



Lauri Koskela & Anssi Koskenvesa

Last Planner –tuotannonohjaus rakennustyömaalla

Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla

Lauri Koskela

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Anssi Koskenvesa

Mittaviiva Oy



ISBN 951-38-6147-3 (nid.)

ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-6148-1 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

Copyright © VTT 2003

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT

puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT

tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Lämpömiehenkuja 2, PL 1800, 02044 VTT

puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 6251

VTT Bygg och transport, Värmemansgränden 2, PB 1801, 02044 VTT

tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 6251

VTT Building and Transport, Lämpömiehenkuja 2, P.O.Box 1801, FIN-02044 VTT, Finland

phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 6251

Julkaistu Työsuojelurahaston tuella

Toimitus Maini Manninen

Valokuvat Anssi Koskenvesa

Otamedia Oy, Espoo 2003

Koskela, Lauri & Koskenvesa, Anssi. Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla [Last Planner production control on construction sites]. Espoo 2003. VTT Tiedotteita – Research Notes 2197. 82 s. + liitt. 20 s.

Avainsanat construction, building sites, production control, production management, Last Planner, planning

Tiivistelmä

Last Planner on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty menetelmä rakentamisen tuotannonohjaukseen. Last Planner -menetelmä keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Erilaisin säännöin ja menettelytavoin pyritään siihen, että viikkosuunnitelman jokaisen tehtävän käynnistyessä kaikki sen edellytykset ovat olemassa, että tehtävä voidaan suorittaa häiriöttä ja että se valmistuu suunnitelman mukaisesti. Last Planner -menetelmässä seurataan myös viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisastetta ja selvitetään syyt tehtävien toteutumatta jäämiseen. Syihin vaikuttamalla tavoitellaan viikkosuunnitelman toteutumisasteen kohoamista. Yhtenä osana Last Planner -menetelmää on rullaava valmisteleva suunnittelu, jonka keskeisenä tarkoituksena on varmistaa viikkotehtävien aloitusedellytykset 4–6 viikon tähtäyksellä. Tavoitteena on ylläpitää riittävä varanto aloituskelpoisia viikkotehtäviä.

Last Planner -tuotannonohjaus perustuu uudelle teoriapohjalle. Tuotantoa tarkastellaan virtasuuntautuneesti, jolloin korostuu epävarmuuden vähentäminen ja sen haittojen torjuminen. Viikkosuunnittelun lähtökohtana on toisaalta se, mitä ylemmän tason suunnitelmien mukaan pitäisi tehdä, toisaalta se, mitä tehtäviä edellytystensä puolesta voidaan käynnistää. Viikkosuunnitelman toteutuksen nähdään perustuvan jäsenytyneelle keskustelulle, jossa vastuuhenkilö sitoutuu tehtävän suunnitelmanmukaiseen suorittamiseen. Valvonta nähdään puolestaan lähtökohtana jatkuvalle parantamiselle.

Muutaman viime vuoden aikana on Last Planner -tuotannonohjaus otettu järjestelmälliseen käyttöön eräissä ulkomaisissa rakennusyhtiöissä. Tulokset ovat olleet varsin rohkaisevia niin tuottavuuden, rakennusajan kuin työturvallisuudenkin kannalta.

Neljällä kotimaisella työmaalla tehtyjen kokeilujen tulokset ovat samansuuntaisia kuin muissakin maissa saadut. Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisaste saatiin kokeilutyömailla selvästi nousemaan. Kokeiluun osallistuneet arvioivat menetelmän hyödylliseksi etenkin siltä kannalta, että rakennustehtävien edellytysten valmistelun tasoa saatiin nostetuksi sekä että tehtävien kerralla valmiiksi saaminen helpottui. Myös tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selkeä esilletulo koettiin hyödylliseksi, ja sen katsottiin myötävaikuttavan ongelmien poistamiseen. Ottaen huomioon kokeilusta saadut myönteiset tulokset ja ulkomaiset esimerkit voidaan Last Planner -menetelmää suositella käyttöönotettavaksi lyhyen aikavälin tuotannonohjaukseen rakennustyömailla Suomessa.

Koskela, Lauri & Koskenvesa, Anssi. Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla [Last Planner production control on construction sites]. Espoo 2003. VTT Tiedotteita – Research Notes 2197. 82 p. + app. 20 p.

Keywords construction, building sites, production control, production management, Last Planner, planning

Abstract

Last Planner, developed in the United States in the 1990's, is a method for production control on construction sites. Last Planner addresses short term planning and control of operations. The goal is to ensure, through different procedures and tools, that all the preconditions of a task exist when it is started, that the task can be executed without disturbances, and that it is completed according to the plan. The share of tasks completed as planned is monitored on a weekly basis. The reasons for lack of completion are investigated. By influencing the reasons found, an increase of the degree of realization of weekly plans is sought. One further element of the Last Planner method is rolling look-ahead planning, in which the preconditions for tasks are made ready for the next 4–6 weeks. The goal is to maintain a sufficient backlog of ready tasks.

Last Planner production control is based on a new theoretical foundation. Production is conceptualized as flow, leading to an emphasis on reduction of uncertainty and on stemming the penalties of uncertainty. The primary concern of weekly planning is not merely, which tasks should be started according to higher-level plans, but also, which tasks can be started regarding their preconditions. The execution of weekly plans is seen to be based on a conversation, where the responsible person commits himself to the completion of a task as planned. Control is positioned as a starting-point for continuous improvement.

During the last few years, Last Planner has been implemented systematically in a number of foreign contracting companies. The results have been most encouraging in regard to productivity, duration and safety.

The results of an experimentation of Last Planner on four domestic construction sites are parallel to those abroad. The degree of realization of weekly plans

clearly increased. Site personnel considered the method useful especially regarding that the quality level of task ready-making increased and that getting tasks completed in one pass became easier. Also, having reasons for lack of task completion was experienced useful, and it was seen to contribute to the elimination of problems. Taking the positive results of the experimentation and the foreign cases into account, the implementation of the Last Planner method is recommended in short term production control on construction sites in Finland.

Alkusanat

Käsillä oleva tiedote on "Last Planner -tuotannonohjaus" -hankkeen loppuraportti. Hankkeen tavoitteena oli kehittää suomalaiseseen rakentamiseen soveltuva, Last Planner -menettelyyn perustuva lyhyen aikavälin tuotannonohjausmenetelmä sekä osoittaa em. menetelmän hyödyt käytännössä.

Hanke kuului osana VTT:n vetämään "Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering" -projektiin. Hanketta ovat rahoittaneet Tekes, Työsuojelurahasto, Rakennusteollisuus RT ry., Rakennusosakeyhtiö Hartela, NCC Finland Oy, Skanska Oy, YIT Rakennus Oy sekä VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat tekn. lis. Tuomas Särkilahti puheenjohtajana, dipl.ins. Petri Moksén, rak.mest. Jari Valo, dipl.ins. Kari Varkki jäsenenä ja tekn. toht. Lauri Koskela sihteerinä.

Hankkeen toteuttamiseen osallistui Lauri Koskela VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta ja dipl.ins. Anssi Koskenvesa Mittaviiva Oy:stä. Työmaaprosessin re-engineering-projektin päällikkö dipl.ins. Hannu Koski on osaltaan tukenut hankkeen käynnistämistä ja läpivientä.

Tutkimus on osa "Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering" -hanketta, joka on kaksivuotinen, rakentamisen keskeisten prosessien kehittämiseen painottuva projekti. Sen rahoittamiseen osallistuvat Tekesin ohella suurimmat rakennusurakoitsijat, Rakennusteollisuus RT, tuoteteollisuuden yrityksiä, Työsuojelurahasto ja VTT. Re-engineering-hankkeen johtoryhmään kuuluvat Mauri Tilli, puh.joht. (Oy Alfred A. Palmberg Ab), Markku Laine (Optiroc Oy Ab), Lasse Pöyhönen (Tekes), Ilkka Romo (Rakennusteollisuus RT ry), Heikki Sarin (Parma Oy), Ilkka Tahvanainen (Työsuojelurahasto) ja Hannu Koski (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka). Hankkeen projektipäällikkönä toimii Hannu Koski.

Kiitän kaikkia hankkeeseen myötävaikuttaneita, etenkin työmaakokeiluihin osallistuneita, heidän panoksestaan hankkeen onnistumisessa.

Lauri Koskela

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
Abstract.....	5
Alkusanat	7
Tavaramerkit	11
1. Johdanto.....	13
2. Last Planner -menetelmä	14
2.1 Menetelmän pääpiirteet	14
2.2 Alkuperä ja kehitys.....	14
2.3 Perinteinen työmaan tuotannonohjaus.....	15
2.4 Last Planner -menetelmän osat.....	17
2.4.1 Viikkosuunnitelma, jossa tehtävien edellytykset varmistettu .	17
2.4.2 Osapuolten sitoutuminen viikkosuunnitelman tehtävien läpivientiin	18
2.4.3 Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisen tarkistaminen	18
2.4.4 Järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu, jossa luodaan seuraavien viikkojen tehtäville edellytykset	19
2.4.5 Tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selvittäminen.....	19
2.4.6 Vaikuttaminen syihin	19
2.4.7 Osapuolten yhteinen rakentamisvaihesuunnittelu.....	19
2.5 Teoreettinen perustelu	20
2.5.1 Työmaatuotannon luonne virtana.....	20
2.5.1.1 Miten paljon tehtävien panosvirroissa on vaihtelevuutta?.....	22
2.5.1.2 Miten paljon tehtävien kestoissa on vaihtelevuutta? ..	23
2.5.1.3 Johtopäätökset.....	24
2.5.2 Miten tuotantoa tulisi suunnitella ja ohjata?	25
2.5.3 Miten suunnitellut tehtävät saadaan toteutetuksi?.....	25
2.5.4 Miten tuotantoa tulisi valvoa?.....	26
2.5.5 Kokoava tarkastelu.....	27
2.5.5.1 Ongelmat tehtävää aloitettaessa.....	28
2.5.5.2 Ongelmat tehtävän kuluessa	29
2.5.5.3 Ongelmat tehtävän loppuunsaattamisessa.....	29

2.6	Hyödyt	29
2.6.1.1	Tuottavuus	30
2.6.1.2	Kesto	31
2.6.1.3	Työturvallisuus	31
2.6.1.4	Laatu	31
2.6.1.5	Organisaation muutos	32
2.6.1.6	Jatkuva parantaminen	33
2.6.1.7	Kehittämistyön tulosten käyttöönotto	33
2.7	Käyttöönotto	33
2.7.1	Tutkimuksellinen käyttöönottohanke	33
2.7.2	Esimerkkejä käyttöönotosta yrityksissä	35
2.7.2.1	Tanskalainen rakennusyritys.....	35
2.7.2.2	Brasilialainen rakennusyritys.....	36
2.7.2.3	Perulainen rakennusyritys.....	36
2.7.2.4	Amerikkalainen rakennusyritys	37
2.7.2.5	Amerikkalainen LVI-urakoitsija.....	38
2.7.2.6	Johtopäätökset käyttöönottopaueista yrityksissä....	38
	Työmaakokeilut	40
3.1	Yleistä.....	40
3.2	Kokeilua edeltänyt koulutus	41
3.3	Kokeilutyömaat	42
3.4	Kokeillut Last Planner -tekniikat.....	42
3.5	Tulokset kokeiluista.....	43
3.5.1	Arvio menetelmän käyttökelpoisuudesta työmaan näkökulmasta	44
3.5.2	Arvio menetelmän aikaansaamista tuotannollisista hyödyistä	45
3.5.3	Arvio menetelmän osien käyttöönotosta	47
3.5.3.1	Miten onnistui sellaisen viikkosuunnitelman luominen, jossa tehtävien edellytykset on varmistettu ?.....	47
3.5.3.2	Miten onnistuttiin saamaan osapuolten sitoutuminen viikkosuunnitelman tehtävien läpivientiin ?	49
3.5.3.3	Miten tarkistettiin viikkosuunnitelman tehtävien toteutuminen (PPC) ja millaiset olivat tulokset?	50
3.5.3.4	Miten onnistuttiin herättämään ja käynnistämään järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu, jossa luodaan seuraavien viikkojen tehtäville edellytykset?	51

3.5.3.5	Miten onnistuttiin tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selvittämisessä ja niiden ennaltaehkäisyyn vaikuttamisessa jatkossa ?	52
3.5.3.6	Yhteenveto menetelmän osien käyttöönoton arvioista	56
3.5.4	Tulosten tarkastelua	57
3.5.4.1	Käyttöönoton vaiheittaisuus	57
3.5.4.2	Missä eniten hyötyä, missä vähiten?.....	57
3.5.4.3	Työmaa- ja yrityskohtaiset erot	58
4.	Käyttökokemusten perusteella tarkistettu menetelmä	59
4.1	Yleistä.....	59
4.2	Valmisteleva suunnittelu	60
4.3	Viikkosuunnittelu	63
5.	Last Planner -menetelmän sijoittuminen tuotannonohjauksen kokonaisuuteen ...	66
5.1	Last Planner johtaa toteutuksen roolin uudelleenarviointiin	66
5.2	Tehtäväsuunnittelu ja Last Planner.....	68
5.3	Last Planner tuotannonohjauksen kokonaisuudessa.....	70
6.	Johtopäätökset	72
6.1	Hyödyt.....	72
6.2	Soveltuvuus kotimaisen tuotannonohjauksen käytännön kannalta	72
6.3	Käyttöönotto.....	73
6.4	Tutkimus- ja kehitystarpeet	73
	Lähdeluettelo	75

Liitteet

Liite 1: Kokeilutyömaat

Liite 2: Kokeiluun osallistuneiden palaute

Liite 3: Vastaavan mestarin näkemys

Liite 4: Viikkosuunnittelulomake

Tavaramerkit

Last Planner on Lean Construction Instituten tavaramerkki.

TrimByg on MT Højgaardin tavaramerkki.

1. Johdanto

Viime vuosikymmenten eri kehittämispommituksista huolimatta rakennustyö on edelleen sangen ongelmallinen kaikkien osapuolten kannalta. Työtapaturmien määrä rakentamisessa on kääntynyt nousuun 1990-luvun loppupuolella. Rakentamisen työmaatoimintojen tuottavuuden kehitys laahaa huomattavasti tehdasteollisuuden tuottavuuden jäljessä. Rakentamisen laatuun kohdistetaan edelleen huomattavassa määrin kritiikkiä. Yhtenä syynä näihin ongelmiin on usein tuotu esiin rakentamises- sa vallitseva heikko tuotannonohjauksen taso.

Rakentamisen tuotannonohjauksen opetus on paljolti perustunut Yhdysvalloissa 1950-luvun lopulla kehitetylle toimintaverkkotekniikalle ja muille projektinhallin- nan menetelmille. 1980-luvulle asti ongelmana oli, että toimintaverkko-ohjelmia voitiin ajaa vain suurissa keskustietokoneissa, joiden käyttöliittymä oli ominaisuuksiltaan vaatimaton. Mikrotietokoneiden käyttöönoton myötä on tuotantosuunnitel- mien laatiminen ja ylläpito toki huomattavasti helpottunut, mutta eri maissa tehdyis- sä tutkimuksissa on havaittu että silloinkin, kun työmaan kokonaisaikataulu on huo- lallisesti laadittu, lyhyen aikavälin tuotannon hallinta tuottaa suuria vaikeuksia. On havaittu viitteitä myös siitä, että projektinhallintaohjelmistojen helppokäyttöisyys on johtanut tuotannonohjauksen sisällöllisen taidon rapautumiseen.

Ratkaisua tähän rakennustuotannon hallinnan ongelmaan on etsitty usealta suunnal- ta. Ns. vinoviiva-aikataulut on otettu käyttöön toimintaverkkoja helpompana suunnittelumenetelmänä. Tehtäväsuunnittelun (Junnonen 1996, Särkilähti & Kiiras 1997, Kankainen ym. 1998, Koskenvesa & Pussinen 1999) tavoitteena on ollut yksittäisten tehtävien suunnittelun tason parantaminen.

Lean Construction -tutkijayhteisön piirissä on 1990-luvun alusta lähtien kehitelty tuotannonohjauksen menetelmiä uudelta pohjalta. Alun pitäen tarkoituksena oli saada työmaan viikkosuunnitelman toteutus hallintaan. Menetelmäkokeilujen tul- kinta on johtanut uuden teoreettisen pohjan hahmottumiseen työmaan tuotannonoh- jaukseen yleensä. Tämä uusi pohja on puolestaan myötävaikuttanut alkuperäisten menetelmien tarkentumiseen ja yleistämiseen.

Tässä julkaisussa tehdään selkoa työmaan tuotannonohjauksen uudesta teoreettisesta pohjasta, sille perustuvasta Last Planner -menetelmästä sekä menetelmän käyttöö- ottokokeilun tuloksista. Julkaisussa esitetään myös ehdotuksia tutkimus- ja kehitys- työn jatkamiseksi.

2. Last Planner -menetelmä

2.1 Menetelmän pääpiirteet

Last Planner -menetelmä keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Viikkosuunnitelman laatiminen ja valvonta on sen keskeinen elementti. Viikkosuunnitelmaan hyväksytään vain tehtäviä, joiden kaikkia aloitusedellytykset ovat kunnossa. Pyritään siihen, että kunkin tehtävän vastuuhenkilö sitoutuu tehtävän suorittamiseen suunnitellusti. Seurataan viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisastetta ja selvitetään syyt tehtävien toteutumatta jäämiseen. Syihin vaikuttamalla tavoitellaan viikkosuunnitelman toteutumistasteen kohoamista. Yhtenä osana Last Planner -menetelmää on rullaava valmisteleva suunnittelu, jonka keskeisenä tarkoituksena on varmistaa viikkotehtävien aloitusedellytykset 4–6 viikon tähtäyksellä. Tavoitteena on ylläpitää riittävä varanto aloituskelpoisia viikkotehtäviä. Rakentamisvaiheikataulu pyritään tekemään yhteistyössä eri töiden vastuuhenkilöiden välillä.

2.2 Alkuperä ja kehitys

Last Planner on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty menetelmä rakentamisen tuotannonohjaukseen (Ballard 1994). Sen lähtökohtana oli huomio, jonka mukaan normaalisti vain noin puolet viikkosuunnitelman tehtävistä saadaan kyseisen viikon aikana toteutetuksi (Ballard & Howell 2003). Menetelmää kehitettiin iteratiivisesti rakennushankkeissa suoritettujen kokeilujen puitteissa, ja vuoteen 1996 mennessä menettelyn keskeiset osat olivat muotoutuneet (Ballard & Howell 1998, Ballard ym. 1996, Ballard 2000). Menetelmä on otettu käyttöön Yhdysvaltojen lisäksi Brasiliassa (Conte 2002, Soares ym. 2002), Chilessä (Alarcón & Cruz 1997, Alarcón ym. 2002), Perussa (Ballard & Howell 2003), Englannissa (Townsend ym. 1999), Tanskassa (Bertelsen & Koskela 2002) ja muissa maissa. Myös Suomessa on tehty pienimuotoisia kokeiluja (Kähkönen ym. 2002). Last Planner -menetelmän käyttöala on laajentunut rakennustyömaan ohjauksesta myös rakennussuunnittelun ohjaukseen (Koskela ym. 1997, Miles 1998, Ballard 2002).

Last Planner -menetelmän kehitystyötä on suunnattu myös laajennuksiin työturvallisuuden (Saurin ym. 2002) ja laadun (Marosszeky ym. 2002) huomioonottamiseksi. Myös tietoteknisiä ratkaisuja (Choo & Tommelein 2001) ja menetelmän käyttöön valmentava peli (Nielsen & Kristensen 2002) on kehitetty.

Kansainvälisessä tutkijayhteisössä käynnistyi nopeasti myös Last Planner -menetelmän teoreettiseen selittämiseen tähtäävä työ (Koskela 1999, Vrijhoef ym. 2001, Koskela & Howell 2002a). Tällöin on päädytty siihen, että Last Planner -menettely perustuu uudelle, laveammalle teoriapohjalle verrattuna perinteiseen projektinjohtamiseen. Last Planner -menetelmästä virinnyt tutkimustyö onkin johtanut näkemykseen projektinjohtamisen periaatteiden, menetelmien ja käytäntöjen perusluonteisesta uudistamistarpeesta (Koskela & Howell 2002b, Koskela ym. 2002, Ballard ym. 2002).

2.3 Perinteinen työmaan tuotannonohjaus

Last Planner menetelmän taustalla on ajatus, että perinteinen tuotannonohjaus ei ole kyennyt vastaamaan työmaan tuotantotilanteen asettamaan haasteeseen. Tällöin perinteisellä tuotannonohjauksella tarkoitetaan Yhdysvalloista 1960-luvulta lähtien levinnyttä, paljolti toimintaverkon ideaan nojaavaa projektinhallinnan lähestymistapaa, joka on kansainvälisestikin katsoen rakennusteollisuuden yleisesti käyttämä.

Perinteinen tuotannonohjaus lähtee liikkeelle tuotanto-osituksesta (Work Breakdown Structure), joka määrittelee kaiken tehtävän työn ja joka laaditaan ylhäältä-alasperiaatteella. Tuotannonohjauksen lähtökohdaksi laaditaan eritasoisia suunnitelmia, lähtien yleisaikataulusta ja päätyen tehtävä- ja viikkosuunnitelmaan. Tuotannonohjausta leimaa työntöperiaate: suunnitelmat työntävät tuotantokelijöitä työmaalle ja sitten työmaalla tehtävien valmistumista. Alimmalla tasolla viikkosuunnitelmat johdetaan ylemmän tason suunnitelmista, ja näin kaikki suunnitellut tehtävät saadaan – periaatteessa – toteutetuiksi. Hanketta valvotaan vertaamalla ajallista ja kustannustoteutumaa suunniteltoon. Poikkeamia havaittaessa ryhdytään korjaustoimenpiteisiin, joiden tavoitteena on suunnitelman kiinnisaaminen.

Tämän tuotannonohjausmallin on kuitenkin katsottu perustuvan vahvasti idealisoituun näkemykseen tuotannosta yleensä ja eritoten työmaatuotannosta (Koskela 2000, Koskela & Howell 2002b). Yhdeksi ongelmaksi on osoitettu se, että perinteinen tuotannonohjausmalli perustuu puutteelliseen tuotannon käsitteellistämiseen. Tuotanto käsitetään ja hankitaan tehtävinä. Tällöin jää pois huomionkentästä muun muassa se, että tehtävällä on muitakin edellytyksiä kuin edeltävät tehtävät. Se näkemys, että tuotantoa on ohjattava myös virtana, jää sivuseikaksi.

Toinen ongelma liittyy suunnitteluun. Käytännössä yleisaikataulu – johtuen rakentamisen yleisen epävarmuuden korkeasta tasosta – usein vanhenee nopeasti työn kuluessa. Sen päivittäminen on kuitenkin puutteellista. Yhtenä myötävaikuttavana tekijänä on tällöin se, että työmaan tuotannonjohdon aika kuluu siinä määrin erilaisten häiriöiden selvittämisessä, että aikaa jää kovin vähän suunnittelulle tai parantamiselle. Täten ylemmän tason suunnitelmien merkitys vähenee lyhyen aikavälin tuotannosuunnittelun kannalta. Voitaisiin ajatella, että hyvällä lyhyen aikavälin suunnittelulla pystytään kompensoimaan ylempien suunnittelutasojen puutteet. Näin ei kuitenkaan käytännössä tapahdu, sillä perinteisestä tuotannonohjauksesta puuttuu realistinen ja systemaattinen menettely sen osalta, miten laaditaan toteuttamiskelpoinen viikkotason suunnitelma. Siinä oletetaan, että ylemmän tason suunnitelmista johdetut viikkotehtävät voidaan ongelmattomasti toteuttaa. Tämä ei suinkaan ole asian laita: on suuri riski, että tehtävää aloitettaessa tai sen aikana jokin tuotannontekijä puuttuu tai siinä havaitaan ongelmia. Jaafarin (1984) havainnot tuottavuuden kehityksestä rakennustehtävän aikana lienevätkin yleispäteviä (suomennettu lyhentäen):

Aluksi tuottavuus alkoi kohota asteittain (usein liittyen tiettyjen työkalujen tai materiaalien puuttumiseen työtä aloitettaessa, työnjohtajan ohjeiden puuttumiseen tai ammattimiesten puuttumiseen). Vakaa tuottavuuden nousu jatkui, kunnes se keskeytyi ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta, minkä jälkeen seurasi selittämätön aleneminen lopussa, tai usein 10–15 % tehtävästä jäi suorittamatta johtuen eri syistä kuten kiireellisestä työstä muualla tai kaluston rikkoutumisesta.

Kolmas ongelma liittyy viikkosuunnitelman toteutukseen. Perinteisessä tuotannonohjauksessa oletetaan, että tehtävät saadaan toteutetuiksi määräämällä tekijä (tai ilmoittamalla tälle) käynnistämään kulloinenkin tehtävä. Tällöin huomiota ei

kiinnitetä siihen, onko tekijä sitoutunut suunnitelmanmukaiseen toteutukseen tai onko hän ymmärtänyt tehtäväksiannon täydellisesti.

Neljäs ongelma liittyy valvontaan, joka kohdistuu yhtäältä toteutuneiden ja suunniteltujen kustannusten, toisaalta toteutuneen ja suunnitellun aikataulun vertaamiseen. Poikkeamia havaittaessa suoritetaan korjaustoimia, jotta suunnitellulle uralle palattaisiin. Tällainen valvontamekanismi ei pureudu ongelmien syihin.

Seurauksena näistä puutteista on, että työmaat helposti ajautuvat tilanteeseen, jossa tuotantoa ohjataan tilannekohtaisesti ja epäjärjestelmällisesti tai ohjaus jää osittain työryhmien omien päätösten varaan. Järjestelmällisen suunnittelun ja koordinaation hyödyt menetetään. Oppiminen ja jatkuva parantaminen on vähäistä. Väistämättömänä seurauksena on myös tuottavuuden aleneminen.

2.4 Last Planner -menetelmän osat

Seuraavassa kuvataan Last Planner -menetelmän keskeiset osat¹ lähinnä lähteiden (Ballard & Howell 1998, Ballard 2000, Ballard ym. 2002) perusteella.

2.4.1 Viikkosuunnitelma, jossa tehtävien edellytykset varmistettu

Last Planner -menetelmässä on viikkosuunnitelman laatu keskeisellä sijalla. Tällöin laadulla tarkoitetaan sitä, että viikkosuunnitelman kukin tehtävä on

- hyvin määritelty
- työjärjestyksen kannalta tarkoituksenmukainen

¹ Käytännössä nämä osat muokkautuvat ja kehittyvät tilanteen ja soveltamisympäristön mukaan. On myös havaittavissa että edistyneessä käytännössä kehitetään paraikaa aivan uusia osia.

- työmäärän osalta oikein arvioitu
- käytännössä toteutettavissa, ts. kaikki tehtävän edellytykset ovat olemassa.

Asia voidaan ilmaista myös niin, että tehtävää ei saa ottaa viikkosuunnitelmaan, ellei ole riittävää varmuutta sen edellytysten olemassaolosta tehtävää käynnistettäessä.

2.4.2 Osapuolten sitoutuminen viikkosuunnitelman tehtävien läpivientiin

Tavoitteena on, että viikkosuunnitelma laaditaan palaverissa, jossa ovat läsnä kaikki mestarit ja mielellään kaikkien työryhmien edustajat. Kukin suunniteltu tehtävä otetaan viikkosuunnitelmaan ainoastaan sillä edellytyksellä, että tehtävän vastuuhenkilö katsoo voivansa luvata sen toteutumisen (Macomber 2001).

2.4.3 Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisen tarkistaminen

Viikon lopussa tarkistetaan, onko viikkosuunnitelman tehtävät saatu toteutetuiksi. Viikkosuunnitelman toteutumista mitataan ns. PPC-luvulla, joka osoittaa, kuinka suuri prosentuaalinen osa viikkosuunnitelman tehtävistä saatiin kokonaisuudessaan tehdyksi kyseessä olevan viikon aikana. Tällöin melkein kokonaankin suoritettujen tehtävien osalta katsotaan, että se on jäänyt toteutumatta suunnitelman mukaisesti. Mitä suurempi PPC, sitä korkeampi tuottavuus.

Nyrkkisääntönä voidaan sanoa että rakennustyömaan ohjauksessa alle 60 %:n PPC edustaa huonoa suoritustasoa, yli 80 %:n PPC edustaa hyvää suoritustasoa ja yli 85 %:n PPC erinomaista suoritustasoa (Howell & Macomber 2002).

2.4.4 Järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu, jossa luodaan seuraavien viikkojen tehtäville edellytykset

Valmistelevaksi suunnitteluksi (*lookahead planning*) kutsutaan 4–6 viikon tähtäyksellä tapahtuvaa rullaavaa suunnittelua, jonka tavoitteena erityisesti on varmistaa tämän aikavälin puitteissa toteutukseen tulevien tehtävien aloitusedellytykset. Kyse on imuohjauksesta: piirustuksien, materiaalien, kaluston jne. olemassaolo tai saatavuus varmistetaan aktiivisesti.

2.4.5 Tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selvittäminen

Mikäli jotakin tehtävää ei ole saatu toteutetuksi suunnitelman mukaisesti, sen vastuuhenkilöltä selvitetään syy toteutumatta jäämiseen. Syyt ryhmitellään tarkoituksenmukaisella tavalla, ja niiden esiintymisestä pidetään tilastoa. Useamman viikon seurannan tuloksena saadaan hyvä ja luotettava tietopohja tuotannon ongelmista.

2.4.6 Vaikuttaminen syihin

Kun syyt tehtävien toteutumatta jäämiseen on saatu selville edellä kuvatulla tavalla, ne voidaan ottaa yhteisen kehittämisen lähtökohdaksi – ei tarvitse turvautua mututietoon. Tällöin pyritään vaikuttamaan useimmin esiintyviin syihin yhteistyössä niiden osapuolten kanssa, jotka voivat asiaan myötävaikuttaa. Tavoitteena on saada PPC-lukua aikaa myöten nostetuksi.

2.4.7 Osapuolten yhteinen rakentamisvaihesuunnittelu

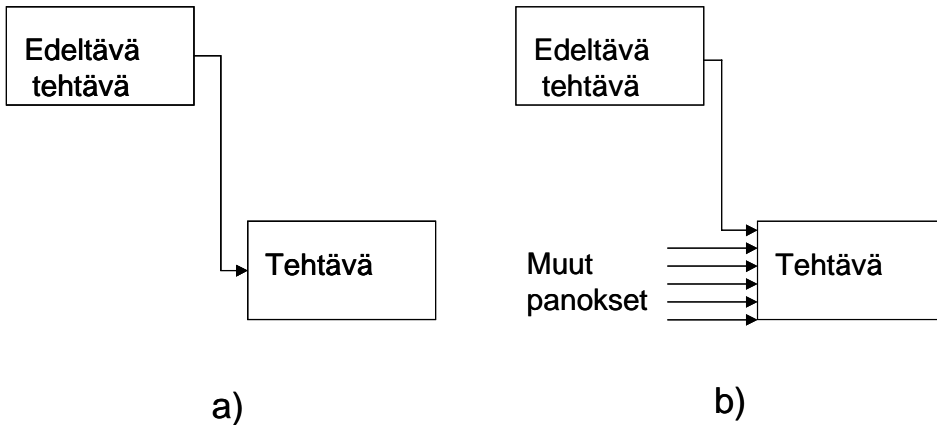
Rakentamisvaihesuunnittelu pyritään tekemään yhteistyössä eri töiden vastuuhenkilöiden välillä. Tehtävien paras toteuttamisjärjestys valitaan yhteisesti. Kukin osapuoli ilmaisee sen nettoajan, jonka puitteissa se voi toteuttaa omat tehtävänsä. Aikapuskurit sijoitetaan yhteisellä päätöksellä häiriöherkimpien tehtävien yhteyteen.

2.5 Teorettinen perustelu

Teorettisessa katsannossa Last Planner -järjestelmään sisältyy useita uutuuksia. Ensinnäkin tehtäväsuuntautunut lähestymistapa yhdistetään virtasuuntautuneeseen lähestymistapaan, jonka puitteissa määrätietoisesti pyritään vähentämään epävarmuutta ja torjumaan sen haitat. Toiseksi tavanomaisesta yleisaikataulun avulla toteutettavasta työntöohjauksesta siirrytään työmaan tilanteeseen perustuvaan imuohjaukseen. Kolmanneksi pyritään aikaansaamaan tekijöiden sitoutuminen suunnitellun tehtävän toteuttamiseen, jolloin eri osapuolten keskinäinen luottamus kohoaa. Neljänneksi yhdennetään ohjaus ja parantaminen: ohjauksessa ilmenevät puutteet otetaan välittömästi parantamiskohteiksi. Seuraavassa luodaan tiivis katsaus näihin kysymyksiin, joita on laajemmin tarkasteltu lähteissä (Koskela 1999, Koskela 2000, Koskela & Howell 2002a, Koskela & Howell 2002b).

2.5.1 Työmaatuotannon luonne virtana

Millaisia vaatimuksia työmaan tuotantotilanne asettaa tuotannonohjaukselle? Tähän kysymykseen vastaamiseksi on välttämätöntä tarkastella rakentamista virtasuuntautuneesti, eikä ainoastaan tehtäväsuuntautuneesti (kuva 1). Tehtäväsuuntautuneessa tarkastelussa tuotanto nähdään tehtävinä, joiden välillä on riippuvuuksia. Virtasuuntautuneessa tarkastelussa taas keskiössä ovat materiaali- ja tietovirrat, jolloin myös kukin tehtävä nähdään osana tällaisia virtoja. Tehtävän käynnistyskelpoisuutta koskeva päätössääntö on erilainen näissä kahdessa tarkastelutavassa. Tehtäväsuuntautuneessa tarkastelutavassa tehtävä katsotaan käynnistyskelpoiseksi (toimintaverkossa sitä) edeltävän tehtävän valmistuttua. Virtasuuntautuneessa tarkastelutavassa tehtävä on käynnistyskelpoinen, kun kaikki panokset ovat olemassa.



Kuva 1. Tehtäväsuuntautuneessa tarkastelutavassa (a), esim. toimintaverkossa, huomio kiinnitetään tehtävien väliin riippuvuuksiin. Virtasuuntautuneessa tarkastelutavassa (b) tarkastellaan kaikkia panosvirtoja tehtävään.

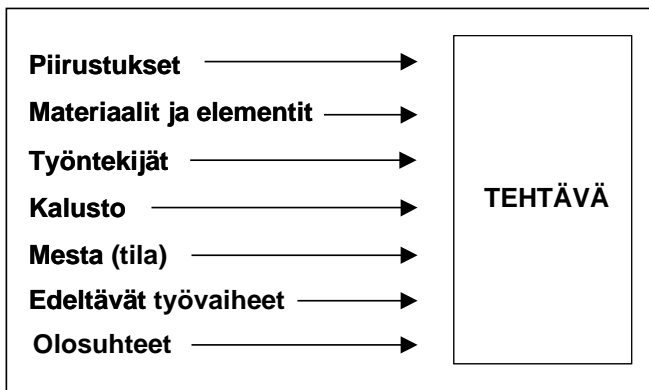
Virtasuuntautuneen tarkastelun keskeisiä piirteitä on myös epävarmuuden nimellinen huomioonotto. Virtasuuntautuneen tuotannonohjausteorian peruslakeja on, että ellei tuotannollisen virran vaihtelevuutta voida vähentää, sen seuraukset joudutaan maksamaan läpimenoajan pitenemisenä, ylimääräisenä kapasiteettina tai menetettynä tuotantona (Hopp & Spearman 1996). Tällöin käsite *vaihtelevuus* (*variability*) viittaa satunnaiseen (ts. ennustamattomaan) vaihteluun panosten saapumisessa työasemille² ja tehtävien kestossa.

Työmaatuotannossa on tavallisesti kyse kokoonpanosta. Kuvassa 2 esitetään työmaan tehtävän (esim. päivätehtävän) suorittamisen edellytykset. Ainakin seitsemän panos- (tai olosuhde)virtaa yhdistyy tehtävässä muodostaakseen lopputuloksen.

Kokoonpanotehtävät ovat luontaisesti herkkiä panosvirtojen vaihtelevuudelle. Jos oletetaan, että 5 %:n todennäköisyydellä kussakin seitsemässä panosvirrassa esiintyy poikkeama tehtävän kuluessa, niin tällöin todennäköisyys sille, ettei

² Rakentamisessa työryhmä kalustoineen muodostaa työaseman.

missään virrassa esiinny poikkeamaa on $0,95^7 \approx 0,70$. Sen todennäköisyys, että kokoonpanotehtävän aikana esiintyy panosvirroissa poikkeama, on siten noin 30 %. Kokoonpanotehtävän yksittäisten panosvirtojen pienikin vaihtelevuus aiheuttaa siten huomattavan häiriöherkkyyden.



Kuva 2. Rakentamistehtävän edellytykset.

Kokoonpanoluonteisen tuotannon ohjaus siten, että työryhmällä olisi koko ajan panoksia suunniteltujen tehtävien suorittamiseen, on perusluonteisesti vaikeaa, ellei sitten tuotannon vaihtelevuus ole hyvin vähäistä. Keskeisiksi kysymyksiksi nousevat työmaatuotannon osalta seuraavat: Miten paljon tehtävien panosvirroissa on vaihtelevuutta? Miten paljon tehtävien kestoissa on vaihtelevuutta?

2.5.1.1 Miten paljon tehtävien panosvirroissa on vaihtelevuutta?

Käytännöllisesti katsoen kaikki rakentamistehtävän panosvirrat ovat luontaisesti epävarmoja. Syitä tähän asiantilaan on useita: rakentaminen on prototyypituotantoa; rakennushankkeen organisaatio on tilapäinen; tuotanto tapahtuu työmaalla tilapäisissä olosuhteissa, alttiina luonnon elementeille; rakentamisessa voivat sekä osat että työasemat kasautua.

Sarjatuotannossa prototyypituotannon tarkoituksena on löytää ja korjata tuotaja tuotantosuunnitelmien virheet. Rakennustuotanto on yleensä luonteeltaan prototyypituotantoa: rakennetaan yksi kappale tuotetta, joka sarjatuotannon tapauksessa olisi prototyyppi. Empiiriset havainnot tukevat tätä väitettä. Tutkit-

taessa työmaalla esiintyvien poikkeamien syytä on havaittu, että rakennussuunnittelu ja tuotannonohjaus ovat merkittävimmät poikkeamien syyt. Tämä rakentamisen prototyypilunne lisää etenkin piirustuksiin ja materiaaleihin liittyvien panosvirtojen vaihtelevuutta.

Työntekijät ja kalusto on erikseen hankittava työmaalle. Työntekijät kuuluvat usein toiseen organisaatioon, aliurakoitsijan tapauksessa. Nämä seikat lisäävät työntekijöihin ja kalustoon liittyvien panosvirtojen vaihtelevuutta.

Niin tehdasteollisuudessa kuin rakentamisessakin on perinteisesti varauduttu panosvirtojen epävarmuuteen työasemia edeltävien osavarastojen avulla (esimerkiksi kipsilevyniput plaanilla). Rakentamisessa esiintyy myös toinen, sille ominainen menettely seurauksena epävarmuudesta. Toisin kuin yleensä valmistavassa teollisuudessa, työmaalla liikkuu työasema paikasta toiseen. Tällöin yhtä osaa (osaksi voidaan tulkita myös huone) voi usea työasema työstää samaan aikaan, kuitenkin tuottavuus on tällöin yleensä alempi työasemien keskinäisten häiriöiden takia. Rakentamisessa voivat siis sekä osat että työasemat kasautua. Kumpikin ilmiö lisää mestaan (tilaan) liittyvän panosvirran vaihtelevuutta.

Tehtävän olosuhteisiin (esimerkiksi pakkaneen, sade, tuuli) liittyy luontaisesti vaihtelevuutta.

2.5.1.2 Miten paljon tehtävien kestoissa on vaihtelevuutta?

Rakentamisen luonteeseen kuuluu siis häiriöiden esiintyminen tehtävän panosvirroissa. Nämä häiriöt eivät kuitenkaan läheskään aina johda aloituksen lykäämiseen tai täydelliseen keskeytymiseen. On luonnollista, että kun työryhmä on työmaalla, pyritään työtä tekemään tai jatkamaan vaikka kaikkia (tai parhaita mahdollisia) edellytyksiä ei olisikaan olemassa. Rakennustyötä tehdään siten usein epäedullisissa oloissa: ruuhkaisissa työpisteissä, epäedullisessa järjestyksessä, välillä lopettaen ja uudestaan aloittaen, ilman parasta mahdollista kalustoa tai materiaaleja etsien.

Nämä epäedulliset olot kuitenkin yleensä vähentävät tuottavuutta ja lisäävät tehtävän kestoja. Tutkimuksissa on havaittu, että verraten lyhyetkin keskeytykset työhön aiheuttavat huomattavia kerrannaisvaikutuksia. Keskeytykset (yli viisi

toista minuuttia) vähentävät tuottavuutta sinä muuna aikana, kun työtä tehdään työpäivän kuluessa, 20–35 % (Horner ja muut 1998). Viikkotasolla yksi sellainen päivä, jolloin työnteko on jostakin syystä häiriintynyt, vähentää työsaavutusta 9 %:lla (Thomas & Oloufa 1995).

Vaihtelevuutta tehtävien kestoon aiheuttaa myös rakennustyön luonne paljolti manuaalisena työnä, jonka työsaavutukset vaihtelevat luontaisesti jonkin verran päivittäin.

Vaihtelevuutta tehtävän kestoon aiheuttavat siis panosvirtojen häiriöt sinänsä, työskentely epäedullisissa oloissa sekä rakennustyön luonne manuaalisena työnä. Näiden seikkojen yhteisvaikutuksesta tehtävien keston vaihtelevuus on verraten korkealla tasolla. Yksittäisen tehtävän keston vaihtelevuus, kun tehtävän tulos on panoksena seuraavalle tehtävälle, lisää puolestaan seuraavan tehtävän panosvirran vaihtelevuutta.

2.5.1.3 Johtopäätökset

Tarkastelujen tuloksena voidaan todeta, että tuotannonohjauksen tilanne on rakentamisessa haastava: panosvirtoihin liittyy verraten suuri vaihtelevuus samalla kun tehtävät kokoonpanoluonteensa vuoksi ovat herkkiä panosvirtojen vaihtelevuudelle. Tilanteesta seurauksena oleva tehtävän keston vaihtelevuus lisää edelleen, edeltävän tehtävän valmistumisen vaihtelevuutena, myöhempien tehtävien panosvirran vaihtelevuutta. Tuotannonohjausjärjestelmän eri osien muotoilussa joudutaankin kiinnittämään huomiota kolmeen kysymykseen:

1. Miten suojataan tehtäviä panosvirtojen vaihtelevuudelta?
2. Miten vähennetään panosvirtojen vaihtelevuutta?
3. Miten vähennetään erityisesti tehtävien kestojen vaihtelevuutta?

Seuraavista jaksoista käy ilmi, miten Last Planner -menetelmän eri piirteet kohdistuvat näihin kysymyksiin.

2.5.2 Miten tuotantoa tulisi suunnitella ja ohjata?

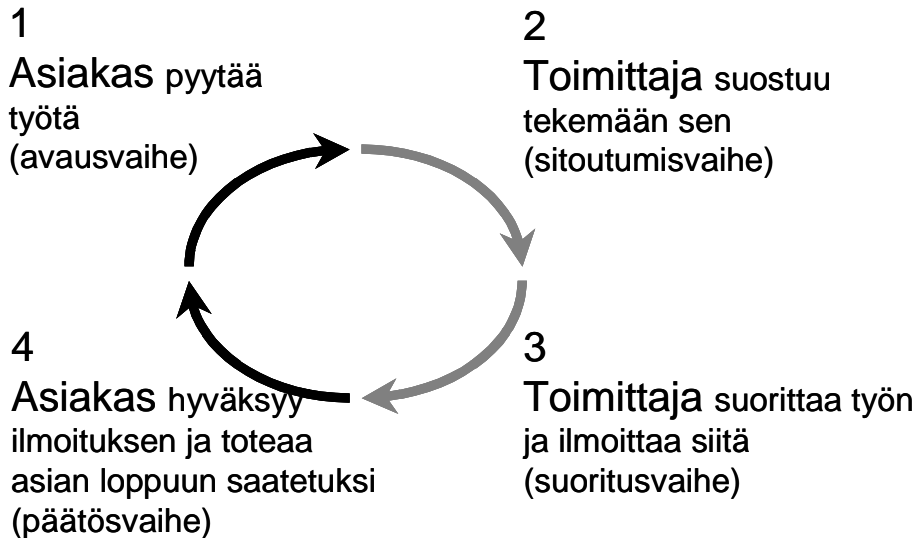
Tuotannon ohjaus viittaa siihen, millä periaatteella siirretään materiaalia ja väli-tuotteita työasemalle tai työasemien välillä ja valitaan tehtävät kullekin työase-malle. Tässä tarkastellaan tuotannon ohjausta ainoastaan lyhyen aikavälin näkö-kulmasta.

Kuten edellä on todettu, suurin osa työmaan tehtävistä on ns. kokoonpanotehtä-viä, joihin yhdistyvät useat panosvirrat. Tuotannonohjauksen teoria (Huang & Kusiak 1998) suosittelee, että panokset siirretään tällaiseen tehtävään imuoh-jauksella (eikä työntöohjauksella) kaikkien tarvittavien panosten saatavilla olon todennäköisyyden lisäämiseksi. Tämä vastaa Last Planner -menettelyn valmis-televaa suunnittelua.

Last Planner -menettelyssä otetaan huomioon se, mitä tehtäviä ylempien suun-nittelutasojen näkökulmasta *pitäisi* tehdä tarkasteltavalla jaksolla, mutta työase-mille osoitetaan kuitenkin vain sellaisia tehtäviä, jotka *voidaan* tehdä, ts. kaikki tehtävän edellytykset ovat kunnossa. Tämäkin piirre suojelee tehtäviä panos-virtojen häiriöiltä. Toisaalta se myös luo paineen varmistaa tehtävien aloitus-edellytykset valmistelevalle suunnittelun puitteissa, jotta tehtävät voidaan käyn-nistää aikataulun mukaisesti.

2.5.3 Miten suunnitellut tehtävät saadaan toteutetuksi?

Winograd ja Flores (1986) ovat esittäneet kieli/toiminta -näkökulmaksi (*langu-age/action perspective*) kutsutun teorian siitä, miten työtä koordinoidaan organi-saatioissa. Heidän mukaansa koordinaatio koostuu sitoumusten antamisesta ja pitämisestä. Kutsuttakoon työn teettäjää asiakkaaksi ja työn tekijää toimittajaksi. Kyse on kehästä, joka alkaa sillä, että asiakas pyytää tiettyä työtä tehtäväksi (Kuva 3). Toimittaja suostuu tekemään työn (ts. sitoutuu tekemään), mutta saat-taa sitä ennen ehdottaa työhön tai sen ehtoihin muutoksia, joista neuvotellaan osapuolten välillä. Toimittaja suorittaa työn ja ilmoittaa sen valmistumisesta. Asiakas joko hyväksyy ilmoituksen tai toteaa, että työ ei vastaa sovittua, jolloin asia palautuu toimittajalle.



Kuva 3. Kieli/toiminta -näkökulman mukainen työn koordinaatio (yksinkertaistettu kuvaus) (Medina-Mora ym. 1992).

Winogradin ja Floresin esittämä teoria painottaa kaksisuuntaista viestintää. Tärkeänä viestinnän ainesosana on sen varmistaminen, että asiakas ja toimittaja ymmärtävät työn samalla tavalla ja että kaikki työn panokset ovat olemassa. Keskeinen elementti teoriassa on sitoutuminen – lupaus työn suorittamisesta. Teorian taustalla on ajatus, että jos jokin askel tästä menettelystä jää suorittamatta, tehokas koordinaatio vaarantuu.

Last Planner -järjestelmään sisältyvä jäsentynyt keskustelu viikkosuunnitelman tehtävistä ja niiden toteutumisesta vastaa paljolti rakenteeltaan kieli/toiminta -näkökulman esittämää mallia. Tällainen keskustelu on omiaan vähentämään tehtävien keston vaihtelevuutta.

2.5.4 Miten tuotantoa tulisi valvoa?

Perinteisestä projektijohtamisesta puuttuu tehtävätaoisen valvonnan teoria. Tällainen teoria on kuitenkin ollut olemassa jo pitkään. Shewhart esitti 1930-luvulla laatutoiminnan osaksi menettelyä, joka koostui alun perin laadunvalvonnan kolmesta vaiheesta: määrittely, tuotanto ja tarkastus (Shewhart & Deming

1939). Nämä tulkittiin tieteellisen metodin mukaisesti hypoteesin laatimiseksi, kokeen suorittamiseksi ja hypoteesin testaamiseksi koetulosten perusteella. Menettely on myöhemmin, hieman muuntuneessa muodossa, tullut tunnetuksi nimellä Demingin kehä (*Deming circle*).

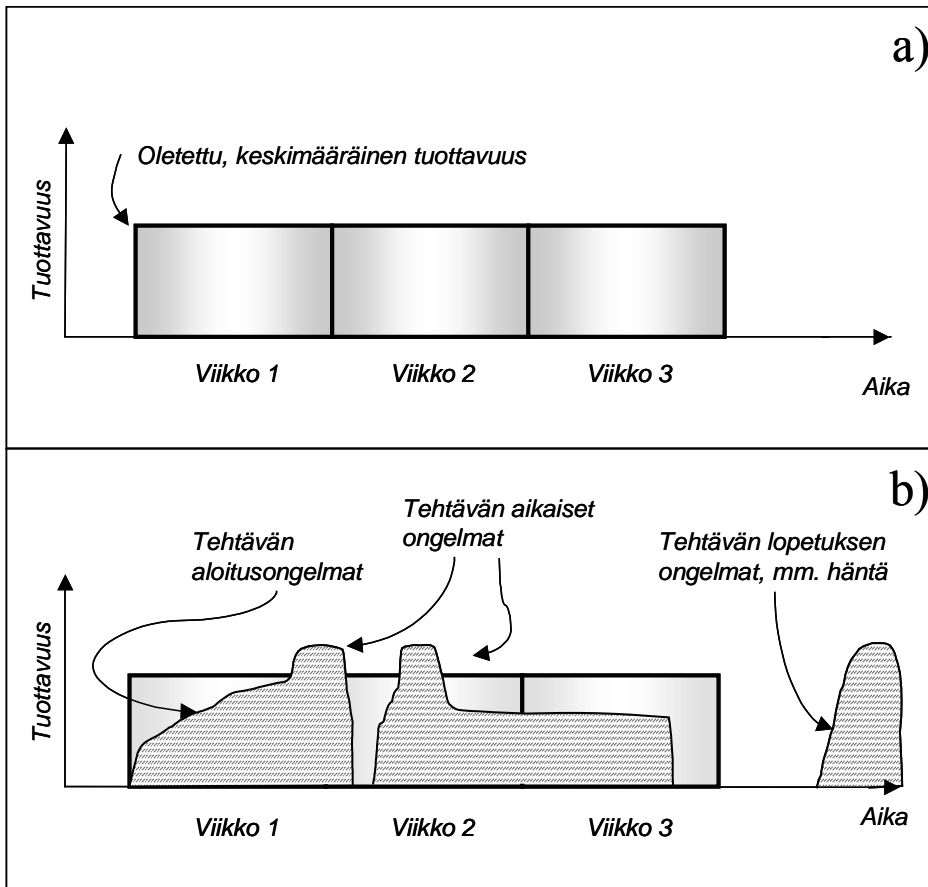
Tämä menettely on ns. Toyotan tuotantojärjestelmässä yleistetty kaikkiin tuotantotoimintoihin (Spear & Bowen 1999). Kun jokainen tehtävä on standardoitu, on olemassa hypoteesi, jota voidaan testata aina kun kyseinen tehtävä suoritetaan. Tuotanto muuttuu oppimislaboratorioksi, jonka tarkoituksena on selvittää, ovatko kulloisetkin käsitykset parhaista menettelytavoista oikeita, ja jos eivät, miten menettelytapoja tulisi tarkistaa.

Työmaan johtamisessa kyse on siitä, että kutakin toimeksi annettua tehtävää pidetään hypoteesina, jonka oikeellisuutta testataan. Tämä vastaa Last Planner -menettelyn tehtävän toteutumatta jäämisen syyn selvittämistä. Tällaisten syiden poistaminen johtaa aikaa myöten sekä panosvirtojen että tehtävien keston vaihtelevuuden vähentymiseen.

2.5.5 Kokoava tarkastelu

Last Planner -menettelyn teoriapohja voidaan tiivistetysti esittää tarkastelemalla yhtä rakentamistehtävää. Kuten aiemmin on todettu, perinteinen tuotannonohjausmenettely johtaa kolmeen ongelmaan (kuva 4): (1) ongelmat tehtävää aloitettaessa, (2) tehtävän kuluessa ilmaantuvat häiriöt, jotka aiheuttavat lyhyitä katkoja tai tuottavuuden alentumista, ja (3) tehtävän keskeytyminen, jolloin jäljelle jäävä tehtävähäntä jää myöhemmin toteutettavaksi³. Last Planner -menettely pyrkii eri vaikutuskeinoin poistamaan nämä kolme ongelmaa.

³ Tällainen tehtävähäntä toteutetaan usein vähän ennen rakennuksen luovutusta, näennäisen hyvällä tehokkuudella. Tällainen "riihtaaisu" on kuitenkin laadun ja työturvallisuuden kannalta ongelmallinen.



Kuva 4. a) Perinteiseen tuotannonohjaukseen sisältyy hiljainen oletus, jonka mukaan tehtävä suoritetaan tasaisella tuottavuudella. b) Tosiasiallinen tuottavuus vaihtelee: kohdataan aloitusongelmia, tehtävän aikaisia ongelmia sekä lopetuksen ongelmia. Nämä ongelmat johtavat tuottavuuden alenemiseen, laadun ja työturvallisuuden heikkenemiseen ja muihin haittoihin.

2.5.5.1 Ongelmat tehtävää aloitettaessa

Tehtävän aloitukseen liittyvät ongelmat pyritään poistamaan kolmella tavalla. Ensinnäkin tehtävä hyväksytään aloitettavaksi vain, jos kaikki edellytykset sen toteuttamiselle ovat tietävästi olemassa. Toiseksi valmisteleavassa suunnittelussa luodaan aktiivisesti näitä edellytyksiä tulevien viikkojen tehtäville. Kolmanneksi menetelmään sisältyvä jatkuva parantaminen, tehtävän toteutumatta jäämisen

syiden tutkiminen ja niihin vaikuttaminen, osaltaan poistaa aloitusongelmia pitemmällä aikavälillä.

2.5.5.2 Ongelmat tehtävän kuluessa

Tehtävän kuluessa esiintyvien ongelmien torjuntaan myötävaikuttaa ensinnäkin Last Planner -menettelyssä toteutuva pitempiaikaisten tehtävien jakaminen viikkotehtäviin. Tällöin edellytykset varmistetaan viikoittain, ei pelkästään aloitettaessa työtä.

Toiseksi tehtävän kuluessa esiintyvien ongelmien torjuntaan myötävaikuttaa Last Planner -menettely kokonaisuudessaan. Siinä suunnitellaan kaikki viikon aikana tapahtuvat työt, joten suunnittelemtomia, mutta viikon kuluessa tarpeellisiksi havaittavia töitä, jotka häiritisivät suunniteltuja töitä, ilmaantuu vähän. Etenkin kun PPC-luku aikaa myöten kohoaa, vastaa viikkosuunnitelma kohtuullisen hyvin toteutuvaa tekemistä.

2.5.5.3 Ongelmat tehtävän loppuunsaattamisessa

Tehtävän loppuunsaattamisessa esiintyvien ongelmien osalta vaikuttavat ensinnäkin kaikki edellä mainitut tehtävän aikaisiin ongelmiin kohdistuvat mekanismit. Saattaahan tehtävän aikainen ongelma pahimmillaan keskeyttää tehtävän tekemisen kokonaan kyseiseltä viikolta. Suoranaisesti tehtävän loppuunsaattamisen varmistamiseen tähtää pyrkimys aikaansaada sitoutuminen viikkotason tehtävän toteuttamiseen sekä tehtävien toteutumisen seuranta.

2.6 Hyödyt

Teoreettisesti Last Planner -menetelmästä koituu hyötyjä tuottavuuden, keston, työturvallisuuden, laadun, työmaan ilmapiirin sekä parantamisen ja kehittämistoiminnan osalta. Empiiriset havainnot tukevat useimpia näistä hyötytyypeistä, vaikkakin tutkimuksia on tehty vielä melko niukasti. Seuraavassa esitetään teoreettinen selitys kullekin hyötytyypille ja vastaavat empiiriset havainnot.

2.6.1.1 Tuottavuus

Last Plannerin tuottavuutta kohottava vaikutus perustuu pääosin siihen, että kukaan tehtävä päästään sujuvasti aloittamaan, kun kaikki edellytykset ovat kunnossa⁴. Aiempaa suurempi osuus tekemisestä viikon aikana on suunniteltua, joten suunnittelemtoman, improvisoidun tekemisen osuus pienenee. Tehtävät saadaan useammin yhdellä rupeamalla valmiiksi – tuottavuutta alentavia häntiä ei jää (tai ainakin niitä jää aiempaa vähemmän).

Toisen vaikutusmekanismin muodostaa menettelyyn sisältyvä viikkotason tavoitteenasettelu ja palaute. Tavoitteenasettelun ja palautteen tiedetään yleensä parantavan suoritustasoa (Locke 1968, Erez 1977).

Tutkimuksissa on alustavasti havaittu, että kun viikkosuunnitelman toteutumistasetta kohotetaan Last Planner -menetelmän avulla 50 %:sta 65–70 %:iin, tuottavuus kohoaa keskimäärin 30 % (vaihteluväli 10 %:sta yli 40 %:iin) (Ballard 2000). Amerikkalaisen LVI-alan urakoitsijan kokeilussa saavutettiin 10 %:n tuottavuuden nousu (Teston 1998). Myös tanskalaisen rakennusyrityksen suorittamissa kokeiluissa on kerrottu saavutetun 10 %:n tuottavuuden kohoaminen (Bertelsen & Koskela 2002).

Tukea antavat myös eräät tutkimukset, joissa ei käytetty Last Planner -menetelmää sinänsä, mutta joissa tutkitut menettelyt sisältyvät Last Planneriin. Lyhyen aikavälin tavoitteenasettelun myönteinen tuottavuusvaikutus on todettu amerikkalaisessa työmaakokeilussa (Hadavi & Krizek 1994). Hornerin ym. (1998) tutkimuksessa parannetun lyhyen tähtäyksen suunnittelun todettiin lisäävän tuottavuutta 20 %. Samassa tutkimuksessa havaittiin selkeän tavoitteenasettelun ja palautteen suorituksesta lisäävän edelleen jonkin verran tuottavuutta. Lyhyen aikavälin tavoitteita ja palautetta on käytetty menestyksellisesti myös turvallisuustason kohottamiseen (Laitinen & Ruohomäki 1996) sekä jätteen vähentämisen ja kierrätyksen edistämiseen (Lingard ym. 2001) työmaalla.

⁴ Valmisteleavan suunnittelun poisjäännin on havaittu vaikuttavan selvästi PPC-lukuihin niitä alentavasti (Fiallo & Revelo 2002).

2.6.1.2 Kesto

Last Planner -menetelmän käyttö johtaa tuotannon ennustettavuuden kasvuun. Tällöin peräkkäisten tehtävien aloitusväliä voidaan lyhentää, mikä johtaa rakennusajan lyhenemiseen.

Tanskalaisen rakennusyrityksen suorittamissa kokeiluissa väitetään päästyn 20 %:n nopeutukseen (Baadsgaard 2001). Myös Conte (2002) tuo esiin 20–30 %:n rakennusajan lyhennyksen.

2.6.1.3 Työturvallisuus

Työturvallisuuden osalta kyse on siitä, että entistä suurempi osa työstä voidaan tehdä suunnitelluissa ja suotuisissa olosuhteissa; nykykäytännössähän melkoinen osa viikon aikana tehtävästä työstä on suunnittelematonta ja/tai sitä tehdään epäedullisissa olosuhteissa (selostettu kohdassa 2.5.1.2).

Tanskassa on havaittu työturvallisuuden kohentuneen huomattavasti Last Plannerin käyttöönoton myötä. MT Højgaard -yhtiössä tapaturmataajuuden on havaittu alentuneen Last Plannerin avulla toteutetuissa hankkeissa kolmasosaan verrattuna tavanomaisesti ohjattujen hankkeiden tapaturmataajuuteen (Thomasen 2002). Myös aiemmat tutkimustulokset viittaavat siihen, että hankkeissa jotka ovat työturvallisuuden kannalta hyviä, on hyvä ajallinen suunnittelu ja järjestys (Veteto 1994, Mattila ym. 1994).

2.6.1.4 Laatu

Laadun osalta teoreettinen selitys on yhtäältä sama kuin työturvallisuuden kohdalla: aiempaa suurempi osa tehtävistä voidaan tehdä hallitusti, suunnitelluissa oloissa. Toisen teoreettisen selityksen tarjoaa se, että jos työn tekijä on sitoutunut tekemään työn suunnitelman mukaisesti, laatu on parempi.

Laadun osalta ei empiirisiä havaintoja kuitenkaan ole vielä kertynyt. Epäsuorasti tukea antaa kuitenkin Josephsonin ja Hammarlundin (1996) havainto, jonka mukaan puolet virhekustannuksista ja 60 % virheiden määrästä johtuu puuttavasta sitoutumisesta yksilötasolla.

2.6.1.5 Organisaation muutos

Last Planner -menetelmän eri piirteet, etenkin viikkosuunnitteluun sisältyvä keskustelu ja vaihesuunnitelman yhteinen laatiminen, johtavat luottamukseen perustuvaan yhteistyöilmapiiriin, jossa sitoumusten täyttämiseksi annetaan aiempaa enemmän painoa.

Pappas (1999) kuvaa Last Plannerin käyttöönottoa amerikkalaisella työmaalla; hänen kuvauksestaan käy ilmi, miten ulkoapäin ohjattu käyttäytymismuutos johtaa ensin uuteen ymmärrykseen ja edelleen vapaaehtoiisiin käyttäytymismuutoksiin:

"Vaati paljon vaivaa saada alun pitäen aliurakoitsijat työskentelemään yhdessä. ...Mestarit myönsivät, että he aluksi ajattelivat että hankkeen alussa pidetyt kokoukset, joiden tarkoituksena oli laatia yleisaikataulu imperiaatteella, olivat ajan haaskausta, mutta kun he näkivät järjestelmän toimivan, he kaikki olivat yhtä mieltä siitä että se oli arvokas kokemus. ...Mestarit sanoivat, että tällä työmaalla oli aivan toisenlainen ilmapiiri kuin muilla millä he olivat työskennelleet - aliurakoitsijat keskustelivat keskenään ja koordinoivat töitään. ...Aikataulujen ja suunnitelmien tarkkuus ja luotettavuus olivat hyvin tärkeitä. Parantunut keskusteluyhteys johti tiimityöskentelyyn suuremmassa määrin kuin tyypillisessä tilanteessa, jossa jokainen aliurakoitsija katsoo lähinnä omien etujensa perään – sekä työnjohto- että ammattimiestasolla."

Muuttunut ilmapiiri mahdollistaa muutokset, joiden läpivienti aiemmin olisi ollut mahdotonta tai hankalaa. Howell ja Ballard (1998) kommentoivat:

Yritykset, jotka alkavat ottaa lean construction⁵ -ajatuksia käyttöön, raportoivat yllättävästä ilmiöstä: jokainen muutos luo mahdollisuuden enemmän ja usein suuremmalle parantamiselle. Siten jonkin aikaa näyttää siltä, että mahdollisen muutoksen määrä kasvaa käyttöönoton jokaisella askeleella.

⁵ Lean construction viittaa tässä yhteydessä nimenomaan Last Planner -menettelyyn.

2.6.1.6 Jatkuva parantaminen

Last Planner -menetelmässä selvitetään jatkuvasti viikkosuunnitelman toteutumattomuuden syitä, ja pyritään vaikuttamaan syihin suoritustason parantamiseksi. Jatkuva parantaminen on siten sisäänrakennettu menetelmään.

Yksittäiset havainnot tukevat näkemystä, että menetelmän käyttöönotto myötävaikuttaa jatkuvaan parantamiseen. Esimerkiksi amerikkalaisessa Boldt-rakennusyhtiössä Last Planner -menetelmän käyttöönotto on aktivoinut kunkin hankkeen päättyessä toimeenpantavaa "*Lessons Learnt*" (opitut läksyt) vaihetta (Case: The Boldt Company).

2.6.1.7 Kehittämistyön tulosten käyttöönotto

Last Planner -menetelmään sisältyvä järjestelmällinen tehtävien suunnittelu ja toteutumisen seuranta tarjoaa mahdollisuuden ottaa hallitusti käyttöön muussa (kuin tuotannonohjausta suoranaisesti koskevassa) kehittämistyössä aikaansaatuja tuloksia työmaatasolla, esimerkiksi liittyen työturvallisuuteen tai kestävään kehitykseen.

Myös tältä osin on yksittäisiä havaintoja. Amerikkalainen TDIndustries on liittännyt viikkosuunnitelmaan pakolliseksi osaksi turvallisuusanalyysin (Teston 1999). Myös Brasiliassa on työturvallisuuden suunnittelu ja mittaaminen otettu rinnakkaiseksi prosessiksi Last Planner -prosessin kanssa (Saurin ym. 2002).

2.7 Käyttöönotto

Last Planner -tuotannonohjausmenetelmä on muutaman viime vuoden aikana otettu järjestelmälliseen käyttöön useissa rakennusyrityksissä eri maissa. Myös tutkimuksellisia käyttöönottohankkeita on toteutettu.

2.7.1 Tutkimuksellinen käyttöönottohanke

Chilessä on äskettäin toteutettu Last Planner -käyttöönottotutkimus 12 yrityksessä (Alarcón ym. 2002, Alarcón & Seguel 2002). Käyttöönottoa edistävinä teki-

jöinä havaittiin koulutus, organisointi sekä sisäiset valmentajat. Koulutuksella havaittiin olevan tärkeä merkitys motivoijana. Organisoinnin osalta tärkeäksi havaittiin johdon myötävaikutus, sisäisen työryhmän perustaminen sekä projektin johdon sitoutuminen kokeiluun. Yritysten sisäisten kouluttajien kouluttamisen havaittiin edistävän käyttöönottoa.

Myös esteitä havaittiin. Aikapula havaittiin yhdeksi esteeksi; 40–45 % ajasta kuluu ennakoimattomien ongelmien ratkaisuun. Ensi alkuun menettely opittiin vain lomakkeiden tasolla – ymmärtäminen jäi uupumaan. Osoittautui lähes mahdolltomaksi viedä läpi useita rinnakkaisia kehitysaloitteita samassa rakennusprojektissa. Jos rakennushanke oli jo valmiiksi ongelmallinen, ei Last Planner -menettelykään pystynyt tilannetta muuksi muuttamaan.

Inhimilliset tekijät havaittiin yhdeksi estetyypiksi. Muutosta vastustettiin, koska totutuista tavoista olisi jouduttu luopumaan. Itsekritiikin puute ilmeni siten, että syyt poikkeamiin haluttiin nähdä muissa osapuolissa pikemminkin kuin itsessä. Ensi alkuun oli vaikeaa hahmottaa työmaan tilaa nykyhetken tuolle puolen. PPC tulkittiin usein virheellisesti tehtävien valmiusasteen mittarina.

Kokeilun tuloksena keskimääräinen PPC nousi 53 %:sta 61 %:iin. Suorituskykyparannuksia aikaansaatiin kahdeksassa yrityksessä välillä 5–47 % (ei yhteinäistä mittaustapaa).

Yritysten yhteistyö osoittautui hyödylliseksi: toisten yritysten onnistuminen osoittaa, että oma epäonnistuminen ei johdu välttämättä menetelmästä, vaan omista käyttöönoton puutteista.

2.7.2 Esimerkkejä käyttöönotosta yrityksissä

2.7.2.1 Tanskalainen rakennusyritys⁶

MT Højgaard on Tanskan suurin urakoitsija, työntekijöitä on 6 400. Se on muutamana viime vuoden aikana kehittänyt Last Planner -menetelmän pohjalta oman tuotannonohjauskonseptinsa, jota kutsutaan nimellä TrimByg.

Last Planner -menetelmän käyttöönotto alkoi muutamilla koehankkeilla kokemusten keräämiseksi ja hyötyjen kartoittamiseksi. Kesällä 2002 oli n. 20 Last Planner -menetelmää soveltavaa hanketta toteutettu tai käynnissä. Last Planner -menettely on tällä hetkellä pakollinen yli 3 miljoonan euron projekteissa.

Yritys on perustanut sisäisen ryhmän avustamaan työmaita käyttöönotossa ja menetelmän edelleen kehittämiseksi. Koulutukseen on panostettu paljon: kaikki työnjohtotasolla ja sen yläpuolella olevat (350 henkilöä) on koulutettu yhden päivän kurssilla. Rakennushankkeiden käynnistyessä järjestetään puolen päivän perehdyttämistilaisuus aliurakoitsijoiden työnjohtajille ja nokkamiehille.

Tässä yhteydessä on myös työmaan organisointia kehitetty siten, että työmaan prosessipäällikön ja urakkapäällikön roolit on eriytetty. Työmaan prosessipäällikkö huolehtii tuotannon sujumisesta, työn ja materiaalin tasaisesta virtaamisesta. Sopimuksista ja taloudellisista kysymyksistä taas vastaa urakkapäällikkö.

Seuraavina askelina yrityksessä nähdään uusien periaatteiden vakiinnuttaminen koko yrityksen kulttuuriin sekä yhteistyösuhteiden uudistaminen aliurakoitsijoiden suuntaan; avainsanana on "oppiva yhteistyö".

Hyötyinä on tuotu esiin tuottavuuden nousu noin 10 %:lla, osapuolten taloudellisen tuloksen ja työntekijöiden ansioiden paraneminen 10–20 %:lla sekä työturvallisuuden huomattava koheneminen.

⁶ Kuvaus perustuu seuraaviin lähteisiin: (Baadsgaard 2001, Bertelsen ym. 2001, Bertelsen & Koskela 2002).

2.7.2.2 Brasilialainen rakennusyritys⁷

Kyseessä on keskikokoinen rakennusyritys, joka on keskittynyt teollisuus- ja liikerakentamiseen. Vuoden 2002 kevääseen mennessä Last Planner -pohjaista tuotannonohjausjärjestelmää on sovellettu 15 projektissa.

Uusi tuotannonohjausjärjestelmä on jaettu 14 erilliseen menettelyyn, joita otetaan vähittäin käyttöön. Tuotannonohjauksen rutiini on sisällytetty ISO 9002 -pohjaiseen laatujärjestelmään. Käyttööntovaiheessa keskeisessä roolissa oli kokopäiväinen tuotannonohjauskoordinaattori, joka tuki työmaita menetelmäosaamisen osalta ja myötävaikuttanut käyttöönoton sujuvuuteen.

Yrityksessä oli aiemmin tapana pitää teknisen johtajan johdolla viikoittaiset ongelmanratkaisupalaverit, joissa eri hankkeiden tilannetta käytiin läpi. Nyt nämä tilaisuudet ovat muuttuneet oppimispalavereiksi: niissä esitellään työmaiden PPC-lukuja, tuotannonohjausjärjestelmän eri piirteiden käyttöönottoa jne.

Yrityksen kanssa yhteistyötä tehneiden tutkijoiden havaintojen mukaan uuden tuotannonohjauksen perusideoiden ja käsitteiden ymmärtäminen on avainasemassa, ei niinkään järjestelmän mekaaninen toimiminen.

Keskimääräinen PPC on noussut alkuvaiheen (yhdeksän ensimmäistä hanketta) tasolta 72 % tasolle 77 % (kuusi seuraavaa hanketta) (tosiasiallisesti enemmänkin, koska alkuvaiheessa oli muutama selkeä projekti). Tuotannonohjausjärjestelmä on tuonut hyvää mainetta asiakkaiden keskuudessa.

2.7.2.3 Perulainen rakennusyritys⁸

Graña y Montero on Perun suurin rakennusyritys. Last Planner -menetelmän soveltaminen aloitettiin koehankkeella, jota edelsi intensiivinen koulutus. Koehankkeeseen osallistunut henkilöstö lähetettiin sitten muihin projekteihin ottamaan menetelmää käyttöön. Samanaikaisesti yhtiön toimitusjohtaja laati tekni-

⁷ (Soares ym. 2002).

⁸ Perustuu pääosin lähteeseen (Izquierdo 2002).

selle henkilöstölle kurssin Last Plannerista. Tätä kurssia opetetaan edelleen uudelle henkilöstölle.

Yleisaikataulu laaditaan aiempaan verrattuna huomattavasti kevyemmin: siinä esitetään pääasialliset välitavoitteet ja kokonaisuikataulun soveltuvuus. Painopiste on siirtynyt valmistelemaan suunnitteluun, viikkosuunnitteluun ja päiväsunnitteluunkin. Myös ns. vinoviiva-aikataulutusta sovelletaan runsaasti.

Last Planner -menetelmän vaikutuksia mitattiin muutamassa ensimmäisessä hankkeessa, mutta laajemman käyttöönoton jälkeen ei mittauksia ole katsottu tarvittavan. Toteutuneen katteen on havaittu keskimäärin selvästi ylittävän budjetoidun katteen hankkeissa, joissa Last Planner -menetelmää on sovellettu (Ballard & Howell 2003).

2.7.2.4 Amerikkalainen rakennusyritys⁹

Boldt on vuonna 1889 perustettu, perheomisteinen rakennusyritys, jonka palveluksessa on noin 2 000 henkilöä. Sen pääkonttori on Wisconsinissa, mutta toiminta ulottuu usean osavaltion alueelle. Se on soveltanut parin vuoden ajan laajemmin Last Planner -menetelmää. Käyttöönottoa edelsi kokeellinen soveltaminen pienehkössä hankkeessa. Projektipäälliköt, vastaavat mestarit ja työnjohtajat on koulutettu kaksipäiväisellä kurssilla. Aliurakkasopimukseen kirjataan vaatimus, jonka mukaan aliurakoitsijoiden tulee käyttää Last Planner -menetelmää. Boldt järjestää aliurakoitsijoille tarpeellisen koulutuksen.

Boldt on asettanut PPC-luvun tavoitteeksi 80 %. Jos työmaan keskimääräinen PPC-luku on suunnilleen tällä tasolla tai korkeampi, työmaan katsotaan olevan hallinnassa.

Last Planner -menettelyä on alettu soveltaa myös rakennussuunnitteluvaiheessa. Seuraavaksi kehitysaskeleeksi nähdään Last Planner -menetelmän kanssa yhteensopivan kustannuslaskentajärjestelmän kehittäminen pääkonttorin tarpeisiin.

⁹ Perustuu lähteeseen (Case Boldt 2002).

2.7.2.5 Amerikkalainen LVI-urakoitsija

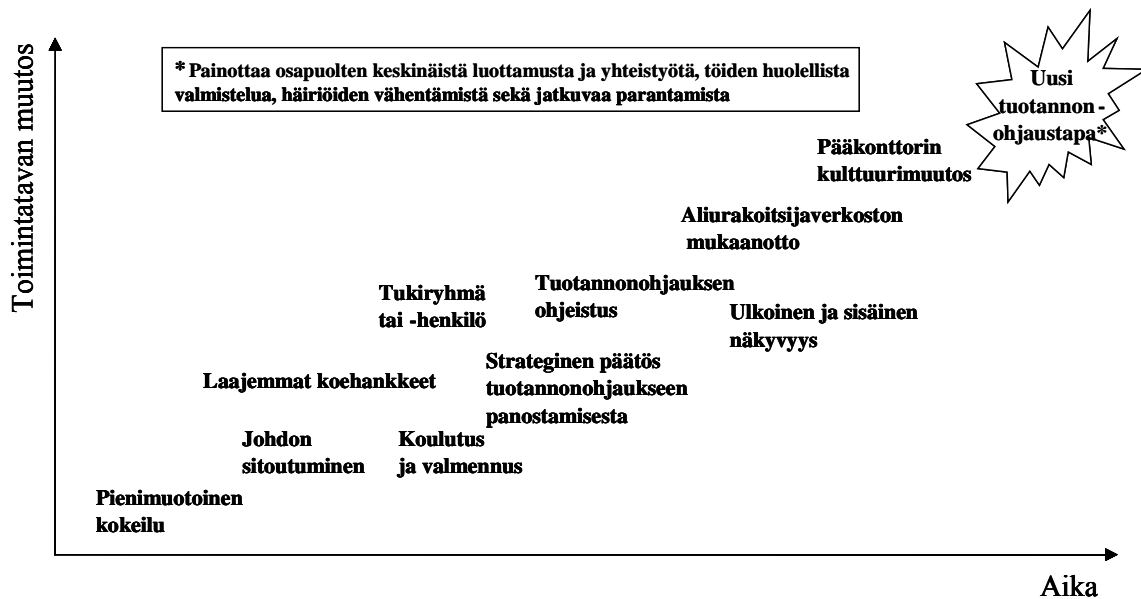
TDIndustries on texasilainen LVI-alan urakoitsija, jonka työntekijämäärä on noin 1 000. Se käynnisti vuonna 1996 Last Planner -kokeilun, jossa menetelmän havaittiin parantavan tuottavuutta 10 %:lla (Teston 1998). Menetelmää kokeiltiin siis aliurakoitsijan omaan tuotannonohjaukseen; kulloinenkin pääurakoitsija ei osallistunut käyttöönottoon. Vuonna 1999 tavoitteeksi asetettiin ottaa käyttöön Last Planner koko yrityksessä. Tehtäväkohtainen turvallisuussuunnittelu on kytetty kiinteäksi osaksi menettelyä (Teston 1999).

2.7.2.6 Johtopäätökset käyttöönottopaueksista yrityksissä

Ensinnäkin voidaan todeta se seikka, että tarkastellut yritykset ovat varsin nopeasti ensimmäisten kokeilujen jälkeen ottaneet Last Planner -tuotannonohjauksen systemaattisesti käyttöön. Tämän voidaan katsoa osoittavan, että Last Planner -tuotannonohjauksen hyödyt ovat ilmeiset ja todelliset.

Toiseksi Last Planner -menetelmän käyttöönotossa voidaan havaita säännönmukaisuuksia, joiden perusteella on mahdollista hahmottaa yleisellä tasolla rakennusyrityksen kehityspolku kohti uudentyyppistä tuotannonohjausta (Kuva 5). Tyypillisesti aloitetaan kokeiluhankkeilla, joita seuraa johdon sitoutuminen ja strateginen päätös Last Planner -menettelyn käyttöönotosta. Laajempaa käyttöönottoa varten asetetaan tukiryhmä ja/tai tukihenkilöitä. Koko henkilöstön valmennus käynnistetään ja tuotannonohjaus ohjeistetaan. Uuden tuotannonohjauksen näkyvyyttä sekä yrityksen sisällä että sen ulkopuolella lisätään. Uuden menetelmän soveltamisalaa laajennetaan sekä aliurakoitsijoiden, materiaalitoimittajien että pääkonttorin suuntaan.

Kolmanneksi TDIndustries -yrityksen esimerkki osoittaa, että myös aliurakoitsijayrityksen saattaa olla mahdollista ja hyödyllistä omassa toiminnassaan soveltaa Last Planner -menetelmää. Hyödyt olisivat tietenkin suuremmat, jos myös kulloinenkin pääurakoitsija soveltaisi menettelyä.



Kuva 5. Rakennusyrityksen Last Planner -kehityspolku.

3. Työmaakokeilut

3.1 Yleistä

Kokeilun tarkoituksena oli selvittää seuraavia kysymyksiä:

- Onko Last Planner -menettely hyödyllinen ja käyttökelpoinen?
- Millaisin käytännön Last Planner -menetelmää voidaan Suomessa soveltaa?
- Miten Last Planner sijoittuu tuotannonohjauksen kokonaisuuteen?

Näitä kysymyksiä lähdettiin selvittämään neljän rakennusliikkeen kanssa: Hartela, NCC, Skanska, YIT. Kukin yritys nimesi yhden kokeilutyömaan, jossa Last Planner -menettelyä sovellettiin.

Kokeilu käynnistettiin päivän mittaisella Last Planner -koulutuksella toukokuussa 2002. Teorian käytäntöön soveltamisen tukena toimi dipl.ins. Anssi Koskenvesa. Hän vieraili kokeilutyömailla alkuvaiheessa viikon tai kahden välein ja jatkossa hieman harvemmin. Työmaat lähettivät suunnittelu- ja toteutuma-aineistot telekopiaina tai sähköpostina tutkijoille viikoittain. Suunnitelmat ja niiden toteutumiseen ja toteutumatta jäämiseen johtaneet tapahtumat ja syyt käytiin läpi työnjohdon ja Koskenvesan välisissä palavereissa työmaakäyntien yhteydessä.

Menettelyn soveltaminen aloitettiin hyvin varovaisesti sopeuttaen sitä työmaiden ja yritysten olemassa olevaan tuotannosuunnitteluun. Vauhtia kiihdytettiin ja vaatimustasoa nostettiin kuitenkin nopeasti. Oppiminen ja menettelytapojen muuttuminen työmailla oli varsin nopeaa.

Kokeilu aloitettiin työmailla eri vaiheissa rakennustyötä. Yritysten edellyttämät ja käyttämät tuotannosuunnittelun menettelyt olivat myös erilaisia. Eroja menettelyissä ja niiden käytännön soveltamisessa oli paitsi yritysten myös mestareiden välillä. Tämä heijastui myös Last Planner -menettelyn soveltamiseen. Liit-

teessä 1 esitetään yhteenveto työmaiden tuotannonohjauksen resursseista ja tuotannosuunnittelun menetelmistä.

Lokakuussa 2002 pidettiin toinen koulutustilaisuus, jossa käytiin läpi kokeilussa esille tulleita kysymyksiä ja kerättiin osallistujien arvioita menettelyn hyödyllisyydestä (liite 2) ja ideoita välineiden ja toimintatapojen jatkokehittämiseen. Kaiken kaikkiaan kokeilu kesti 26 viikkoa kalenteriviikkojen 22–47 aikana.

Tässä luvussa tarkastellaan kokeilun tuloksia lähinnä hyödyllisyyden ja käyttökelpoisuuden kannalta. Myös muita kokeilussa tehtyjä havaintoja käsitellään. Seuraavissa kahdessa luvussa esitetään kokeilun puitteissa syntynyt näkemys suositeltavasta Last Planner -menetelmän käytännön sovelluksesta sekä menetelmän sijoittumisesta tuotannonohjauksen kokonaisuuteen.

3.2 Kokeilua edeltänyt koulutus

Kokeilua edeltäneeseen koulutukseen oli kaikilta työmailta runsas osanotto. Päivän sisältö oli seuraava:

- Last Planner -menettelyn taustat ja teoria
- tuotannon ongelmat ja niihin vaikuttaminen
- Last Planner -menettely kokeilussa
- käytännön järjestelyt.

Koulutuksen tarkoituksena oli paitsi perehdyttää Last Planner -menetelmään myös koota ajatuksia tuotannon ja tuotannosuunnittelun ongelmista. Koulutuspäivän aikana työmaiden edustajilta kysyttiin mm. tutkimus- ja kehitystyön hypoteesin mukaisesti, minkä seuraavista he valitsisivat tuotannon ongelmien keskeisimmäksi tekijäksi

- Johtaminen keskittyy valvontaan (poikkeamien havaitsemiseen ja häiriöiden ehkäisyyn) ja unohtaa edellytysten luomisen.

- Suunnittelu ei ole järjestelmällistä, vaan se koetaan riippuvaiseksi ainoastaan yksittäisten, suunnittelusta vastuussa olevien toimihenkilöiden kyvyistä ja taidoista.
- Suunnittelu ymmärretään aikataulun laadinnaksi ja työnsuunnittelu unohdetaan.
- Suunnittelujärjestelmän kykyä ei mitata.
- Suunnitelmista poikkeamisia ei analysoida ja varsinkaan todellisia syitä epäonnistumisiin ei etsitä.

Kaikki edellä esitetyt vaihtoehdot saivat kannatusta. Tämä osoittaa selkeästi, että emme paini minkään pienen tai yksiselitteisen ongelman kanssa. Kyse on tuotannosuunnittelukäytännön uudistamisesta, mikä edellyttää taustalla olevien teorioiden ymmärtämistä.

3.3 Kokeilutyömaat

Kokeilutyömaat käsittivät kaksi asuinkerrostalotyömaata, asuinkerrostalon peruskorjaustyömaan sekä monitoimirakennuksen työmaan. Työmaat esitellään tarkemmin liitteessä 1.

3.4 Kokeillut Last Planner -tekniikat

Edellä kohdassa 2.4 tarkastelluista Last Planner -menetelmän osista kokeilussa keskityttiin

- luomaan viikkosuunnitelma, jossa tehtävien edellytykset varmistettu
- saamaan osapuolten sitoutuminen viikkosuunnitelman tehtävien läpivientiin
- tarkistamaan viikkosuunnitelman tehtävien toteutuminen (PPC)

- herättämään ja käynnistämään järjestelmällinen valmistelevalle suunnittelu, jossa luodaan seuraavien viikkojen tehtäville edellytykset
- tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selvittämiseen ja niiden ennaltaehkäisyyn jatkossa.

Nämä osat muodostavat Last Planner -menettelyn ytimen. Kokonaan tarkastelun ulkopuolelle jäi siis vaihesuunnittelu. Myöskään vaikuttamista tehtävien toteutumatta jäämisen syihin ei tarkasteltu omana, ohjeistettuna vaiheenaan, vaan se jäi työmaiden oman aktiivisuuden varaan.

3.5 Tulokset kokeiluista

Kokeiluja arvioitiin kolmella eri tavalla¹⁰:

1. Vaikuttaako Last Planner -menettely työmaan henkilöstön näkökulmasta hyödylliseltä, ottaen huomioon sen vaatiman työpanoksen?
2. Johtaako Last Planner -menettely tosiasiallisesti tuotannollisiin hyötyihin?
3. Miten onnistui kunkin Last Planner -menettelyn osan käyttöönotto?

Ensin mainittu arviointiperuste on erityisen tärkeä rakennustyömaan vaativassa toimintaympäristössä. Ellei tietty menetelmä ole uskottava työmaan johdon näkökulmasta, sitä ei käytetä tai sitä käytetään vain rituaalinomaisesti, mikäli ylempi johto on sen käyttöä edellyttänyt. Tätä arviointiperustetta sovellettiin yksinkertaisesti kysymällä työmaiden edustajien mielipidettä asiasta.

¹⁰ Kaksi ensimmäistä arviointiperustetta vastaavat alun perin Kasasen konstruktiivisen tutkimuksen validoinnin tarpeisiin esittämää heikkoa ja vahvaa markkinatestiä (Kasanen ym. 1991).

Toista arviointiperustetta, tuotannollisia hyötyjä, tarkasteltiin Last Planner -menetelmään kuuluvan PPC-mittarin avulla. Ulkomaisessa tutkimuksessa on todettu, että PPC:n nousu johtaa myös selvään tuottavuuden kohoamiseen. Suoraa tuottavuuden mittausta ei kokeiluun liitetty, koska se olisi toisaalta vähentänyt itse käyttöönoton kokeiluun varattuja tutkijaresursseja, toisaalta ollut työmaiden kannalta jossain määrin häiritsevää.

Kolmatta arviointiperustetta, menettelyn kunkin osan käyttöönottoa, tarkasteltiin toisaalta tutkijoiden havaintojen, toisaalta työmaiden edustajien kommenttien perusteella.

3.5.1 Arvio menetelmän käyttökelpoisuudesta työmaan näkökulmasta

Menetelmän kokeilu onnistui tämän arviointiperusteen osalta hyvin. Viikkosuunnittelun merkitys ennakoivana, edellytyksiä varmistavana ja työmaan toimintaa ohjaavana menettelynä ymmärrettiin ja todistettiin jokaisella työmaalla.

Työnjohto suhtautui alusta pitäen erittäin positiivisesti kehityshankkeeseen ja yhteistyöhön tutkijoiden kanssa. Esimerkiksi kaikkien työmaiden vastaavat työnjohtajat olivat mukana kokeilussa edellyttäen ja valvoen työnjohtajiensa Last Planner -suunnittelua.

Positiivinen asenne näkyi jo kevään koulutustilaisuudessa. Tällöin hyvin yksimielisesti todettiin tarve viikkosuunnittelun kehittämiseen ja nimenomaan edellytysten varmistamiseen niin, että suunnittelun luotettavuutta saadaan parannettua. Kun suunnittelutason paraneminen tuli osoitettua, panostus suunnitteluun ja sen tulosten arviointiin vain kasvoi. Kaikilla työmailla opittiin jatkuvasti paitsi itse Last Planner -menettelystä myös sen käytöstä johtamisessa.

Vastaavan mestarin näkökulmaa valottaa kokeiluun osallistuneen vastaavan työnjohtajan Veli-Antti Husson näkemykset Last Planner -menettelystä (liite 3):

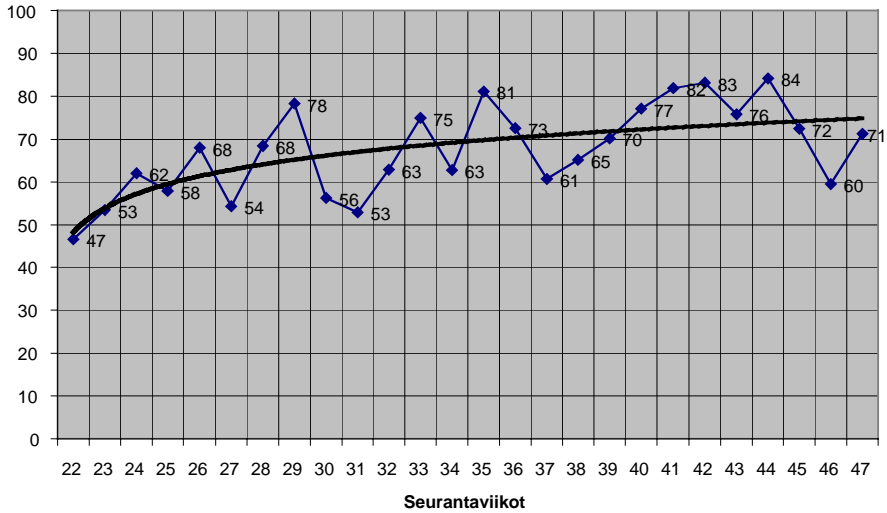
- helppo tapa seurata alaisten töiden etenemistä

- töiden ohjaus on parantunut, kun työt on teetetty ja tehty järjestelmällisesti sekä opittu ymmärtämään miesten tehoja ja laskemaan resurssitarpeita
- aikataulun pitovastuu jakautuu myös kohdemestareille ja näin on opittu seuraamaan yleisaikataulua, mikä on parantanut aikataulun pitävyyttä
- töiden seuranta on helpottunut ja loppuunsaattaminen parantunut huomattavasti
- varsinkin työmailla, joissa on enemmän kuin kaksi mestaria, kokonaisuuden hallinta helpottuu.

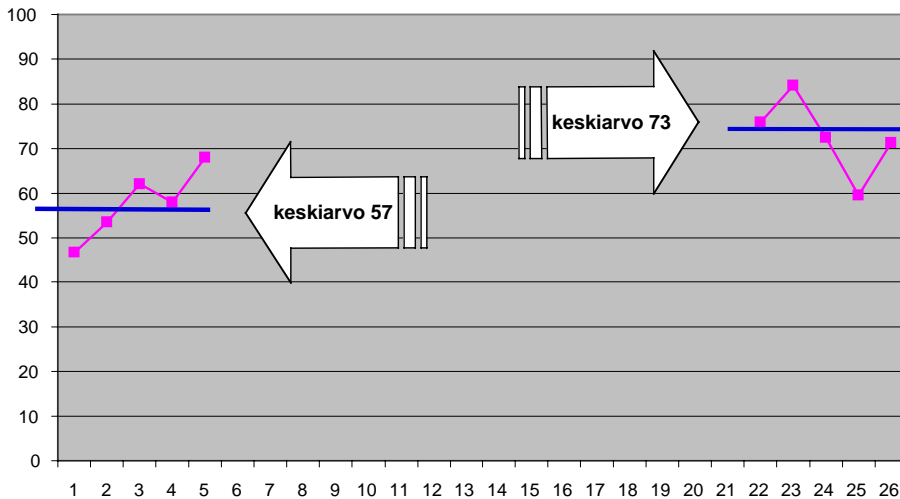
Yhteenvedona menettelyn käyttökelpoisuudesta voimme todeta Husson sanoja lainaten ”suosittelemme tällaista viikkosuunnittelua”. Hartelan työmaan työnjohdon mielipiteiden laajempi kuvaus on liitteessä 3.

3.5.2 Arvio menetelmän aikaansaamista tuotannollisista hyödyistä

Tuotannollisen hyödyn arviointi tehtiin PPC-tulosten ja työmaiden henkilöstön mielipiteiden perusteella.



Kuva 6. Kaikkien työmaiden keskiarvo PPC-luvun kehittymisestä tutkimusviikojen 22–47 eli yhteensä 26 viikon aikana sekä sen trendikäyrä (eksponentiaalinen regressio). PPC-luku mittaa suunnitelman toteutumisasetta viikoittain.



Kuva 7. Viiden ensimmäisen viikon kaikkien työmaiden keskiarvoinen PPC-luku oli 57 %. Viiden viimeisen viikon keskiarvo oli 16 prosenttiyksikköä korkeampi eli 73 %.

Myös tämän arviointiperusteen osalta kokeilu onnistui. PPC-luku kohosi kokeilun loppua kohti ja oli muutaman viikon ajan yli 80 % kaikilla tai useimmilla työmailla (kuva 6). Kokeilun loppuessa oli PPC-luku keskimäärin 16 prosenttiyksikköä korkeampi kuin sen alkuvaiheessa (kuva 7).

Työmaiden kannalta tuotannon parantunutta tehokkuutta kuvaavat hyvin työjohtajien kokeilun kuluessa esiin nostamat seikat

- töiden loppuunsaattamisen valvonta parantunut
- töiden järkevä ja tehokas aloitus
- myös määrällinen valvonta jatkuva, jolloin tuottavuus tiedossa
- töiden parempi yhteensovittaminen.

3.5.3 Arvio menetelmän osien käyttöönotosta

3.5.3.1 Miten onnistui sellaisen viikkosuunnitelman luominen, jossa tehtävien edellytykset on varmistettu ?

Viikkosuunnitelmien luonti alkoi kunkin yrityksen, työmaan tai jopa kyseisen mestarin tapojen mukaan. Mihinkään radikaaliin muutokseen ei suunnittelun osalta lähdetty alussa. Tähän oli kaksi syytä. Työmaiden omiin tapoihin haluttiin tutustua ja nähdä mikä on suunnittelun ja suunnitelmien toteutumisen taso. Toisaalta ei haluttu jyrätä tiettyä mallia, vaan antaa tulosten toimia ohjaavana muutoksentehtäjänä.

Työtavan muuttaminen esim. kaksi- tai kolmiviikkoisesta perinteisestä suunnittelusta Last Planner -menettelyyn on muutos, joka vaati sopeutumista. Tällaisen kehityshankkeen käynnistäminen kesken työmaan oli yksi vaikeuttava tekijä. Ajallisen suunnittelun edellyttäminen kohdemestareilta oli myös joillekin uusi asia. Ehkä näistä syistä alkuvaiheessa viikkoaikatauluja leimasi tietty ylimalkaisuus ja hieman myös liiallinen yleis- tai vaiheikatauluun nojaaminen. Tällöin

edellytysten varmistaminen unohtui ja esim. PPC-tulokset heittelivät paljonkin. Edellytysten varmistaminen ottaa aikaa ja kun se aika otettiin, myös tuotanto eteni varmemmin suunnitellusti.

Viikkosuunnitelmiin ja ennen kaikkea edellytysten varmistamiseen vaikutti eniten tapa, jolla Last Planner -menettelyä sovellettiin. Työmaalla, missä vain yksi työnjohtaja osallistui varsinaisesti kokeiluun, ei kokonaistilanne voinut olla niin hyvin tiedossa ja siten huomioon otettuna kuin työmaalla, missä kaikki mestarit yhdessä vertasivat suunnitelmiaan ja viikkotuloksiaan sekä sopivat mm. resursien käytöstä.

Edellytysten varmistaminen on huolellisuutta vaativa tehtävä. On esimerkiksi paljon helpompaa vaatia aliurakoitsijaa paikalle rakentamisvaiheaikataulun mukaisesti kuin luoda ja varmistua urakoitsijan tarvitsemista työkohteista. Liian usein aikataulu näyttää jotain muuta kuin mitä työmaalla tosiasiaassa tapahtuu. Edellytykset on siis luotava ja sitouduttava itse ennen kuin voi vaatia sitoutumista muilta.

Tehtävien edellytyksistä ensinnä mieleen tulevat henkilöresurssit, mesta, materiaali tai suunnitelmat. Kokeilun aikana yllätyksiä toivat myös

- olosuhteet – tilan kosteus ei sallinutkaan toteutettavaa työtä vaikka alusta olikin kuiva
- tuottavuus – ullakoiden tekeminen ei ollutkaan sama kuin normaalikerrosten tekeminen
- edeltävät työvaiheet – palkit eivät olleetkaan paikallaan.

Kaiken kaikkiaan edellytysten varmistamisen aloittaminen riittävän aikaisin sekä tekeminen ”aidosti” asiat todella tarkistaen ja työmaa huomioon ottaen osoittautuivat kokeilussa tärkeiksi asioiksi.

Kokoava arvio: Viikkosuunnitelma, jossa edellytykset on varmistettu, onnistuttiin luomaan kaikilla työmailla. Tämä edellytti jatkuvaa panostamista ennakoivaan toimintaan.

3.5.3.2 Miten onnistuttiin saamaan osapuolten sitoutuminen viikkosuunnitelman tehtävien läpivientiin ?

Last Planner -menettelyn yhtenä perusajatuksena on viikkosuunnitelmasta eri osapuolten kesken yhdessä sopiminen ja sitä kautta tehtäviin sitoutuminen. Tämä sitoutuminen pyrittiin saavuttamaan kokeilutyömailla hyvin eri tavoin.

Siinä missä yhdellä työmaalla mestarit kävivät viikkopalaverissa yhdessä läpi kaikkien resurssien seuraavan viikon käytön, toisella työmaalla suunnitelma perustui yhden mestarin näkemykseen seuraavan viikon tapahtumista. Toki tämäkin mestari varmisti esim. aliurakoitsijoilta seuraavan viikon tavoitteiden realistisuuden ja ymmärtämisen.

Työmailla, missä esim. aliurakoitsijoiden kanssa sovittiin selkeästi seuraavan viikon tavoitteet, saatiin myös sitoutuminen ja huolehtivaisuus tavoitteiden saavuttamisesta. Edelleen yllätykset ja poikkeamat olivat mahdollisia ja niitä tapahtuikin, mutta niistä opittiin, kun niiden syyt tiedostettiin, ja mikä tärkeintä, tavoitteiden saavuttamiseksi tehtiin töitä antaumuksella.

Aliurakointikäytäntö osoitti kuitenkin monessa tilanteessa häiriöherkkyytensä. Yksi keskeinen syy esimerkiksi Hartelan työmaalla toteutumatta jääneisiin viikkotehtäviin oli työmaan oman arvion mukaan aliurakoitsijasta johtuvat syyt, joita oli lähes kolmannes kaikista viikkosuunnitelmista poikkeamisista.

Tämä tulos osoittaa selkeästi sen viestintäongelman mikä valitettavasti työmailla usein vallitsee. Viestintä tarkoittaa tässä yhteydessä paitsi viestiä ja sen ymmärtämistä myös sen oivaltamista, mitä edellytyksiä jonkin tehtävän toteuttaminen tietystä aikataulussa vaatii tai mitä tarkoittaa todellinen sitoutuminen ja mitkä ovat ne välineet sekä toimintatavat, joilla sitoutuminen aikaansaadaan.

Kokoava arvio: Todellinen sitoutuminen viikkotehtävien toteuttamiseen saadaan keskustelemalla ja sopimalla asioista. Tässä on suomalaisessa työmaa- ja johtamiskulttuurissa vielä paljon soveltavaa ja sovitettavaa kehittämistä.

3.5.3.3 Miten tarkistettiin viikkosuunnitelman tehtävien toteutuminen (PPC) ja millaiset olivat tulokset?

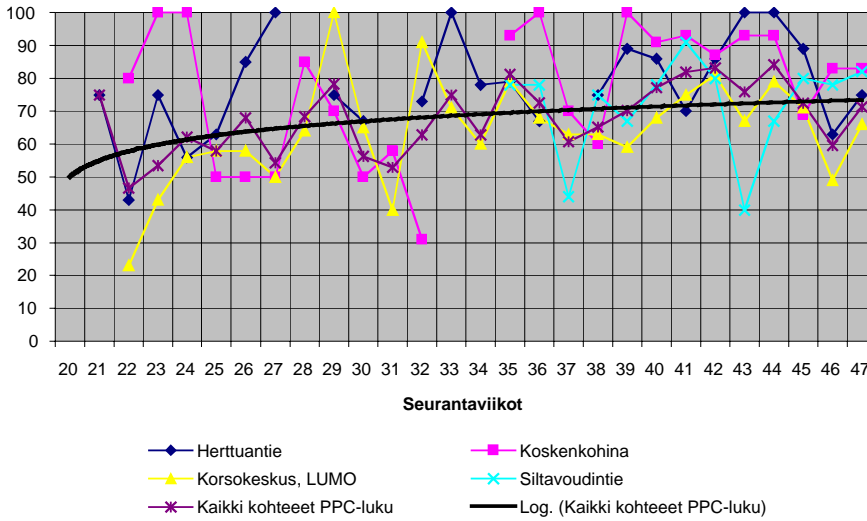
Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisen tarkistaminen eli Percent Plan Complete (PPC) -laskenta onnistui hyvin. Selkeästi mitattava tekijä tuotannon johtamisessa ja ohjaamisessa herätti intoa ja mielenkiintoa. Alussa kokeiluun osallistujia piti jopa rauhoittaa, ettei ”ykkösten ja nollien” merkitys kasvanut liian suureksi¹¹. Nopeasti PPC-menetelyn perimmäinen tarkoitus olla ohjaavana herätteen antajana ja syiden etsimisen sekä eliminoinnin käynnistäjänä kuitenkin tuli ymmärretyksi.

Yleisiä huomioita työnjohtajien toimintatavoista oli, että viikkosuunnitelmien analysointi tehtiin huolella. Se, toteutuiko tehtävä suunnitellusti vai ei, arvioitiin rehdisti ja jopa tiukasti.

Paitsi suunnittelun myös arvioinnin tarkkuustaso vaihteli runsaasti. Jo tämä on peruste sille, ettei eri työmaiden PPC-lukuja tule vertailla toisiinsa suoraan. Tehtävä- ja arviointitasojen tulee olla samanlaisia, jotta vertailu olisi mielekäs. Sen sijaan kullakin työmaalla viikon PPC-lukua voidaan verrata aiempina viikoina toteutuneisiin.

Mestarikohtaiset erot ovat keskeisiä. Suomalaisesta rakennustyömaasta vastaa sen vastaava työnjohtaja, joten hänen vaikutuksensa käytettyihin suunnittelutapoihin ja -menettelyihin on keskeinen. Se ohittaa välillä jopa yrityskohtaiset menettelytavat.

¹¹ Suunnittelulomakkeeseen merkittiin suunnitelman mukaisesti toteutunut tehtävä ykkösellä ja toteutumatta jäänyt nolllalla.



Kuva 8. Kaikkien työmaiden PPC-lukujen ja niiden keskiarvon kehittyminen kokeilun aikana sekä keskiarvon trendikäyrä (eksponentiaalinen regressio).

Työmaiden PPC-luvut vaihtelivat kaiken kaikkiaan alle 30 %:sta aina 100 %:iin asti (kuva 8). Vaikka PPC-luvun taso nousikin kaikilla työmailla tasaisesti, vaikuttaa tehtävien toteutumiseen myös sattuma. Näin myös PPC-luvut heittelivät kokeilujakson loppuun asti.

Kokoava arvio: Toteutumien arviointi ja PPC:n laskenta onnistui hyvin ja oli innostavaa. Tulosten mittaaminen luo pienen kilpailuhengen. Vaikuttavien tekijöiden suuri määrä tekee toteutuksen hallinnasta puolestaan jatkuvasti haasteellista ja motivoivaa.

3.5.3.4 Miten onnistuttiin herättämään ja käynnistämään järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu, jossa luodaan seuraavien viikkojen tehtäville edellytykset?

Parhaiten kokeilun onnistumista voitaneen kuvata siihen osallistuneiden mielipiteiden kautta. Käytännön suunnittelutyötä tehneiden työnjohtajien mielipiteet vaihtelivat, sillä viikkosuunnittelun tekeminen Last Planner -menetelmän edellyttämällä tarkkuustasolla ja vielä enemmän sen toteutumisen valvonta oli uutta.

Kokonaisvaikutelma oli kuitenkin positiivinen. Työnjohtajien kommentteja siitä, miltä kokeilu tuntui on koottu liitteeseen 2. Tässä muutamia valmistelevaa suunnittelua käsitteleviä kommentteja:

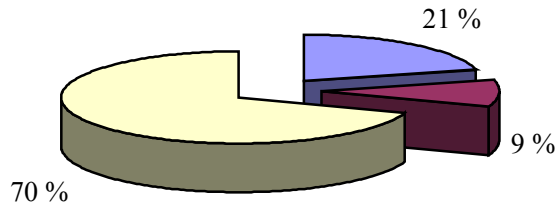
- ennakkosuunnittelun tarkentuminen hyvä asia – valmisteleva suunnittelu tulee systemaattisemmaksi - tosin käytäntö antaa vä-
lillä korville, vrt. hankinnat, työryhmät
- suunnitellaan vain niitä, jotka uskotaan kyettävän toteuttamaan;
valmistelevan suunnittelun merkitys siis keskeinen
- valmistelevan suunnittelun osalta tarkistettavia asioita on liikaa;
enintään 5 kohtaa riittäisi
- suunnittelu kannattaa keskittää niihin asioihin, jotka tuottavat
ongelmia ja yllätyksiä – tarkistuslistoja eri tehtävien edellytyk-
sistä tulee käyttää hyödyksi.

Vaikka valmisteleva suunnittelu ei ehkä kaikilta osin vielä muuttunutkaan konkreettiseksi tekemiseksi tämän kokeilun puitteissa, kokemukset luovat positiivisia odotuksia. Valmisteleva suunnittelu on väline varmistua tehtävien toteutusmahdollisuuksista. Tämä väline saattaa tehtävien valmistelun jäsentyneeksi ja mitattavaksi prosessiksi.

Kokoava arvio: Valmistelevan suunnittelun tarkoituksena on edellytysten luominen onnistuneelle toteutukselle. Edellytyksiä luotaessa tulee muistaa, että yksinkertaisinkin asia voi aiheuttaa ongelmia tehtävän toteuttamisessa. Valmisteleva suunnittelu edellyttää aitoa tekemistä ja huolellisuutta.

3.5.3.5 Miten onnistuttiin tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selvittämisessä ja niiden ennaltaehkäisyyn vaikuttamisessa jatkossa ?

Syiden selvittäminen onnistui hyvin. Työnjohtajat pyrkivät selvittämään ja kirjaamaan ylös syyt, jotka vaikuttivat tehtävien toteutumatta jäämiseen (kuva 9 ja 10).



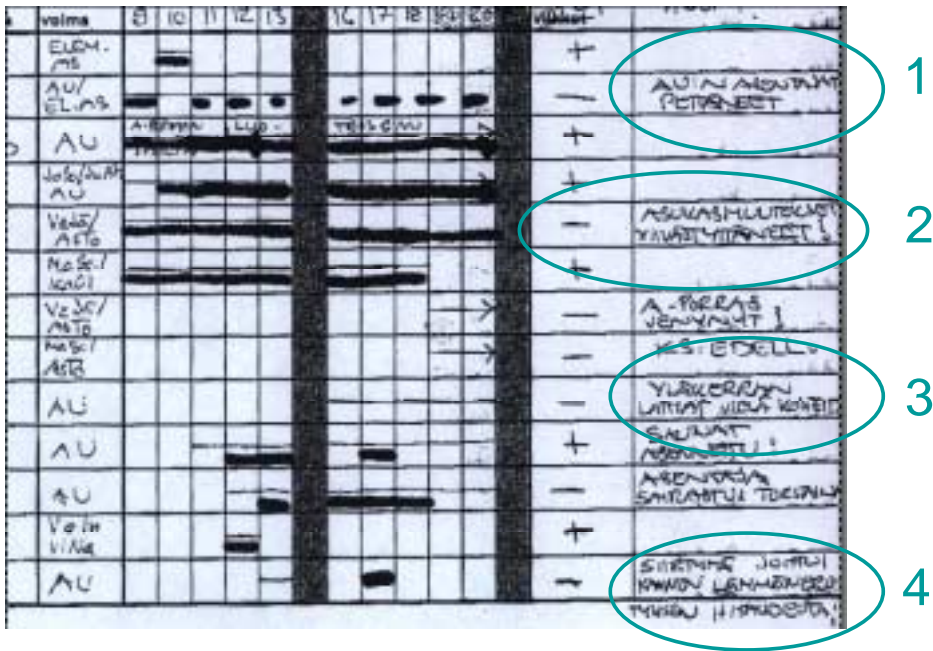
- Tehtävä ei toteutunut viikkosuunnitelman mukaisesti; syy selvitetty
- Tehtävä ei toteutunut viikkosuunnitelman mukaisesti; syy selvittämättä
- Tehtävä toteutunut viikkosuunnitelman mukaisesti

Kuva 9. Viikkosuunnitelman mukaisesti toteutuneet tehtävät ja toteutumatta jääneet tehtävät sen mukaan jaoteltuna, tuliko syy selvitettyksi, prosentuaalisesti kaikilla työmailla. Keskimäärin seitsemänkymmentä prosenttia suunnitelluista tehtävistä toteutui viikkosuunnitelman mukaisesti 26 kokeiluviikon aikana.

Tyypillisiä esimerkkejä syistä olivat mm.

- poissaolot: lapsi sairas; isyysloma; mies ei vaan tullut; jäi lomalle; sairastui; työnjohto sairas, jolloin ohjaus uupui
- poikkeus työsisällössä: tiilien kaventaminen; ullakko; pohjien kunto
- työ hitaampaa kuin odotettiin: väärät mitoitusperusteet; työryhmän vaihtelevuus – suuret tekijäkohtaiset erot joutuisuudessa; työmäärän muutokset
- materiaaliongelmia: toimitus pettää kesken; erilaiset tuotteet – harjoittelua

- edellytykset eivät tulleetkaan kuntoon: edellinen työ etenee hitaasti; liika kosteus; materiaali- tai suunnitelmapuute; asukasmuutokset

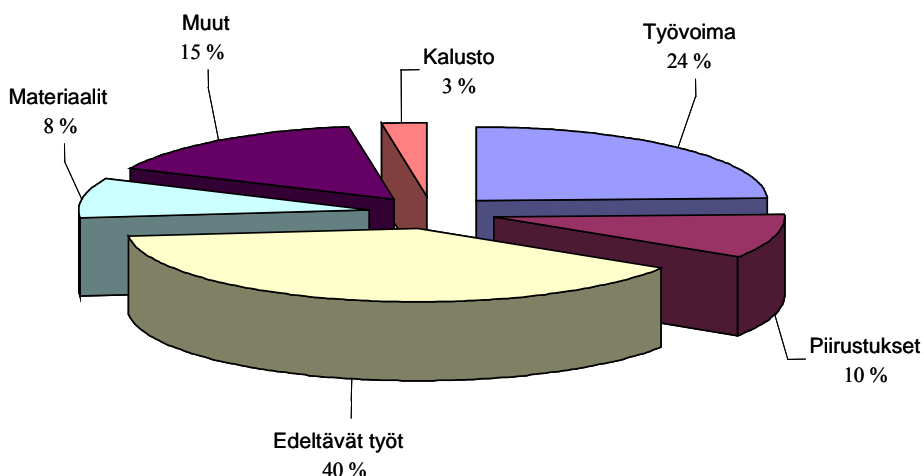


Kuva 10. Muutamia syitä toteutumattomista viikkotehtävistä: 1) toteuttaja; 2) suunnitelmat; 3) mesta; 4) edellinen työvaihe.

Suurin poikkeamien aiheuttaja olivat edeltävät työt (kuva 11). Työvoima, johon kuuluu niin ”omia miehiä” kuin aliurakoitsijoita, oli selkeästi toiseksi suurin pääryhmä poikkeamien aiheuttajista.

Usein kuultu syy ”kun ei ole edes suunnitelmia” aiheutti koekohteissa keskimäärin vain 10 % viikkosuunnitelmapoikkeamista. Tämä ehkä yllättävän pieneksi jäänyt osuus selittynee sillä, että kohteista kolme oli asuinkerrostaloja (yksi tosin korjauskohde), joissa suunnitelmat olivat kohtuullisen hyvin valmiina ja selkeitä. Muista erottui ainoastaan selkeä erikoiskohde Korsokeskus Lumo, jossa suunnitelmapuutteet aiheuttivat yli 20 % poikkeamista.

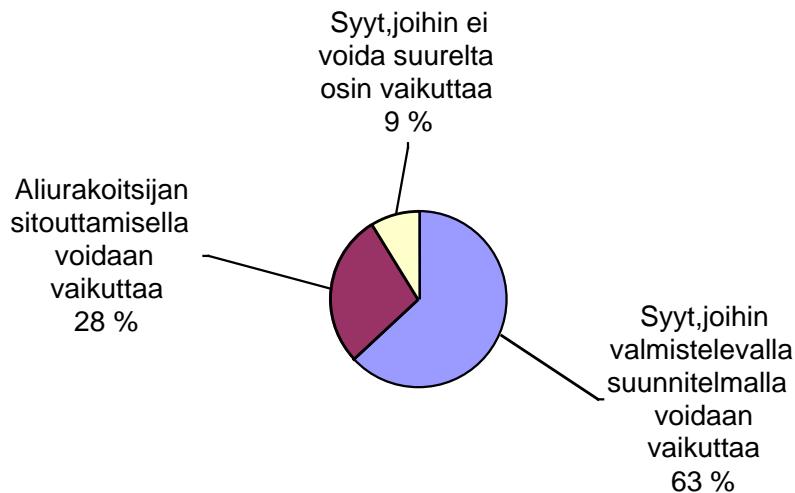
Kun esiin vielä nostetaan materiaali puutteet lähes yhtä isona poikkeamien aiheuttajana kuin suunnitelmat, on neljä keskeistä syytä ja vaikuttajaa löytynyt. Muiden syiden osuudet ovat varsin pieniä. Keskeisimmät viikkosuunnitelmista poikkeamisen syyt ovat siis: edelliset ja liittyvät työvaiheet, työvoima, suunnitelmat ja materiaalit.



Kuva 11. Poikkeamien syyt kaikissa kokeilukohteissa yhteensä.

Syyt olivat pitkälti ennakoitavissa, mutta ehkä juuri niiden osuudet antavat aiheutta mieltä, missä menee vikaan. Työmaan kannalta ulkoiset tekijät, kuten piirustukset ja materiaalitoimitukset, eivät korostu poikkeamien syinä. Sen sijaan edeltävät työt, joihin voidaan välittömästi vaikuttaa työmaan ohjauksella ja johtamisella, osoittautuvat useimmin esiintyväksi syyksi poikkeamiin.

Mihin voidaan kaiken kaikkiaan vaikuttaa? Hartelan työmaalla arvioitiin, että noin 60 %:iin poikkeamien syistä voidaan vaikuttaa suoraan työmaan johtamisen kautta ja aliurakoitsijoiden sitouttamisella lähes 30 %:iin (Luosujärvi 2003). Vain noin 10 % ongelmista, jotka aiheuttavat poikkeamia viikkosuunnitteluun, on sellaisia, joihin ei voi vaikuttaa suunnittelun ja ohjaamisen eli johtamisen kautta (kuva 12).



Kuva 12. Poikkeamien syihin voidaan vaikuttaa. Jopa 90 % syistä on sellaisia, jotka voidaan ehkäistä (Luosujärvi 2003).

Kokoava arvio: Poikkeamien syyt selvitettiin hyvin. Niillä oli selkeästi opettavainen vaikutus. Poikkeamia aiheuttaneet syyt olivat tuttuja, mutta niiden osuudet hieman yllättäviä.

3.5.3.6 Yhteenveto menetelmän osien käyttöönoton arvioista

Käyttöönotto eteni vaiheittain, jolloin ensiksi käyttöönotettujen osien hallinnassa saavutettiin luonnollisesti parempi taso kuin myöhemmin käyttöönotettujen (esimerkiksi järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu). Kokeilun kesto, 26 viikkoa, huomioon ottaen saatiin menetelmän kokeiltujen osien käyttöönotossa vähintään tyydyttävä taso. Toisaalta voidaan arvioida, että laajemmassa kokeilussa olisi voitu syventää nyt kokeiltujen menetelmien käyttöä ja laajentaa käyttö niihin menetelmän osiin, joita ei nyt kokeiltu järjestelmällisesti.

3.5.4 Tulosten tarkastelua

3.5.4.1 Käyttöönoton vaiheittaisuus

Last Planner -menetelmän käyttöönottoa vaikeuttaa se, että useiden henkilöiden pitää samanaikaisesti omaksua uudet menettelyt työmaaolosuhteissa, joissa työmaan eteneminen pakostakin asettuu etusijalle uuden kokeiluun nähden. Vaiheittainen käyttöönotto havaittiin tässä tilanteessa toimivaksi menettelyksi. Last Planner -menettely voidaan siis jakaa erillisiin osiin¹², jotka on tarkoituksenmukaista ottaa käyttöön tietyssä järjestyksessä. Kokeilussa tehtyjen havaintojen perusteella ensinnä on otettava käyttöön systemaattinen viikkosuunnittelu ja sen seuranta. Jo näiden osien käyttöönotosta on kouriintuntuvaa hyötyä. Havaitaan myös, että vain osa viikkosuunnitelman tehtävistä saadaan tosiasiallisesti tehdyksi viikon aikana. Tämän jälkeen on motivaatiota ottaa asteittain käyttöön muita osia, etenkin valmisteleva suunnittelu.

3.5.4.2 Missä eniten hyötyä, missä vähiten?

Eniten hyötyä Last Planner -menettelystä on silloin, kun työmaalla on useita työryhmiä tekemässä toisiinsa riippuvuussuhteissa olevia töitä, kuten sisävalmistusvaiheessa. Sen sijaan esimerkiksi rungon asennustyössä, jota tekee yksi asennusryhmä, Last Planner -menettelyn hyödyt ovat vähäisemmät. Asennus etenee tällöin elementtitoimitusten ja nostokaluston sanelemassa tahdissa (Madsen & Larsen 2002). Tämä näkyi myös kokeilutyömailla siten, että runkovaiheessa PPC-luku oli usein hyvin korkea, jopa 100 %.

Vaikkakin runkovaiheessa tuotanto etenee usein tarkan suunnitelman mukaan, tähän ennakkoajatukseen tulee poikkeama, kun esimerkiksi elementtejä jääkin tulematta. Tästä seuraa vaihtoehtoisten korjaavien suunnitelmien täytäntöönpanoa. Edellytykset tämän ennakkoajatuksesta poikkeavan tilanteen hallitsemiseksi paranevat, mikäli suunnittelu perustuu tehtäviin, joiden edellytykset on varmistettu, ja sopiminen tehdään yhdessä toteuttajien kanssa. On siis suositeltavaa

¹² Näin meneteltiin myös edellä selostetussa brasilialaisessa Last Plannerin käyttöönottotapauksessa.

aloittaa Last Planner -menetelmän käyttö heti työmaan alettua. Tätä tukee myös kokeilussa todettu havainto, jonka mukaan kesken työmaan on vaikea muuttaa käytäntöjä.

3.5.4.3 Työmaa- ja yrityskohtaiset erot

Koska kokeilut tehtiin neljällä eri työmaalla, työmaakohtaiset erot myös tuloksissa olivat selviä. Niihin vaikuttivat useat seikat. Työnjohdon mahdollisuudet sitoutumiseen vaihtelivat – aina ei ollut tarpeeksi tietoa töiden luotettavaan suunnitteluun. Aliurakoitsijoiden kanssa sopiminen antoi kirjavia tuloksia – aina ei saatu sitoutumista. Aito yhteistyö on vaikeaa silloin, kun kiire ja ongelmat ohjaavat tekemistä.

Toisaalta pienehköjä eroja aiheuttivat yritysten erilaiset tuotannonohjausjärjestelmät. Tämä ei kuitenkaan osoittautunut ongelmaksi, koska Last Planner -menettelyn yleisten periaatteiden täytäntöönpano voitiin räätälöidä olevasta tuotannonohjausjärjestelmästä lähtien.

4. Käyttökokemusten perusteella tarkistettu menetelmä

4.1 Yleistä

Last Planner -menetelmän kokeilu aloitettiin joko yrityksen omilla viikkosuunnittelulomakkeilla tai varta vasten tässä kehityshankkeessa luodulla viikkosuunnittelulomakkeella. Kun tätä lomaketta askel askeleelta kehitettiin, kokeilun lopussa se tai sen pohjalta tehty yritysکوhtainen lomake oli käytössä jokaisella työmaalla. Last Planner -kehityshankkeen A4-kokoinen viikkosuunnittelun lomake on oikeassa koossa liitteessä 4. Kuva 13 esittelee lomakkeen neljä käytön vaihetta neljänä alueena, joita seuraavassa tarkastellaan.

Menetelmän vaiheet ja lomakkeen osat ovat:

- 1 Valmisteltavat tehtävät – muutamia viikkoja eteenpäin
- 2 Valmisteltavat asiat eli tehtävän edellytykset
- 3 Viikkotehtävät – tehtävät, jotka suunniteltu tehtäväksi
- 4 Viikkosuunnitelma – mitä tehdään milloinkin.

Valmisteleva suunnittelu (vaiheet 1–2) tehdään muutama viikko eteenpäin katsoen. Hyvä aikajänne on 3–6 viikkoa hieman töistä ja työmaasta riippuen. Pienemmillä, nopeavauhtisilla työmailla tehtävät "ryöpsähtävät" päälle nopeammin, jolloin myös valmistelun aikajänne jää lyhyemmäksi.

Kun tehtävän edellytykset ovat kunnossa ja varmistettu, on tehtävä valmis toteutettavaksi ja siirrettäväksi viikkosuunnitteluun (vaiheet 3–4). Kun viikkosuunnittelu tehdään loppuviikosta, on seuraavaa viikkoa varten valmis suunnitelma olemassa. Jo perjantaina tai maanantaina voidaan sitten tarkistaa edellisen viikon toteutuma esim. mestarien viikkopalaverissa.

Last Planner -suunnitelma														PPC = <u>EDVID</u> Viikoksi _____								
1. viikkosuunnitelma							2. viikkosuunnitelma															
Työryhmä	Tehotavat	Alueesta (Päätös)	1. viikon lauantaina	Työ	Tuotokset	Teollinen tuotanto (kpl/kv)	Osa-aika	suunniteltu	tehty	laatuohje	korotus	parannus	TOT	suunniteltu	tehty	laatuohje	korotus	parannus	POIKKEAMAT			
3																			4			
3. valmistettava suunnitelma																						
Työryhmä	Tehotava ja osa-aika	Päätös (aluesuunnitelma)	Määrä	Työ	Työryhmän määrä	Teollinen tuotanto (kpl/kv)	Materiaali	Seuraukset	Korotus ja laatuohje	Työryhmä	Osa-aika ja laatuohje (kpl)	Materiaali	Menet	Osa-aika	Tuotokset	Laatuohje	OK	KOMMENTIT				
1																			2			

Kuva 13. Last Planner -projektissa tuotettu viikkosuunnittelulomake, jonka käyttöä esitellään neljässä osassa kuvan mukaisin numeroin.

4.2 Valmistettava suunnittelu

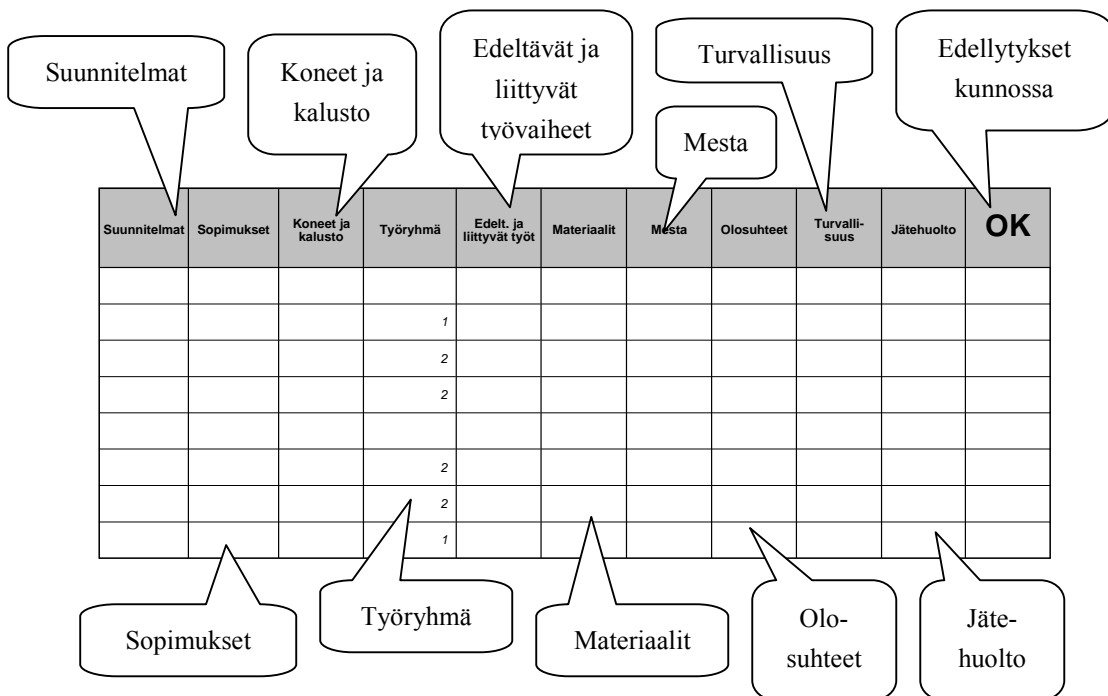
Lomakkeen alaosassa on valmistetavan suunnittelun osio, missä varmistetaan tehtävän aloituskelpoisuus (kuva 14 ja 15). Aloitusedellytysten varmistaminen on keskeisin osa tehtävän onnistumisesta.

Aloitusedellytysten varmistaminen tulee tehdä osakohteittain ja työryhmittäin. Nykykäytännöllä tyypillisistä on, että edellytykset varmistetaan hyvin tai ainakin osin ennen koko tehtävän aloitusta (siis ennen ensimmäistä mestaa). Jatkossa tämä edellytysten varmistaminen kuitenkin ontuu. Mestoja ei vapaudukaan, materiaalitilaukset myöhästelevät. Kyseinen työ tai siihen liittyvät työt eivät etenekään suunnitellulla tavalla. Jotta suunnittelun perusteita voidaan hyödyntää johtamisessa ja ohjaamisessa, on perusteiden myös näytävä suunnitelmassa. Työsaavutus tai suunniteltu määrä antaa tekemisen mittarin ja samalla ohjaus-

välineen. Tehtävien mitoitus työmenekkien ja työryhmien kautta tuo teoreettisen varmistuksen mahdollisuudesta saavuttaa ajalliset tavoitteet. Käytännön varmistaminen tehdään nimenomaan osakohteittaisella edellytysten varmistamisella ja tehtävistä sopimisella Last Planner -menettelyn periaatteiden mukaan.

Työryhmä	Tehtävä ja osa-kohde	RV-tavoite-aloitus	Määrä	Yks.	Työmenekki tth/yks.	Tavoite työsaavutus yks./tv	Kesto, h
AU / yritys X1	Märkätilojen kosteuden eristys (siveltävä eristys), A-porras	vko 40	200	m ²	0,2	5	40
AU / yritys X1	Märkätilojen laatoitus ja saumaus (laatat 150 x 150), A-porras	vko X	200	m ²	0,6	7	55,5
AU / yritys X2	Saunan asennus (panelointi/seinät), A-porras	vko X	200	seinä-m ²	0,6	7	57,2
						0	
AU / yritys X3	Märkätilojen ACO-seiniä asennus, B-porras	vko X	100	m ²	0,6	4	29,9
AU / yritys X4	Märkätilojen lattoiden tasoitus ja kaadot, B-porras	vko X	75	m ²	0,2	1	9
AU / yritys X1	Märkätilojen kosteuden eristys (siveltävä eristys), B-porras	vko X	200	m ²	0,2	5	40

Kuva 14. Vaihe 1 – Valmisteltavat tehtävät. Valmisteleavan suunnittelun tehtävät ja niiden lähtötiedot; suunniteltu työryhmä, tehtävä ja suunniteltava osakohde, aloitusajankohdan tavoite, määrä- ja yksikkötiedot, työmenekki, työryhmän työsaavutus, tehtävän laskennallinen kesto kyseisessä osakohteessa.



Kuva 15. Vaihe 2 – Tehtävän edellytykset. Valmistelevan suunnittelun varmistettavat edellytykset tarkistetaan osakohteittain. Vasta kun edellytykset ovat kunnossa, voidaan tehtävä toteuttaa suunnitellusti, turvallisesti ja tuottavasti.

Keskeisiä Last Planner -viikkosuunnittelulomakkeessa esitettyjä varmistettavia edellytyksiä ovat

tuotantonopeus
suunnitelmat
sopimukset
työryhmä
edeltävät työt
liittyvät työt

koneet ja kalusto
materiaalit
olosuhteet
turvallisuus
jätehuolto
mesta

Toki edellytykset eroavat tehtävittäin, ja joidenkin tehtävien kohdalta ei tarvita ehkä kaikkia edellä esitettyjä asioita. Toisaalta joissain tehtävissä tarvitaan tässä esitettyjen lisäksi vielä muita edellytyksiä, jotta tehtävä on toteutuskelpoinen.

Oleellista aloitusedellytysten varmistamisessa on aitous. Edellytykset on todella varmistettava. Lomakkeeseen on helppo laittaa rasti, mutta todellinen varmistus voi perustua kysymyssarjaan

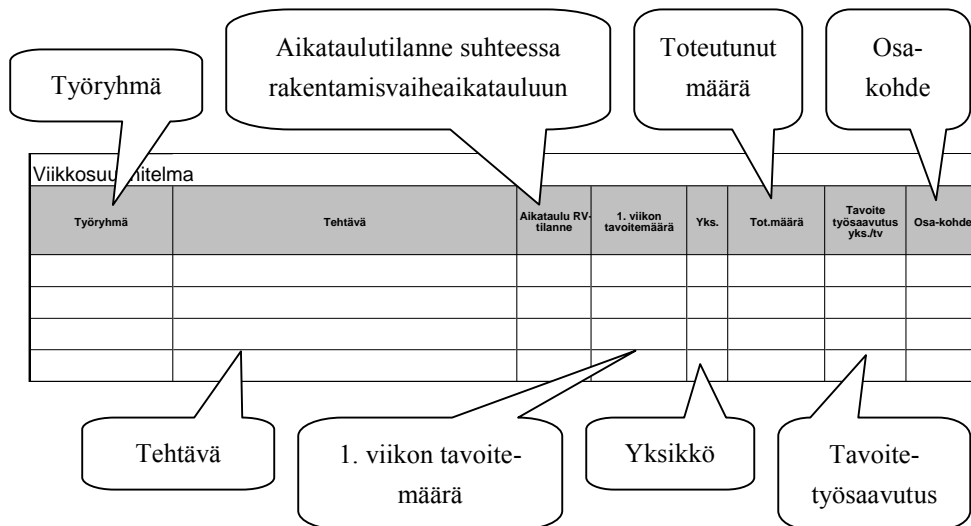
- onko kalusto todella tilattu ?
- onko kaluston tulo varmistettu ?
- onko kaluston asennusalusta kunnossa ?
- oliko kaupassa tosiasiallisesti mukana kaluston pystytys toimittajan puolelta ?

Tämän tyyppisten kysymysketjujen läpikäynti ja vastausten hankinta tarvittaessa on esimerkki aloitusedellytysten varmistamisesta kaluston osalta. Samanlaisia ketjuja täytyy tehdä kaikista edellytyksistä ja varmistaa siten esimerkiksi mestojen valmius ja suunnitelmien olemassaolo.

4.3 Viikkosuunnittelu

Lomakkeessa on pohja viikkosuunnittelua ja jo alustavaa seuraavan viikon suunnittelua varten (kuva 16 ja 17). Suunniteltujen töiden lähtötiedot merkitään lomakkeeseen, ja töiden ajoitus kuvataan normaalisti janalla. Oleellista on, että tehtäville annetaan myös määrällisiä tavoitteita joko suorien määrien tai työsäätömuodossa. Näin tuotannon todellinen toteutuminen suunnitelman mukaan tulee arvioitua. Ei riitä, että aika kulutetaan tai jotain tehdään, vaan tehdään kaikki se, mitä on suunniteltu.

PPC:n arviointi tehdään vain ensimmäisen viikon osalta, koska sen viikon tehtävien edellytykset on varmistettu ja tehtävät todella suunniteltu toteutettaviksi. Kakkosviikko on vain suuntaa antamassa.



Kuva 16. Vaihe 3 – Viikkotehtävät: Viikkosuunnitelmaan otetut tehtävät lähtötietoineen kirjataan Last Planner -viikkosuunnittelulomakkeen vasempaan yläkulmaan.

Jo ennen kokeilun aloitusta pohdittiin, mikä on järkevä seurantataso viikkosuunnitelman toteutumiseksi¹³. Onko se viikko vai päivä? Mikäli työt suunnitellaan päivän tarkkuudella ja toteutumista seurataan niin ikään päivän tarkkuudella, on vaatimustaso tietenkin toisenlainen kuin jos riittää, että tehtävä tulee tehdyksi kyseisellä viikolla. Pari työmaata kirjasi tiedot hyvin tarkasti päiväperiaatetta noudattaen. Menettelytapaa ei pidetty mahdottomana, mutta tietyissä tilanteissa tutkijan näkökulmasta tarpeettoman kovana tapana. Voisi sanoa, että työnjohtajat olivat itseään kohtaan varsin ankaria. Joskus todella riittää, että suunniteltu tehtävä suunnitellulla alueella tai suunnitellulta osin tulee tehdyksi kyseisellä viikolla, joskus sen pitäisi tapahtua juuri tietyinä päivinä tai päivinä.

¹³ Tutkijat kävivät aiheesta keskusteluja myös Last Planner -menettelyn kehittäjän professori Glenn Ballardin kanssa. Hän piti mielenkiintoisena ja menettelyn soveltamisen kannalta tärkeänä selvitettävänä asiana, onko viikoittainen seuranta riittävää vai toisiko päivittäinen seuranta lisähyötyjä. Muissa maissa Last Planner -menettelyä sovellettaessa tätä ei ole vielä testattu, vaan seuranta- tai valvontataso on ollut viikko.

Viikoittainen suunnitelma päivätasolla

PPC eli Percent Plan Complete = toteutuneet/suunnitellut

Viikko, jota suunnittelu ja PPC koskee

PPC = #DIV/0! Viikko: _____

1. viikon suunnitelma						2. viikon suunnitelma					POIKKEAMAT
maanantai	tiistai	keskiviikko	torstai	perjantai	TOT	maanantai	tiistai	keskiviikko	torstai	perjantai	

Toteutuma – onnistuiko vai ei

Toisen viikon alustava suunnitelma

Suunnitelmasta poikkeamisen syy

Kuva 17. Vaihe 4 – Viikkosuunnitelma. Lomakkeen yläosan oikea puoli Last Planner -viikkosuunnitelman esittämistä sekä toteutuman arviointia varten. Tulevien töiden huomioon ottamiseksi pohjassa on myös varsinaista suunnitteluviikkoa seuraavakin viikko suuntaa antamassa.

Asiaa voidaan valottaa esimerkillä. Mikäli lattiavalun tarkastelutasoksi hyväksytään viikkoperiaate, työt voivat näyttää toteutuvan suunnitelman mukaisesti. Tosiasiassa työt pitää saada sujumaan päiväperiaatteen mukaan. Tällöin kullekin työlle on oma aikansa, jonka on pidettävä, jotta seuraavan työn toteuttaja voi tehdä oman työnsä. Lattian eristys, raudoitus, sähköputkitukset, vesikiertoisen lattialämmityksen asennus, reunakaistat ja itse valu. Kun yksikin vaihe tehdään vääränä päivänä, seuraa sovittelua, "hässäkkää" ja muutoksia.

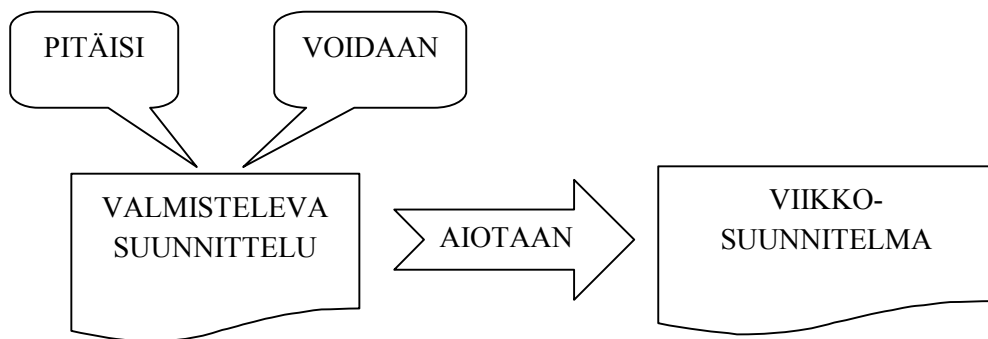
Toisaalta esimerkiksi YIT:n työmaalla osoitettiin, että runkovaiheen töissä riittää hyvin viikoittaisen seurannan taso. Oleellista on saada rytmi säilymään, mutta pieniä sovituksia viikon varrella joudutaan tekemään eikä niillä kuitenkaan ole vaikutusta muihin töihin eikä koko rakentamisen etenemiseen.

5. Last Planner -menetelmän sijoittuminen tuotannonohjauksen kokonaisuuteen

Last Planner -menetelmän käyttöönoton kannalta on välttämätöntä suhteuttaa se rakentamisen tuotannonohjauksen kokonaisuuteen. Seuraavassa esitettävät näkemykset perustuvat kokeilun kuluessa tehtyihin havaintoihin ja ulkomaisiin lähteisiin.

5.1 Last Planner johtaa toteutuksen roolin uudelleenarviointiin

Perinteinen tuotannonohjausajattelu korostaa suunnittelun merkitystä ja pitää toteutusta pelkkänä suoraviivaisena suunnitelmien täytäntöönpanona. Käytännössä suunnitelmat jäävät kuitenkin elämään omaa elämäänsä. Näin käy tarpeettoman usein niin aikatauluille, tehtäväsuunnitelmille kuin työmaan ns. erikoissuunnitelmille, kuten turvallisuussuunnitelmalle.



Kuva 18. Last Planner -menettelyn peruseriaate tehtävien hyväksymisestä viikkosuunnitelmaan. Vain sellaisia tehtäviä, jotka ylemmän tason suunnitelmien kannalta pitäisi tehdä ja jotka edellytystensä puolesta voidaan suorittaa, otetaan viikkosuunnitelmaan.

Last Planner -menettely ei kiistä suunnittelun tärkeyttä, mutta kohottaa toteutuksen ikään kuin vastinpariksi suunnittelulle. Kustannukset, tuottavuus ja kesto

määräytyvät viime kädessä konkreetista tekemisestä työmaalla, ja suunnitelmat on pikemminkin nähtävä resursseina toteutuksen ohjauksessa kuin sellaisenaan täytäntöön pantavina tahdonilmauksina (kuva 18 ja 19).

The diagram shows two overlapping Last Planner software windows. The top window is titled 'Last Planner -suunnitelma' and 'viikkosuunnitelma'. It features a grid with columns for 'Työryhmä', 'Tehävä', 'Mikäli ei ole', '1. kerran toteutettava', 'Yks.', 'Tulokset', 'Toteut. suunniteltu', 'Osa-kohteet', 'Suunnitelma', 'Tilast.', 'Keskittely', 'Terve', 'perjantai', 'Tilast.', 'Suunnitelma', 'Tilast.', 'Keskittely', 'Terve', 'perjantai', and 'POIKKEAMAT'. A callout bubble points to the 'Tehävä' column with the text: 'Ne missä edellytykset kunnossa – aiotaan tehdä AIOTAAN'. Another callout bubble points to the 'Suunnitelma' and 'Tilast.' columns with the text: 'Milloin aiotaan ja miten onnistui - MITEN ONNISTUTTIIN'. The number '3' is in the 'Työryhmä' column and '4' is in the 'POIKKEAMAT' column.

The bottom window is titled 'Suunniteltava suunnitelma'. It features a grid with columns for 'Työryhmä', 'Tehävä ja osa-kohteet', 'Suunnitelma', 'Mikäli ei ole', 'Yks.', 'Toteutettu', 'Toteut. suunniteltu', 'Kassa, k.', 'Suunnitelma', 'Suunnitelma', 'Kassa ja tilast.', 'Työryhmä', 'Edes ei ole', 'Mikäli ei ole', 'Mikäli ei ole', 'Toteutettu', 'Tilast.', 'OK', and 'KOMMENTIT'. A callout bubble points to the 'Suunnitelma' and 'Suunnitelma' columns with the text: 'Ne mitä pitää tehdä lähiaikoina - PITÄISI'. Another callout bubble points to the 'Suunnitelma' and 'Suunnitelma' columns with the text: 'Edellytykset kunnossa ? Voidaanko tehdä ? VOIDAAN'. The number '1' is in the 'Työryhmä' column and '2' is in the 'KOMMENTIT' column.

Kuva 19. Last Planner -menettelyn periaatteet näkyvät myös kokeilun viikkosuunnittelulomakkeella.

Last Planner -menettely on työn toteutumisen edellytysten luomista ja seuranta, mutta myös väline ohjata ja valvoa tuotannosuunnittelua ja -ohjausta. Se yh-

denmukaistaa ja systematisoi tapaa toimia niin että kaikki tekeminen liittyy päivittäiseen ja viikoittaiseen työmaan johtamiseen. Last Planner kiinnittää huomion siihen, että työmaata edeltävien vaiheiden panokset palvelevat toteutusta mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti.

Pyrimme yleensä käyttämään välineitä, joista on hyötyä. Last Planner -menettelystä työnjohtajat esittivät monia aiemmin lueteltuja hyötyjä. Erityisesti muutama kannattaa nostaa vielä tässä esiin. Työnjohtajien mielestä Last Planner -menettely auttaa mm.

- jakamaan aikataulun pitovastuuta myös kohdemestareille; näin on opittu seuraamaan yleisaikataulua, mikä on parantanut aikataulun pitävyyttä

eli toisin sanoen menettely auttaa

- suunnittelemaan töitä itsenäisesti – ei sanelupolitiikkaa, vaan viikkosuunnittelun ja yleisemmän tason vertailu/ohjaus myös kohdemestareille, ei vain vastaavalle mestarille

ja

- arvioimaan tilanteet viikoittain, jolloin saadaan välitön palaute onnistumisesta, mikä johtaa toimenpiteisiin

eli toisin sanoen

- parantamaan töiden ohjausta – työt teetetään ja tehdään järjestelmällisesti sekä opitaan ymmärtämään työntekijöiden tehoja ja laskemaan resurssitarpeita.

5.2 Tehtäväsuunnittelu ja Last Planner

Last Planner -menettelyä ja tätä kehityshanketta esiteltäessä nousi monesti esiin tehtäväsuunnittelu kuin eräänlaisena vastavoimana Last Plannerille. Yhteenveto tehtäväsuunnittelun ja Last Plannerin eroista esitetään taulukossa 1.

Tehtäväsuunnittelu keskittyy aina kerrallaan yhden tehtävän suunnitteluun ja ohjaukseen kokonaisuutena. Suunnittelema tehtäviä, jotka ovat keskeisiä, pyritään ohjaamaan koko työmaata näiden tehtävien kautta. Keskeisiksi tehtäviksi valitaan ajallisesti kriittisiä, taloudellisesti merkittäviä, vaikeita, tekijöille tai työnjohdolle vieraita sekä aiemmin paljon virheitä tai ongelmia sisältäneitä tehtäviä. Tehtäväsuunnitelma suositellaan laadittavaksi, jotta töiden ohjaamiseen olisi työväline. Vaikka tehtäväsuunnitelmia tehdään kohtuullisesti, valitettavan vähän näitä välineitä kuitenkin käytetään siihen mihin ne on tarkoitettu eli töiden ohjaamiseen.

Last Plannerilla pyritään hoitamaan myös työmaatuotannon kokonaisuutta, mutta hieman toisesta näkökulmasta. Last Plannerissa huomion keskipisteenä on viikon aikana suoritettava työ kokonaisuutena. Tehtäväsuunnitelman tarkoituksesta tehtävästä tarkastellaan siis kerrallaan viikon aikana suoritettavaa osatehtävää. Last Planner -menettelyssä ovat kaikki tehtävät, myös taloudellisesti vähäpätöiset tai ns. tavalliset työt, yhtä tärkeässä asemassa kuin muut. Kaikki voivat työmaan tilanteen huomioon ottaen olla tuotannollisesti merkittäviä tiettyssä vaiheessa tiettyjen olosuhteiden vallitessa. On kovin vaikea etukäteen päättää vain muutama merkittävä asia, ja pyrkiä niiden avulla vaikuttamaan kokonaisuuteen.

Taulukko 1. Tehtäväsuunnittelun ja Last Planner -menetelmän eroja.

	<i>Tehtäväsuunnittelu</i>	<i>Last Planner</i>
<i>Tarkastelukohde</i>	Koko tehtävä	Viikkotehtävä
<i>Tarkastelun laajuus</i>	Keskeiset tehtävät	Kaikki viikkotehtävät
<i>Keskeinen näkökulma</i>	Tavoitteiden ja vaatimusten selvittäminen	Edellytysten varmistaminen
<i>Vaikutustapa</i>	Valvonta ja ohjaus	Ennalta varmistus
<i>Sopiminen ja sitoutuminen</i>	Yksittäin	Yhdessä
<i>Suunnittelun tason mittaus</i>	Kertaluonteista	Jatkuvaa

Last Planner tarjoaa keinon johtaa työmaata tuotannosuunnittelun kautta. Se on väline, jolla toteutetaan työmaan tehtäviä. Kun tehtäväsuunnittelun prosessi etenee tehtävän aloituspalaverin jälkeen esimerkiksi ensimmäisen mestan tarkistuksen kautta varsinaiseen toteutukseen, tarvitaan edelleen jatkuvaa varmistamista,

jotta tuotantoa voidaan johtaa hallitusti. Sopimalla ja sitouttamalla viikoittain tämä onnistuu.

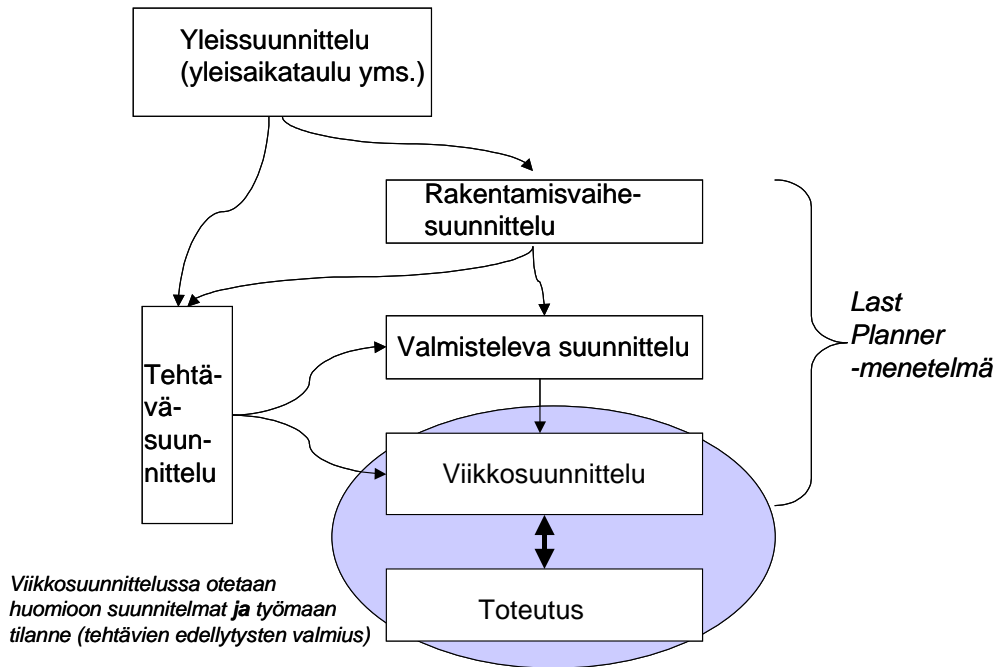
Tehtäväsuunnittelussa painopisteenä on tehtävän taloudellinen, ajallinen ja laatuun liittyvä suunnittelu. Last Planner -menettelyllä varmistetaan, että jokaisen viikkotehtävän toteuttamisen edellytykset ovat olemassa ja tehtävälle luodaan mahdollisuus tulla tehdyksi. Last Planner -menettelyllä valvotaan viikkotasolla myös tehtäväsuunniteltujen tehtävien suunnitelmien mukaista toteutusta sekä varmistetaan niiden hyvin suunniteltu resurssien käyttö.

Tehtäväsuunnittelu ja Last Planner voidaan siis nähdä monella tapaa toisiaan täydentävinä menettelyinä. Kyse ei ole vastakohtista, vaan pikemminkin toisiinsa täydentävistä, paljolti samaan suuntaan vetävistä tai työntävistä ”voimavälineistä” tuotannonohjauksen helpottamiseksi.

5.3 Last Planner tuotannonohjauksen kokonaisuudessa

Kuvassa 20 esitetään hahmotelma Last Planner -menettelystä osana tuotannonohjauksen kokonaisuutta. Last Planner -menettely yhdistää työmaan eri suunnitelmien vaatimat asiat käytännön toimiksi. Nimensä mukaisesti Last Planner -menettely kohdistuu viimeiseen tilanteeseen, jossa voidaan huolehtia tehtävien toteutuskelpoisuudesta ja varmistaa niiden suunnitelmien mukainen toteutus. Ehkä selkeimpänä erona aiempaan on, että viikkosuunnittelun itsenäisyys korostuu; se ei ole pelkästään ylempien tasojen suunnitelmien toteuttaja, vaan siinä otetaan huomioon myös työmaan tilanne, ts. tehtävien edellytysten valmius.

Onko tarpeellista (tai mahdollista) muuttaa ylemmän tason suunnittelumenetelyjä Last Plannerin käyttöönoton myötä? Tähän voitaneen vastata lopullisesti vasta lisääntyneen ja syventyneen Last Planner -menettelyn käyttökokemuksen myötä. Kokemukset ulkomaisissa yrityksissä viittaavat kuitenkin siihen, että menettelyn käyttöönotto mahdollistaisi suunnittelun keventämisen yleisaikataulutasolla. Tuotannosuunnittelun painopiste siirtyisi siten vaihesuunnitteluun, valmistelevaan suunnitteluun ja etenkin viikkosuunnitteluun. Tällöinkin luonnollisesti edellytetään, että yleisaikataulu suunnitellaan sellaisella tarkkuustasolla, että varmistetaan kokonaiskeston ja välitavoitteiden realistisuudesta.



Kuva 20. Last Planner -menettely osana tuotannonohjauksen kokonaisuutta. Aiempaan verrattuna viikkosuunnittelu ja viikkosuunnitelman toteutus kohoavat keskiöön.

6. Johtopäätökset

6.1 Hyödyt

Last Planner -menetelmän hyötyjen osalta kokeilun tulokset ovat samansuuntaiset kuin aiemmin muissa maissa saadut. Kokeiluun osallistuneet arvioivat yleisesti Last Planner -menetelmän hyödylliseksi etenkin sen kannalta, että tehtävien edellytysten valmistelun tasoa saadaan kohotetuksi sekä että tehtävien kerralla valmiiksi saaminen helpottui. Myös tehtävien toteutumatta jäämisen syiden selkeä esilletulo koettiin hyödylliseksi, ja sen katsottiin myötävaikuttavan ongelmien poistamiseen.

Kokeilun loppuvaiheissa oli työmaiden PPC-luku (viikkosuunnitelman toteutuneiden tehtävien osuus kaikista tehtävistä) keskimäärin 16 prosenttiyksikköä korkeampi kuin alkuvaiheissa. PPC-luku saatiin muutamaksi viikoksi kohoamaan yli 80 %:n kaikilla tai useimmilla työmailla. Saavutettua PPC-luvun nousua on kansainvälisen vertailutiedon perusteella pidettävä hyvänä. Muissa maissa tehtyjen tutkimusten nojalla on perusteltua väittää, että PPC-luvun kohoamisen myötä myös tuottavuus on parantunut. Tehdyssä kokeilussa ei kuitenkaan tuottavuutta mitattu.

6.2 Soveltuvuus kotimaisen tuotannonohjauksen käytännön kannalta

Vaikkakin Last Planner -menetelmä poikkeaa lähtökohdiltaan ja menetelmiltään perinteisestä rakentamisen tuotannonohjauksen käytännöstä, ei sen käyttöönoton katsottu olevan erityisen ongelmallista. Kotimaisen tuotannonohjauksen käytännön viimeaikaiset kehityspiirteet voidaan nähdä osaksi samansuuntaisina Last Planner -menetelmän perusajatusien kanssa, mutta eri asioita painottavina. Siten esimerkiksi tehtäväsuunnittelu ja Last Planner -menettely voidaan nähdä toisiaan täydentävinä.

6.3 Käyttöönotto

Ottaen huomioon kokeilusta saadut myönteiset tulokset ja monet ulkomaiset esimerkit voidaan Last Planner -menetelmää suositella käyttöönotettavaksi lyhyen aikavälin tuotannonohjaukseen rakennustyömailla Suomessa. Niin ikään voidaan sen opettamista suositella käynnistettäväksi kaikilla koulutustasoilla, joilla työmaan ohjausta käsitellään.

6.4 Tutkimus- ja kehitystarpeet

Last Planner -menetelmän uutuudesta johtuen siihen liittyy useita erilaisia tutkimus- ja kehitystarpeita:

- **Suomenkielinen oppiaineisto uudesta tuotannonohjausmenettelystä.** Aineistoa tulisi voida käyttää hyväksi eritasoisessa opetuksessa ja yritysten sisäisessä valmennuksessa
- **Käyttöönottokokeilun syventäminen ja menetelmän edelleen kehittäminen.** On tarpeen syventää menetelmän eri piirteiden käyttöä, ottaa uusia osapuolia mukaan sekä mitata tarkemmin hyötyjä. Menetelmään liittyviä käytäntöjä on hiottava yleensä sekä kehitettävä edelleen etenkin niitä piirteitä, joita ei suoritettussa kokeilussa ehditty kunnolla käsitellä. Aliurakoitsijat, etenkin talotekniikka, tulee saada sitoutuneesti mukaan. Tältä osin etenkin vaihesuunnittelumenettelyä tulee kokeilla yhteisen sitoutumisen varmistajana. Yritysten sisäisiä menetelmävalmentajia tulee kouluttaa yrityskohtaisen käyttöönoton tehostamiseksi; tätä varten tarvitaan koulutusohjelma. Hyötyjen määrällinen mittaaminen edellyttää mittausmenetelmien kehittämistä ja soveltamista. Hankinta- ja aliurakasopimuskäytännön mukauttamista uuteen tuotannonohjauskäytäntöön tulee tarkastella.
- **Työturvallisuus.** Työturvallisuuden näkökulmasta on tarpeen todentaa parantuneen suunnitelmallisuuden ja työtapaturmien välinen yhteys siinänsä. Toisaalta on tarkasteltava sitä, miten viikkosuunnittelumenettelyyn saadaan sisällytetyksi työturvallisuuden varmistaminen luontevaksi ja järjestelmälliseksi osaksi.

- **Tehtävien aloitusedellytysten kokoaminen.** Tavoitteena on eri tehtävien aloitusedellytysten kokoaminen ja tarjoaminen käyttökelpoisessa muodossa työmaan tuotannonohjauksen tarpeisiin. Yksi mahdollisuus on sisällyttää työturvallisuusasiat järjestelmällisesti aloitusedellytyksiin.
- **Last Planner -menettelyn soveltaminen rakennussuunnitteluun.** Last Planner -menetelmän on todettu soveltuvan myös rakennussuunnittelun ohjaukseen. Myös tämän sovellusalueen käytäntöjä tulee kokeellisesti kehittää.
- **Tietotekninen tuki Last Planner -menettelylle.** Esiselvityksen avulla tulee kartoittaa ja arvioida eri maissa jo tehdyt tietokonepohjaiset apuvälineet. Esiselvityksen tulosten pohjalta voidaan laatia yleiskäyttöinen tietotekninen tuki Last Planner -menettelylle. Tämän rinnalla voidaan sisällyttää Last Planner -piirteitä, esim. aloitusedellytysten varmistaminen, olemassa olevaan aikatauluohjelmistoon.

Lähdeluettelo

Alarcón, Luis F. & Cruz, Juan C. 1997. The Impact Of Project Planning Performance On Construction Project Performance. Proceedings. Tenth World Productivity Congress. School Of Industrial Engineering, Universidad Del Mar.

Alarcón, Luis F., Diethelm, Sven & Rojo, Oscar. 2002. Collaborative implementation of lean planning systems in Chilean construction companies. Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean Construction. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS (2002), s. 541–551.

Alarcón, Luis F. & Seguel, Loreto. 2002. Developing incentive strategies for implementation of lean construction. Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean Construction. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS (2002), s. 403–412.

Baadsgaard, Jesper. 2001. Byggeproduktion og materiale-logistik optimeres via interaktive styringsværktøjer. Logistik Horisont, Vol. 27, No. 6, Oktober.

Ballard, Glenn. 1994. The Last Planner. Northern California Construction Institute, Spring Conference, Monterey, CA, April 22–24, 1994. 8 s.

Ballard, Glenn. 1997. Lookahead planning: The Missing Link in Production Control. Proceedings of the 5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC-5. Gold Coast, Australia, 16–17 July 1997.

Ballard, Glenn. 2000. The Last Planner System of Production Control. A thesis submitted to the Faculty of Engineering of The University of Birmingham for the degree of Doctor of Philosophy. School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham.

Ballard, Glenn. 2002. Managing work flow on design projects: a case study. Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 9, No. 3, s. 284–291.

Ballard, Glenn & Howell, Gregory. 1998. Shielding Production: Essential Step in Production Control. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 124, No. 1, s. 11–17.

Ballard, Glenn & Howell, Gregory. 2003. Competing Construction Management Paradigms. ASCE Construction Research Congress. Honolulu, Hawaii, March 19–21, 2003. 8 s.

Ballard, Glenn, Howell, Greg & Casten, Mike. 1996. PARC: a case study. Presented at the 4th International Conference for Lean Construction, Birmingham, 1996.

Ballard, Glenn, Tommelein, Iris, Koskela, Lauri & Howell, Greg. 2002. Lean construction tools and techniques. In: Best, Rick & de Valence, Gerard (ed.). *Design and Construction: Building in Value*. Butterworth-Heinemann, Oxford. S. 227–255.

Bertelsen, Sven, Christofferson, Anders Kirk, Bojsen Jensen, Lars & Sander, Dag. 2001. Studies, Standards and Strategies in the Danish Construction Industry Implementation of the Lean Principles. *Lean Construction Congress*.

Bertelsen, Sven & Koskela, Lauri. 2002. Managing the three aspects of production in construction. *Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean Construction*. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS (2002), s. 13–22.

Case: The Boldt Company. (Tulostettu 28.11.2002 osoitteesta <http://www.leanconstruction.dk/7957,1>)

Choo, H.J. & Tommelein, I.D. 2001. Requirements and barriers to adoption of Last Planner computer tools. *Proceedings of the 9th International Group for Lean Construction Conference*. Kent Ridge Crescent, Singapore, 6–8 August 2001. Chua, David & Ballard, Glenn (eds.). National University of Singapore, s. 447–459.

Conte, Antonio Sergio Itri. 2002. Lean construction: from theory to practice. *Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean*

Construction. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS, s. 553–561.

Erez, Miriam. 1977. Feedback: a necessary condition for the goal setting-performance relationship. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 62, No. 5, s. 624–627.

Fiallo, Mario C. & Revelo, Víctor Hugo P. 2002 Applying the Last Planner control system to a construction project: a case study in Quito, Ecuador. *Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean Construction*. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS, s. 501–512.

Hadavi, Ahmad & Krizek, Raymond J. 1994. Short-Term Goal Setting for Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 119, No. 3, s. 622–630.

Hopp, Wallace & Spearman, Mark. 1996. *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management*. Irwin/McGraw-Hill, Boston. 668 s.

Horner, R. M. W., Zakieh, R., Duff, A. R., Dolan, K. Rainsberry, A. P. & Sharma S. 1998. Improving construction productivity - a practical demonstration of a process based approach. EPSRC Research Grant No GR/K77457. Final Report. 7 s.

Howell, Greg & Ballard, Glenn. 1998. Implementing Lean Construction: Understanding and Action. Papers presented at the IGLC-6 conference.

Howell, Greg; Koskela, Lauri. 2000. Reforming project management: the role of lean construction. 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-8). Brighton, 17–19 July 2000.

Howell, Gregory L. & Macomber, Hal. 2002. A Guide for New Users of the Last Planner™ System: Nine Steps for Success. Second Draft. November 18, 2002. Lean Project Consulting. 20 s.

Huang, C.-C. & Kusiak, A. 1998. Manufacturing control with a push-pull approach. *Int. J. Prod. Res.*, Vol. 36, No. 1, s. 251–275.

Izquierdo R., Jorge Luis. 2002. Sähköpostiviesti 5.12.2002.

Jaafari, Ali. 1984. Criticism of CPM for Project Planning Analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 110, No. 2, s. 222–233.

Josephson, Per-Erik & Hammarlund, Yngve. 1996. Kvalitetsfelkostnader på 90-talet - en studie av sju byggproject. Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för byggnadsekonomi och byggnadsorganisation. Report 49. 125 s.

Junnonen, Juha-Matti. 1996. Uusiutuva tuotannonohjaus. *Kehitys & Tuottavuus* 34.

Kankainen, J., Junnonen, J.-M. & Savolainen, M. 1998. Kokonaistaloudellisuuden parantaminen tehtäväsuunnittelun ja laatupiirityöskentelyn avulla. *Kehitys & Tuottavuus* 51.

Kasanen, Eero, Lukka, Kari & Siitonen, Arto. 1991. Konstruktiivinen tutkimusote liiketaloustieteessä. *Liiketaloudellinen aikakauskirja*, No. 3, s. 301–329.

Koskela, Lauri. 1999. Management of production in construction: a theoretical view. - 7th Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-7. Berkeley, 26–28 July 1999. University of California, s. 241–252.

Koskela, Lauri. 2000. An exploration towards a production theory and its application to construction. VTT Building Technology, Espoo. 296 s. VTT Publications: 408.

Koskela, Lauri; Ballard, Glenn & Tanhuanpää, Veli-Pekka. 1997. Towards lean design management. Proceedings of the 5th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC-5. Gold Coast, AU, 16–17 July 1997. International Group for Lean Construction, s. 1–12.

Koskela, Lauri & Howell, Greg. 2002a. The theory of project management: Explanation to novel methods. - Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the

International Group for Lean Construction. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS, s. 1–11.

Koskela, Lauri & Howell, Greg. 2002b. The underlying theory of project management is obsolete. - Proceedings of PMI Research Conference 2002. Slevin, Dennis, Cleland, David & Pinto, Jeffrey (eds.). Project Management Institute (PMI), s. 293–302.

Koskela, Lauri, Howell, Greg, Ballard, Glenn & Tommelein, Iris. 2002. The foundations of lean construction. In: Best, Rick & de Valence, Gerard (ed.). Design and Construction: Building in Value. Butterworth-Heinemann, Oxford. S. 211–226.

Koskenvesa, Antti & Pussinen, Tarja. 1999. Opas urakoitsijan tehtäväsuunniteluun. Rakennusteollisuuden keskusliitto. Kehitys & Tuottavuus 60.

Kähkönen, Kalle, Koskela, Lauri, Leinonen, Jarkko & Aromaa, Pekka. 2002. Supply Chain Management Aspects for Top Quality Industrial Construction. The Organization and Management of Construction. 10th International Symposium. Construction Innovation and Global Competitiveness. Vol. 2. Ed. by B.O. Uwakweh & I.A. Minkarah. CRC Press, Boca Raton. S. 841–852.

Laitinen, Heikki & Ruohomäki, Ismo. 1996. The Effects of Feedback and Goal Setting in Safety Performance at Two Construction Sites. Safety Science, Vol. 24, No. 1, s. 61–73.

Lingard, Helen, Gilbert, Guinevere & Graham, Peter. 2001. Improving solid waste reduction and recycling performance using goal setting and feedback. Construction Management and Economics, Vol. 19, s. 809–817.

Locke, Edwin A. 1968. Towards a theory of task motivation and incentives. Organizational behavior and human performance. Vol. 3, s. 157–189.

Luosujärvi, Marko. 2003. Tuotannonohjaus Last Planner -menetelmällä. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Macomber, Hal. 2001. Securing Reliable Promises on Projects: A Guide to Developing A New Practice. Available at <http://weblog.halmacomber.com>.

Madsen, Mette Munch & Larsen, Mikkel. 2002. TrimByg - Et produktivitetsfremmende konsept til byggeriet. Eksamensprojekt ved BYG DTU, Afdeling for byggeledelse. 135 s.

Marosszky, Marton, R. Thomas, Khalid Karim, S. Davis & D. McGeorge. 2002. Quality management tools for lean production - moving from enforcement to empowerment. Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean Construction. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS (2002), s. 87–99.

Medina-Mora, Raúl, Winograd, Terry, Flores, Rodrigo & Flores, Fernando. 1992. The action workflow approach to workflow management technology. Computer Supported Cooperative Work. Proceedings of the conference on Computer-supported cooperative work, 1992, Toronto, Ontario, Canada. ACM Press, New York. S. 281–288.

Mattila, Markku, Rantanen, Eeva & Hyttinen, Marita. 1994. Quality of work environment, supervision and safety in building construction. Safety Science, Vol. 17, N:o 4. s. 257–268.

Miles, Robert S. 1998. Alliance Lean Design/Construct on a Small High Tech Project. Proceedings of IGLC-6. 6th Conference of the International Group for Lean Construction, 13–15 August, 1998, Guarujá. Ed. by Carlos T. Formoso. UFRGS, Porto Alegre, 2002. S. 269–301.

Nielsen, Anni & Kristensen, Ebbe. 2002. Plan Byg - Effektivisering af byggeprocessen visualiseret ved spillet Plan Byg. Aalborg Universitet, Institut for produktion. 168 s. + liitt.

Pappas, Michael. 1999. Evaluating Innovative Construction Management Methods through the Assessment of Intermediate Impacts. A thesis for a "Master of Science in Engineering", University of Texas at Austin.

Saurin, Tarcisio A., Carlos T. Formoso, Lia B. M. Guimarães & Alexandre C. Soares. 2002. Safety and production: an integrated planning and control model. Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean Construction. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS (2002), s. 61–74.

Shewhart, Walter A. & Deming, W. Edwards. 1939. Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. The Graduate School, The Department of Agriculture, Washington. 155 s.

Soares, Alexandre C., Bernardes, Maurício M. S. & Formoso, Carlos T. 2002. Improving the production planning and control system in a building company: contributions after stabilization. Proceedings of IGLC-10. 10th Conference of the International Group for Lean Construction. Gramado, 6–8 August 2002. Carlos T. Formoso & Glenn Ballard (eds.). UFRGS (2002), s. 477–487.

Spear, Steven & Bowen, H. Kent. 1999. Decoding the DNA of the Toyota Production System. Harvard Business Review, September-October, s. 97–106.

Särkilahti, Tuomas & Kiiras, Juhani. 1997. Tehtäväsuunnittelu rakennushankkeessa. Kehitys & Tuottavuus 50.

Thomas, H. Randolph & Oloufa, Amr A. 1995. Labor productivity, disruptions, and the ripple effect. Cost Engineering, Vol. 37, No.12, s. 49-54.

Thomassen, Mikkel A. 2002. Lean Construction and Safety. Presentation at the 4th Annual Lean Project Congress, August 2nd, 2002, Berkeley.

Teston, Jim. 1998. Evaluating the Benefits of Lean Construction on Productivity. A Thesis Presented to the Graduate School of Clemson University. 97 s.

Teston, Jim. 1999. Application of the Last Planner. Proceedings of the Lean Construction Congress, July 30, 1999, Berkeley. The Lean Construction Institute. S. 13–34.

Townsend, Mike, Reynolds, Mark & Cole, Nigel. 1999. Application of the 'Last Planner' Technique. Management of Construction Projects. No. 1. Croner Publications Ltd.

Veteto, Craig E. 1994. The Relationship between Planning and Safety. Cost Engineering, Vol. 36, No. 4, s. 23–26.

Vrijhoef, Ruben, Koskela, Lauri & Howell, Greg. 2001. Understanding construction supply chains: an alternative interpretation. Proceedings of the 9th International Group for Lean Construction Conference. Kent Ridge Crescent, Singapore, 6–8 August 2001. Chua, David & Ballard, Glenn (eds.). National University of Singapore (2001), s. 185–198.

Winograd, T. & Flores, F. 1986. Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design. Ablex, Norwood. 207 s.

Liite 1: Kokeilutyömaat

Skanska Etelä-Suomi Oy

Työmaa	As Oy Vantaan Herttuantie 3
Osoite	Herttuantie 3, 01520 Vantaa
Vastaava työnjohtaja	Aulis Ketolainen
Kohdekuvaus	Kaksi asuinkerrostaloa, joissa yhteensä 52 asuntoa ja pinta-alaa 2 990,5 m ² Rakennus 1, A-porras 4 kerrosta Rakennus 2, B- ja C-porras 4 kerrosta ja ullakkohuoneistot

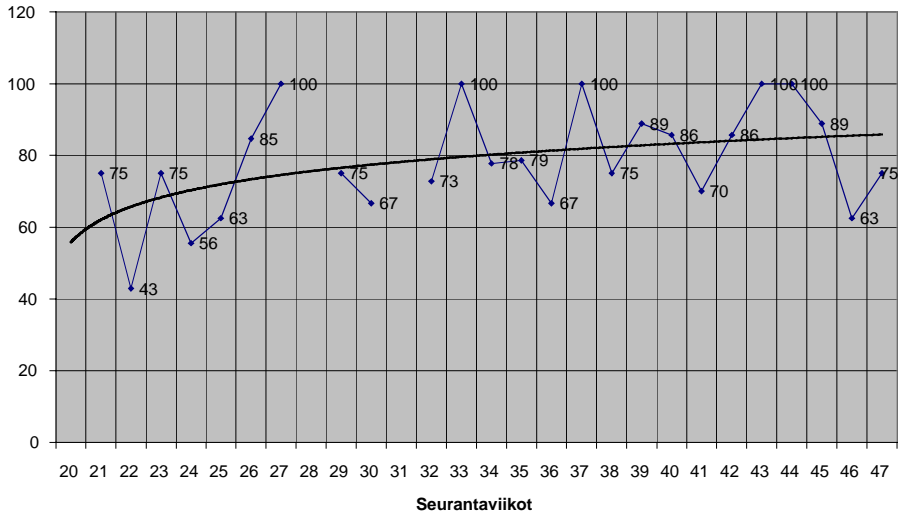


Kuva 1. Skanskan kohde Vantaalla.

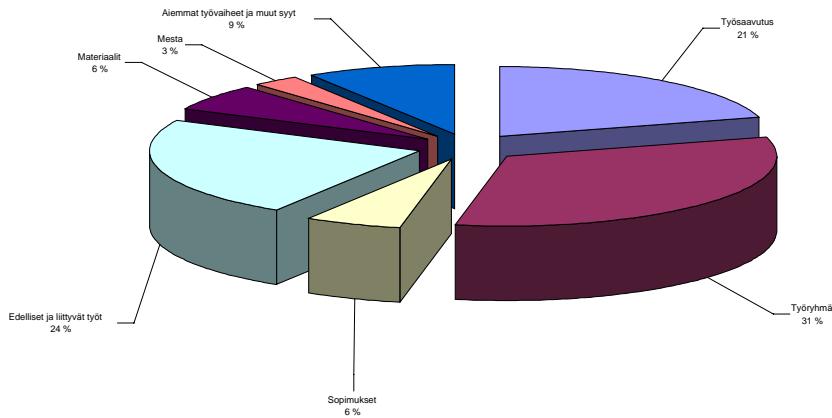
Toimintatapa ennen kokeilua: Yleis- ja rakentamisvaihe aikataulut, erikseen laaditut talotekniikka-aikataulut. Yrityksen viikkosuunnittelukäytäntö.

Kokeilun myötä: Viikkosuunnittelusta tuli mitattava. Työmaalla kokeilussa vain yhden mestarin työt, mistä seurasi, ettei kokonaisohjaus aina toteutunut. Tuotannon eteneminen oli aika ajoin vaikeasti ennakoitavissa tästä johtuen.

Erityispiirteet: Toisen rakennuksen ullakkohuoneistot osoittautuivat työmäärän arvioinnissa ongelmallisiksi. Työsaavutukset olivat huomattavasti pienempiä kuin ns. normaaleissa asunnoissa.



Kuva 2. Skanskan työmaan PPC-luvun kehitys kokeilun aikana. PPC-luku mittaa suunnitelman toteutumisastetta viikoittain.



Kuva 3. Skanskan työmaan PPC-poikkeamien syiden jakauma. Suurimmat vaikuttavat tekijät työryhmä, työsaavutus sekä edeltävät ja liittyvät työt.

YIT Rakennus Oy

Työmaa	As Oy Koskenkohina ja As Oy Aleksandranpuisto
Osoite	Keernakatu 1 / Alaverstaanraitti 5 33100 Tampere
Vastaava työnjohtaja	Arto Pitkänen
Kohdekuvaus	Kaksi asuinkerrostaloa, 4204 brm2 / 5316 brm2 Koskenkohina 4 kerrosta, Aleksandranpuisto 6 kerrosta

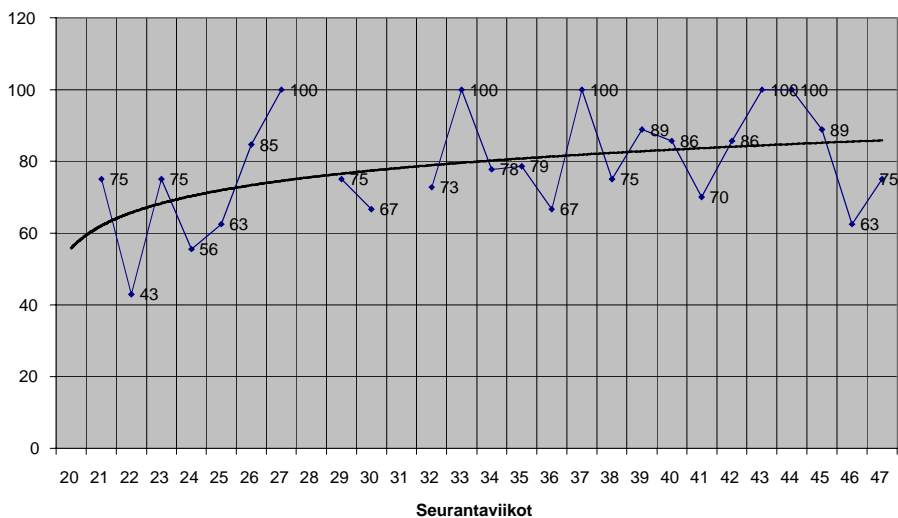


Kuva 4. YIT:n työmaa Tampereelta.

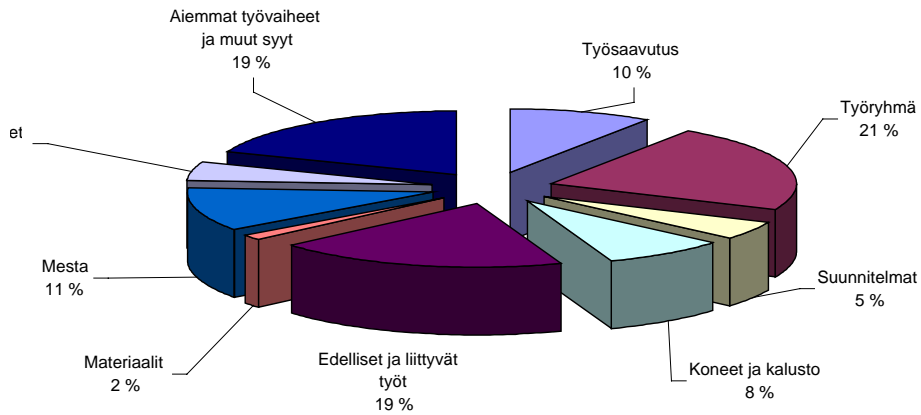
Toimintatapa ennen kokeilua: Yleis- ja rakentamisvaihe aikataulut sekä yrityksen viikkosuunnittelukäytäntö vastaavan johdolla kokonaisvaltaisesti, kolmen mestarin johtamat työt.

Kokeilun myötä: Viikkosuunnittelusta mitattava ja vastaavan ohjaama menettelytapa. Kukin työnjohtaja todella suunnittelee omat työt.

Erityispiirteet: Kahden asuinkerrostaloyhtiön rakentaminen vaiheistettuna talo-kohtaisin lohkoin. Omien miesten vahva osuus etenkin runkovaiheessa mahdollisti myös runkovaiheen tarkan suunnittelun.



Kuva 5. YIT:n työmaan PPC-luvun kehitys kokeilun aikana. PPC-luku mittaa suunnitelman toteutumisasastetta viikoittain.



Kuva 6. YIT:n työmaan PPC-poikkeamien syiden jakauma. Suurimmat vaikuttajat tekijät: työryhmä sekä edeltävät ja liittyvät työt.

Rakennusosakeyhtiö Hartela

Työmaa	Korsokeskus LUMO
Osoite	Merikotkantie 3 01450 Vantaa, Korso
Vastaava työnjohtaja	Veli-Antti Husso
Kohdekuvaus	Kulttuuri, koulu- ja liikuntakeskus, yht. 12234 brm2

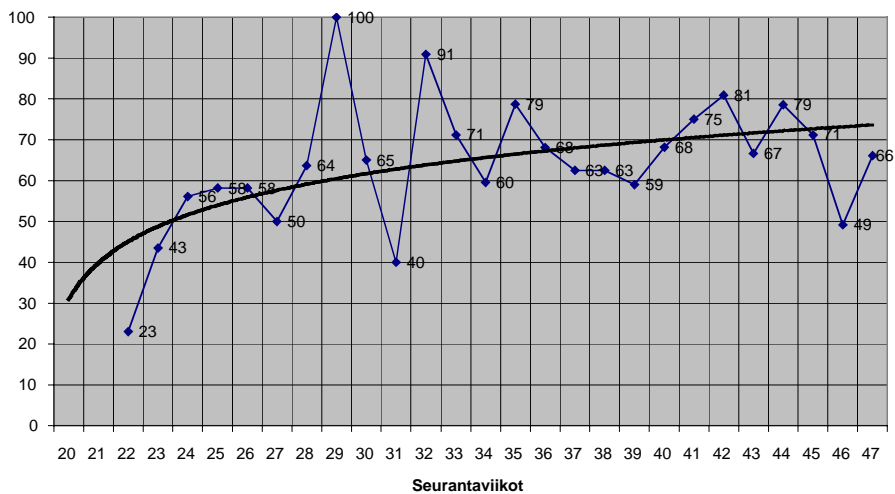


Kuva 7. Hartelan työmaa Korsokeskus.

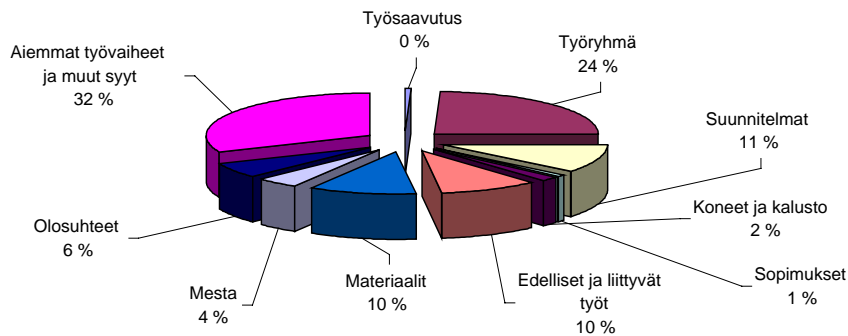
Toimintatapa ennen kokeilua: Yleis- ja rakentamisvaihe aikataulut sekä viikkosuunnittelu yrityksen käytännön mukaisesti. Tehtäväsuunnittelu muutamista töistä. Vastaavalla iso rooli aikatauluttamisessa, vaikka kohteessa olikin useita mestareita.

Kokeilun myötä: Suunnittelu siirtyi yhä enemmän kullekin työnjohtajalle. Taso vaihteli aluksi paljonkin, lopussa yhdenmukaisempaa. Paljon yhteensovitettavaa mm. henkilö- ja mestaresursseissa.

Erytyspiirteet: Suurin kokeilutyömaista. Työnjohtajien määrä oli niin ikään suurin, minkä johdosta Last Planneria käytettiin nimenomaan yhdenmukaistamaan toimintaa. Työnjohtajien välinen resurssien jakaminen oli työmaalla keskeisessä roolissa.



Kuva 8. Hartelan työmaan PPC-luvun kehitys kokeilun aikana. PPC-luku mittaa suunnitelman toteutumisastetta viikoittain.



Kuva 9. Hartelan työmaan PPC-poikkeamien syiden jakauma. Suurimmat vaikuttavat tekijät aiemmat työvaiheet, työryhmä, suunnitelmat sekä edeltävät ja liittyvät työt.

Kokeilutyömaista ainoastaan Hartelan työmaalla suunnitelmien osuus viikkosuunnitelmien poikkeamien aiheuttajana nousi yli kymmenen prosenttiin. Erikoiskohde erosi tässäkin mielessä muista, asuntotuotantoa edustaneista kohteista.

NCC Oy

Työmaa	KOy Siltavoudintie 1
Osoite	Siltavoudintie 1, 00660 Helsinki
Vastaava työnjohtaja	Jussi Peltonen
Kohdekuvaus	Asuinkerrostalon peruskorjaus, yht. 3271 brm2 Portaat A–D, 3 krs + kellari

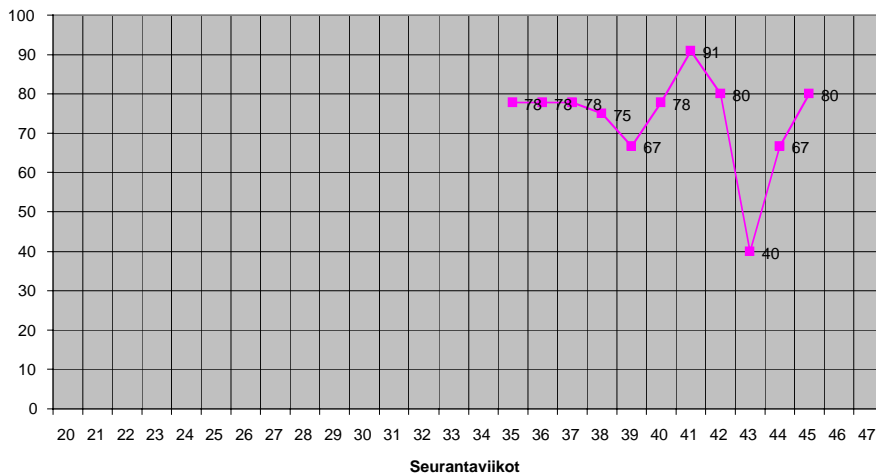


Kuva 10. NCC:n korjausrakennustyömaa Helsingissä.

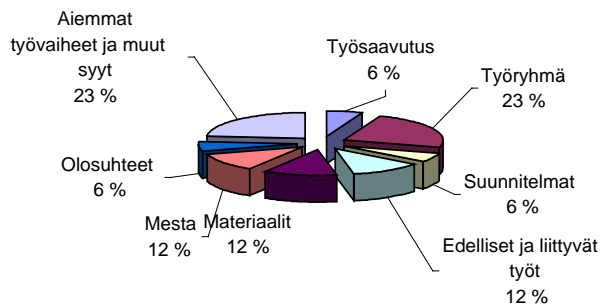
Toimintatapa ennen kokeilua: Tarkka töiden ajoitus porraskohtaisessa yleisai-kataulussa kohteen luonteesta johtuen. Talotekniikka keskeisessä osassa, minkä johdosta jokainen muutos vaikuttaa jollain tavoin.

Kokeilun myötä: Kokeilu lähti liikkeelle hankkeen alusta, jolloin saatiin ote hyvin ja helposti. Yhden portaan osalta lyhyt kesto johtaa tarkkaan suunnitte-luun. Päiväkohtaisilla toteutumilla on siten todellista merkitystä.

Erityispiirteet: Korjauskohteessa omat erikoisuutensa. Tuotanto toistuu portaasta toiseen eli ensimmäisessä harjoiteltu yhteistyö toimii toisessa vähän paremmin, mikäli tuotannon edellytyksistä vain pidetään huolta.



Kuva 11. NCC:n työmaan PPC-luvun kehitys kokeilun aikana. PPC-luku mittaa suunnitelman toteutumisastetta viikoittain.



Kuva 12. NCC:n työmaan PPC-poikkeamien syiden jakauma. Suurimmat vaikuttavat tekijät aiemmat työvaiheet, työryhmä, suunnitelmat sekä edeltävät ja liittyvät työt.

Liite 2: Kokeiluun osallistuneiden palaute

Last Planner tuotannonohjaus -hankkeen koulutustilaisuudessa 2.10.2002 kokeiluun osallistuneiden työmaiden edustajat esittivät seuraavankaltaista palautetta:

- ennakkokäsitys – lisätoita ja teoriaa; todellisuudessa rytmiin päästyä myös hyödyt näkyvät; riittävän yksinkertaista
- vie liikaa aikaa – ensin tekeminen ja sitten vielä analysointi; yhteinä helpottavana yhteys aikatauluohjelmistoihin, jolloin vertailu koko ajan
- ideaalimalli: aliurakoitsijat, talotekniikkaurakoitsijat ja työntekijät mukana tekemässä
- nollan kirjaamisella oli tavallaan ”negatiivinen” kaiku, jonkun mielestä viiva eli miinuskin olisi parempi
- ennakkosuunnittelun tarkentuminen – valmistelevalle suunnittelu tulee systemaattisemmaksi – tosin käytäntö antaa välillä korville vrt. hankinnat, työryhmät
- suunnitellaan vain niitä, jotka uskotaan kyettävän toteuttamaan; valmistelevalle suunnittelun merkitys – tavoitteellisuus – aikajänne – tarkkuustaso
- valmistelevalle suunnittelun osalta tarkistettavia asioita on liikaa; enintään 5 kohtaa riittäisi
- suunnittelu kannattaa keskittää niihin asioihin, jotka tuottavat ongelmia ja yllätyksiä – tarkistuslista edellytyksistä

- yleisaikataulu ohjaa – nollat ja ykköset auttavat, mutta eivät ole itsetarkoitus; ei työmaiden vertailuun vaan kunkin työmaan ohjaukseen
- nollat ja ykköset on liian jyrkkä tapa arvostella – ei jätä ”korjauksen varaa”
- auttaa suunnittelemaan töitä itsenäisesti – ei sanelupolitiikkaa, vaan viikkosuunnittelun ja yleisemmän tason vertailu/ohjaus myös kohdemestareille ei vaan vastaavalle
- kun tilanteet arvioidaan viikoittain, saadaan välitön palaute onnistumisesta, mikä johtaa toimenpiteisiin
- kun mesta- ja määrätietoja käytetään, saadaan palautteena myös tietoa toteutuneista määristä ja tehoista palvelemaan suunnittelua jatkossa
- ”pakottaa” käymään läpi edellisen viikon ja parantaa aikataulujen täsmällisyyttä – yhteisinfo – kommentointi – keskustelu

Liite 3: Vastaavan mestarin näkemys

Seuraavassa vastaava mestari Veli-Antti Husson esityskalvot "Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering" -hankkeen seminaarissa 3.12.2002.

ALKUVAIKEUDET

1. Yleisaikataulun ja viikkoaikataulun yhteensovittaminen
2. Valmistelevien töiden listaus alussa heikkoa. Samoin rakentamisvaihesuunnitelman tilanteen itselle hyväksyminen
3. Aikataulut tehty alussa hotaisemalla !
4. 3-viikkoisen aikataulun lyhentäminen viikoksi tuotti alussa vaikeuksia
5. Alussa joutunut sanelemaan ja ohjaamaan viikon työt. Ei osattu ottaa töitä ulos yleisaikataulusta
6. Iso kynnyks aloittaa kesken projektia?

ALKUVAIKEUDET / MESTARIEN KANTA

- Valmisteleivassa suunnittelukohdassa liikaa kohtia (enintään 5 kohtaa)
- Nollalla tietty negatiivinen kaiku ?
- Nollat, ykköset liian jyrkkä arvostelu (ei jätä tilaa korjata)
- Vienyt liian paljon aikaa tekemiseen ja analysoimiseen

MITÄ OPITTU

1. Opittu seuraamaan yleisaikataulua = aikataulun pitävyys parantunut
2. Töiden ohjailu parantunut
 - tehty järjestelmällisesti työt
 - opittu ymmärtämään miesten tehot/ miestarpeet
3. Aikataulut parantuneet ja tarkentuneet (vielä kehittämistä)
4. Töitten seuranta helpottunut (patistelu vähentynyt)
5. Töitten loppuunsaattaminen parantunut

MESTAREIDEN MIELIPITEET

- Työt suunniteltava itsenäisesti (ei sanelupolitiikkaa)
- Työt joudutaan analysoimaan viikoittain => palaute onnistumisesta
- Tietoa toteutuneista ja suunnitelluista määristä ja tehoista
- Tulee varmasti käytyä läpi edellinen viikko
- Parantaa viikkoaikataulujen täsmällisyyttä

LOPPUKOMMENTIT

1. Helppo tapa seurata alaisten töiden etenemistä
2. Aikatauluvastuun jakaminen myös mestareille
3. Töitten loppuunsaattaminen parantunut huomattavasti
4. Jos suurempi työmaa (> 2 mestaria) niin suosittelen tätä viikkoaikataulun tekemistä => kokonaisuuden hallinta helpottuu ! (Stressiä vähemmän)

Tekijä(t) Koskela, Lauri & Koskenvesa, Anssi			
Nimeke Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla			
Tiivistelmä Last Planner on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty menetelmä rakentamisen tuotannonohjaukseen. Last Planner -menetelmä keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Erilaisin säännöin ja menettelytavooin pyritään siihen, että viikkosuunnitelman jokaisen tehtävän käynnistyessä kaikki sen edellytykset ovat olemassa, että tehtävä voidaan suorittaa häiriöttä ja että se valmistuu suunnitelman mukaisesti. Last Planner -menetelmässä seurataan myös viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisastetta ja selvitetään syyt tehtävien toteutumatta jäämiseen. Syihin vaikuttamalla tavoitellaan viikkosuunnitelman toteutumisasteen kohoamista. Yhtenä osana Last Planner -menetelmää on rullaava valmisteleva suunnittelu, jonka keskeisenä tarkoituksena on varmistaa viikkotehtävien aloitusedellytykset 4–6 viikon tähtäyksellä. Muutamana viime vuoden aikana on Last Planner -tuotannonohjaus otettu järjestelmälliseen käyttöön eräissä ulkomaisissa rakennusyrityksissä. Tulokset ovat olleet varsin rohkaisevia niin tuottavuuden, rakennusajan kuin työturvallisuudenkin kannalta. Neljällä kotimaisella työmaalla tehtyjen kokeilujen tulokset ovat samansuuntaisia kuin muissakin maissa saadut. Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisaste saatiin kokeilutyömailla selvästi nousemaan. Kokeiluun osallistuneet arvioivat menetelmän hyödylliseksi etenkin siltä kannalta, että rakennustehtävien edellytysten valmistelun tasoa saatiin nostetuksi sekä että tehtävien kerralla valmiiksi saaminen helpottui. Ottaen huomioon kokeilusta saadut myönteiset tulokset ja ulkomaiset esimerkit voidaan Last Planner -menetelmää suositella käyttöönotettavaksi lyhyen aikavälin tuotannonohjaukseen rakennustyömailla Suomessa.			
Avainsanat construction, building sites, production control, production management, Last Planner, planning			
Toimintayksikkö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Lämpömiehenkuja 2, PL 1800, 02044 VTT			
ISBN 951-38-6147-3(nid.) 951-38-6148-1(URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Projektinumero R2SU00543	
Julkaisu-aika April 2003	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 82 s. + liitt. 20 s.	Hinta C
Projektin nimi Last Planner -tuotannonohjaus		Toimeksiantaja(t) Teknologian kehittämiskeskus (Tekes), Työsuojelurahasto, Rakenusteollisuus RT, rakennusyritykset, VTT	
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. (09) 456 4404 Faksi (09) 456 4374	

Author(s) Koskela, Lauri & Koskenvesa, Anssi			
Title Last Planner – production control on construction sites			
Abstract <p>Last Planner, developed in the United States in the 1990's, is a method for production control on construction sites. Last Planner addresses short term planning and control of operations. The goal is to ensure, through different procedures and tools, that all the preconditions of a task exist when it is started, that the task can be executed without disturbances, and that it is completed according to the plan. The share of tasks completed as planned is monitored on a weekly basis. The reasons for lack of completion are investigated. By influencing the reasons found, an increase of the degree of realization of weekly plans is sought. One further element of the Last Planner method is rolling look-ahead planning, in which the preconditions for tasks are made ready for the next 4–6 weeks. The goal is to maintain a sufficient backlog of ready tasks.</p> <p>Last Planner production control is based on a new theoretical foundation. Production is conceptualized as flow, leading to an emphasis on reduction of uncertainty and on stemming the penalties of uncertainty. The primary concern of weekly planning is not merely, which tasks should be started according to higher-level plans, but also, which tasks can be started regarding their preconditions. The execution of weekly plans is seen to be based on a conversation, where the responsible person commits himself to the completion of a task as planned. Control is positioned as a starting-point for continuous improvement.</p> <p>During the last few years, Last Planner has been implemented systematically in a number of foreign contracting companies. The results have been most encouraging in regard to productivity, duration and safety.</p> <p>The results of an experimentation of Last Planner on four domestic construction sites are parallel to those abroad. The degree of realization of weekly plans clearly increased. Site personnel considered the method useful especially regarding that the quality level of task ready-making increased and that getting tasks completed in one pass became easier. Also, having reasons for lack of task completion was experienced useful, and it was seen to contribute to the elimination of problems. Taking the positive results of the experimentation and the foreign cases into account, the implementation of the Last Planner method is recommended in short term production control on construction sites in Finland.</p>			
Keywords construction, building sites, production control, production management, Last Planner, planning			
Activity unit VTT Building and Transport, Lämpömiehenkuja 2, P.O.Box 1801, FIN-02044 VTT, Finland			
ISBN 951-38-6147-3 (soft back ed.) 951-38-6148-1 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Project number R2SU00543	
Date April 2003	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 82 p. + app. 20 p.	Price C
Name of project Last Planner -tuotannonohjaus		Commissioned by National Technology Agency of Finland (Tekes), The Finnish Work Environment Fund, Confederation of Finnish Construction Industries RT, building companies, Technical Research Centre of Finland (VTT)	
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back ed.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 9 456 4404, fax +358 9 456 4374	

Last Planner on 1990-luvulla Yhdysvalloissa kehitetty menetelmä rakentamisen tuotannonohjaukseen. Last Planner -menetelmä keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Erilaisin säännöin ja menettelytavoin pyritään siihen, että viikkosuunnitelman jokaisen tehtävän käynnistyessä kaikki sen edellytykset ovat olemassa, että tehtävä voidaan suorittaa häiriöttä ja että se valmistuu suunnitelman mukaisesti.

Muutaman viime vuoden aikana on Last Planner -tuotannonohjaus otettu järjestelmälliseen käyttöön eräissä ulkomaisissa rakennusyrityksissä. Tulokset ovat olleet varsin rohkaisevia niin tuottavuuden, rakennusajan kuin työturvallisuudenkin kannalta. Neljällä kotimaisella työmaalla tehtyjen kokeilujen tulokset ovat samansuuntaisia kuin muissakin maissa saadut. Viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisaste saatiin kokeilutyömailla selvästi nousemaan.

Ottaen huomioon kokeilusta saadut myönteiset tulokset ja ulkomaiset esimerkit voidaan Last Planner -menetelmää suositella käyttöönotettavaksi lyhyen aikavälin tuotannonohjaukseen rakennustyömailla.

Tätä julkaisua myy
VTT TIETOPALVELU
PL 2000
02044 VTT
Puh. (09) 456 4404
Faksi (09) 456 4374

Denna publikation säljs av
VTT INFORMATIONSTJÄNST
PB 2000
02044 VTT
Tel. (09) 456 4404
Fax (09) 456 4374

This publication is available from
VTT INFORMATION SERVICE
P.O.Box 2000
FIN-02044 VTT, Finland
Phone internat. + 358 9 456 4404
Fax + 358 9 456 4374
