean suunnittelun, rakentamisen ja BIM:in yhteyttä onkin tutkittu laajasti viime vuosina.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää lean suunnittelunohjauksen parhaat kansainväliset käytännöt. Samalla tutkimusryhmä selvitti suunnittelunohjauksen nykytilanteen Suomessa haastatteleamalla Visio 2030 –konsortion jäsenyritysten suunnittelunohjauksesta vastaavia henkilöitä. Parhaita käytäntöjä testattiin case-hankkeissa.

Tutkimus toteutettiin kolmessa osassa. Ensimmäisessä vaiheessa suoritettiin suomalaisen suunnittelunohjauksen nykytilanteen selvitys sekä kirjallisuustutkimus. Kirjallisuustutkimukseen valikoitui noin 50 kansainvälistä artikkelia, jotka käsittelivät lean suunnittelunohjauksen prosesseja tai työkaluja.

Toisessa vaiheessa kirjallisuustutkimuksen tulosten perusteella valittiin ne alueet maailmasta, joihin tehtiin haastatteluja ja mini caseja. Tämän lisäksi työryhmä osallistui Tallinnassa järjestettyyn Lean forumiin ja IGLC konferenssiin Kreetalla. Tässä vaiheessa tutkimusta pyrittiin selvittämään

pääkonseptit, järjestelmät ja työkalut, joita yritykset käyttävät sekä tutkia niihin liittyviä kokemuksia.

Haastatteluja varten laadittiin 25 vakiokysymyksen lista. Tutkimusryhmä suoritti 14 semistrukturoitua haastattelua neljässä maassa (Suomi, Norja, Yhdysvallat/Kalifornia ja Brasilia). Erityisesti Norja ja Kalifornia valikoituivat kohteiksi koska kyseisissä maissa on raportoitu useita menestyksekkäitä case-hankkeita lean-kirjallisuudessa.

Kansainvälisten case-hankkeiden, haastatteluiden ja kirjallisuuden perusteella tunnistetut suunnittelunohjauksen työkalut ja menetelmät luokiteltiin kolmeen ryhmään menetelmien ominaisuuksista riippuen.

1. Sosiaaliset prosessit
2. Menetelmät
3. Työkalut ja teknologiat

Yhdistetty lista esiteltiin Visio 2030 –konsortion yrityksille ja tutkimuksen kolmannessa vaiheessa käynnistettiin Visio 2030 ohjausryhmän jäsenyritysten omat case-hankkeet joissa testattiin yritysten itsensä valitsemia lean suunnittelunohjauksen työkaluja ja menetelmiä. Case-hankkeita oli tarkoitus tehdä Visio 2030 –konsortion ohjausryhmän yritysten kanssa: Haahtela, Skanska, A-Insinöörit, Rakennusliike Lipsanen ja YIT. Kaikki yritykset valitsivat omissa case-hankkeissaan testattavat työkalut, mutta käytännössä hankkeita ei saatu liikkeelle odotetusti ja kokemuksia saatiin lähinnä Haahtelan ja Skanskan hankkeista.

## Tulokset

### *Suunnittelunohjauksen nykytila Suomessa*

Nykytilan ja suomalaisten asiantuntijoiden havaitsemien haasteiden selvittämiseksi haastateltiin erikoistyönä 8 suomalaista suunnittelunohjauksen asiantuntijaa sekä urakoitsija- että suunnitteluyrityksistä. Tässä esitetään kooste haastattelututkimuksen tuloksista.

Yleisesti todettiin, että suunnittelulle ei ole yleensä varattu riittävästi aikaa. Toisaalta hyvä viestintä ja avoimuus mahdollistavat sen, että tiukempikin aikataulu saadaan toimimaan. Aikatauluun sitoutuminen on myös heikkoa eikä sitä seurata samalla tasolla kuin tuotantoaikataulua. Suunnittelutoimistot eivät voi varata riittäviä resursseja, koska aikataulut venyvät muiden toimijoiden osalta. Resurssipohjaisia suunnittelu-aikatauluja tehdään vasta kriisin iskettyä.

Viestinnässä ja yhteistyötaidoissa koettiin olevan paljon kehittämisen varaa. Urakoitsijoiden mielestä suunnitelmat ovat virheellisiä, puutteellisia ja toteutuskelvottomia eikä niitä ole tehty palvelemaan työmaata. Lisäksi pääsuunnittelija ei ohjaa suunnittelua riittävästi vaan urakoitsijan projekti-päällikkö joutuu ottamaan pääsuunnittelijan tehtäviä. Suunnittelijan näkökulmasta urakoitsija ei usein tuo todellista lisäarvoa suunnitteluratkaisuihin vaan pitää kokouksia välttämättömänä pahana. Yhteistyön sijasta on panostettu enemmän dokumentointiin. Kirjauksia tehdään runsaasti mahdolliseen riitaan varautuessa. Kokouskäytännöt ovat tyyppillisesti perinteisiä eli yksi henkilö äänessä ja loput hiljaa sen sijaan että ongelmia ratkaistaisiin yhdessä. Näistä vastauksista näkyy, että rakentaminen on edelleen matalan luottamuksen ala. Tarvitaan aktiivisempaa ongelmista keskustelua ja niiden esiin nostamista sekä selkeää priorisointia (ei kaikkien suunnitelmien jatkuvaa kiirehtimistä).

Muutosta on kuitenkin ilmassa. Haastatellut suunnitteluosapuolten edustajat korostivat suunnittelijoiden tarvetta olla aktiivisia ja ennakoita pidemmälle. Nähtiin tarvetta systemaattisemmalle, tietoon perustuvalle ohjaukselle. Muilta tahoilta tuleva ohjaus on liian jälkijättöistä, joten suunnittelijoiden täytyy itse alkaa ohjata omaa tuotantoaan.

Uusia toimintatapoja on jo käytössä Suomessa. BIM on laajalti käytössä ja mahdollistaa tiedon suunnittelun sen sijaan, että aikataulutetaan ja suunnitellaan piirustuksia. Interaktiiviset yhteistyötapaamiset Last Plannerin hengessä ovat jo Suomessa arkipäivää. Osallistujilla on lista tarvit-

semistaan lähtötiedoista ja työjärjestykset suunnitellaan yhteisöllisesti. Hukan vähentämiseksi ja kommunikaation parantamiseksi on jo usein käytössä Big Room, jonka havaittiin poistavan todella paljon sähköpostien odottelua. Hukkaa voisi haastateltujen mukaan vähentää myös vakioimalla, liittämällä suunnittelutehtäviä riippuvuudet huomioiden, osallistamalla toimittajat suunnitteluun sekä lisäämällä yhteistyöstuntoja.

Johtopäätöksenä kehittämisen varaa on runsaasti erityisesti viestinnässä ja luottamuksen synnyttämisessä sekä suunnittelijoiden ja urakoitsijan yhteistyössä. Aikataulujen laatiminen yhteistyössä, lähtötietotarpeiden avoin kommunikointi ja ongelmien nostaminen esille ajoissa ja niistä rakentavasti keskustelu ratkaisivat monia suunnittelunohjauksen ongelmia ja vähentäisi hukkaa. On helpompi sitoutua aikatauluun, joka on yhdessä suunniteltu kuin aikatauluun, joka on ylhäältä annettu ja työn tekijöiden mielestä mahdoton toteuttaa. Oikeasuuntaisia asioita on kuitenkin jo tekeillä. Tietomallipohjainen suunnittelu, Big Room ja Last Plannerin käyttö ovat jo yleistymässä suunnittelun ohjauksessa.

### *Kirjallisuustutkimus*

Last Planner Systemiä (LPS) on tutkittu paljon lean yhteisön toimesta ja on käytössä laajasti tuotannon ohjauksessa. Viime aikoina on alettu raportoida sen käyttöä suunnittelunohjauksessa. Kirjallisuuden mukaan Last Planner vähentää hukkaa ja prosessin vaihtelevuutta ja saa projektin osapuolet sitoutumaan yhteisiin tavoitteisiin. Collaborative Planning in Design (CPD) on norjalaisen rakennusyrityksen Veidekken mukautettu versio Last Plannerista suunnittelunohjaukseen. Menetelmä keskittyy yhteistoiminnalliseen suunnitelmien tuottamiseen ja päätöksen teon prosessiin. Teknisen suunnittelun ja koordinoinnin lisäksi, LPS ja CPD nostavat esiin uudenlaisen tarpeen sosiaalisten prosessien hallintaan.

On kehitetty muitakin sosiaalisia prosesseja, joilla voidaan parantaa osapuolten välistä yhteistoiminnallisuutta. Big Room on esim. työmaalla sijaitseva

tila joka mahdollistaa suunnittelijoiden, rakentajien ja tilaajan yhteisen työskentelyn niiden ongelmien ratkaisuun, jotka vaativat tiivistä kanssakäymistä kaikkien osapuolien kanssa. Päällimmäinen tavoite on parantaa tiimin yhteistyötä tehokkaalla integraatiolla. Co-location (Kuva 1) tuo kaikki tiimin jäsenet yhteen ja samaan fyysiseen tilaan. Paras hyöty saadaan, kun tiimin jäsenet, joilla on riippuvuussuhteita rakennusosien ja/tai tehtävien vä-



*Kuva1 Co-location*



*Kuva 1 Integrated Concurrent Engineering*

lillä, työskentelevät työmaan toimistotiloissa lähellä toisiaan eli klustereissa sen sijaan, että jakautaan työmaatoimistoon esim. yrityksittäin. Big Room –tapaamisia pidetään määrävälein, mutta Co-location on olennainen osa tiimin jäsenten jokapäiväistä työskentelyä. Co-location tehostaa projektitiimin informaatiovirtaa vähentämällä hukattua aikaa, jota kuluu ajantasaisen tiedon etsimiseen. Lisäksi samoissa tiloissa pitkiä ajanjaksoja työskentelevät ihmiset oppivat tuntemaan toisensa, mikä edistää projektin osapuolten keskinäistä luottamusta.

# MAIN ELEMENTS

## The start-up process

### *Start-up meeting/assembly*

- Go through description
- Make a phase schedule for design
- Draw up a group agreement (joint goals)
- Clarify roles and expectations
- Set up the project team

## The obstacle analysis

### *6 conditions for sound designing*

- Design basis
- Expectations and requirements
- Dialogue
- Decisions
- Team
- Method and tools

## The scheduling system

### *Progress plans/schedules*

- Overall progress plan (entire project)
- Phase schedule, design
- Lookahead schedule (weeks 10-15)
- Weekly schedule (weeks 5-9)

### *Other schedules*

- Purchasing schedule
- Decision schedule

## Meetings structure

### *General meetings*

- Start-up assembly
- The design meeting

### *Special meetings*

- Section meetings/thematic meetings
- Meetings between the architect and the consultant engineer from construction
- Meetings between the production section and the architect

Kuva 3 CPD:n neljä osa-alueita

Integrated Concurrent Engineering (ICE) on äärimmäisen yhteistoiminnallisuuden ja yhtäaikaisen suunnittelun muoto, jossa erittäin motivoituneet tiimin jäsenet ratkaisevat toisistaan riippuvaisia suunnitteluasioita. Tila, jossa työtä tehdään, on tarkoituksenmukainen sekä tuottava, ja tilaisuuteen on ennalta määritelty agenda sekä tavoitteet (Kuva 2). ICE:n käyttö lyhentää suunnittelun ongelmien ratkaisuun kuluvaan aikaan huomattavasti ja

ryhmässä potentiaalisten innovaatioiden todennäköisyys on suurempi kuin jokaisen osapuolen työskennellessä yksin. ICE:n ero Big Room –työskentelyyn on, että tapahtumassa suunnitellaan ratkaisu yhteistoiminnallisesti ennalta valittuun ongelmaan (esim. reikäkierto).

Useita menetelmiä ja työkaluja on kehitetty tukemaan lean suunnittelunohjausta. Target Value Design (TVD) on malli yhteistoiminnallisuudelle, jossa

suunnittelun prosessi alkaa asiakkaan liiketoiminnan casesta ja kustannusarviota sekä suunnittelua ohjaa arvo, jonka tilaaja on määritellyt. Tavoitteena on maksimoida tuotettu arvo kiinnittämällä huomiota kustannuksiin, aikaan sekä muihin rajoitteisiin. Set-Based Design (SBD) on menetelmä joka tukee TVD:a. Suunnitteluasioita ratkaistaan pitämällä useita eri ratkaisuvaihtoehtoja käynnissä. Samaan aikaan, kun suunnitelmien tarkkuustaso lisääntyy, rajataan eri ratkaisuvaihtoehtoja pois. Lopuksi, viimeisellä vastuullisella hetkellä valitaan paras suunnitteluratkaisu tai -vaihtoehto. Toinen menetelmä, joka tukee sekä TVD:a että SBT:a on Choosing by Advantages (CBA). Siinä huomioidaan ja verrataan eri suunnitteluratkaisuiden etuja ja niiden perusteella valitaan paras vaihtoehto. CBA on siis päätöksentekomenetelmä.

Design Structure Matrix (DSM) on työkalu, jolla määritetään tehtävien keskinäiset riippuvuussuhteet ja informaatiotarpeet muilta tehtäviltä. Määritettyä tietoa käytetään järjestettäessä tehtäville optimaalinen suoritusjärjestys matriisissa. Osa tehtävistä on keskinäisriippuvaisia ja ne voidaan tehdä yhteistoiminnallisesti esim. ICE-palaverissa. Keskustelumatriisi on hyvä työkalu jäsentää suunnittelukokouksia. Matriisi pohjautuu systemaattiseen urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden toisilleen esittämien kysymysten kirjaamiseen ja vastausten valvontaan. Tavoitteena on muodostaa kysymyksien pohjalta tehtäviä muille tiimin jäsenille. A3-raportti on työkalu, alun perin Toyotan kehittämä, jota käytetään dokumentoimaan ongelma, sen juurisyy ja ongelman ratkaisu. Ongelmien dokumentointi mahdollistaa niistä oppimisen ja se vir-taviivaistaa suunnittelun prosessia.

Teknologioista avainroolissa on Virtual Design in Construction (VDC), joka on BIM:in edistyneempi muoto. VDC on enemmän kuin pelkästään taloteknisten järjestelmien koordinoitua. Koko rakennus ja sen tekniset järjestelmät ovat parametrisesti mallinnettuja kolmiulotteiseen ympäristöön, joka mahdollistaa mallin käytön erilaisiin analysointi- ja tuotannon suunnittelutarpeisiin. 4D-aikataulutus

on hyvä esimerkki näistä tarpeista. BIM on läheisesti liitetty lean rakentamiseen.

### *Yritysten käyttämät menetelmät*

Veidekke on aiemmin dokumentoinut CPD:n käyttöä. Prosessi perustuu Last Planner järjestelmään ja se soveltaa samoja tuotannossa käytettäviä tekniikoita suunnittelunohjauksen prosessiin. Pääosat (Kuva 3) CPD:ssa ovat: 1) Aloitusessio, tavoitteena jakaa projektin tavoitteet suunnittelun ja osapuolten näkökulmasta; 2) Aikataulujärjestelmä, joka alkaa yleisaikataulusta ja tarkentuu vaiheikatauluiksi, eteenpäin katsoviksi aikatauluiksi ja viikkoaikatauluiksi; 3) Rajoitteiden (alotusedellytykset) poistaminen, käyttäen työkaluja kuten Dialogue Matrix (Keskustelumatriisi) jolla voidaan parantaa kommunikaatiota suunnittelijoiden ja projektitiimin välillä; 4) Palaverin jäsentäminen, jossa vakioaiheet (agenda) rytmittävät kahden viikon välein järjestettävää palaveria. Veidekkeillä suoritettujen haastattelujen auttoivat tutkimusryhmää paremmin ymmärtämään CPD:tä, mutta uusia lean suunnittelunohjauksen menetelmiä ei löytynyt.

Ramboll on suunnittelu- ja konsulttiyritys, joka on perustettu Tanskassa vuonna 1945. Ramboll käyttää omassa suunnittelutyön ohjaamisessa Last Planneriin yhdistettyä Scrumia (Kuva 4) jolla he pyrkivät ylittämään tyypilliset suunnittelun ongelmat kuten suunnittelijoiden koordinointi ja resursien hallinta. Scrum on vaiheittain edistyvä ja iteraatioon perustuva johtamismetodologia jonka kanssa usein käytetään Kanban-tauluja. Scrum on työnvirtauksen johtamisen työkalu, jolla mahdollistetaan imuohjattu suunnittelun tuotanto, rajoitetaan kerralla tehtävää työtä ja vältetään liika-suunnittelua. Tämän vuoksi tehtäviä priorisoidaan tärkeysjärjestykseen ja hallitaan backlogissa myöhempää seuranta varten tai syötetään sprintti-ruudulle jossa projektitiimit voivat seurata jokaisen tehtävän statusta.

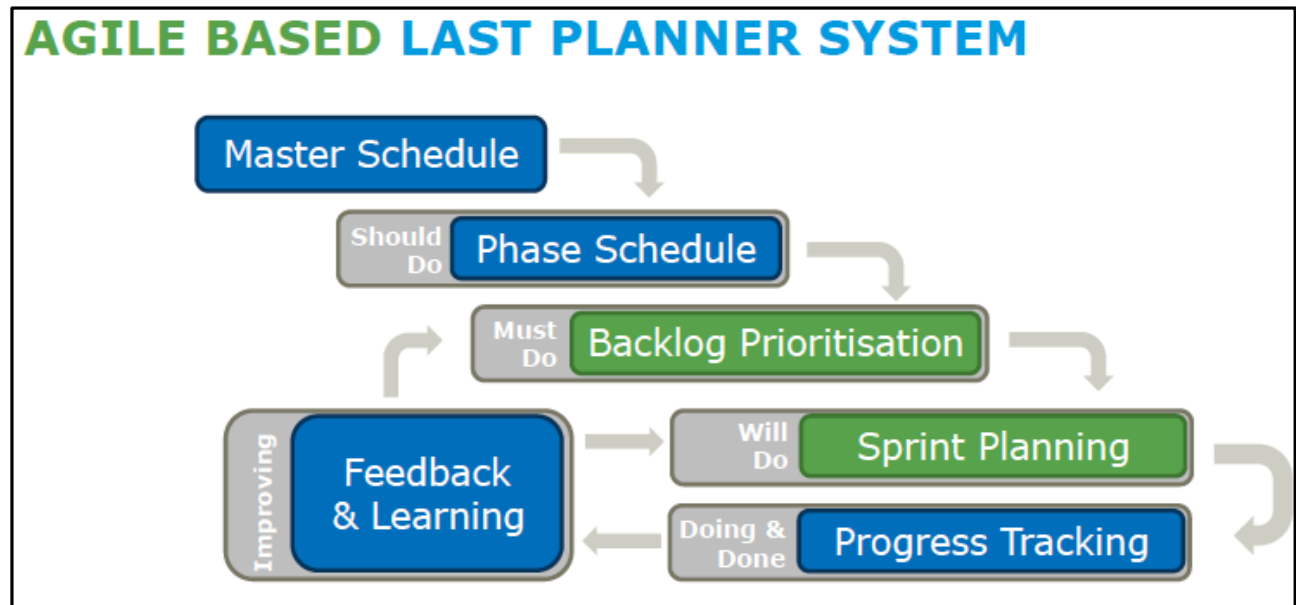
Scrum kehitettiin alun perin käytettäväksi ketterissä ohjelmistoprojekteissa. Rakennushankkeissa

sitä käytetään suunnittelijan työkaluna, jolla voidaan parantaa suunnittelutyön ennustettavuutta ja kontrolloida riskejä.

Skanska Norja on suurin rakennusliike Norjassa. Skanska on ottanut käyttöön Stanfordin CIFEn sertifioimann VDC-lähestymistavan rakennushankkeiden suunnitteluun, tuotannon suunnitteluun sekä toteuttamiseen. Last Planner, Big Room sekä ICE-sessiot ovat myös käytössä Skanskan projek-

heidän lähtötietotarpeensa. Keskinäisriippuvuuk-sien osalta Skanska johtaa suunnittelua tekemällä hallittuja oletuksia, joista viestitään avoimesti.

Suffolkin 24-kerroksinen rakennushanke San Franciscossa, Kaliforniassa hyödyntää VDC:tä vahvasti kaikissa merkittävässä töissä ja niiden monet piirustukset ja mallit ovat koordinoitu yhdistelmämalliksi. Kyseistä mallia käytetään kustannuslaskennan tarpeisiin. Reaaliaikainen kustannuslas-



Kuva 4 Rambollin käyttämän Scrumin ja LPS:n kuvaus

teissa. Kuten Veidekke, myös Skanska käyttää keskustelumatriisia omissa suunnittelupalaverissaan ja erilaiset mittarit ovat käytössä joilla seurataan edistymistä.

Skanska USA on ollut Yhdysvaltojen markkinoilla vuodesta 1971 ja se on kolmanneksi suurin urakoitsija liikevaihdolla mitattuna. Skanska on Lean Construction Instituten perustajajäsen ja käyttää seuraavia lean menetelmiä omissa projekteissaan Kaliforniassa: Big Room, LPS ja TVD. VDC on myös osa Skanskan projektitoimitusta. Hallitessaan monimutkaisia suunnittelun priorisointeja, Skanska käyttää DSM:ää ohjelmistolla jonka nimi on ADePT. DSM on toteutettu haastattelemalla vuoronperään kaikki suunnittelijat ja määrittämällä

kenta on haastava tehtävä, joka on toistaiseksi ollut vaikeaa ratkaista. BIM:iin perustuva reaaliaikainen kustannusarvio pohjautuu tietomallin komponentteihin ja kustannusarvion riveihin. Tämä on tehokas tapa tuottaa nopeaa kustannuspalautetta suunnitelmamuutoksista.

Välitavoitteet ajavat Suffolkin suunnittelunohjausta. Heidän menetelmänsä poikkeaa muista sillä, että he erityisesti hallitsevat mallien tarkkuustasoa joka perustuu välitavoitteiden vaatimukseen. Eri vaatimukset on asetettu rakennusluvan hakemiselle, koordinaation vaatimuksille, tavoitehinnan asettamiselle, hankinnan vaatimuksille, rakentamisen aloitukselle sekä pitkien hankinta-ajan vaativille asioille. Jokaisen välitavoitteen kohdalla suunnitelmien ja mallien tarkkuus-

taso kasvaa. Suffolk käyttää Excel-pohjaista työkalua eri suunnittelijoiden sekä heidän suunnittelu- tuotosten hallintaan. Level of Detail (tarkkuus- taso) on määritelty prosessina, jossa tietomallin komponenttien monimutkaisuus kehittyy yksin- kertaisimmalta tasolta tarkimmalle tasolle riip- puen komponentin käyttötärpeesta kullakin het- kellä, esimerkiksi rakennusosalle asetetaan eri vaatimukset, kun käyttötarkoitus on rakennus-

lupa, hankinta tai asennus. Suffolk avustaa suun- nittelijoita keskittymään jokaisen vaiheen suunnit- telutuotoksien toimittamiseen antamalla tarve- luettelon, jonka avulla suunnittelijat voivat vetää informaatiota ja sitoutumisia muilta projektin osa- puoliilta. Suunnittelun ohjauksessa pull plan –ta- paamisia pidetään keskimäärin yhden kerran väli- tavoitetta kohti. Rakennusliikkeet Herrero Build- ers sekä Boldt Company ovat muodostaneet yh-

Taulukko 1 Lean suunnittelunohjauksen kansainväliset parhaat käytännöt

| Attributes of Lean Design Management    | Veidekke | Skanska Norway | Ramboll | Skanska USA | Mini Case 1, HerreroBoldt | Mini Case 2, Suffolk | Finland |
|---|----------|----------------|---------|-------------|---------------------------|----------------------|---------|
| <b>1. SOCIAL PROCESS</b>                |          |                |         |             |                           |                      |         |
| LPS                                     | X        | X              | X       | X           | X                         | X                    | X       |
| Big Room                                | X        | X              |         | X           | X                         | X                    | X       |
| Co-location                             |          |                |         |             | X                         |                      |         |
| Integrated Concurrent Engineering (ICE) | X        | X              |         |             |                           |                      |         |
| Collaborative Planning in Design (CPD)  | X        |                |         |             |                           |                      |         |
| <b>2. METHODS</b>                       |          |                |         |             |                           |                      |         |
| Level of Detail (LOD)                   |          |                |         |             |                           | (X)                  |         |
| Location-Based Design Management (LBDM) |          |                |         |             | (X)                       |                      |         |
| Target Value Design (TVD)               |          |                |         | X           | X                         |                      |         |
| Set-Based Design (SBD)                  |          |                | X       | X           |                           |                      |         |
| Choosing by Advantages (CBA)            |          |                |         |             |                           |                      |         |
| Real-time cost estimation               |          |                |         |             |                           | (X)                  |         |
| <b>3. TOOLS / TECHNOLOGIES</b>          |          |                |         |             |                           |                      |         |
| Virtual Design and Construction (VDC)   | X        | X              | X       | X           | X                         | X                    | X       |
| Design Structure Matrix (DSM)           |          |                |         | X           |                           |                      |         |
| Dialogue Matrix (DM)                    | X        | X              |         |             |                           |                      |         |
| A3 Report                               |          |                |         |             | X                         |                      |         |
| Scrum                                   |          |                | X       |             |                           |                      |         |



teenliittymän, ja rakentavat Sutter Health:in sairaalaprojektia San Franciscossa. Toimitusmuoto projektilla on IPD. Kaikki projektin osapuolet on otettu mukaan alkuvaiheessa käyttämällä TVD:tä. VDC on myös projektilla paljolti käytetty ja jotkin tarkentavaa suunnittelua tekevät mallintajat ovat itse asiassa entisiä asentajia. Tämä järjestely laskee rakennettavuusongelmien riskiä.

Sairaalaprojektissa käytetään tietomallia myös tuotannon suunnitteluun sekä suunnitelmien visualisointiin. Tiimit ovat sijoittuneet lähelle toisiaan (Co-location) klustereihin ja jokainen klusteriin liittyvä työläji (esim. suunnittelijat ja aliorakoitsijat liittyen IV-asennuksiin) on samassa fyysisessä tilassa pitäen säännöllisiä palavereja. Tarkentava suunnittelu tehdään kyseisissä klustereissa ja niitä hallitaan sijainneittain. Last Planneria käytetään suunnittelun vastuiden eteenpäin siirtämisessä. Last Planner imuohjattu aikataulutus on toteutettu niin, että jokainen välitavoite on muodostettu sijainneittain ja sijaintipohjainen tuotantoaikataulu ajaa suunnittelua siten, että mallintaminen sekä dokumenttien tuottaminen käyttävät samoja sijainteja tuotannon kanssa ja etenevät samassa järjestyksessä. Tätä menetelmää, jolla hallitaan tarkentavaa suunnittelua sijainneittain, voidaan kutsua sijaintipohjaiseksi suunnittelunohjaukseksi (Location-Based Design Management, LBDM).

Jotta vastausaikaa on saatu lyhennettyä, on tilaaja asettanut viisi-kuusi henkilöä täysipäiväisesti työmaatoimistoon, joilla tilaajan päätöksiä saadaan suunnittelua varten nopeutettua. A3 raportteja ja jatkuvan parantamisen kulttuuri on myös käytössä kyseisessä sairaalaprojektissa.

Kaikki lean suunnittelunohjauksen ominaisuudet jotka tunnistettiin kirjallisuudesta, haastatteluista sekä mini-caseista ovat esillä taulukossa 1. Yhdistämällä tietolähteiden tiedot, pystyimme muodostamaan käsityksen nykyisistä kansainvälisistä parhaista käytännöistä lean suunnittelunohjauksessa. Jokainen yritys tai mini-case on merkitty kirjaimella X mikäli menetelmä tai työkalu on käytössä. Ympyröidyillä X-kirjaimilla on merkitty ne uudet

menetelmät joita ei juurikaan ole kirjallisuudessa käsitelty ja jotka löysimme mini-caseista tai haastatteluista.

## Case-hankkeiden tuloksia

Case-hankkeet, joiden käynnistäminen aloitettiin alkuvuodesta 2017, pitivät sisällään sekä työkalujen testaamista oikeissa projekteissa että yrityksen suunnittelunohjaushenkilöille pidettyjä esityksiä eri menetelmien mahdollisuuksista ja hyödyistä.

Haahtelan case-hankkeeksi valikoitui toimistorakennus, joka casen alkaessa oli vielä osittain hankesuunnitteluvaiheessa ja osittain yleissuunnitteluvaiheessa. Haahtela toivoi, että casessa testataisiin keskustelumatriisia sekä Design Structure Matrixia. Keskustelumatriisiin lisäksi toivottiin, että projektin viestintäalustan käyttöä olisi saatu aktiivisemmaksi.

Casen alkuvaiheessa laadittua keskustelumatriisia täydennettiin aluksi suunnittelukokous-pöytäkirjoista sekä virallisten suunnittelu-kokouksien keskusteluista poimituilla tiedoilla. Pian kävi kuitenkin ilmeiseksi, että kokousvälin ollessa neljä viikkoa, ei viikoittaisen tehtävälistan eli keskustelumatriisin tehtävien onnistumisprosentin eli PPC:n mittaaminen ole tarkoituksenmukaista. Tämän oivalluksen jälkeen lean suunnittelunohjauksen työryhmän kokouksessa esitettiin, että keskustelumatriisin tietoja olisi syytä nopeasti kerrata viikoittaisella Skype-palaverilla. Viikoittainen palaveri sovittiin pidettäväksi samaan aikaan kuin tietomallin koordintipalaveri pidettäisiin. Lisäksi palaveri haluttiin pitää tehokkaana eli palaveriaikaa ei toivottu käytettävän suunnitteluun vain ainoastaan lähtötietotarpeiden esittämiseen.

DSM:n testaukseen valittiin yhden julkisivumallielementin suunnittelutehtävät, rakentaminen, rakennuspaikka sekä katselmukset. Lisäksi jokaisen työvaiheen hankinta sekä aliorakka ja laadunvarmistusdokumentaatiotehtävät piti saada otettua huomioon. Kaiken kaikkiaan matriisiin muo-

dostui noin 40 tehtävää, joiden keskinäiset riippuvuudet ja optimaalinen suoritusjärjestys saatiin selvitettyä.

DSM:stä saatuja tietoja ei koettu erityisen hyödylliseksi eikä kokemuksen puuttuessa niitä osattu riittävästi hyödyntää. Valikoitu esimerkki oli vastaavan työnjohtajan hyvin tuntema eikä DSM:ää laadittu yhteistyössä. Toisin sanoen DSM:ään vain siirrettiin vastaavalla jo ollut tieto eikä tästä käytötapauksesta ollut merkittävää lisäarvoa. Jatkossa DSM:ää tulisikin testata siten, että koko suunnittelutiimi saadaan mukaan tuottamaan tietoa. Tuleviin testeihin pitäisi valita vähemmän triviaali suunnitteluongelma, jossa ratkaisu ei ole valmiiksi kenenkään osapuolen tiedossa.

Viikoittaiseen Skype-palaveriin osallistuneet suunnittelijat pitivät nopeasta, n. 15min-30min, palaverista jolloin osallistuminen onnistuu omalta työpisteeltä eikä matkustamiseen kulu lainkaan aikaa.

Skanskan case-hanke oli omaperusteisen kerrostalokohteen kellarikerroksen reikäkierron nopeuttaminen ICE-session avulla. Tilaisuudessa LVI- ja RAK-suunnittelijat päivittivät reaaliaikaisesti omia tietomallejaan sekä konsultoivat tarvittaessa Sähkösuunnittelijaa. Skanskan tietomallikoordinaattori päivitti saman tien yhdistelmämallin suunnittelijoiden toimittamilla uusimmilla aineistoilla. Kaikki osallistuneet henkilöt pitivät ICE-sessiota hyödyllisenä ja tehokkaana suunnittelu-menettämänä. Skanskan edustajan mukaan ICE-sessioita aiotaan käyttää jatkossakin.

## Tulosten pohdintaa ja johtopäätökset

Yritysten projekteihin liitetyissä Case-hankkeissa kertyneiden kokemusten sekä palautteen perusteella vahvoja suosituksia käytettäväksi menetelmiksi ja työkaluiksi saavat ICE sekä keskustelumatriisi (erityisesti viikoittaisella tarkastuksella). Kerran kuukaudessa pidettävä suunnittelukokous on käytännössä liian harva väli keskustelumatriisin käytölle. Viikoittainen ”tilanetarkastus”, jossa käydään tilanne ja avoimet asiat ja kysymykset läpi

menemättä suunnittelun yksityiskohtiin todettiin erittäin hyödylliseksi.

ICE-session pitäminen ei vaadi mitään erityisjärjestelyjä vaan kyseinen tilaisuus voidaan järjestää vaikka hieman vaatimattomallakin esitystekniikalla. Esim. videotykki, tai suuri erillisnäyttö sopii aivan mainiosti ICE-palaverin aiheen visualisointitarkoituksiin. Lisäksi ICE-session järjestäminen ei edellytä palaverin vetäjältä erityistä fasilitointikoulutusta. Ryhmä voi myös toimia lähes autonomisesti, mikä kuvastaakin hyvin kaikkien osallistujien tasapuolista ja –arvoista osallistumista ongelman ratkaisemiseen. Tärkeintä on asettaa ICE-sessiolle tavoite ja kaikkien osallistujien pitäisi tulla mukaan asiaan perehtyneinä, jotta ongelman ratkaisutyö voi käynnistyä heti. Suunnittelutyö ja ongelman ratkaisu tehdään heti paikan päällä. Sessioita järjestettäessä on kuitenkin huomioitava, että tilanne ei sovi kaikkien luonteelle. Ongelmien ratkominen sekä kiireinen ja mahdollisesti meluisa ympäristö voi joillekin aiheuttaa tarpeetonta stressiä.

Yhteistyöllisten sosiaalisten prosessien käyttöönotto yritys- ja projektitasolla, on helppo alkuaskel leanimman suunnittelunohjauksen suuntaan. Projektille tulee näistä myös laajempia hyötyjä, mukaanlukien parempi toimijoiden välinen luottamus. Informaatiovirta kehittyä ja henkilöt sitoutuvat projektiin paremmin.

Sosiaalisten prosessien käyttöönotto vaikuttaa tehostuneen ja avoimen viestinnän lisäksi positiivisesti myös toimijoiden väliseen luottamukseen. Koska luottamuksen rakentaminen on määrätietoista ja usein myös, yksilöistä riippuen, hidasta toimintaa, on rakennushankkeelle eduksi, jos ryhmässä ja erityisesti kasvokkain toimiminen on ensisijainen toiminnan muoto. Hyvän luottamuksen hankkeissa kaikki uskaltavat tuoda oman näkemysensä muiden tietoon ja yksilöt uskaltavat olla eri mieltä enemmistön kanssa. Tällaisella toiminnalla voidaan haastaa esitetyt suunnitteluratkaisut ja yhdessä kehittää parempia jolloin tilaaja tai loppukäyttäjä saavat parempaa arvoa lopputuotteelle.

Tutkimuksen tuloksien perusteella voimme alustavasti muodostaa seuraavat vastaukset tutkimuskysymyksiin:

**1) Miten tuotantoaikataulu ja resurssipohjainen suunnittelu aikataulu pitää yhdistää ja suunnitella?**

Last Planner System, Veidekken käyttämä CPD ja HerreroBoldt-yhteenliittymän käyttämä LBDM ovat löydetyistä työkaluista parhaimmat vaihtoehdot, joilla tuotantoaikataulu ja suunnittelu aikataulu on mahdollista yhdistää. Mikään näistä ei tosin ota suoraan kantaa suunnittelu aikataulun resurssisiin. Suunnittelun tehtävät pitäisi muodostaa siten, että kuhunkin tehtävään tulee lisäksi tehtävään sitoutuneen suunnittelijan nimi. Suunnittelijoiden pitäisi osallistua yhteisen aikataulun tekemiseen ja sitoutua siihen. Jos tuotannossa suunnitelmaan sitoutuva Last Planner on työryhmän nokkamies, suunnittelussa sitoutuva Last Planner on itse suunnittelija.

**2) Miten vähennetään suunnittelun hukkaa ja uudelleen tekemistä?**

Tehostamalla viestintää ja asioiden molemminpuolista ymmärrystä. Keskustelumatriisia käyttämällä suunnittelijat voivat pyytää säännöllisesti oleellisia lähtötietoja. Pidättäytymällä suunnittelusta oletuksilla voidaan myös vähentää uudelleen tekemistä.

**3) Miten määritetään päätösaikataulu? (viimeinen vastuullinen päivämäärä)**

Päätöksien pitäisi olla tehtävinä yhdistetyssä päätös-, suunnittelu- ja tuotantoaikataulussa. Tilaaja on päätösten "Last Planner" ja sitoutuva päätös"tehtäviin".

**4) Miten suunnittelu aikataulutetaan tarvittavan tiedon pohjalta (ei dokumenttien)?**

Suffolkin LOD –menetelmä aikatauluttaa nimenomaan tarvittavaa tietoa vastaamalla kysymyksiin:

- mitä tietoa tarvitaan rakennuslupaan?

- mitä tietoa tarvitaan kustannusarvioon / tavoitehintaa varten?

- mitä tietoa tarvitaan hankintaan?

- mitä tietoa tarvitaan asennukseen?

Tarvittavat tiedot on määritelty mallissa olevien elementtien tarkkuustason mukaan ja suunnittelu aikataulu on mallin tarkkuustasojen ajallista hallintaa. On huomattava, että Suffolk ei käytä tuotannossa lainkaan 2D-kuvia, joten mallin tietosisällön rooli kuvastuu. Tätä menetelmää ei päästy kokeilemaan vielä case-hankkeissa.

**5) Paljonko tarvittavaa tietoa voi standardoida esim. hankintapaketeittain?**

Asiasta on käyty runsaasti keskustelua työryhmässä mutta tähän kysymykseen liittyvää tutkimusta ei vielä ole tehty ja hyviä vastauksia ei saatu myöskään kansainvälisessä selvityksessä tai kirjallisuuskatsauksen kautta. Tekeillä on aiheeseen liittyvä diplomityö.

**6) Miten ratkaistaan aikatauluongelmia ja miten ennustetaan suunnittelu aikataulu?**

Sosiaalisten prosessien käyttäminen ongelmien ratkaisussa kuten esim. Last Planner System / Co-location ovat paras tapa ratkaista ai-

katauluongelmia ja havaita ne ajoissa. Suunnittelu-aikataulun ennustamiseen ei pysty vastaamaan nyt tehdyn tutkimuksen perusteella.

Yhdistelmä löydetyistä lean suunnittelun-ohjauksen työkaluista ratkaisisi lukuisia suunnittelunohjauksen nykyongelmia, liittyen erityisesti suunnitelmiin sitoutumisen ja toisten osapuolten ymmärtämiseen. Hankkeessa oli tarkoitus kokeilla useimpia työkaluja yhteensä viidessä case-hankkeessa mutta valitettavasti vain kaksi hanketta saatiin käyntiin ja käytännön kokemukset rajoittuivat ICE:een, keskustelumatriisiin ja DSM:ään. Esim. sijainteihin /

tahtiin linkitettyä suunnittelunohjausta (LBDM) ja mallin tarkkuustasojen systemaattista ajanhallintaa (LOD) ei päästy kokeilemaan. Jatkossa olisi tärkeää laajentaa tutkimusta näihin suuntiin ja suunnitella eri työkalut yhdistävä prosessi. Suunnittelunohjauksen suorituskyvyn mittareita, joilla arvioidaan case-hankkeiden tuloksia, tulisi myös kehittää.

## **Lähdeluettelo**

Tribelsky E. and Sacks R. (2010). "The relationship between information flow and project success in multidisciplinary civil engineering design" Proceedings of the 18<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Haifa, Israel