



Tiellä tahtiin

Rakennushankkeiden oppeja tahtituotantoon siirtymisestä

Matkalla tahtituotantoon rakennusosalalla
Loppuraportti Työsuojelurahaston tutkimus- ja kehityshankkeesta
Hankenumero 240120

Tiellä tahtiin

Rakennushankkeiden oppeja tahtituotantoon siirtymisestä

Tarja Mäki, Anssi Koskenvesa ja Aki Peltola, Mittaviiva Oy



Työsuojelurahasto
Arbetskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

Tiellä tahtiin

Rakennushankkeiden oppeja tahtituotantoon siirtymisestä

Julkaisija:

Mittaviiva Oy

Tekijät:

Tarja Mäki, Anssi Koskenvesa ja Aki Peltola

Ohjausryhmä:

Jörg Hansmann, Tommi Oksa, Kimmo Hakarinne, Wiljami Seppänen, Johanna Loukas, Miika Karjalainen, Marko Puntala, Kalle Nurmi, Eetu Kuvala, Jarkko Sipii, Tarja Mäki, Anssi Koskenvesa ja Aki Peltola.

Rahoittajat:

Työsuojelurahasto (hanke 240120), Rakennusliike U. Lipsanen Oy, Rakennus Oy Antti J. Ahola, Varte Oy, NHK Rakennus Oy, Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy, Mittaviiva Oy

ISBN 978-952-7356-12-8 (PDF)

Taitto: Satu Sahlstedt, Mittaviiva Oy

Kannen taitto: Enni Honkanen, Mittaviiva Oy

Kannen kuva: Stina Roth / Vastavalo.net, kuvanro 730339

Tutkijoiden saatesanat

Tämä raportti esittelee tutkimus- ja kehityshankkeen Tiellä tahtiin tuloksia. Hanke toteutettiin vuosina 2024–2026 yhteistyössä rakennusalan yritysten kanssa, jotka olivat ottamassa ensimmäisiä askeleitaan tahtituotannon hyödyntämisessä. Hankkeen tavoitteena oli selvittää, miten rakennushankkeissa siirrytään perinteisestä tuotannosta tahtituotantoon, millaisia hyötyjä ja haasteita muutokseen liittyy sekä miten tahtituotannon osaamista voidaan kehittää ja siirtää hankkeesta toiseen.

Hankkeen toteutuksesta vastasi Mittaviiva Oy. Hankkeen vastuullisena tutkijana toimi Tarja Mäki. Tutkimusryhmään kuuluivat lisäksi Anssi Koskenvesa ja Aki Peltola. Raportin koostamisessa avustivat Henri Pöyhönen, Satu Sahlstedt ja Enni Honkanen Mittaviiva Oy:stä.

Tutkimuksen ohjausryhmään kuuluivat kehityspäällikkö Jörg Hansmann Rakennusliike U. Lipsanen Oy:stä, tuotantojohtajat Tommi Oksa ja Kimmo Hakarinne sekä työpäällikkö Wiljami Seppänen Rakennus Oy Antti J. Aholasta, työmaainsinööri Johanna Loukas, työpäällikkö Miika Karjalainen ja vastaava työnjohtaja Marko Puntala Varte Oy:stä, toimitusjohtaja Kalle Nurmi ja projekti-insinööri Eetu Kuvala NHK Rakennus Oy:stä, tuotantojohtaja Jarkko Sipi Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy:stä sekä hankkeen tutkijat Tarja Mäki, Anssi Koskenvesa ja Aki Peltola Mittaviiva Oy:stä. Lisäksi hankkeen aikana ohjausryhmän työskentelyyn osallistuivat useissa tilaisuuksissa työpäällikkö Matti Jurvanen ja vastaava työnjohtaja Habi Yawari Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy:stä sekä osakas Lauri Tomunen Costiom Oy:stä.

Hankkeen lähtökohtana oli tarkastella tahtituotannon käyttöönottoa nimenomaan oppimis- ja muutosprosessina. Rakennusosalalla on viime vuosina kertynyt runsaasti kokemuksia tahtituotannon hyödyistä, mutta vähemmän ymmärrystä siitä, miten uusi toimintamalli käytännössä opitaan ja miten se juurtuu osaksi yritysten toimintaa. Tässä hankkeessa tutkijoilla oli poikkeuksellinen mahdollisuus seurata useita rakennushankkeita niiden suunnittelusta toteutukseen saakka ja tarkastella läheltä niitä onnistumisia, haasteita, ristiriitoja ja oivalluksia, joita uuden toimintamallin käyttöönottoon liittyy.

Aivan hankkeen alkuvaiheessa keskustelu keskittyi pitkälti tahtiaikatauluihin, tahtialueisiin, työpaketteihin ja muihin tuotannosuunnittelun teknisiin kysymyksiin. Hankkeen edetessä keskustelut laajenivat kuitenkin nopeasti koskemaan yhteistyötä, sopimuksia, hankintaa, suunnittelun johtamista, päivittäisjohtamista sekä eri osapuolten rooleja yhteisen tuotantovirran ylläpitämisessä. Samalla kävi yhä selvemmäksi, että tahtituotanto ei ole vain aikataulumenetelmä, vaan koko rakennushankkeen toimintatapaan vaikuttava muutos.

Ohjausryhmän kokoukset muodostuivat hankkeen aikana tärkeäksi vertaisoppimisen foorumiksi. Yritykset jakoivat avoimesti omia kokemuksiaan, ratkaisivat yhdessä ongelmia ja vertasivat omia käytäntöjään muiden hankkeiden toimintatapoihin. Moni hankkeessa mukana ollut totesi oppineensa yhtä paljon muiden yritysten kokemuksista kuin omista projekteistaan. Samalla vahvistui käsitys siitä, että rakennusalan suurimmat kehitysaskeleet syntyvät silloin, kun yritykset uskaltauvat jakaa kokemuksiaan ja oppia toisiltaan.

Hankkeen aikana nähtiin myös, kuinka tahtituotanto tekee näkyväksi rakentamisen perinteisiä haasteita. Suunnitelmien viiveet, materiaalitoimitusten epävarmuudet, päätöksenteon hitaus ja työvaiheiden yhteensovittamisen ongelmat eivät syntyneet tahtituotannon seurauksena, vaan ne tulivat sen avulla aiempaa paremmin näkyviin. Samalla hankkeissa kehitettiin uusia käytäntöjä näiden ongelmien ratkaisemiseksi. Juuri tässä piilee tahtituotannon ehkä merkittävin arvo: se ei ainoastaan ohjaa tuotantoa, vaan auttaa tunnistamaan niitä kehittämiskohteita, joiden ratkaiseminen parantaa koko rakennushankkeen toimintaa.

Yksi hankkeen keskeisistä havainnoista on, että tahtituotannon oppiminen tapahtuu vaiheittain. Ensimmäinen tahtihanke opettaa perusteita, toinen syventää ymmärrystä ja vähitellen toimintamallista muodostuu osa yrityksen normaalia toimintaa. Muutos ei tapahdu hetkessä eikä yksittäisen työmaan aikana, mutta jokainen hanke vie osaamista eteenpäin. Erään osallistujan sanoin: ”Se on oikeastaan tämän hankkeen isoin kuva. Se, että ollaan opittu.”

Haluamme kiittää lämpimästi kaikkia hankkeeseen osallistuneita yrityksiä, ohjausryhmän jäseniä, työmaiden henkilöstöä sekä kaikkia haastatteluihin, työpajoihin ja keskusteluihin osallistuneita henkilöitä avoimuudesta, sitoutumisesta ja halusta kehittää omaa toimintaansa. Ilman tätä yhteistyötä tutkimusta ei olisi voitu toteuttaa.

Toivomme, että raportti tarjoaa hyödyllisiä näkökulmia kaikille niille yrityksille ja hankkeille, jotka pohtivat omaa matkaansa kohti tahtituotantoa. Samalla toivomme sen rohkaisevan rakennusala entistä avoimempaan kokemusten jakamiseen, yhteiseen oppimiseen ja toimintatapojen kehittämiseen.

Kesällä 2026

Tarja Mäki, Anssi Koskenvesa ja Aki Peltola
Mittaviiva Oy

Sisällysluettelo

Tutkijoiden saatesanat	3
Tiivistelmä	7
1 Johdanto	9
2 Tutkimuksen toteutus	11
2.1 Tutkimustavoitteet ja tutkimuskysymykset	11
2.2 Yritysten esittely	12
2.3 Ohjausryhmän työskentely	12
2.4 Hankkeen viestintä	13
2.5 Kehittävän työntutkimuksen menetelmä	14
2.6 Haastattelumenetelmä ja haastattelujen toteutus	15
2.7 Havainnointiaineiston keruu	17
2.8 Tutkimuksen aineisto ja aineiston analyysi	17
2.9 Eettiset kysymykset	21
3 Tutkimuksen teoreettinen lähestymistapa	22
4 Tahtituotannon tuomat muutokset toiminnan eri elementeissä	25
4.1 Toimintajärjestelmän elementtien muutos tahtituotantoon siirryttäessä	25
Tekijä: yksittäisestä aikataulusuunnittelijasta kollektiiviseksi tuotannon ohjaajaksi	26
Toiminnan kohde: tehtävien valmistumisesta tuotantovirran hallintaan	27
Välineet: aikataulusta läpinäkyväksi, oppimista tukevaksi tuotantomalliksi	29
Säännöt: joustavuudesta sopimukselliseen ja organisatoriseen kurinalaisuuteen	30
Yhteisö: työmaasta toimintajärjestelmien verkostoksi	31
Työnjako: urakkarajoista yhteisen virtauksen vastuisiin	32
5 Tahtituotannon hyödyt ja haasteet	34
5.1 Tahtituotannon hyödyt	34
Tuotannon ennakoitavuus ja hallinta paranee	34
Läpimenoaika lyhenee	35
Yhteistyö tiivistyy	37
Laatu paranee	38
Turvallisuus & logistiikka	39
Resurssien käyttö tehostuu	39
Oikeat välineet ja työnjohdon työn helpottuminen	40
Oppiminen ja osaamisen kehittyminen	41
5.2 Tahtituotannon haasteet	42
Suunnittelijoiden ja tilaajan hidas reagointi	42
Tahtituotannon laajuus ja sisältö	44

Tahtialueet, tahtiaika ja tahtien sisällön suunnittelu	46
Päivittäisjohtamisen haasteet	48
Korjausrakentamisen erityispiirteet	51
6 Tahtituotantoon siirtymisen vaiheet	52
6.1 Tahtituotannon käyttöönoton vaiheet rakennushankkeessa	53
1. Päätös tahtituotannon käytöstä hankkeessa	53
2. Valmiuden ja osaamisen varmistaminen	53
3. Suunnittelun, hankintojen ja esivalmistuksen nivominen tahtituotantoon	54
4. Asteittain tarkentuva tahtituotannon suunnittelu hankkeessa	54
5. Edellytysten varmistaminen ja jatkuva parantaminen	57
6. Tahtituotannon hallittu toteutus	58
7 Johtopäätökset	59
8 Loppusanat	61
8.1 Organisaatiot eivät saa aikaan muutosta – ihmiset saavat	61
8.2 Muutos on evoluutio, ei revoluutio	62
8.3 Ihmiset huolehtivat sellaisesta, minkä kokevat omakseen	62
8.4 Muutos vaikuttaa koko projektiin ja yritysten toimintaan	63
8.5 Kestävä muutos saadaan aikaan kulttuurin muutoksella	63
8.6 Kestävä muutos syntyy sisältä ulospäin	64
8.7 Muutos on matka, joka vaatii luonnetta, tahtoa ja kuria	64
8.8 Kolme keskeistä oppia tahtituotannosta	65
Lähdeluettelo	66
Liite 1 Tiellä tahtiin -opas	71

Tiivistelmä

Tässä tutkimushankkeessa tarkasteltiin rakennushankkeiden siirtymistä perinteisestä tuotannosta tahtituotantoon. Mukana oli neljä urakoitsijayritystä, jotka olivat kukin vielä alkumetreillä tahtituotannon kanssa. Tahtituotanto on sijaintipohjainen tuotannonsuunnittelu- ja ohjausmenetelmä, jolla pyritään luomaan töiden tekemiseen ennustettava, tasapainoinen ja jatkuva virtaus. Tätä voi verrata tehtaan kokoonpanolinjaan, missä etenevä tuote jalostuu tasaisesti ja jatkuvasti työvaihe kerrallaan. Rakennustyömaalla puolestaan eri työvaiheet liikkuvat työkohteen, eli jalostuvan mestan, läpi. Tahtituotannon tavoitteena on tasainen tuotantovirta, lyhyempi läpimenoaika ja parempi ennustettavuus.

Tutkimuksen aineistona toimi laaja havainnointi-, haastattelu- ja dokumenttiaineisto mm. useista työpajoista ja ohjausryhmän kokouksista, joissa käsiteltiin hankkeiden etenemistä tahtituotannossa, käytettyjä toimintatapoja sekä niillä saavutettuja hyötyjä ja niissä ilmenneitä haasteita sekä ratkaisuja näihin. Tässä tutkimuksessa tahtituotantoon siirtymistä on tarkasteltu vaiheittaisena polkuna. Toinen tutkimuskysymys pyrkiikin tarjoamaan vastauksen siihen, millaisten vaiheiden kautta siirtymä perinteisestä uuteen toimintamalliin onnistuu. Tutkimushankkeen alussa jokainen osallistuva hanke määritteli omia tavoitteitaan, hyötyjä tahtituotannolle. Näitä ja matkan varrella esiin nousseita haasteita analysoitiin haastatteluaineiston avulla ja samalla vastattiin hankkeen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen tahtituotannon hyödyistä ja haasteista. Keskeisinä hyötyinä hankkeisiin osallistuneet pitivät mm. tuotannon ennakoitavuuden ja hallinnan paranemista, yhteistyön tiivistymistä, laadun ja turvallisuuden parantumista, resurssien käytön tehostumista sekä läpimenoaikojen lyhentymistä. Haasteiksi koettiin mm. tilaajan ja suunnittelijoiden hidasta reagointia muutostilanteisiin sekä vaikeuksia tahtituotannon laajuuden määrittämisessä ja päivittäisjohtamisessa. Vastauksena kolmanteen kysymykseen hankkeessa tuotettiin lisäksi yleisesti alalla käytettävä ohjeistus tahtituotannon käyttöönottoon. Jokaiselle mukana olleelle yritykselle laadittiin myös oma vastaava ohjeistus.

Tämän tutkimuksen teoreettinen lähestymistapa oli kulttuurihistoriallinen toiminnan teoria ja siihen pohjautuva kehittävä työntutkimuksen menetelmä. Näiden mukaisesti tutkimusta ja kehittämistä tehtiin osana käytännön rakennushankkeiden toteutusta. Hankkeet olivat kaikki korjausrakennushankkeita. Osa hankkeista oli alkanut jo ennen tämän tutkimus- ja kehityshankkeen alkua, osassa päästiin mukaan hankkeen tuotannonsuunnitteluvaiheessa. Muutamia jo aikaisemmin toteutettuja hankkeita hyödynnettiin myös tutkimusaineiston osana. Toiminnanteoriaa hyödynnettiin vahvasti myös kirjallisuusanalyysin tukena. Siinä koottiin aluksi tahtituotantoa käsitteleviä tutkimusartikkeleita ja niiden avulla analysoitiin sitä, miten aikaisempi kirjallisuus kuvaa toimintajärjestelmien muutosta tahtituotantoon siirryttäessä eri toimintajärjestelmän elementtien osalta.

Tutkimuksen perusteella rakennushankkeiden siirtyminen perinteisestä tuotannosta tahti-tuotantoon voidaan ymmärtää koko toimintajärjestelmän tai toimintajärjestelmien verkoston asteittaisena muutoksena. Tavoitteena on usein tekninen muutos, jossa otetaan käyttöön tahti-aika, tahtialueet, työpaketit, tuotantojunat, visuaalinen ohjaus ja tarkempi tuotannon seuranta. Jo nämä muutokset tuottavat hankkeille hyötyjä, kuten lyhyempiä läpimenoaikoja, parempaa tilannekuvaa ja nopeampaa häiriöihin reagoimista. Näiden muutosten ohella tahtituotantoon siirtyminen muuttaa vahvasti myös toiminnan sääntöjä, työnjakoa ja yhteisöä. Aliurakoitsijoilta edellytetään aktiivista osallistumista yhteiseen suunnitteluun ja päivittäiseen ohjaukseen. Pääurakoitsijan tulee hallita tuotantoa, luoda edellytyksiä, varmistaa suunnittelua, materiaalivirtoja ja logistiikkaa ja hankkeessa laadittavien sopimusten tulee ohjattava toimintaa yhteiseen tavoitteeseen, osaoptimoinnin sijaan. Toiminnanteorian näkökulmasta keskeisin muutos liittyy eri osapuolten toiminnan kohteeseen. Perinteisessä tuotannossa kohteena voi olla tehtävien suorittaminen ja projektin aikataulun hallinta. Tahtituotannossa kohteeksi nousee tuotannon virtaus, jossa sijainti, aika, tehtävä, luovutus, materiaali, laatu ja näihin liittyvä tieto muodostavat yhteisen ohjattavan kokonaisuuden. Tämä pakottaa myös muut toimintajärjestelmän osat muuttumaan. Jos esimerkiksi välineet, kuten tahtituotantoaikataulu, muuttuvat mutta säännöt, sopimukset, yhteisö tai työnjako pysyvät ennallaan, syntyy ristiriitoja, jotka voivat estää tahti-tuotannon hyötyjen toteutumisen.

Rakennusyrityksen näkökulmasta siirtymä tavallisesta tuotannosta tahtituotantoon ei siksi ole vain tietyn aikataulumenetelmän käyttöönotto. Se on kehityspolku, jossa yritys oppii ensin tekemään tuotannon näkyväksi, sitten ohjaamaan sitä yhteisesti ja lopulta siirtämään opit projektista toiseen. Yksittäinen onnistunut tahtihanke voi olla tärkeä alku, mutta alan systeeminen muutos edellyttää muutoksia myös hankeorganisaatioiden verkoston tasolla: yhteistoiminnallista suunnittelua, suunnittelun johtamista, tahtituotantoa tukevia sopimuksia, toimitusketjujen hallintaa, tuotantodatan keräämistä, työvaiheiden standardointia, yhteisiä mittareita ja jatkuvaa parantamista.

Tiivistettynä aikaisempi kirjallisuus osoittaa – tämä tutkimus vahvistaa käytännön esimerkkien tasolla – että tahtituotanto toimii rakennusyrityksessä sekä ohjausmenetelmänä että kehittämiskohteita paljastavana mekanismina. Tahtituotanto voi lyhentää hankkeiden läpimenoaikaa ja parantaa tuotannon virtausta, mutta samalla se paljastaa vanhan tuotantojärjestelmän rajat: mm. suunnittelun viiveet, materiaalivirtojen epävarmuudet, sopimuksissa paikallisen optimoinnin ja aliurakoitsijoiden resurssipuutteet. Kehittävän työn tutkimuksen kannalta juuri näiden ristiriitojen käsittely on olennaista ja ratkaisee sen, jääkö tahtituotanto alalla ja yrityksissä vain uudenlaiseksi aikataulutekniikaksi vai uudistaako se alan tuotantomallin sekä yritysten ja alan toimintaa laajemmin.

Asiasanat: tahtituotanto, toiminnan kehitys, rakentaminen, työmaan johtaminen, toiminnan teoria

1 Johdanto

Rakennusalalla ovat enenevässä määrin yleistyneet hankkeet, joissa hyödynnetään tahtituotannon periaatteita. Tahtituotannosta saadut kokemukset osoittavat, että sen hyödyntäminen parantaa rakennushankkeiden tuottavuutta, lyhentää läpimenoaikoja sekä tuottaa samalla parempaa laatua ja turvallisuutta (Binner, Dlouhy, Müller, Schattmann & Haghsheno, 2018; Frandson, Berghede & Tommelein, 2013; Heinonen & Seppänen, 2016; Kujansuu, Lehtovaara, Salerto, Seppänen & Peltokorpi, 2020; Lehtovaara, Mustonen, Peuronen, Seppänen & Peltokorpi, 2019; Linnik, Berghede & Ballard, 2013). Tahtituotanto on aluksi ymmärretty toistuvia tiloja sisältävien uudiskohteiden tuotantotavaksi, mutta viime aikoina ovat määrältään kasvaneet ne korjausrakentamisen hankkeet, joissa jo tilaaja edellyttää tarjoajilta tahtituotannon suunnittelua.

Tahtituotannolla tarkoitetaan sijaintipohjaista tuotannonsuunnittelua ja ohjausmenetelmää, jolla pyritään luomaan töiden tekemiseen ennustettava, tasapainoinen ja jatkuva virtaus. Tätä voi verrata tehtaan kokoonpanolinjaan, missä etenevä tuote jalostuu tasaisesti ja jatkuvasti työvaihe kerrallaan. Rakennustyömaalla puolestaan eri työvaiheet liikkuvat työkohteen, eli jalostuvan mestan, läpi. Tahtituotannon tavoitteena on tasainen tuotantovirta, lyhyempi läpimenoaika ja parempi ennustettavuus.

Tahtituotanto ei kuitenkaan ole varsinaisesti uusi asia alalla, vaan sen perusteet on esitetty jo 1980-luvulla (Kiiras, 1988). Tahtituotantoajattelu on kuitenkin viime vuosina noussut uudelle tasolle ja herättänyt alalla kasvavaa kiinnostusta. Sen mukaisesti on jo toteutettu onnistuneesti lukuisia hankkeita. Monet yritykset kuitenkin vielä pohtivat, miten tahtituotanto saadaan vietyä käytäntöön uusissa hankkeissa ja miten monitoimijainen osallistujajoukko saadaan oppimaan yhdessä uusia, mitä hyötyjä ja haasteita toimintamallin käyttöönotossa tullaan kohtaamaan. Karrikoiden voidaan kysyä, miksi tahtituotantoa ei hyödynnetä laajemmin, kun niin monet alan toimijat tietävät jo sen hyödyistä. Vastaus edellä esitettyyn kysymykseen piilee siinä, että siirtymä systeemissä toiminnassa yhteisesti omaksutusta toimintamallista toiseen on käytännössä erittäin haastava. Lisäksi ymmärrys siitä, miten tällainen muutos saadaan käytännössä aikaan, eli miten uusi toimintatapa opitaan yhteisessä toimijaverkostossa, on edelleen melko vähäistä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on vastata juuri näihin kysymyksiin: miten rakennushankkeessa siirrytään perinteisestä tuotantomallista tahtituotantoon, miten uusi tuotantotapa suunnitellaan ja mitä hyötyjä tai haasteita sen käyttöönotossa kohdataan (Lehtovaara, Seppänen, Peltokorpi, Lappalainen & Uusitalo, 2022; Transval, 2023). Tutkimuksen kohteena ovat yritykset ja hankkeet, jotka ovat toteuttamassa ensimmäisiä tahtituotantohankkeitaan. Tutkimuksen kohteena ovat yritykset ja hankkeet, jotka ovat toteuttamassa ensimmäisiä tahtituotantohankkeitaan. Osassa yrityksistä tahtituotantoa oli kokeiltu jo aiemmin, mutta mukana olleille henkilöille kyseiset hank-

keet olivat ensimmäisiä, joissa he itse osallistuivat tahtituotannon toteuttamiseen. Osalla oli käynnissä monivaiheinen hanke, jolloin he pystyivät petraamaan tahtituotannon suunnittelua, johtamista ja siihen liittyvää yhteistyötä työmailla vaihe vaiheelta.

Hankkeessa mukana olleet yritykset olivat Rakennusliike U. Lipsanen Oy, Rakennus Antti J. Ahola, Varte Oy, Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy sekä NHK Rakennus Oy. Nämä yritykset työskentelivät aktiivisesti tahtituotannon käyttöönoton ja kehittämisen parissa. Tutkijat seurasivat työskentelyä, keräsivät tutkimusaineistoa haastattelu- ja havainnointimenetelmin sekä tukivat hankkeita ja yrityksiä hankkeiden eri vaiheissa. Tutkimushankkeen aikana rakennushankkeissa ilmeni paljon onnistumisia ja oppimista mutta toki myös haasteita ja niiden ratkomista. Kehityshankkeen aikana luoduista toimintatavoista jäi yritysten toimintaan pysyviä käytäntöjä, ja kaikki mukana olleet yritykset aikovat jatkaa tahtituotannon kehittämistä myös tämän kehityshankkeen jälkeen. Toiminnan kehittämisen näkökulmasta kahden-kolmen vuoden mittainen ajanjakso on lyhyt, mutta kehittämisen jatkuessa tahtituotanto tulee todennäköisesti olemaan yhä vahvempi osa näiden yritysten toimintakulttuuria. Kuten eräs osallistuja kuvasi, oppiminen on ollut tämän kehityshankkeen parasta antia.

”Se on oikeastaan tämän hankkeen isoin kuva. Se, että ollaan opittu.” H9

2 Tutkimuksen toteutus

2.1 Tutkimustavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten rakennusalan yritykset onnistuvat siirtymään perinteisestä tuotantomallista tahtituotantoon, millaisia hyötyjä yritykset tahtituotannosta kokevat saavansa ja millaisia haasteita sen toteutukseen liittyy. Teoreettisessa tarkastelussa analysoitiin aiempaa tutkimuskirjallisuutta ja selvitettiin, millaisia muutoksia kirjallisuudessa on tunnistettu toimintajärjestelmien eri elementeissä tahtituotantoon siirryttäessä.

Tahtituotannolla on pitkät perinteet muilla aloilla, ja myös rakennusalalla sen perusteet on tunnettu jo 1980-luvulta lähtien. Viime vuosina rakennusala on kuitenkin ikään kuin löytänyt uudelleen tahtituotannon mahdollisuudet sekä siihen liittyvät laadulliset, ajalliset ja kustannukselliset hyödyt. Tahtituotannon on havaittu parantavan hankkeiden tuottavuutta, lyhentävän läpimenoaikoja sekä edistävän laatua ja turvallisuutta.

Kiinnostusta tahtituotantoa kohtaan on viime vuosina lisännyt se, että etenkin julkiset tilaajat edellyttävät tahtituotannon osaamista jo tarjouspyynnöissä. Rakennusalalta on kuitenkin puuttunut käytännönläheistä tutkimusta siitä, miten tahtituotanto opitaan ja viedään osaksi rakennushankkeiden arkea — eli miten monitoimijainen osallistujajoukko saadaan omaksumaan yhdessä uusi, tuottavampi toimintatapa. Siirtymä vakiintuneesta toimintamallista toiseen on haastava, ja ymmärrys siitä, miten tämä muutos käytännössä tapahtuu, on vielä vähäistä.

Tutkimushankkeen tutkimuskysymykset ovat

1. Mitkä ovat tahtituotantoon siirtymisen keskeisimmät motiivit ja haasteet kunkin hankeosapuolen näkökulmasta? Tähän kysymykseen vastataan raportin luvussa 5.
2. Millaisten vaiheiden kautta tahtituotanto etenee hankkeen tuotannon suunnittelusta toteutukseen yhteistyössä eri hankeosapuolten kesken ja millaiset tehtävät, osaamisvaatimukset ja roolit kullekin osapuolelle eri vaiheissa muodostuu? Tähän kysymykseen vastataan raportin luvussa 6 ja liitteessä 1.
3. Millaisella käytännöllisellä ohjeistuksella ja tuella tahtituotantoon siirtymistä voidaan tulevissa hankkeissa tukea ja osaamista siirtää hankkeesta toiseen? Tähän kysymykseen vastataan raportin liitteenä olevassa ohjeessa. Lisäksi kaikille mukana oleville yrityksille tullaan laatimaan yrityskohtaiset materiaalit tahtituotannon tueksi.

2.2 Yritysten esittely

Tutkimushankkeeseen osallistui neljä rakennusalan yritystä: Rakennusliike U. Lipsanen Oy, Varte Oy, NHK Rakennus Oy ja Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy. Ohjausryhmässä oli mukana myös Rakennusliike U. Lipsanen Oy:n tytäryhtiön, Rakennus Oy Antti J. Aholan, edustajia. Rakennusliike U. Lipsanen Oy:n osalta tutkimuksessa tarkastellut pilottikohteet olivat Rakennus Oy Antti J. Aholan hankkeita. Tutkimuksen analyysi kohdistuu Rakennus Oy Antti J. Aholan, Varte Oy:n, NHK Rakennus Oy:n ja Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy:n pilottikohteisiin.

Mukana olleet yritykset ovat erikokoisia rakennusalan yrityksiä, joiden toiminta painottuu erityisesti Etelä-Suomen alueelle. Varte Oy edustaa joukossa suurempaa rakennusliikettä, joka toteuttaa asunto-, toimitila- ja korjausrakentamisen hankkeita ja jonka toiminta-alue painottuu pääkaupunkiseudulle sekä konsernin muiden yhtiöiden kautta myös Päijät-Hämeeseen, Varsinais-Suomeen ja Kaakkois-Suomeen. NHK Rakennus Oy on pääkaupunkiseudulla ja Uudenmaan alueella toimiva korjausrakentamiseen erikoistunut rakennusliike. Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy on pääkaupunkiseudulla toimiva korjaus- ja uudisrakentamisen yritys, joka on keskittynyt erityisesti suurempiin rakennuskohteisiin.

Rakennusliike U. Lipsanen Oy on Pieksämäellä toimiva, urakointiin keskittynyt rakennusliike. Yritys rakentaa ja saneeraa erityisesti julkisia tiloja sekä liike- ja teollisuustiloja, ja sen toiminta-alue kattaa koko Suomen. Tytäryhtiö Rakennus Oy Antti J. Ahola toimii erityisesti Uudenmaan ja Lahden alueella.

Jokaisella tutkimuksessa mukana olleella yrityksellä oli hankkeessa edustaja tai edustajajoukko, joka oli tiiviisti mukana tarkasteltavissa hankkeissa tai seurasi läheltä mukana olleen hankkeen etenemistä ja tahtituotannon käyttöönottoa. Yritysten tahtituotannosta saamia kokemuksia on kuvattu luvussa viisi. Yritysedustajien aktiivista osallistumista ohjausryhmän työskentelyyn kuvataan lähemmin seuraavassa alaluvussa.

2.3 Ohjausryhmän työskentely

Hankkeen toteutuksesta vastasi Mittaviiva Oy. Hankkeen vastuullisena tutkijana toimi Tarja Mäki. Tutkimusryhmään kuuluivat lisäksi Anssi Koskenvesa ja Aki Peltola. Raportin koostamisessa auttoivat myös Henri Pöyhönen, Satu Sahlstedt ja Enni Honkanen Mittaviiva Oy:stä. Tutkimuksen ohjausryhmään kuuluivat kehityspäällikkö Jörg Hansmann Rakennusliike U. Lipsanen Oy:stä, tuotantojohtajat Tommi Oksa ja Kimmo Hakarinne Rakennus Oy Antti J. Aholasta sekä työpäällikkö Wiljami Seppänen Rakennus Oy Antti J. Aholasta, työmaainsinööri Johanna Loukas, työpäällikkö Miika Karjalainen, vastaava työnjohtaja Marko Puntala Varte Oy:stä, toimitusjohtaja Kalle Nurmi ja projekti-insinööri Eetu Kuvala NHK Rakennus Oy:stä, tuotantojohtaja Jarkko

Sipi Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy:stä sekä hankkeen tutkijat Anssi Koskenvesa, Tarja Mäki ja Aki Peltola Mittaviiva Oy:stä. Myös työpäällikkö Matti Jurvanen ja vastaava työnjohtaja Habi Yawari Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy:stä sekä osakas Lauri Tomunen Costiom Oy:stä osallistuivat muutamiiin kokouksiin.

Ohjausryhmä kokoontui tutkimushankkeen aikana yhteensä viisi kertaa. Ohjausryhmien palaverissa käsiteltiin sekä tahtituotannon yleisiä kysymyksiä että tutkimuksessa mukana olevien rakennushankkeiden etenemistä. Palaverissa tutkijat esittelivät esimerkkejä tahtituotannon soveltamisesta, minkä jälkeen ohjausryhmän jäsenet keskustelivat esitysten herättämistä ajatuksista ja peilasivat niitä omiin hankkeisiinsa.

Jokaisessa ohjausryhmän kokouksessa käytiin läpi mukana olevien hankkeiden ajankohtaista tilannetta. Tyypillisesti keskusteluissa käsiteltiin sitä, mikä hankkeissa oli edennyt hyvin, millaisia haasteita oli ilmennyt ja millaisia toiveita tai tarpeita hankkeilla oli jatkoon suhteen. Näin tutkijat saivat kokousten kautta hyvän käsityksen hankkeiden etenemisestä, tahtituotannon käyttöönoton vaiheesta sekä niistä kysymyksistä, joissa hankkeet kaipasivat tukea.

Ohjausryhmien keskusteluilmapiiri oli hyvin avoin ja vuorovaikutteinen. Yritysedustajat kysyivät toisiltaan käytännön ratkaisuista ja kokemuksista, esimerkiksi siitä, miten tahtituotantoon liittyviä asioita oli käsitelty sopimuksissa. Keskusteluissa nousivat esiin myös eri osapuolten osallistuminen tahtituotantoon sekä siihen liittyvään päätöksentekoon, tahtituotannon vaikutukset hankkeen johtamiseen sekä tahtialueiden määrittelyyn liittyvät kysymykset. Ohjausryhmät toimivat siten sekä tutkimushankkeen ohjauksen että yritysten välisen vertaisoppimisen alustana. Yritysedustajat oppivat toistensa kokemuksista ja pystyivät vertaamaan omia käytäntöjään muiden hankkeiden ratkaisuihin.

Kaikki ohjausryhmän kokoukset tallennettiin ja litteroitiin. Kokouksissa käytyä keskustelua on hyödynnetty tutkimusraportin aineistona erityisesti koettujen hyötyjen ja havaittujen haasteiden kuvaamisessa. Näin ohjausryhmätyöskentely tuki sekä hankkeiden keskinäistä oppimista että tutkimuksen tiedonkeruuta.

2.4 Hankkeen viestintä

Hankkeen tuloksia ja pilottikohteita on esitelty Lean-rakentamisen päivillä vuosina 2025 ja 2026. Lisäksi hankkeeseen liittyviä teemoja on käsitelty rakennusalan medioissa ja yritysten omissa viestintäkanavissa. Hartelan H-studion artikkelissa 23.1.2025 tahtituotantoa tarkasteltiin erityisesti tilaajalle syntyvien hyötyjen näkökulmasta. Artikkelissa nostettiin esiin muun muassa projektinhallinnan, tuottavuuden ja läpimenoajan parantuminen (Hartela, 2025). Kauppalehden Hartelan kumppanisisällössä 11.8.2025 tahtituotantoa kuvattiin toimintamallina, joka parantaa

rakentamisen tuottavuutta, ennustettavuutta ja tilannekuvaa (Kauppalehti, 2025). Rakennusteollisuus RT:n 20.5.2026 julkaisemassa artikkelissa ”Rakentamisen suurin ongelma” käsiteltiin puolestaan rakentamisen johtamista, suunnittelun merkitystä sekä tahtituotannon roolia rakennusalan kehittämisessä (Luukkonen, 2026).

Hankkeen aikana tahtituotannon sisältöjä on viety myös osaksi rakennusalan koulutuksia. Teemoja on käsitelty esimerkiksi rakennusalan työmaapäällikön erikoisammattitutkinnon koulutuksissa vuosina 2024–2026, rakennusalan tuotantojohdon koulutuksessa vuosina 2024 ja 2025, RKL/RIL:n työpäällikön pätevytyksessä vuosina 2024 ja 2025 sekä vastaavan työnjohtajan pätevytyksessä vuosina 2024 ja 2026. Lisäksi Lean Construction Institute Finlandille laadittiin Lean-verkkovalmennus, jossa käsiteltiin myös tahtituotantoa. Kurssi koostui neljästä kokonaisuudesta, jotka olivat lean-rakentamisen perusteet, lean-johtaminen, Last Planner System -menetelmä sekä tahtituotanto. Näiden koulutusten kautta hankkeessa syntynyttä ymmärrystä ja käytännön esimerkkejä on voitu jakaa laajasti rakennusalan tuotannon ja johtamisen tehtävissä toimiville ammattilaisille.

Osa mukana olleista yrityksistä on viestinyt hankkeen etenemisestä myös LinkedInissä ja muissa sosiaalisen median kanavissa. Mittaviiva Oy on lisäksi tuonut hankkeen teemoja esiin omissa koulutuksissaan. Tahtituotannon teemoja on käsitelty myös hankkeen ulkopuolisissa, alan yrityksille suunnatuissa koulutuksissa, mikä on laajentanut hankkeen vaikutuksia varsinaista tutkimuskokonaisuutta laajemmalle.

Kokonaisuutena hankkeen viestintä on rakentunut tutkimukseen osallistuneiden yritysten, tutkijoiden ja alan verkostojen yhteisestä tiedon jakamisesta. Viestintä ei ole rajoittunut yksittäisiin julkaisuihin, vaan hankkeen tuloksia ja havaintoja on hyödynnetty tapahtumissa, koulutuksissa, artikkeleissa, verkkosisällöissä ja alan keskusteluissa. Tämä on tukenut tahtituotannon tunnettuuden paranemista ja vahvistanut hankkeen vaikuttavuutta rakennusalan käytännön kehittämisessä.

2.5 Kehittävän työntutkimuksen menetelmä

Tutkimusaineisto kerättiin soveltaen kehittävän työntutkimuksen (developmental work research) laadullisia menetelmiä. Näiden menetelmien juuret ovat etnografisessa kenttätutkimuksessa ja toimintatutkimuksessa (Engeström, 1995). Tutkimuksen kohteena on muotoutuva ja muuttuva toiminta, jonka kehitystä tuetaan tutkimuksellisin interventioin. Lähestymistavalle on ominaista, että tutkittavat eivät ole pelkästään tutkimuksen kohteita, vaan osallistuvat aktiivisesti tutkimus- ja kehittämisprosessiin. Alkuvaiheessa osallistujat tuottivat tietoa, jonka avulla muodostettiin käsitys lähtötilanteesta, mm. siitä mitä tahtituotannolla tavoitellaan ja millainen on kunkin yrityksen aikaisempi kokemus tahtituotannosta. Hankkeen myöhemmissä vaiheissa tutkimuk-

sessä mukana olevat yritykset osallistuivat yhdessä tutkijoiden kanssa aineiston tuottamiseen ja kehittämistyöhön esimerkiksi koulutuksissa, tahtiaikataulujen laadinnassa sekä kehitettyjen ratkaisujen kokeiluissa. Tutkijoiden roolina oli tukea osallistujia tahtituotannon käyttöönotossa sekä edistää yritysten sisäistä ja välistä oppimista. Käytännössä tutkijat tarjosivat tahtituotantoon liittyvää perehdytystä, osallistuivat tahtiaikataulujen muodostamiseen ja tukivat osallistujia keskustelujen, puheluiden sekä ohjausryhmän kokousten kautta. Ohjausryhmän kokouksissa yritykset pääsivät tarkastelemaan toistensa etenemistä, jakamaan kokemuksia ja suhteuttamaan omaa kehittämistyötään muiden havaintoihin (Miettinen, 2004).

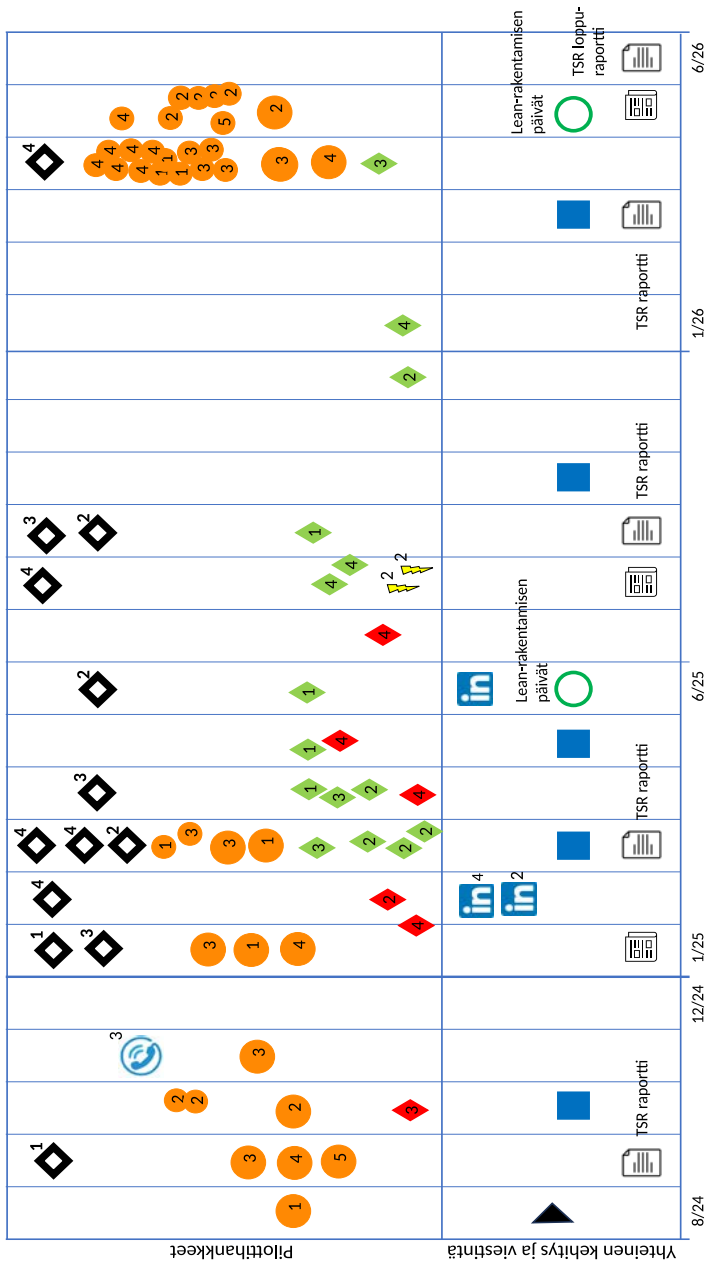
2.6 Haastattelumenetelmä ja haastattelujen toteutus

Tutkimuksen haastatteluaineiston kerättiin soveltaen puolistrukturoidun teemahaastattelun ja avoimen haastattelun piirteitä (Eskola & Suoranta, 2000; Rapley, 2004). **Teemahaastattelussa** haastattelun keskeiset aihepiirit määritellään etukäteen, ja niiden käsittelyä voidaan tukea teemoihin liittyvillä apukysymyksillä. Menetelmä mahdollistaa tutkimuksen kannalta keskeisten teemojen käsittelyn ja se jättää samalla tilaa haastateltavien omille näkökulmille. Tutkija voi haastattelutilanteessa muotoilla kysymykset tilanteeseen sopivalla tavalla ja tarvittaessa vaihtaa kysymysten järjestystä.

Avoimen haastattelun piirteet näkyivät mm. hankkeen aikana käydyissä keskusteluissa. Avoimessa haastattelussa annetaan tilaa osallistujille kuvata omia kokemuksiaan ja näkökulmiaan ilman tutkijan määrittämiä teemoja. Keskeistä on, että tutkimuksen kannalta olennaiset teemat tulevat käsitellyiksi aineiston kokonaisuuden kannalta, vaikka yksittäisten haastattelujen painotukset ja kysymysten järjestys voivat vaihdella (Fontana & Frey, 2000).

Puolistrukturoitua teemahaastattelua käytettiin erityisesti pilottihankkeiden osallistujien haastatteluissa. Avointa haastattelumenetelmää hyödynnettiin puolestaan palaverissa ja hankkeen aikana käydyissä keskusteluissa. Haastatteluja, keskusteluja ja palaveria toteutettiin koko tutkimushankkeen ajan, ja niiden sijoittuminen tutkimusprosessiin on esitetty kuvassa 1.

Haastattelutilanteissa oli tutkijan lisäksi pääsääntöisesti läsnä yksi tai kaksi pilottihankkeen osallistujaa tai yrityksen edustajaa. Tahtikoulutuksiin ja työpajoihin osallistui vaihteleva määrä hankkeiden eri osapuolia. Tutkijoiden roolit vaihtelivat tilanteen mukaan: koulutuksissa, palaverissa ja työpajoissa tutkija toimi kehittämisprosessin käynnistäjänä, keskustelukumppanina sekä kehittämistoiminnan tukijana ja haastatteluissa painoittui enemmän aineiston kerääminen.



16

2.7 Havainnointiaineiston keruu

Havainnointitilanteiden osallistujat, osallistujien roolit sekä osallistujien määrät vaihtelivat. Tahtituotannon oppimistilanteissa, kuten tahtityöpajoissa ja tahtipalavereissa työmaalla, osallistujajoukko koostui tyypillisesti yrityksen työnohtohenkilöstöstä sekä aliurakoitsijoiden ja yhteistyökumppaneiden edustajista. Havainnointiaineistoon sisällytettiin lisäksi ohjausryhmien kokoontumiset, jotka tallennettiin osana tutkimusta. Ohjausryhmien kokouksiin osallistui tyypillisesti yhdestä kahteen henkilöä kustakin yrityksestä. Joissakin kokouksissa paikalla oli yhteistyökumppaneita sekä 1–4 yritysedustajaa.

Soveltavan etnografian (Chambers, 2000) periaatteiden mukaisesti tutkijat osallistuivat aineiston tallentamisen lisäksi yhteistyöhön ja keskusteluihin aktiivisesti. Tutkijat toimivat niin kouluttajina, fasilitaattoreina ja puheenjohtajina kuin ideoijinakin tilanteesta riippuen.

Hankkeen aikana syntyi myös **muuta tutkimusta tukevaa aineistoa**, kuten aikatauluja sekä työmaata kuvaavia dokumentteja ja valokuvia. Näitäkin aineistoja hyödynnettiin analyysin apuna.

Hankkeessa tuotetun ja tallennetun aineiston määrä, luonne ja ajallinen jakautuminen vaihtelivat yrityksittäin, mutta kaikissa saatiin tallennettua monipuolisesti aineistoa. Osa yrityksistä oli aktiivisempia hyödyntämään tutkijoiden osaamista ja tukea, mikä näkyi useina keskusteluina, palavereina, työpajoina sekä tahtituotannon havainnointitilanteina. Osassa yrityksistä aineistonkeruu oli hetkittäin tauolla tai keskittyi vain hankkeen tiettyihin vaiheisiin esimerkiksi henkilöstövaihdosten ja työmaan tilanteen takia. Vaihtelusta huolimatta kaikista yrityksistä kertyi riittävästi aineistoa, jotta tahtituotantoon liittyvien tapahtumien kulkua voitiin tarkastella luotettavasti.

2.8 Tutkimuksen aineisto ja aineiston analyysi

Tutkimusaineisto muodostuu pääosin haastatteluista, ohjausryhmän kokouksissa ja yrityskohdaisissa tilaisuuksissa kerätystä havainnointiaineistosta sekä yritysten tuottamista aikataulu-, valokuva- ja dokumenttiaineistoista. Loppuhaastattelujen ja ohjausryhmän kokousten tallenteet litteroitiin ensin tekoälyavusteisesti hyödyntäen OpenAI:n ChatGPT:n, malliversiota GPT-5.5 Thinking. Litteroinnin jälkeen tutkijat tarkistivat aineiston alkuperäisiä tallenteita vasten ja korjasivat mahdolliset epätarkkuudet ennen varsinaista analyysivaihetta.

Taulukko 1. Hankkeen aikana kerätty tutkimusaineisto.

Yritys	NHK Rakennus Oy	Uudenmaan Mestari-Rakentajat Oy	Varte Oy	Rakennus Oy Antti J. Ahola	Rakennusliike U. Lipsanen Oy	YHTEENSÄ
Haastattelu	3	7	5	7	1	23
Työpaja/ työmaakäynti	9	11	12	15	1	48
Ohjausryhmän kokoukset	4	5	5	5	5	5
Tutkimusartikkelit						15

Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin, miten toimintajärjestelmän eri elementtien muutokset näyttäytyvät tahtituotantoa käsittelevässä jo julkaistussa kirjallisuudessa. Kirjallisuusaineistoksi koottiin 39 tahtituotantoa ja leanin käyttöönottoa käsittelevää artikkelia. Valituista artikkeleista tarkasteltiin ensin tutkimuskysymyksiä ja/tai tiivistelmiä, joiden perusteella arvioitiin niiden soveltuvuutta tarkempaan analyysiin. Lopulliseen analyysiin valittiin 15 artikkelia, jotka käsitelivät erityisesti tahtituotantoa tai leanin käyttöönottoa. Tarkemmassa kirjallisuusanalyysissä hyödynnettiin OpenAI:n ChatGPT:n, malliversiota GPT-5.5 Thinking. Tekoälyä pyydettiin laatimaan kustakin artikkelista tiivistelmä Engeströmin toimintajärjestelmämallin mukaisesti siten, että tiivistelmä jäseni artikkelin sisältöä toiminnan rakenteen, ristiriitojen ja verkostojen näkökulmasta. Analyysin painopisteenä oli tunnistaa, millaisia muutoksia toimintajärjestelmän eri elementeissä kuvataan tapahtuvan tahtituotannon käyttöönoton yhteydessä. Tekoäly sai käyttää lähteenään vain kyseistä artikkelia. Tutkija tarkisti tekoälyn tuottamat tiivistelmät, korjasi mahdolliset virheet ja täsmensi tulkintoja. Tämän jälkeen tekoälyä hyödynnettiin tiivistelmien pohjalta laaditun yhtenäisen sisältöanalyysin tukena. Tekoälyn tuottamaa yhteenvetoa käytettiin tutkijan koostaman kirjallisuusanalyysin apuna.

Taulukko 2. Kirjallisuusanalyysiin valitut artikkelit, kirjoittajat, artikkelin julkaisuvuosi sekä pääteema.

Artikkelin nimi	Kirjoittajat	Julkaisuvuosi	Pääteema
Short Takt Time in Construction – a Practical Study	Binninger, Dlouhy, Müller, Schattmann & Haghsheno	2018	Tahtituotannon soveltaminen kohteessa, jossa toisto ei ole ilmeistä. Kohde yksi avoin myyntitila.
A decade of lessons learned: deployment of lean at a large general contractor	Elfving	2022	Leanin käyttöönotto ja organiso-rinen oppiminen.
History and Theoretical Foundations of Takt Planning and Takt Control	Haghsheno, Binninger, Dlouhy & Sterlike	2016	Tahtisuunnittelun ja tahtiohjauksen kehitys.
Takt Planning in Apartment Building Renovation Projects	Keskiniva, Saari & Junnonen	2020	Asuinkerrostalon korjaushankkeen tahtiaikataulun laatiminen.

Artikkelin nimi	Kirjoittajat	Julkaisuvuosi	Pääteema
Suggestions for takt production subcontract clauses – a conceptual study	Keskiniva, Saari & Junnonen	2023	Käsitteellinen tutkimus tahtituotantoon soveltuvista sopimuslausekeista.
Influence of Takt Time Planning on Construction Efficiency	Kozlovská & Klosova	2022	Tahtiakaasuunnittelun vaikutus rakennushankkeiden tehokkuuteen.
How Does Takt Production Contribute to Trade Flow in Construction?	Kujansuu, Lehtovaara, Salerto, Seppänen & Peltokorpi	2020	Miten tahtituotanto vaikuttaa työntekijöiden ja työryhmien työn sujuvuuteen eri sijainneissa (tapaustutkimus toimistohankkeessa).
Takt Maturity Model: From Individual Successes Towards Systemic Change in Finland	Lehtovaara, Heinonen, Lavikka, Ronkainen, Kujansuu, Ruohomäki, Örmä, Seppänen & Peltokorpi	2020	Tahtituotannon systemaattinen käyttöönotto Suomessa. Laadullinen analyysi vuosilta 2016–2020.
Takt Production as Operations Strategy: Client's Perspective to Value-Creation and Flow	Lehtovaara, Heinonen, Ronkainen, Seppänen & Peltokorpi	2021	Tahtituotanto projektin tuotannonohjausstrategiana.
How takt production contributes to construction production flow: a theoretical model	Lehtovaara, Seppänen, Peltokorpi, Kujansuu & Grönvall	2021	Teoreettinen malli tahtituotannon vaikutuksesta rakennustuotannon virtaustehokkuuteen.
How a Takt Plan Can Fail: Applying Failure Modes and Effects Analysis in Takt Control	Lehtovaara, Tommelein & Seppänen	2022.	Tahtituotannon ohjaus ja jatkuva parantaminen tilanteissa, joissa tuotanto ei etene suunnitellun tahdin mukaisesti.
An Experiment in Takt Time Planning Applied to Non-Repetitive Work	Linnik, Berghede & Ballard	2013	Tahtiakataulun soveltaminen ei-toistuvassa sairaalarakentamisessa.
Challenges and opportunities for productivity improvement studies in linear, repetitive, and location-based scheduling	Lucko, Alves & Angelim	2014	Miksi lineaariset, toistuvat ja sijaintipohjaiset aikataulusmenetelmät voivat tukea tuottavuuden parantamista rakennushankkeissa.
Revisiting the Takt Maturity Model After Three International Takt Forums	Riekk, Lehtovaara, Tommelein, Seppänen & Heinonen	2024	Artikkeli tarkastelee vuonna 2020 julkaistun tahtituotannon kypsyyssmallin päivittämistarvetta kolmen kansainvälisen tahtifoorumin aineiston perusteella.
Collaborative Takt Time Planning of Non-Repetitive Work	Tommelein	2017	Tahtiakaasuunnittelun menetelmän kehittäminen ja pilotointi pienessä terveydenhuollon saneeraushankkeessa.

Tahtituotannon hyötyjen ja haasteiden analyysissä hyödynnettiin pääosin loppuhaastatteluai-
neistoa. Tutkimuksen ensimmäinen tutkimuskysymys oli: Mitkä ovat tahtituotantoon siirtymisen
keskeisimmät motiivit ja haasteet kunkin hankeosapuolen näkökulmasta? Haastatteluai-
neiston

sisällönanalyysissa aineistosta tunnistettiin osallistujien puhuntoja, joissa he ottivat kantaa tahtituotannon hyötyihin, haasteisiin ja muihin teemaan liittyviin näkökulmiin. Näitä puhuntoja tunnistettiin yhteensä 579, ja ne koottiin Excel-taulukkoon.

Jokaisesta puhunnasta kirjattiin puhuja, puhunnan sisältö, haastattelu sekä puhunnan ajankohta tallenteella, jotta yksittäisiin kohtiin voitiin tarvittaessa palata ja tarkistaa ne alkuperäiseltä nauhalta. Puhunnat koodattiin sisällön perusteella merkitsemällä niille pääasiallinen aihealue, kuten ajallinen suunnittelu, sekä tarkempi alakategoria, kuten aikataulu tai ohjelmisto. Lopuksi koodatut puhunnat koottiin Word-tiedostoksi tutkijan tarkempaa laadullista analyysia varten.

Käytetty haastatteluaineisto on esitetty taulukossa kolme.

Taulukko 3. Tutkimuksessa kerätty haastattelu- ja ohjausryhmäaineisto.

PVM	Kesto/ min	Haastattelu	Osallistujat	Luonnehdinta
9.10.2024	109	Ohjausryhmän kokous	Kahdeksan yritysedustajaa, tutkijat	Esittelyt, haasteet
7.3.2025	113	Ohjausryhmän kokous	Seitsemän yritysedustajaa, tutkijat	Sparrausta, työpaja, positiiviset ja haasteet
27.5.2025	155	Ohjausryhmän kokous	Yksitoista yritysedustajaa, tutkijat	Hankkeiden tilanne
7.10.2025	166	Ohjausryhmän kokous	Yhdeksän yritysedustajaa, tutkijat	Sparrausta, hankkeiden tilanne
3.3.2026	122	Ohjausryhmän kokous	Seitsemän yritysedustajaa, tutkijat	Hankkeiden tilanne
10.4.2026	33	Haastattelu	Yksi haastateltava, tutkija	Katsaus menneeseen
10.4.2026	51	Haastattelu	Yksi haastateltava, tutkija	Katsaus menneeseen
10.4.2026	61	Haastattelu	Neljä haastateltavaa, tutkija	Katsaus menneeseen
13.4.2026	95	Haastattelu	Neljä haastateltavaa, tutkija	Katsaus menneeseen
22.4.2026	48	Haastattelu	Yksi haastateltava, tutkija	Katsaus menneeseen
24.4.2026	45	Haastattelu	Yksi haastateltava, tutkija	Katsaus menneeseen
24.4.2026	49	Haastattelu	Yksi haastateltava, tutkija	Katsaus menneeseen
4.5.2026	38	Haastattelu	Yksi haastateltava, tutkija	Katsaus menneeseen
4.5.2026	49	Haastattelu	Yksi haastateltava, tutkija	Katsaus menneeseen
11.5.2026	80	Haastattelu	Neljä haastateltavaa, tutkija	Katsaus menneeseen
19.5.2026	40	Haastattelu	Yksi haastateltava, tutkija	Katsaus menneeseen

Tahtituotannon vaiheiden analyysin osalta hyödynnettiin laajemmin koko hankkeen havainnointi- ja haastatteluaineistoa. Seurattujen hankkeiden ja tallennetun tutkimusaineiston perusteella sekä hieman aikaisempaa kirjallisuutta hyödyntäen tunnistettiin vaiheet, joiden kautta tahtituotantoon siirtyminen tapahtuu. Nämä toisen ja kolmannen kysymyksen tulokset on esitetty luvussa 6 ja liitteessä 1. Toinen tutkimuskysymys kuului: Millaisten vaiheiden kautta

tahtituotanto etenee hankkeen tuotannon suunnittelusta toteutukseen yhteistyössä eri hankkeosapuolten kesken ja millaiset tehtävät, osaamisvaatimukset ja roolit kullekin osapuolelle eri vaiheissa muodostuu? Kolmas tutkimuskysymys puolestaan: Millaisella käytännöllisellä ohjeistuksella ja tuella tahtituotantoon siirtymistä voidaan tulevissa hankkeissa tukea ja osaamista siirtää hankkeesta toiseen?

Siirtyminen alkaa tyypillisesti hankkeen lähtötilanteen ja tahtituotannon tavoitteiden määrittelyllä. Sen jälkeen tahtituotantoon siirtyminen etenee erilaisten suunnittelu- ja toteutusvaiheiden kautta. Kaikki vaiheet eivät toteutuneet kaikkien yritysten ja hankkeiden kohdalla, sillä jo lähtötilanteet olivat hyvin erilaisia. Osassa tapauksista hankkeet olivat alkaneet jo aiemmin, eikä tällöin pystytty vaikuttamaan mm. aliurakkasopimusten sisältöihin. Toisissa hankkeissa puolestaan tilaajan rooli saattoi olla hyvin passiivinen, ja toisissa rakennuttajalla oli paljonkin kokemusta ja mielenkiintoa tahtituotantoa kohtaan. Yhteisiä vaiheita, kuten myös hyötyjä ja haasteitakin, kyllä todettiin.

2.9 Eettiset kysymykset

Tutkimuksessa noudatettiin Suomen Akatemian vastuullista tiedettä, hyvää tieteellistä käytäntöä ja tutkimuseettikkää koskevia linjauksia (Suomen Akatemia, julkaisuaika tuntematon), Tutkimuseettisen neuvottelukunnan HTK-ohjetta (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023) sekä Helsingin yliopiston tutkimusohjeita ja -käytäntöjä (Helsingin yliopisto, julkaisuaika tuntematon). Tutkimuksen tavoitteista ja aineistonkeruusta tiedotettiin tutkimukseen osallistuville yrityksille ja henkilöille ennen hankkeen käynnistymistä ja hankkeen etenemisen aikana tarvittaessa. Haastattelujen, palaverien ja työpajojen alussa osallistujilta kysyttiin lupa aineistojen tallentamiseen videoimalla tai äänittämällä tutkimuskäyttöä varten. Osallistujilla oli mahdollisuus halutessaan keskeyttää tutkimus tai kieltäytyä osallistumasta siihen. Osallistujat saivat lisäksi lukea hankkeesta laaditun loppuraportin ja muut julkaisut oman yrityksensä osalta etukäteen ja siten hyväksyä tai kieltää tulosten julkaisemisen.

Tutkimukseen osallistuneiden työntekijöiden henkilöllisyys on salattu, eikä heistä tai rakennushankkeista käytetä niiden oikeita nimiä. Raportin kuvissa henkilöiden tunnistaminen on pyritty estämään kuvia käsittelemällä, tai yrityksen edustajilta on pyydetty lupa kuvien julkaisemiseen.

Tutkimusaineiston osalta noudatetaan huolellisuutta ja sitä, mitä tietosuojalaki (Tietosuojalaki 1050/2018) on määrätty. Tutkimusaineisto säilytetään, arkistoidaan ja hävitetään sitä koskevien yleisten ohjeiden mukaan salasanoilla suojatuissa tiedostoissa ja lukitussa tilassa Mittaviiva Oy:ssä. Aineistoa tullaan hyödyntämään sekä tieteellisten että suurelle yleisölle tarkoitettujen julkaisujen kirjoittamisessa tämän tutkimus- ja kehittämishankkeen jälkeen.

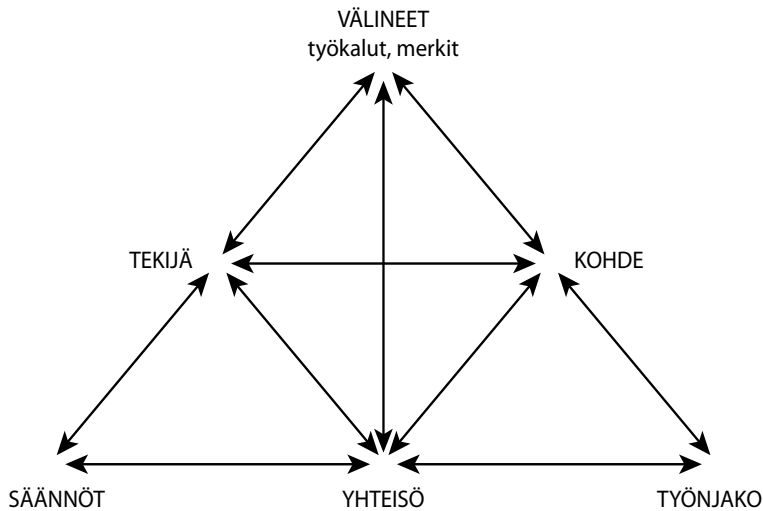
3 Tutkimuksen teoreettinen lähestymistapa

Matkalla tahtiin -tutkimushankkeen teoreettisena viitekehyksenä toimi kulttuurihistoriallinen toiminnan teoria ja siihen pohjautuva kehittävän työntutkimuksen menetelmä (Engeström, 1995; Engeström & Sannino, 2010). Toiminnan teorian juuret ovat psykologiassa, mutta se sittemmin laajentunut työelämän tutkimukseen ja kehittämiseen. Sitä on viime vuosina hyödynnetty myös rakennusalan tutkimuksessa, kuten työmaan työnjohdon työssä (Mäki, 2021), rakennushankkeiden suunnittelun johtamisessa (Mäki & Kerosuo, 2019), tietomallien käyttöönoton tutkimuksessa (Kerosuo, Miettinen, Paavola, Mäki & Korpela, 2015; Miettinen, Kerosuo, Korpela, Mäki & Paavola, 2012; Mäki & Kerosuo, 2015) sekä rakennusalan oppimisen tutkimuksessa (Mäki, Kerosuo & Koskenvesa, 2023). Sen sijaan tahtituotantoa tarkastelevia toiminnan teoreettisia tutkimuksia ei ennen tätä raporttia olla julkaistu.

Tämän tutkimuksen teoreettinen ja käsitteellinen perusta on kolmannen ja neljännen sukupolven kulttuurihistoriallisessa toiminnan teoriassa (Engeström & Sannino 2010, 2020; Vygotsky, 1978). sekä ekspansiivisessa oppimisessa (Engeström, 2015/1987). Teorian mukaan uuden oppiminen sekä toiminnan kehittäminen ja muutos tapahtuvat työtilanteissa, joissa työntekijät työskentelevät yhdessä, kokeilevat ja kehittävät yhdessä uudenlaisia toimintatapoja, analysoivat ja refleктоivat saavutettuja tuloksia sekä jatkavat yhteisesti uusien toimintamallien kehittämisessä vaiheesta toiseen. Toiminnan teorian avulla tarkastellaan tyypillisesti kollektiivista työtoimintaa, jota kuvataan toimintajärjestelmän elementtien kautta. Monitoimijaisen rakennushankkeen tapauksessa kyse on aina useamman toimintajärjestelmän muodostamasta toimintajärjestelmien verkostosta (Engeström, 2001). Kullakin toimintajärjestelmällä (mm. suunnittelu, hankinta, tuotanto) on omat toiminnan kohteensa, mutta toimintajärjestelmien kohteet ovat osittain jaettuja (esimerkiksi yhteinen rakennus, jota suunnitellaan, jota varten tehdään hankintoja ja jonka tuotantoa suunnitellaan). Toimintajärjestelmien verkostossa yhteiset säännöt, kuten aikataulut, ohjaavat verkoston eri toimintajärjestelmiä. Osittain jaettua toiminnan kohdetta ja tässä uuden toimintamallin kehittämistä käsitellään moniäänisesti ja käsittelyssä nousee esiin usein historiallisesti kehittyneitä ristiriitoja, mm. muuttuneiden osaamisvaatimusten, aikataulujen tai uusien välineiden kautta (Kerosuo, 2006; Mäki, 2021).

Uusien toimintamallien kehittäminen ja vakiinnuttaminen (Vygotsky, 1978) etenee toimijoiden nk. lähikehityksen vyöhykkeellä. Lähikehityksen vyöhyke kuvaa toiminnan kehityksen suuntaa, mutta ei tarkalleen määrittele lopputulosta. Engeströmin (2015/1987) mukaan lähikehityksen vyöhyke voidaan myös ymmärtää yksilön osaamisen kehittymisenä. Tässä hankkeessa lähikehityksen vyöhykkeen kerrostumat voidaan nähdä toistuvien hankkeiden tai hankevaiheiden mukanaan tuomana oppimisen ja toimintamallien kehitysaskeleina tai -suuntina. Hankkeen

edetessä tutkijat ovat tukeneet toiminnan muutosta soveltamalla ekspansiivisen oppimisen teoriaan pohjautuvia kehittävän työntutkimuksen kehittämismenetelmiä (Engeström, 1995; Virkkunen & Newnham, 2013). Siinä uuden oppiminen ja toiminnan muutos tapahtuu episteesmisten oppimistekojen avulla (Engeström, 2004), joita tunnistamalla voidaan määritellä uuden toimintamallin oppimispolun rakentumista. Työtoiminnassa ilmenevät jännitteet, häiriöt ja ristiriidat toimivat kehittämisen lähtökohtina. Kehittämisen kautta toiminnan säännöt, yhteisö tai työnjako muuttuvat. Esimerkkinä tästä voidaan nostaa mm. sähköurakoitsijan haasteet suunnitella omien työntekijöiden työpanos tahtituotantoon soveltuvaksi: työtä ei ole joko riittävästi tai sitä on liikaa kyseiselle ryhmälle ja kyseisillä tahtialueilla. Ratkaisuna tähän uuden toimintamallin esiinnostamaan haasteeseen urakoitsijan työnjohtaja kehitti työntekijöilleen uudenlaisen, tarkemman tehtävälistan, joka määritteli, mitä asentajat tekevät kussakin tahtivaunussa tahtialueella käydessään. Tämä palveli koko työmaan aikataulun hallintaa, mutta samalla tehosti sekä sähköasentajien että työnjohdon omaa työtä. Tehtävälistaus toimi uutena sääntönä asennustyölle.



Kuva 2. Toimintajärjestelmän malli. Mukailtu lähteestä: Engeström 1995.

Kuvassa 2 on esitetty kulttuurihistoriallisen toiminnan teorian toimintajärjestelmän malli. Se muodostuu toisiinsa linkittyneistä elementeistä, joita ovat tekijät, välineet, toiminnan kohde, säännöt, yhteisö sekä työnjako. Tämän tutkimuksen kirjallisuusanalyysissä tarkastellaan em. elementtien muutosta tahtituotantoon siirryttäessä. Muutosta tarkasteltaessa tulee muistaa, että rakennushanke eri toimijoineen on systeeminen kokonaisuus, eli muutokset toiminnan eri elementeissä vaikuttavat sekä saman toimintajärjestelmän elementteihin että toimintaan kytkeytyviin muihin toimintajärjestelmiin.

Rakennusalalla toimintajärjestelmän mallia esitetäänkin yleensä toimintajärjestelmien verkostona (Miettinen, ym., 2012). Tällöin toiminnan kohde on osittain jaettu toimintajärjestelmien verkostossa, toimintajärjestelmät liittyvät toisiinsa mm. välineiden, sääntöjen ja työnjaon kautta, ja muutokset yhdessä toimintajärjestelmässä heijastuvat tavalla tai toisella myös muihin toimintajärjestelmiin. Yhteistyöverkostosta ja jaetusta toiminnan kohteesta voidaan käyttää esimerkiksi tahtituotannon aikataulun laadintaa. Tahtituotannon myötä osallistujien työnjako muuttuu, useampi osapuoli osallistuu tahtituotannon suunnitteluun ja aikataulun laadintaan. Aikataulu itsessään vaikuttaa sääntöinä myös muihinkin kuin tuotannon toimintajärjestelmiin. Esimerkiksi hankinnat ja suunnittelu noudattavat laadittua aikataulua tai siitä johdettuja aikatauluja omassa toiminnassaan. Tästä sääntöjen muutoksesta aiheutuu muutosvaiheessa tyypillisesti häiriötä esimerkiksi myöhästyneen suunnittelun tai ei-toivottujen työmaatoimitusten sisällön muodossa.

Toimintajärjestelmät ja niiden verkostot ovat jatkuvasti alttiina muutoksille ja häiriöille. Häiriöt ja ongelmat ilmaisevat tapahtuvaa muutosta, mutta toisaalta ne toimivat myös kehittämisen lähtökohtina. Kehittämistarve voi kohdistua johonkin tiettyyn toimintajärjestelmän osatekijään kuten välineisiin, työnjakoon tai sääntöihin, mutta se voi olla myös laajempi kokonaista toimintajärjestelmää tai niiden verkostoa koskeva haaste. Tahtituotannon käyttöönotto edustaa laajaa oppimis- ja kehityshaastetta, sillä se heijastuu koko rakennushankkeen verkostoon: tilaajiin, suunnittelijoihin, hankintaan, rakentamiseen ja rakennushankkeen johtamiseen. Kun yksi toimija tässä verkostossa siirtyy uuteen toimintatapaan, syntyy toimijoiden verkostossa väistämättä häiriötä ja ristiriitoja eri toimintojen välille. Näiden ristiriitojen ratkaiseminen on prosessi, joka edellyttää koko toimintakentän osallistumista kehittämiseen. Oppimista ja kehittämistä tarvitaan sekä yksilö-, hanke- ja yritystasolla että koko alan tasolla.

4 Tahtituotannon tuomat muutokset toiminnan eri elementeissä

4.1 Toimintajärjestelmän elementtien muutos tahtituotantoon siirryttäessä

Tahtituotantoon siirtyminen muuttaa monin tavoin rakennushankkeeseen osallistuvien toimijoiden toimintajärjestelmien eri elementtejä: tekijöitä, välineitä, kohdetta, sääntöjä, yhteisöä ja työnjakoa. Tässä alaluvussa tarkastellaan, millaisia muutoksia aiempi tahtituotantoa käsittelevä tutkimuskirjallisuus on tunnistanut näissä toimintajärjestelmän elementeissä.

Tahtituotannon luonteeseen kuuluu, että rakentamisen tehtävät jaetaan alueellisesti ja ajallisesti pienempiin osiin, ja tehtävistä muodostetaan samassa rytmissä eteneviä kokonaisuuksia (nk. vaunuja) (Haghsheno, Binninger, Dlouhy & Sterlike, 2016). Tahtituotanto ei ole kuitenkaan vain uudenlainen aikataulun muodostamisen logiikka ja esitystapa, vaan siinä keskeistä on mm. tuotannon virtauksen varmistaminen, häiriöiden käsittely ja yhteistoimintaa korostava toimintatapa (Binninger, Dlouhy, Müller, Schattmann & Haghsheno, 2018; Keskiniva, Saari & Junnonen, 2020; Kozlovská & Klosova, 2022; Lehtovaara, Seppänen, Peltokorpi, Kujansuu & Grönvall, 2021; Lehtovaara, Tommelein & Seppänen, 2022; Tommelein, 2017). Tahtituotannon ja töiden virtautuksen onnistuminen riippuu mm. siitä, miten hyvin käytettäviä resursseja, työvaiheiden väliin jätettyjä puskureita, eri osapuolten keskinäistä osallistumista ja tiedonkulkua hallitaan (Lehtovaara, Seppänen ym. 2021). Tahtituotanto edellyttää muutosta myös alihankintasopimuksiin, maksueriin, viivästysvastuisiin ja yhteissuunnittelun ehtoihin (Keskiniva, Saari & Junnonen, 2023). Lehtovaara kollegoineen (2020) kuvaa muutosta kypsyydellä, jossa teknisestä tahtisuunnittelusta siirrytään sosiaaliseen integraatioon ja edelleen projektien yli jatkuvaan oppimiseen (Lehtovaara, Heinonen, Lavikka, Ronkainen, Kujansuu, Ruohomäki, Örmä, Seppänen & Peltokorpi, 2020).

Toiminnan teorian toimintajärjestelmän kautta tulkiten aikaisempi kirjallisuus kuvaa tahtituotantoon siirtymää tapahtumana, jossa rakennushankkeen tuotannosuunnittelu ja -johtaminen ei muutu vain yksittäisen toiminnan elementin osalta, vaan muutos koskee holistisesti niin toiminnan kohdetta, välineitä, sääntöjä, yhteisöä ja työnjakoa kuin tekijöitä ja heidän osaamisvaatimuksiaankin. Perinteisessä tuotantomallissa yksittäisten toimijoiden toiminnan kohde voi näyttäytyä kunkin vastuulla olevien työmaatehtävien valmistumisena, urakoiden etenemisestä tai esimerkiksi hankkeen aikataulun ennustettavuutena. Tahtituotannossa kohde muuttuu kokonaisuudeksi, jossa tärkeää ei ole vain se, valmistuuko yksittäinen työvaihe, vaan myös se, vapauttaako tämä työkohteen seuraavalle toimijalle, ovatko materiaalit, suunnitelmat ja muut aloitusedellytykset kunnossa, ja pystyykö koko verkosto pitämään yhteisen tuotantotahdin (Haghsheno ym., 2016; Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021;

Lehtovaara, Tommelein ym., 2022). Tätä kokonaisuutta ei enää johdeta yksittäisten työnjohtajien toimesta, vaan se vaatii sekä koko hankkeen osapuolten välistä, aktiivista ja jatkuvaa vuoropuhelua hankkeen etenemisestä ja mahdollisista haasteista.

Perinteisesti on ajateltu, että tahtituotanto soveltuu erityisesti toistuvia tiloja käsittäviin kohteisiin (Linnik, Berghede & Ballard, 2013). Tahtituotantoa voidaan kuitenkin onnistuneesti soveltaa myös ei-toistuvassa sairaalarakentamisessa, kun tuotanto jäsennetään sijaintiperusteisesti ja luovutukset, materiaalipaketit sekä päivittäiset sitoumukset sidotaan yhteiseen rytmiin. Aikaisemman kirjallisuuden perusteella voidaan myös tulkita, että tahtituotanto tekee toimintajärjestelmien ja niiden elementtien häiriöt ja ristiriidat entistä paremmin näkyviksi. Kun aika- ja tilapuskureita pienennetään, poikkeamat eivät jää piiloon, vaan ne nousevat esille nopeasti mm. suunnitelmamuutosten, tahtialueiden valmistumisten tai materiaalivirtojen häiriöinä (Binnering ym., 2018; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Lehtovaara, Tommelein ym., 2022). Kehittävän työntutkimuksen näkökulmasta tämä häiriöiden esiinnostaminen ja näkyvyys on toiminnan kehittämisen kannalta hyödyllistä, sillä häiriöt nähdään historiallisesti toimintaan kehittyneinä ristiriitoina, joista lähtien toimintaa voidaan kehittää. Ristiriitojen esiinnousu mahdollistaa ongelmien tunnistamisen, uusien toimintatapojen kehittämisen ja oppimisen, mutta pakottaa samalla muuttamaan sellaisia sääntöjä ja työnjaon muotoja, joita perinteinen tuotanto on voinut ylläpitää (Elfving, 2022; Keskiniva ym., 2023; Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021).

Seuraavissa alaluvuissa käsitellään aikaisemman kirjallisuuden esittämää muutosta kunkin toimintajärjestelmän elementin kannalta.

Tekijä: yksittäisestä aikataulusuunnittelijasta kollektiiviseksi tuotannon ohjaajaksi

Aikaisempi kirjallisuus tunnistaa tahtituotantohankkeissa tekijäksi projektitiimit, pääurakoitsijat, työnjohdon, aliurakoitsijat, työntekijät, suunnittelijat, logistiikkatoimijat, asiakkaat, toimittajat sekä tutkimus- ja kehitysverkostot riippuen siitä mistä näkökulmasta työmaan toimintaa tarkastellaan (Binnering ym., 2018; Elfving, 2022; Haghsheno ym., 2016; Keskiniva ym., 2020; Kozlovská & Klosova, 2022; Kujansuu, Lehtovaara, Salerto, Seppänen & Peltokorpi, 2020; Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Lehtovaara, Tommelein ym., 2022; Riekkö, Lehtovaara, Tommelein, Seppänen & Heinonen, 2024; Tommelein, 2017). Toiminnanteoreettisissa tarkasteluissa tekijä on tyypillisesti joukko ihmisiä tai rooleja, ja tahtituotannon tapauksessa tämä joukko laajenee verrattuna perinteisiin hankkeisiin. Tahtituotantohankkeissa niin pääurakoitsija, työnjohto, aliurakoitsijat kuin työntekijätkin osallistuvat työmaan tahtituotannon suunnitteluun ja ylläpitämiseen. Keskiniva, Saari ja Junnonen (2023) korostavat sitä, että tahtituotannossa aliurakoitsijat eivät voi toimia vain sopimuksen mukaisina toteuttajina, vaan erityi-

sesti heidän roolinsa laajenee tuotannon suunnitteluun, päivittäisen tilannekuvan luomiseen, raportointiin ja ongelmien ratkaisuun. Lehtovaara, Heinonen ym. (2020) laajentavat tekijöiden kuvausta entisestään todeten, että tahtituotannon suunnittelu ja toteutus ei rajoitu suinkaan vain työmaan toimintaan, vaan pää- ja aliurakoitsijoiden ohella siihen tulee saada aktiivisesti osallistumaan tilaajat, suunnittelijat, materiaalitoimittajat sekä muut hankkeessa toimivat tahot.

Toiminnanteoreettisesti tarkasteltuna tahtituotannon suunnittelu, johtaminen ja toteutus edellyttääkin tekijässä (subjektissa) merkittävää muutosta yksittäisestä toimijasta laajaksi toimijoiden verkostoksi. Perinteisessä tuotannossa tuotannon suunnittelu ja johtaminen painottuu pääurakoitsijan tai työnjohdon vastuulle. Tahtituotannon onnistuminen edellyttää, että useat osapuolet panostavat samaan toiminnan kohteeseen: tuotannon virtaukseen, ajalliseen suunnitteluun ja tuotannon edellytysten luomiseen. Tämä muuttaa tekijän monitoimijaiseksi ja verkostomaiseksi. Erityisesti aliurakoitsijoiden rooli laajenee, koska heiltä odotetaan vahvaa panostusta omien töidensä työjärjestyksen, resurssoinnin ja toteutuksen suunnitteluun (Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Keskiniva ym., 2023), mutta muutosta aktiiviseen osallistumiseen ja sitoutumiseen vaaditaan myös mm. tilaajilta ja suunnittelijoilta.

Tekijän, eli edellä kuvatun joukon toimijoita, tulee oppia uusia välineitä ja toimintamalleja uuden tuotantomallin aiheuttamien ristiriitojen ratkaisemiseen. Yksittäisessä hankkeessa tai työmaalla nämä ristiriidat voidaan periaatteessa ratkaista paikallisesti ja siten saavuttaa tahtituotannolla hyviä tuloksia, mutta laajemman, koko alaa koskevan muutoksen edellytyksenä on, että tilaajan myötävaikutuksella hankkeeseen osallistuvat osapuolet ja yritykset sekä niiden muodostamat yhteistyöverkostot oppivat yhdessä uuden tuotantomallin ja pystyvät sopeutumaan mallin vaatimuksiin omassa toiminnassaan (Elfving, 2022; Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Rieki ym., 2024).

Toiminnan kohde: tehtävien valmistumisesta tuotantovirran hallintaan

Toiminnanteoreettisessa tarkastelussa toiminnan kohteen määrittely on usein haasteellista. Tekijät, välineet, säännöt, yhteisö ja työnjako ovat aika konkreettisesti kuvattavia elementtejä, mutta mikä on kulloinkin tarkasteltava toiminta ja miten sen toiminnan kohde tai tulos määritellään, on haasteellisempi kysymys. Toiminnan kohde on usein monitasoinen ja abstrakti käsite. Yksinkertaistetusti voidaan ajatella, että perinteisessä rakentamisessa työnjohdon toiminnan kohde ovat rakentamisen prosessit, ja niiden kautta pyritään samaan tuloksena hallittu tuotantoprosessi.

Tässä tarkastellut artikkelit nostavat esiin toiminnan kohteen muutoksena mm. sen, että tahtituotannon myötä toiminnan kohde muuttuu perinteisestä tuotannonsuunnittelusta virtaavan tuotannon suunnitteluksi, sen edellytysten luomiseksi ja johtamiseksi. Haghsheno kollegoineen (2016) määrittävät tahtituotannon puolestaan malliksi, jossa työvaiheet etenevät yhteisessä

tahdissa ja kunkin tahtivaunun tulee olla valmiina aina kyseisen tahdin lopussa, jolloin tuotannonsuunnittelussa toiminnan kohde on varmuuden luominen tuotantoon. Kozlovská ja Klosova (2022) määrittävät toiminnan kohteeksi tehokkuuden, tuottavuuden ja työnkulun jatkuvuuden parantamisen. Keskinivan, Saaren ja Junnosen (2020) mukaan asuinkerrostalon korjaushankkeen tuotannonsuunnittelun kohteena on luoda tasainen tuotantonopeus ja rakennusten sovittu luovutusrytmi. Muina kohteen määrittelyinä löytyy mm. häiriöiden hallinta ja jatkuva parantaminen (Lehtovaara, Tommelein ym., 2022), tai kypsyysmallien kautta yksittäisen projektin tuotannonohjauksen laajeneminen strategiseksi, toimitusketjutason ja organisaatioiden väliseksi kehittämiseksi (Lehtovaara, Heinonen ym., 2020 ja Rieki ym., 2024). Kirjallisuus nostaa siis esiin hyvin monenlaisia kuvauksia siitä, mikä on tuotannonsuunnittelun ja johtamisen toiminnan kohde, ja miten se muuttuu perinteiseen verrattuna.

Yhteistä aikaisemmassa kirjallisuudessa esitettyjen tahtituotannon kohteen kuvauksille on, että tahtituotannon myötä toiminnan kohde laajenee ja siihen tulee uudenlaisia tasoja ja vaatimuksia. Perinteinen toiminta tavoittelee karrikoiden projektin valmistumista, tehtävien suorittamista tai yksittäisten urakoiden etenemistä. Tahtituotannossa kohteeksi nousee koko työmaakokonaisuuden virtaus: työn, tiedon, materiaalien, tilojen ja luovutusten eteneminen siten, että seuraava toimija voi aloittaa työnsä häiriöttömästi (Haghsheno ym., 2016; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Lehtovaara, Tommelein ym., 2022). Engeströmiläisittäin voidaan tulkita, että kohteen laajentuessa kyse on ekspansiivisesta oppimisesta, eli kun toiminnan kohde muuttuu ja laajenee ja se edellyttää eri osapuolilta mm. osaamisen kasvua ja työnjaon muutosta. Kohteen laajentuminen heijastuu oppimisvaatimuksena koko yhteistyöverkostoon, esimerkiksi hankinnan tavoitteena ei ole vain hankkia toivottua työ- tai materiaalisäilytystä hankkeelle, vaan urakkasopimukset tulee laatia sellaisiksi, että ne tukevat tahtituotantoa ja sen oppimista (Keskiniva ym., 2023).

Tahtituotantoon siirryttäessä toiminnan kohde muuttuu nopeasti. Lisähaastetta tuo kuitenkin se, ettei muutos pysähdy, vaan vaatimustaso kasvaa edelleen seuraavassa hankkeessa, tai jopa saman hankkeen edetessä. Toiminnan teoriassa puhutaan lähikehityksen vyöhykkeestä, jolla kuvataan toivottua toiminnan muutoksen suuntaa, kuitenkin määrittelemättä sitä, mikä on lopullinen toivottu tulos. Lopullista tulosta tuskin onkaan, sillä toiminnassa on aina kehitettävää. Lehtovaara kollegoineen (2020) kuvaakin kehitystä vaiheittaisena prosessina, jossa ensimmäisellä tasolla kohteena voi olla teknisesti toimiva tahtisuunnitelma. Toisella tasolla kohteeseen liitetään sosiaalinen integraatio, päivittäisohjaus ja yhteinen tilannekuva. Kolmannella tasolla kohde laajenee projektien ja organisaatioiden yli jatkuvaksi parantamiseksi ja kyvykkyydeksi siirtää opittua seuraaviin hankkeisiin (Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Rieki ym., 2024). Näin toiminnan kohteen kehitys muistuttaa ekspansiivisen muutoksen liikettä: rakennusyritys ei vain

optimoi nykyistä tuotantoa, vaan joutuu määrittelemään uudelleen, mitä tuotannon onnistuminen tarkoittaa. Lehtovaara, Heinonen, Ronkainen, Seppänen ja Peltokorpi (2021) laajentavat toiminnan kohdetta edelleen asiakkaan arvon suuntaan: toiminnan kohteena on luoda tuotantojärjestelmä, joka tuottaa oikean laajuuden, tavoitellun läpimenoajan, hallitun virtauksen ja läpinäkyvyyden asiakkaan tavoitteiden mukaisesti.

Välineet: aikataulusta läpinäkyväksi, oppimista tukevaksi tuotantomalliksi

Tahtituotantoa käsittelevissä artikkeleissa nousee esiin lukuisia määriä tahtituotannossa käytettäviä välineitä. Ne voivat olla materiaalisia, digitaalisia tai käsitteellisiä, kuten tahtituotantoon liittyviä termejä, ilmaisuja ja toimintamalleja. Keskeisiä välineitä ovat mm. tahtiaika, tahtialueet, työpaketit, vaunut, tuotantojunat, puskurit, tahtituotannon suunnitelmat, paikka-aikakaaviot, visuaaliset aikataulut, päivittäiset tahtikokoukset, Last Planner System, digitaaliset seurannan välineet ja standardoidut menekkitiedot (Binninger ym., 2018; Haghsheno ym., 2016; Keskiniva ym., 2020; Kozlovská & Klosova, 2022; Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Lehtovaara, Tommelein ym., 2022; Lucko, Alves & Angelim, 2014; Rieki ym., 2024; Tommelein, 2017). Keskiniva, Saari ja Junnonen (2023) esittelevät tahtituotannon välineinä myös sopimukset, maksuehdot, yhteissuunnittelutyöpajat, päivittäisjohtamisen palaverit sekä digitaalisen tilannekuvan raportoinnin välineet.

Välineiden tehtäviä eivät ole tahtituotannossa vain aikataulun esittäminen, seuranta ja tuotannon johtaminen, vaan ne nostavat myös esiin mahdolliset epäonnistumiset ja haasteet, joita analysoimalla voidaan kehittää toimintaa (Lehtovaara, Tommelein ym., 2022). Esimerkiksi työsaavutusten analyysi tekee työstä vertailtavaa ja siten jatkossa analysoidun datan perusteella tarkemmin suunniteltavaa (Tommelein, 2017). Näin tahtituotannon välineet voivat tukea tuotannon analysointia ja mm. puskurien hallintaa (Lehtovaara, Seppänen ym., 2021). Välineetkin kehittyvät tahtituotannon kehitysvaiheiden mukaan. Teknisistä suunnitteluohjelmistoista tulee yhteistoimintaa, dataa ja organisaation oppimista tukevia välineitä (Lehtovaara, Heinonen ym., 2020). Luckon, Alvesin ja Angelim (2014) toteavatkin, että perinteiset aikataulut eivät tee työnkulkua, tehtävien sijaintia ja resurssien tarvetta riittävän näkyväksi, vaan tarvitaan uudenlaisia aika-paikkaperusteisia esitysmuotoja ja -menetelmiä, jotka voivat tuoda tuotannon dynamiikan paremmin esille ja siten tukea tuotannon jatkuvaa parantamista.

Välineiden muutos on toimintajärjestelmässä konkreettinen ja helposti tunnistettava muutos, mutta sitä ei tule tulkita pelkästään teknisten työkalujen ja ohjelmistojen muutokseksi. Uudet välineet muuttavat sitä, mitä tuotannossa tarkastellaan, mihin siinä keskitytään, mitä voidaan mitata, mistä voidaan keskustella ja mihin voidaan puuttua. Tahtisuunnitelma, työpaketit ja sijaintiperusteiset aikataulut nostavat esille työvaiheiden välisiä riippuvuuksia, jotka perinteisessä

tuotannonsuunnittelussa voivat jäädä piiloon (Haghsheno ym., 2016; 20). Esille saatavat häiriöt ja poikkeamat voivat muuttua toiminnan teorian perusidean mukaisesti oppimisen materiaaliksi (Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Lehtovaara, Tommelein ym., 2022).

Vaikka välineet ovat keskeisessä roolissa toiminnan muutoksessa, tahtituotannosta julkaistut artikkelit myös varoittavat liiasta välinekeskeisyydestä tahtituotannossa. Välineet voivat myös estää tahtituotannon toteutumista hankkeessa: esimerkiksi sopimukset ja maksuehdot voivat ohjata joko yhteisesti sovittuun tahtituotantoon tai urakoitsijoiden väliseen osaoptimointiin tahdin vastaisesti (Keskiniva ym., 2023). Toisaalta teknisesti hyväkään tahtituotantoaikataulu tai -suunnitelma ei välineenä yksin riitä, jos sopimukset, logistiikan periaatteet, suunnitelmien valmiusaste, aliurakoitsijoiden resurssit, päivittäinen johtaminen tai yhteinen oppiminen eivät muutu välineiden mukana. Tällöin tahtituotanto voi jäädä vain päälle liimatuksi aikatauluteknii-kaksi ja jopa lisätä tuotannon häiriöherkkyyttä (Keskiniva ym., 2020, 2023; Kozlovská & Klosova, 2022; Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021).

Säännöt: joustavuudesta sopimukselliseen ja organisatoriseen kurinalaisuuteen

Toiminnan teoriassa säännöillä tarkoitetaan erilaisia yhteisesti sovittuja käytäntöjä ja toimintatapoja, mutta myös hankkeen aikatauluja, budjettia, laadittuja sopimuksia ja alaa koskevaa lainäädäntöä, jotka ohjaavat toimintaa. Välineet ja säännöt saattavat olla joskus hyvin lähellä toisiaan. Varsinkin perinteisessä hanketoiminnassa sama asia (aikataulu) voi toimia toiselle toiminnan sääntönä, toiselle johtamisen välineenä. Tahtituotanto muuttaa sääntöjen luonnetta, sillä useammat tahot osallistuvat niiden luomiseen, ja samalla hankkeisiin syntyy uusia sääntöjä ja toimintaperiaatteita. Tällaisia toimintaa ohjaavia käytäntöjä voivat olla mm. aikataulun edellyttämät tuotantonopeudet, sovitut tahtijat, aluejaot, työpakettien sisällöt, puskurien käyttö, päivittäisen johtamisen ja laadunvarmistuksen käytännöt sekä edellytysten varmistamisen pelisäännöt (Haghsheno ym., 2016; Keskiniva ym., 2020; Kujansuu, Lehtovaara, Salerto, Seppänen & Peltokorpi, 2020; Lehtovaara, Tommelein ym., 2022; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021.) Uusien toimintatapojen ja sääntöjen rinnalla toki monet perinteisemmätkin säännöt, kuten sopimukset, budjetit ja lainsäädäntö, pitävät edelleen paikkansa. Tahtituotanto edellyttää kuitenkin niiden uudelleen arviointia ja kehittämistä: mm. sisällyttämään sopimuksiin lausekkeita, jotka ohjaavat osallistumaan yhteissuunnitteluun ja päivittäisiin kokouksiin, huolehtimaan tahtivaunujen täsmällisestä luovutuksesta, selventämään työnjakoa materiaalilogistiikasta, viivästysten hallinnasta ja oikeudenmukaisesta riskienjaosta (Keskiniva ym., 2023). Lehtovaara, Heinonen ja heidän kollegansa (2020) liittävät toimintaa ohjaaviin sääntöihin myös kypsyysmallin vaatimuksia: päivittäiset tahdit, yhteiset tarkastusvälit, laadun systemaattisen tarkastuksen, uudenlaiset sopimusmallit sekä tiimien kehittämisen ja tiedolla johtamisen osana siirtymää yksittäisistä onnistumisista systeemiseen muutokseen.

Säännöissä tapahtuva muutos näyttäytyy yleisesti siirtymänä väljistä, kokemus- ja tapauskohtaisista käytännöistä ja säännöistä kohti yhteisesti sovittua, tahtituotantoa tukevaa kurinalaisuutta. Tämä kurinalaisuus ei tarkoita tiukempaa aikataulua, vaan uudenlaista vastuuta työvaiheiden rajapinnoista: työvaiheet on tehtävä niin, että seuraava voi jatkaa, ongelmat on tuotava näkyviin nopeasti ja tuotannon edellytykset on varmistettava etukäteen (Haghsheno ym., 2016; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Lehtovaara, Tommelein ym., 2022; Linnik ym., 2013).

Sääntöjen muutos ei välttämättä etene ilman ristiriitojen esiinnousua. Tahtituotanto edellyttää uudenlaista tarkkuutta niin päätöksenteossa, suunnittelussa, hankinnoissa kuin toteutuksessakin, mutta rakennushankkeet sisältävät usein erilaisia yllätyksiä, puutteellisia lähtötietoja ja päätöksiä, vähäistä toistuvuutta, suunnitelmapuutteita, materiaalihankinnan häiriöitä ja työhön kuluvan ajan vaihtelua (Binninger ym., 2018; Keskiniva ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Tommelein, 2017). Myös hankkeeseen laaditut sopimukset saattavat edelleen sallia osaoptimointia, vaikka tahtituotanto edellyttäisi nimenomaan hankkeen kokonaisuuden parhaaksi toimimista (Keskiniva ym., 2023 ja Lehtovaara, Seppänen ym., 2021). Tästä syystä sääntöjen muutos näyttäytyy tähän analyysiin valituissa artikkeleissa jännitteenä uuden ja perinteisen rakentamisen välillä.

Yhteisö: työmaasta toimintajärjestelmien verkostoksi

Tahtituotantoon siirryttäessä yhteisö ja sen työnjako muuttuu olennaisesti. Monissa artikkeleissa tahtituotantohankkeen yhteisöön nähdään kuuluvaksi ensisijaisesti pääurakoitsija, työnjohto, työntekijät, aliurakoitsijat ja muut yhteistyökumppanit (Binninger ym., 2018; Haghsheno ym., 2016; Keskiniva ym., 2020; Kozlovská & Klosova, 2022; Kujansuu ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Lehtovaara, Tommelein ym., 2022; Tommelein, 2017). Toiset artikkelit laajentavat yhteisöä suunnitteluun, logistiikkaan, materiaalitoimittajiin, tilaajaan, rakennuttamistoimintaan ja hankintaan (Elfving, 2022; Keskiniva ym., 2023; Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Linnik ym., 2013; Lucko ym., 2014; Rieki ym., 2024). Lehtovaara ja Heinonen kollegoineen (2021) ulottaa yhteisön asiakkaaseen ja integroidun projektitoimituksen toimijoihin saakka, jolloin tuotannonohjaus ei ole vain urakoitsijan sisäinen kysymys vaan osapuolten yhteinen strateginen suunnittelutehtävä.

Rieki, Lehtovaara, Tommelein, Seppänen ja Heinonen (2024) sekä Lehtovaara, Heinonen ja heidän työtoverinsa (2020) siirtävät yhteisön tarkastelun verkostotasolle. Kehittynyt tahtituotanto ei synny vain työmaan tuotannon suunnittelusta, vaan siihen tarvitaan vahvasti suunnittelun, logistiikan, tilaajan päätöksenteon, hankinnan eri toimitusketjujen ja projektien välisen oppimisen yhteensovittamista. Lucko, Alves ja Angelim (2014) lisää tähän vielä alan tutkimus- ja kehitystoiminnan ulottuvuuden: vaihtoehtoisten toimintamallien kehittäminen ja luominen

edellyttää sekä käytännön toimijoiden että tutkimusyhteisön osallistumista ja uskottavaa empiiristä näyttöä.

Yhteisön muutos voidaan nähdä siirtymänä työmaan sisäisestä koordinoinnista toimintajärjestelmien verkostoon. Tahtituotannon onnistuminen riippuu siitä, miten pääurakoitsijan tuotannonohjaus, aliurakoitsijoiden toiminta, suunnittelun tietovirta, materiaalien hankinnat, logistiikan järjestelyt, asiakkaan päätöksenteko ja sopimusohjaus saadaan tukemaan yhteistä tavoitetta (Keskiniva ym., 2023; Lehtovaara, Heinonen ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Rieki ym., 2024).

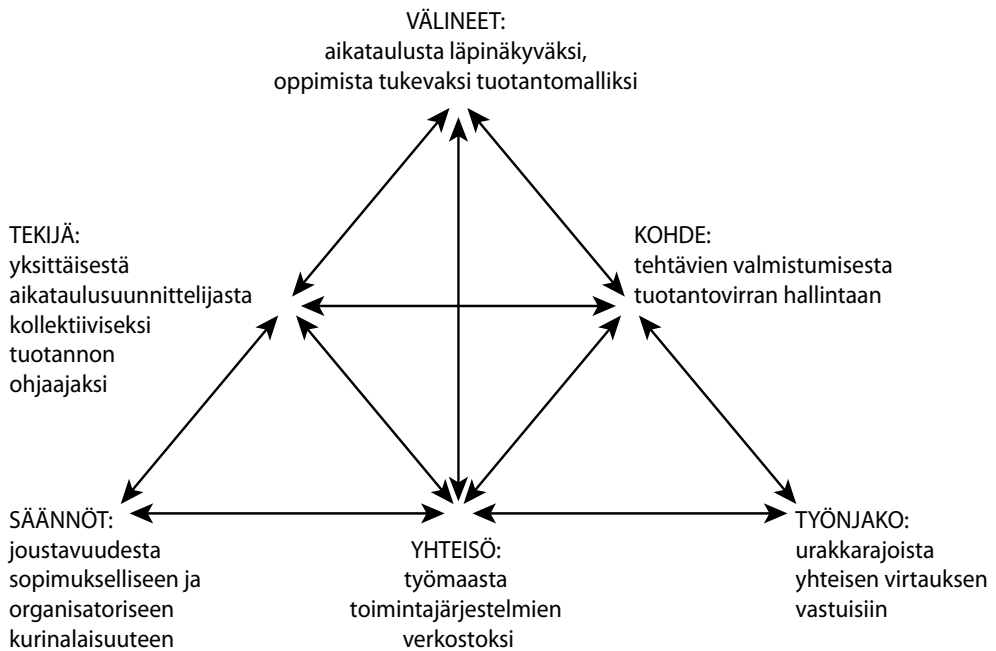
Tämä verkostomaisuus tekee siirtymästä vaativan. Perinteisessä tuotannossa yksi toimija voi hallita omia puskureitaan, aikataulujaan ja työjärjestyksiään suhteellisen erillisinä. Tahtituotannossa yhden toimijan häiriö näkyy nopeasti muissa järjestelmissä. Materiaalien myöhästyminen, suunnitelmien puutteellisuus, aliurakoitsijan resurssiongelma tai asiakkaan päätöksen viivästyminen voi nopeasti pysäyttää työmaan tahtituotannon (Keskiniva ym., 2023; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Rieki ym., 2024). Toisaalta juuri tämä keskinäisriippuvuus tekee yhteisestä oppimisesta mahdollisen: poikkeamat paljastavat, missä verkoston rajapinnat eivät vielä toimi ja missä on kehitettävää.

Työnjako: urakkarajoista yhteisen virtauksen vastuisiin

Myös työnjako edellä kuvattujen yhteisön jäsenten välillä muuttuu tahtituotantoon siirryttäessä. Pääurakoitsijan vastuulla on perinteisen hankkeen tavoin kokonaisuuden ohjaus, sopimusten laadinta ja tahtituotannon edellytysten luominen, mutta aliurakoitsijoilta odotetaan resurssien suunnittelua, tahtityövaiheiden valmistumista, osallistumista suunnitteluun ja tuotannon tilan raportointiin (Keskiniva ym., 2023; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Linnik ym., 2013). Työnjako myös muuttuu kypsyystasojen mukaan: teknisen suunnittelun jälkeen korostuvat aliurakoitsijoiden, suunnittelun ja logistiikan integrointi sekä lopulta tiimien kehittäminen, sopimukset ja tiedolla johtaminen (Lehtovaara, Heinonen ym., 2020). Tilaajan ollessa aktiivinen tahtituotantohankkeissa myös tilaajan ja urakoitsijoiden välinen työnjako muuttuu: asiakas määrittää arvonmuodostuksen ja suorituskyvyn tavoitteita, kun taas urakoitsijat ja tuotannon suunnittelijat konkretisoivat ne tahtisuunnittelun parametreiksi (Lehtovaara, Heinonen, Ronkainen, Seppänen & Peltokorpi, 2021).

Työnjaon kannalta tahtituotanto muuttaa sitä, missä vastuun rajat kulkevat. Perinteisessä tuotannossa työnjako voi perustua urakkarajoihin ja siihen, kuka tekee minkäkin työvaiheen. Tahtituotannossa työnjako perustuu myös aikaan, paikkaan ja luovutukseen: kuka tekee, missä tekee, milloin tekee, millä edellytyksillä luovuttaa ja miten poikkeama korjataan (Haghsheeno ym., 2016; Keskiniva ym., 2020; Lehtovaara, Seppänen ym., 2021). Tämä muutos tekee urakka-

rajoista näkyvämpiä mutta myös ongelmallisempia. Tahtituotannosta julkaistuissa artikkeleissa toistuukin jännite osaoptimoinnilla saavutetun tehokkuuden ja koko järjestelmän virtauksen tasaisuuden välillä. Aliurakoitsija voi pyrkiä maksimoimaan oman työryhmänsä tuottavuuden, mutta tahtituotanto voi edellyttää resurssipuskureita, odottamista, työpakettien tasaamista tai resurssien joustavaa käyttöä (Lehtovaara, Seppänen ym., 2021; Keskiniva ym., 2023). Toiminnan teorian näkökulmasta tarkasteltuna työnjaon muutos onkin yksi keskeisimmistä ristiriitojen lähteistä: uusi yhteinen toiminnan kohde vaatii yhteistä vastuuta, mutta vanha työnjako ja sopimuslogiikka voivat edelleen ylläpitää erillisiä tavoitteita. Kysymys on laajasta toimintakulttuurin muutoksesta, joka ei tapahdu alalla hetkessä.



Kuva 3. Aikaisemman kirjallisuuden esiinnostamat muutokset rakennushankkeen toimintajärjestelmässä tahtituotantoon siirryttäessä (vrt. Engeström 1995).

5 Tahtituotannon hyödyt ja haasteet

Tässä luvussa esitetään hankkeen haastattelu- ja havainnointiaineistoon perustuen osallistujien esiinnostamia hyötyjä, haasteita sekä oppeja tahtituotantoon liittyen. Samalla teksti tarjoaa vastauksen tutkimus- ja kehittämishankkeen ensimmäiseen tutkimuskysymykseen ”Mitkä ovat tahtituotantoon siirtymisen keskeisimmät motiivit ja haasteet?” Analyysissa ja tulosluvussa ei erotella yrityksiä, hankkeita tai henkilöitä, minkä vuoksi myös sitaatit on pyritty anonymisoimaan mahdollisuuksien mukaan. Haastateltavat edustavat pääsääntöisesti rakennuttajan sekä pää- ja aliurakoitsijan työnjohdon eri rooleja.

5.1 Tahtituotannon hyödyt

Tuotannon ennakoitavuus ja hallinta paranee

Hankkeeseen osallistuneet yritysten edustajat näkivät tahtituotannossa hyvin monenlaisia hyötyjä, mutta erityisesti puheessa korostuu **hankkeen ajallisen etenemisen ennakoitavuuden paraneminen**. Tahtituotanto nähtiin toimintatapana, jonka avulla työmaan aikataulut muutuivat läpinäkyvämmäksi, ajallinen suunnittelu systemaattisemmaksi ja tuotanto paremmin ennustettavaksi. Useat puhujat korostivat sitä, ettei tärkein tavoiteltava hyöty välttämättä ollut aikataulun lyhentyminen, vaikka tahtituotantoa usein mainostetaan sen avulla. Lyhyttä läpimeinoaikaa olennaisempaa oli se, että työmaat etenivät hallitusti ja ennakoitavasti myös haastavissa olosuhteissa. Muutosten vaikutukset pystyttiin arvioimaan luotettavasti ja niin työnjohdon kuin tekijöidenkin oli helpompi hahmottaa työvaiheiden aikataulun mukainen sijainti ja sisältö. Näin pystyttiin paremmin havaitsemaan myös aikataulussa ilmenevät poikkeamat ja muut toteutuksen haasteet. Kun tahtituotannosta laadittua aikataulua seurattiin aktiivisesti ja tieto tekijöiden ja työmaan työnjohdon välillä kulki sujuvasti, työnjohdolla oli paremmin selvillä hankkeen tilannekuva, mutta myös työntekijät olivat paremmin tietoisia siitä, mitä heiltä odotettiin ja missä heidän kulloinkin kuului työskennellä. Tämä mahdollisti sen, että tuotantoa voitiin johtaa ennakoivasti, eikä pelkästään ongelmiin reagoiden.

Tarkasti laaditun tahtiaikataulun avulla työvaiheiden järjestys ja niiden väliset riippuvuudet olivat selkeämmin näkyvillä, erityisesti jos oltiin onnistuttu osallistamaan urakoitsijoiden edustajat tahtiaikataulun laadintaan. Urakoitsijoiden osallistaminen auttoi myös resurssien suunnittelussa, jos heillä oli mahdollisuus ottaa ajoissa kantaa suunniteltuihin työmääriin ja työsisältöihin kussakin tahtivaunussa. Näin tuotannon etenemistä tuli systemaattisempaa ja ennakoitavampaa, aikataulujen pitävyys parani ja samalla työmaan johtaminen helpottui.

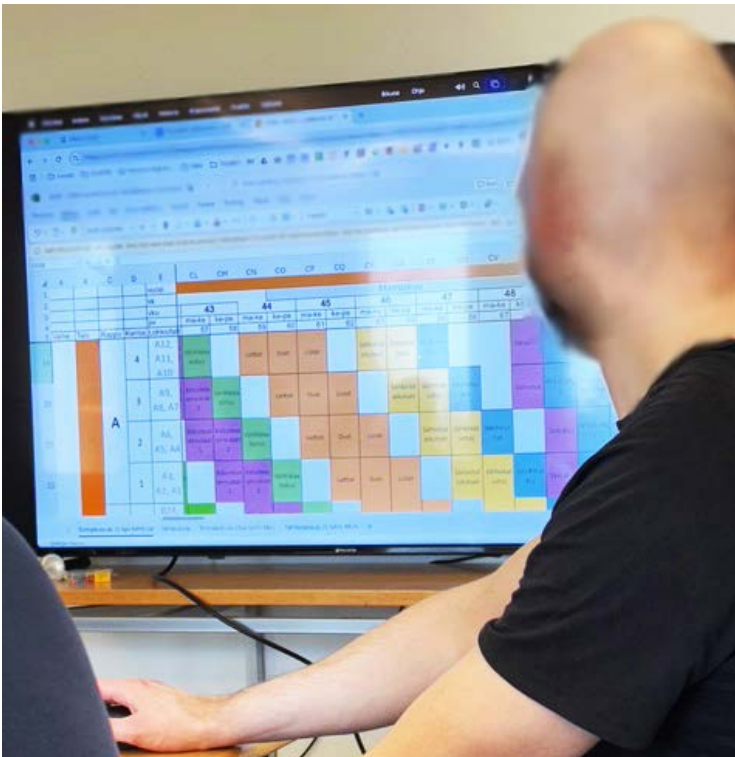
”Isoin hyöty tulee ennustettavuudessa ja läpinäkyvyydessä, että missä me mennään. Se näkyy koko hankkeelle. Ja häiriöihin reagoiminen ja resurssien kohdistaminen oikea-aikaisesti on varmasti iso hyöty.” H15

”On se hienoa, että puolella välissä työmaata pystyy päivälleen sanoa, että missä me mennään. [...] Me nähdään, että missä me ollaan tahdissa ja mihin meillä on jäänyt jotain tiettyjä poikkeamia, mitkä täytyy käydä läpi.” H27

”Yleinen ennakointikyvyyn parantuminen on ihan selkeä. [...] Kun pilkotaan alueet pienemmäksi, tehtävät työt pienemmäksi, havaitaan tulevia haasteita ja häiriöitä paljon aikaisemmin. Se on ollut silmiinpistävää. Ehkä sellainen ahaa-elämys.” H26

”Aikataulu, lähinnä sen varmuus ja hallittavuus, on parempi.” H14

”Aikatauluvarmuus oli mun mielestä hyvä. [...] Kyllä mä uskon, että jos tämä olisi perinteisesti tehty, niin tämä aikataulu ei olisi pitänyt.” H25



Kuva 4. Tahtituotannon suunnittelua Mestamaster-ohjelmistolla.

Läpimenoaika lyhenee

Myös hankkeiden läpimenoajan lyheneminen nähtiin tavoitteena ja olennaisena hyötynä. Rakentamisvaiheen kokonaiskeston lyhenemisestä onkin lukuisia esimerkkejä jo aikaisemmin tutkituissa hankkeissa, ja myös tässä hankkeessa monet saavuttivat merkittäviä säästöjä hankkeen kokonaiskestossa, eli kohde valmistui ja voitiin useinmiten myös luovuttaa suunniteltua aikaisemmin. Jos aikaisempi luovutus ei onnistunutkaan mm. sopimuksellisista syistä, jäi hankkeessa kuitenkin paremmin aikaa loppuvaiheen korjauksille ja itselleluovutuksille, jolloin perinteistä

loppuryntäystä ei ollut odotettavissa. Läpimenoaikojen lyheneminen heijastui myös hankkeen kustannuksiin yleiskustannusten kautta.

Läpimenoajan lyhenemisen edellytti kuitenkin mm. sitä, että suunnittelu ja hankinnat tukivat tahtituotannon etenemistä ja mahdolliset ongelmat ja haasteet tulivat riittävän ajoissa näkyville, että niihin voidaan vaikuttaa ajoissa. Tämä edellytti puolestaan sujuvaa yhteistyötä ja mm. sitoutumista nopeaan päätösten tekemiseen myös tilaajan, rakennuttajan ja suunnittelijoiden puolella. Sitoutumisessa tahdin vaatimaan päätöksentekonopeuteen nähtiin vielä paljon kehitettävää. Parhaimmillaan tahtituotantoaikataulu auttoi myös tilaajaa hahmottamaan, mitkä päätökset edellyttivät nopeaa reagointia ja miten niiden siirtäminen vaikutti koko hankkeen aikatauluun ja kustannuksiin.

”Kyllä se tavoite varmasti on se lyhyempi läpimenoaika.” H14

”Kyllä nyt kun mietin, niin ainakin puoli vuotta ollaan saatu lyhennettyä aikataulua. [...] On jäänyt tavallaan yhdeksän kuukautta kaikkiin itselleluovutuksiin ja korjauksiin.” H4

”Jos se vaan toimii hyvin, niin kyllähän läpimenoaikaa saa lyhennettyä.” H2

”Pystytään siihen haastavaan aikatauluun haastavissa olosuhteissa.” H13

”Me haetaan ihan mitattavia hyötyjä. [...] Niiden seurauksena me haetaan kustannushyötyjä ja parempaa tehokkuutta.” H13



Kuva 5. Tahtituotantohankkeen läpimenoajan tarkastelua viikkopalaverissa.

Yhteistyö tiivistyy

Haastateltavat kokivat tahtituotannon parantavan myös hankeosapuolten keskinäistä yhteistyötä: käsitys hankkeen tavoitteista parani, tiedonkulku nopeutui, osapuolten välinen vuorovaikutus lisääntyi ja onnistuneissa hankkeissa myös suunnittelijat ja tilaajan edustajat osallistuivat aktiivisemmin ongelmien ratkaisemiseen. Ylipäättään hankkeissa tehtiin enemmän ja aktiivisemmin yhteistä tuotannon suunnittelua ja esiin nousseiden ongelmien ratkaisemista. Urakoitsijoiden edustajat ratkoivat mm. tuotannon yhteensovitukseen liittyviä ongelmia päivittäisjohtamisen palavereissa ja välillä myös keskenään työmaalla.

”Oli tiiviimpi yhteistyö kuin normaalisti.” H4

”Ollaan kyllä mun mielestä oltu koko ajan nimenomaan samalla puolella pöytää.” H6

”Tahtihan on siitä älyttömän hyvä, että meidän pystytään paljon paremmin ja selkeämmin tilaajalle näyttämään asioita. Aikataulumuutokset ja mistä se johtuu.” H22

”Kaikki on läpinäkyvää.” H9

”[Urakoitsijat] ovat ottaneet hyvin osaa suunnittelupalaveriin. Ovat tuoneet sen oman panoksen, että kun me tehdään toinen, niin sen jälkeen me tehdään toinen. Siihen menee nyt tuon verran. Tarvitsiko siihen toisen tahdin ja näin poispäin. On hyvin ollut osallistumista siihen. Se on positiivista.” H21

”Tosi selkeästi siellä näkyy, että nyt pitäisi tehdä päätös. [...] Tilaajakaan ei voi oikein väistää sitä.” H14

”Sitten selkeä toimintaketju, jolloin myös säästytään siltä sähläämiseltä.” H19



Kuva 6. Tahtituotannon työjärjestyksen suunnittelua.

Laatu paranee

Tahtituotannon periaatteiden mukaisesti tarkastelluissa hankkeissa kohde jaettiin tahtialueisiin ja työt kuvattiin tahtivaunuina. Tavoitteena oli tehdä kuinkin tahtivaunun työt tahtialueella valmiiksi, jonka jälkeen siirryttiin seuraavalle tahtialueelle. Haastateltavien mukaan tällainen pienempien alueiden kautta suunniteltu tuotanto tuki parempaa laaduntuohtokykyä, sillä kunkin tahdin valmistuttua voitiin tarkastaa paitsi tekninen laatutaso myös se, että sovitut tehtävät ovat valmistuneet. Tahtituotanto vaati tarkempaa ennakkosuunnittelua ja realistisen aikataulutuksen eli riittävän ajan tehdä tahtialueen työt valmiiksi, mutta niiden mukana tuleva töiden etenemisen jatkuva seuranta ja nopea reagointi mahdollisiin poikkeamiin auttoivat laatutason parantamisessa, sillä mahdolliset virheet huomattiin nopeammin ja ne voitiin korjata ajoissa.

Tahdin vaihtuessa työmailla järjestettiin nk. päivittäisjohtamisen palaveri, jossa käytiin läpi tahtialueelle jääneitä mahdollisia puutteita tai uudella alueella ilmeneviä työn esteitä, joita pyrittiin myös aktiivisesti poistamaan. Kun laatu poikkeamiin voitiin puuttua heti niiden ilmettyä, toimintatapa paransi paitsi töiden sujuvuutta myös sitä, että hankkeen lopussa korjattavaa ja viimeisteltävää oli vähemmän. Laatua voitiin siis johtaa systemaattisemmin ja laaduntuohtoa nähtiin haastateltavien keskuudessa merkittävänä aikataulu- ja kustannustekijänä, vaikka monessa hankkeessa siinä esiintyi myös haasteita. Osassa hankkeita oli haasteita laaduntuohton kannalta, ja työmaalla jäi ns. ”häntiä” eli keskeneräisiä töitä, joita sitten tehtiin hankkeen loppuvaiheessa valmiiksi. Osa näistä hännistä johtui kuitenkin muista syistä kuin tahtituotannon puutteista, mm. suunnitelmamuutoksista.

Monet haastateltavat nostivat esiin ongelman, jossa osa työvaiheista jäi varsinaisen tahtialueen ulkopuolelle. Tällaiset työt voivat vaikuttaa merkittävästi tahdin mukaisesti eteneviin työvaiheisiin. Aineistossa korostui tarve tunnistaa nämä riippuvuudet jo suunnitteluvaiheessa ja liittää ne osaksi tuotannon kokonaisuohjausta.

”Totta kai tahdilla tekeminen tehostaa ja lyhentää läpimenoaikaa, mutta ennen kaikkea se tekee työstä laadukkaampaa ja tehdään kerralla valmista. Siitä tulee kerrannaisvaikutuksia myös sinne takuuuikaan. [...] Mä näkisin, että se on enemmän se ideologia, että kun sitä opitaan paremmin, niin sitten läpimenoajan lyhentäminen tulee vähän kaupan päälle.” H26

”Ei pidä väkisin yrittää lyhentämällä lyhentää sitä läpimenoaikaa, vaan enemmänkin ajatus siitä, että pystytään tekemään kerralla laadukkaasti valmista. Kun hallitaan aikaa, silloin hallitaan laatua, ja sitä kautta hallitaan myös rahaa.” H26

”Laatua parantaa se, että me just ohjataan sitä kerralla kuntoon.” H10

”Ei ole projektin loppuvaiheessa hirveän pitkä virhe- ja puutelista.” H12

”Mun mielestä tahtituotannossa on kätevä malliaikataulunkin laatiminen. Mutta se nyt liittyy tuohon laadunvarmistukseen. Ehkä saadaan laatuu paremmaksi tai tasaisemmaksi. Mallitöiden aloitukset on tahtituotannossa paljon kätevämmän esitetty, mitä on normaalissa aikataulussa.” H2

Turvallisuus & logistiikka

Laadun ohella haastateltavat näkivät tahtituotannon parantavan myös hankkeen turvallisuustasoa. Työmaat ja tahtialueet pysyivät paremmassa järjestyksessä, kun kukin urakoitsija teki oman osuutensa valmiiksi kullakin tahtialueella, siivosi jälkensä ja jätti alueen seuraavalle työryhmälle asianmukaisessa kunnossa. Tekemisen keskittyessä omalle tahtialueelle liikkumista työmaalla oli vähemmän, mikä vähensi suoraan tapaturmariskiä. Logistiikka hoidettiin hankkeissa joko osana tahtia, tahtien välisissä ”vaunuissa” tai erillisen logistiikkaurakoitsijan toimesta. Olipa toteutus millainen tahansa olennaiseksi koettiin se, että logistiikka on ennalta suunniteltu osaksi tahtituotantoa.

”Tilat pysyy turvallisempina aivan satavarmasti.” H15

”Ei sinkoilla sinne, tänne, tonne.” H26

”Varmaan [tahtituotannon sujuminen] vaatii sen, että logistiikkakin on mietitty jollain tavalla, että on mukana mahdollisesti se logistiikkaurakoitsija.” H25

”Se tuli tässä meidän tarjousjutuissa ilmi, että logistiikalle pitäisi olla omia vaunuja tuolla, tai ainakin jollain tavalla huomioida se siellä, että on joku siivouspäivä.” H14

”Ensimmäisenä [tahtituotannolla tavoiteltavista hyödyistä] tietysti oli tuotannon ennustettavuus ja laadunvarmistus ja turvallisuus, se mitä varmasti saavutettiin.” H27

Resurssien käyttö tehostuu

Tahtihankkeiden alussa tuotannon ja mm. resurssien suunnitteluun käytetään huomattavasti enemmän aikaa kuin perinteisessä hankkeessa. Tyypillisesti aikatauluja suunniteltiin ensin pääurakoitsijan voimin, mutta heti kun urakoitsijat oli valittu hankkeeseen, heidät otettiin mukaan suunnittelemaan tahtialueita, työjärjestyksiä ja tehtävien vaatimia resursseja. Näin saatiin urakoitsijoiden osaaminen tahtituotannon suunnittelun tueksi. Töiden käynnistyttyä tuotannon ajallista etenemistä seurattiin ja tarpeen mukaan tahtien sisältöihin tai resursseihin tehtiin edelleen muutoksia. Urakoitsijoiden kannalta etuna nähtiin, että he pääsivät vaikuttamaan aikataulun suunnitteluun ja jokaisen tahtivaunun sisällöllinen tavoite, aika ja paikka olivat kirrkaasti selvillä. Eräs urakoitsijoista, joka perehtyi perusteellisesti omien työntekijöidensä tahtien suunnitteluun ja laati heille tarkat tahtivaunujen sisällöt, totesi ennakkosuunnittelun tehostaneen selkeästi heidän työntekijöidensä työsuoritusta. Urakkatyössä tämä tarkoittaa suoraan kustannusten säästymistä ja kannattavuuden kasvua.

Urakoitsijoiden työskentelyä tehosti myös se, että työkohteissa töiden edellytykset olivat kunnossa, tai niiden puutteisiin reagoitiin nopeasti päivittäisjohtamisen keinoin – suunnitelmat olivat ajan tasalla ja logistiikka oli hoitanut tarvittavat materiaalit oikeisiin sijainteihin.

”Kun tehdään aikataulu [...] ,on hyvä, kun urakoitsija joutuu miettimään resurssin, niin se oikeasti säästää siinä, että tämä meneekin oikeasti yhdellä. Ja sitten siinä tulee se, että kun päästäpä joku mattomies pois viikoksi, niin et ikinä saa sitä takaisin. Siinä mielessä se on myös hyvä sitouttamaan. [...] Ihan selvästi ne joutuu miettimään resurssit eri lailla kuin joku toinen aikataulu.” H19

”Tahtiaikataulu plus meidän oma työnohjaus [...], nämä ovat menneet koko ajan hyvin. Pystytään ennakoidaan resursseissa ja tämmöisissä asioissa.” H10

”Myös sellaisen selkeyden saa työvaiheen etenemiseen ja seurantaan, että missä mennään. Helpottaa myös urakoitsijoiden seurantaa, että missä omat menevät, ja [se parantaa] resurssointia.” H2

”Itse asiassa yllättävän näppärä keino siihen, että ei kovinkaan moni meistä halua olla se urakoitsija, joka joka viikko on se, jonka lappuja ei saa kaikkia otettuaan pois. Eli se on ahnehtinut sinne liikaa hommia tai resurssoinut hommat väärin. Ne joutuu oikeasti miettimään niitä hommia enemmän.” H11



Kuva 7. Urakoitsijat suunnittelevat omien töidensä työjärjestystä post-it-lappujen avulla.

Oikeat välineet ja työnjohdon työn helpottuminen

Tahtituotanto vaatii huolellista tuotannonsuunnittelua, aikatauluttamista, resurssointia, henkilöstön koulutusta, hankintojen ja suunnittelun johtamista sekä ylipäättään tiivistä yhteistyötä eri osapuolten välillä ennen rakentamisen aloitusta. Monet työnjohtajat kokivat, että huolellisen valmistautumisen jälkeen työnjohdon työ helpottui toteutusvaiheessa perinteiseen tuotantoon verrattuna. Päivittäisjohtamisen käynnistämisessä oli muutamilla työmailla omat haasteensa, mutta kun urakoitsijat oppivat tahtituotannon logiikan ja alkoivat noudattaa sitä, työvaiheiden

seuranta helpottui, ratkaistavat ongelmat tulivat ajoissa ilmi ja työmaan tilannekuva oli koko ajan paremmin tiedossa. Työnjohto pystyi keskittymään tulevien työvaiheiden ennakointiin, vaikka toki - varsinkin korjausrakennustyömailla - oli edelleen paljon yllätyksiä, joiden ratkomi- seen meni aikaa myös meneillään olevissa työtehtävissä.

"Meillä on tosiaan päivän tahti, ja on pidetty aina aamuisin tahtipalaveri työmaaporukan kesken. [...] Porukka on sopinut jo ennen sinne tulemistä, että miten ne hoidetaan. Kaikki ne nyökyttelee, että hyvin meillä menee. On sitten helpottunut tavallaan sitä kautta se tekeminen." H27

"Visualisuus ja tapa työskennellä ja se, että jokainen pääsee osallistumaan ja kertomaan oman teke- misensä, se joustavuushan tulee työkalujen kautta. Siellä on mallioppilaat, ne on etukäteen hoitanut se homman. Palaverissa kännykällä varmistelee, että onhan niillä oikea täppä siinä heidän tahdis- saan. Ja sitten siellä on valokuvia." H9

"Tuo visuaalinen viestintä tuossa taululla, eihän tuon parempaa voi olla. Jokainen voi katsoa, missä hänen pitäisi olla milläkin ajan hetkellä. Jos ei muuten paikalle löydä, tuo toimii aarrekarttana, että löytyy se oikea työtila." H9

"Mun mielestä tämä on erittäin hyvä työkalu aliurakoitsijoille. Aikataulu tuon kautta on paljon yksin- kertaisempaa lukea. Voi jopa tulla itseohjautuvampia näistä urakoitsijoista." H22



Kuva 8. Anssi Koskenvesa kouluttaa pääurakoitsijalle tahtituotannon periaatteita.

Oppiminen ja osaamisen kehittyminen

Tämän hankkeen tiimoilta tahtituotantohankkeissa mukana olleet olivat kaikki sitä mieltä, että tahtituotantohanke toi heille uutta osaamista ja kehitti uudenlaista tuotannonsuunnittelun ja -johtamisen osaamista. Tahtituotantohankkeisiin liittyvä osaaminen onkin nykyisellään tarpeel-

lista, sillä erityisesti monet julkiset tilaajat edellyttävät jo tarjousvaiheessa hankkeiden toteutusta tahtituotannolla, ja aikaisemmista hankkeista saadut referenssit ovat tärkeitä kilpailuvaltteja. Tämän hankkeen aikana kerrytettyä osaamista voidaan edelleen kehittää ja monistaa uusiin kohteisiin koko yrityksen osaamiseksi.

Kaikilla edellä kuvatuilla hyödyillä on joko suoraa tai välillistä vaikutusta hankkeiden kustannuksiin. Jos hankeyhteistyö ja tiedonkulku paranee, työvaiheiden tuottavuus kasvaa, hukka tai mm. laatuvirheistä johtuva uudelleentekeminen vähenee ja resurssit kohdentuvat paremmin tuottavaan työhön, on näillä tekijöillä myös merkitystä niin pää- kuin aliurakoitsijoiden kustannusten muodostumiselle ja kannattavuudelle.

”Oikeastaan kaikki, mitä liittyy asuntojen tekemiseen, on tahtituotannon tuomia oppeja. Eli nimenomaan se, että asiat tulee näkyväksi. Ja näistä opitaan.” H9

”On hyvä mennä [tahtituotannolla seuraava vaihe], että tulee referenssi taas tästä, kun se on vaatimuksena seuraavissa hankkeissa.” H18

”Oli hyvä, että me oltiin mukana tuossa, koska siitä kuitenkin sai tietoa. Se tuntui ehkä vähän aluksi pikkasen semmoiselle käärmeen tunkemiselle pyssyyn. Mutta hankkeen aikana kävi selväksi, että nyt näitä [tahtituotantohankkeita] alkaa tulemaan. Alussa oli ehkä [ajatus], että tämä voisi olla hyvä lisä. Ja sitten se hankkeen aikana selkeni, että helvetti, että tähänhän on pakko lähteä. Ei ole vaihtoehtoja.” H14

”Sitä vaaditaan tuolla julkisella puolella etenkin, niin siihen ei ole vaihtoehtoja, että sitä ei otettaisi. Siinä mielessä se on tärkeä asia, että se osataan ja pystytään pääsemään mukaan kilpailuihin.” H14

5.2 Tahtituotannon haasteet

Edellä on kuvattu tahtituotantoon liittyviä hyötyjä, joita tähän tutkimus-kehityshankkeeseen osallistujat nostivat esille havainnointi- ja haastattelutilanteissa. Hankkeissa törmättiin myös lukuisiin haasteisiin sekä tahtituotantoon liittyen mutta myös yleensä korjausrakentamiseen liittyen, sillä tutkimuksessa mukana olleet hankkeet olivat pääsääntöisesti korjausrakennuskohteita. Toinen mukana olleita yrityksiä yhdistävä tekijä oli, että kaikki työmaat ja niiden työnjohto vasta opettelivat tahtituotantoa ensimmäisissä hankkeissaan, ja sen myötä esiin nousi erilaisia oppimishaasteita. Toisaalta näitä haasteita voi tarkastella tulevien hankkeiden kehityskohteina. Jo tämän 2,5-vuotisen T&K-hankkeen aikana todistimme sitä, miten tahtituotantohankkeiden suunnittelu- ja johtaminen kehittyy hankkeesta toiseen. Haasteet eivät siten ole pysyviä, vaan jokaisesta uudesta hankkeesta voi oppia, ja opin voi viedä eteenpäin seuraavaan hankkeeseen.

Suunnittelijoiden ja tilaajan hidas reagointi

Merkittävän haastatteluissa esiin nouseva haaste liittyi tilaajien ja suunnittelijoiden osallistumiseen tahtihankkeissa. Vaikka työmaa kykenisi toimimaan tahdin mukaisesti, tuotannon etene-

minen riippuu vahvasti suunnitelmien saatavuudesta ja tilaajan päätöksenteosta. Haastateltavat kokivat, että suunnittelijat ja tilaajat eivät aina ymmärtäneen tahtituotannon toimintalogiikkaa tai oman toimintansa vaikutusta tuotannon etenemiseen. Tämän seurauksena suunnitelmat viivästyvät ja päätöksenteko hidastui, mikä näkyi välittömästi työmaan toiminnassa.

Korjausrakentamisen erityispiirteenä aineistossa korostuivat lisä- ja muutostyöt. Haastateltavat kuvasivat tilanteita, joissa tuotanto pysähtyi tai hidastui, koska päätöksiä ei saatu riittävän nopeasti. Tahtituotanto paljasti nämä viiveet aikaisempaa selvemmin, mutta samalla se teki niistä kriittisempiä, koska viivästyksillä oli välittömiä vaikutuksia seuraaviin työvaiheisiin.

Aineistossa oli esimerkkejä myös siitä, että esimerkiksi lisä- tai muutostyötarjouksen hyväksyntää tai siihen liittyviä suunnitelmia voitiin joutua odottamaan viikkoja. Toisenlaisiakin esimerkkejä löytyi: joissakin hankkeissa työnjohto kehui sitä, että tilaaja ja suunnittelijat olivat hyvinkin sitoutuneita tahtituotannon vaatimaan päätöksentekotahtiin. Mutta ylipäätään toivottiin parempaa sitoutumista nopeaan reagointiin ja yhteistä ymmärrystä siitä, mitä viipyvät suunnitelmamuu- tokset tai tilaajan päätökset aiheuttavat hankkeen koko ketjulle. Osassa hankkeista tilaaja ei ollut edellyttänyt tahtituotantoa hankkeessa, ja tahtituotantoon siirtyminen oli pääurakoitsijan oma valinta tuotannon kehittämiseksi. Näin ollen tilaaja ei välttämättä ollut sitoutunut tahtituotantoon, ja päätöksentekotilanteissa aikaa kului perinteiseen tapaan.

”Sitten onkin yhtäkkiä kaksi viikkoa menetetty, kun se [tilaajan päätös] pyörii niissä rattaissa.” H19

”Suunnittelijakin pitäisi yhtä lailla saada sitoutettua.” H15

”Jos mä tarjoan lisätyön kesäkuun kolmas päivä, se hyväksytään joskus joulukuun 15. päivä.” H10

”[Tilaaja] ei välttämättä ole ymmärtänyt mistä tahtituotannossa on kysymys.” H4

”Olisi hirveän kiva, jos se suunnittelu seuraisi mukana tuossa. Se on iso sellainen peikko kyllä tässä tahtihommissa.” H21

”Eihän noiden kanssa pysty oikein järkevästi tehdä tahtia, kun ei ole minkäänlaista mahdollisuutta tilaajalta reagoida tahdin mukaisesti.” H9

”Aikaisemmin otetaan tilaaja ja suunnittelijat mukaan tahtiin.” H4

”Siinä alkukoulutuksessa, niin kyllä nyt melkein ne suunnittelijat pitäisi ottaa siihen mukaan [ja pitää] info-juttuja [tahtituotannosta] suunnittelijoille, koska se on yleensä se kompastuskivi, mihin sitten kaatuu, vaikka siinä tilaajallakin voisi olla se halu.” H14

”Jos tilaaja haluaa [että tehdään tahtituotannolla], niin sen pitää itse myös ymmärtää, että täytyy olla tosi keskittynyt tähän hankkeeseen, että siellä ei tule niitä esteitä. Tai jos tulee, niin ratkaistaan mahdollisimman nopeesti.” H14

”Tilaja pitäisi kyllä saada ihan heti hankkeen alusta siihen tahtiin mukaan ja koittaa iskostaa niille sen tahtituotannon idea. Ja se mitä se vaatii niiltä suunnittelijoilta ja muutenkin päätöksentekoon. Samalla tavalla, kun me sitoutamme aliurakoitsijat tahtiin, niin myös tilaajan pitää olla siihen sitoutunut.” H2

”[...] suunnittelu ei välttämättä ole sellaista, että se tasaisesti virtaa koko sen rakennushankkeen läpi, vaan se painottuu aika paljon siihen etuosaa.” H25

”[...] pitää sitoutua muutossuunnittelussa todella nopeeseen aikatauluun. Se ei voi vain olla, että tilaaja sanoo, että urakoitsijan pitää tehdä tahdissa. Muutossuunnittelun aikataulutushallinta, samoin kaikki lisä- ja muutostyöt, niin iissä se tahti on erilainen heti.” H14

”Selkeästi tilaajalle viestintää, että täällä mennään. Jos päätöksiä ei tule. Tai suunnitelmia. Juna puksuttaa. Siitä tulee kustannukset ja aikataulun vaikutukset myöhemmin. Me ei pysäytetä hommia tai siirretä.” H22

Kehitystarpeeksi tunnistettiin siis se, että tilaajan tulisi ymmärtää tahtituotannon periaatteet sekä sitoutua niihin ja sen myötä pyrkiä tekemään tarvittavat päätökset, mutta samalla edellyttää myös myös suunnittelijoilta tahtituotantoon sitoutumista. Suunnittelu ja hankintatoimi sekä niiden edustamat toimenpiteet tulisikin kytkeä kiinteämmin tahtituotannon suunnitteluun. Ilman sitä tahtituotantoa ei saada aidosti toimimaan. Ratkaisuna tähän haasteeseen osa T&K-hankkeessa mukana olleista pääurakoitsijoista järjesti sekä suunnittelijoille että urakoitsijoille tahtituotannon koulutusta hankkeen alussa.

Tahtituotannon laajuus ja sisältö

Tahtituotantoa suunniteltaessa tulee päättää, mitkä rakennuksen osat (asunnot, liiketilat, kellarit, julkisivut, piha-alueet) ja mitkä työvaiheet (mm. purku, sisävalmistusvaiheen tehtävät) otetaan mukaan tahtituotantoon. Monissa hankkeissa esimerkiksi asuntojen ulkopuoliset alueet, kuten julkisivut, vesikatot, liiketilat ja piha-alueet jätetään varsinaisen tahtituotannon ulkopuolelle ja niiden aikataulut suunnitellaan perinteisesti. Tässä hankkeessa tarkastelluista kohteista monet rajasivat tahtituotannon koskemaan asuintiloja ja alkamaan purkutöiden valmistuttua. Myös osa taloteknisistä töistä saatettiin rajata tahdin ulkopuolelle. Yleinen oppi toimijoiden mukaan oli, että laajempi osa työvaiheista ja rakennuksen osista tulisi sisällyttää tahtiin. Siinä tapauksessa, että osia rakennuksesta tai työvaiheista rajataan ulkopuolelle, nekin työvaiheet tai osat tulee esittää selkeästi tahtiaikataulun rinnalla, sillä usein kyseisillä töillä on merkittäviä vaikutuksia tahtiin kuuluviin työvaiheisiin. Tyypillinen esimerkki olivat julkisivu- ja ikkunatyöt, jotka saatettiin pitää tahtituotannon ulkopuolella. Samalla ne kuitenkin määrittivät sen, miten sisäpuolisia töitä voitiin aikatauluttaa, sillä niiden tuli olla tehtynä ennen sisäpuolisten töiden aloitusta. Vastaavalla tavalla piha-alueen työt, kuten maalämpöasennukset tuli ottaa huomioon mm. julkisivutöiden ja telinetöiden osalta, mutta myös koko hankkeen logistiikan suunnittelun kannalta. Työvaiheiden riippuvuudet tulee siis tunnistaa ja ne pitää kytkeä osaksi tahtituotannon aikataulusuunnittelua

riittävän aikaisin. Osassa hankkeita laadittiin erillisiä aikataulu näistä tahdin ulkopuolisista alueista, mutta niiden seuraaminen oli välillä haasteellista.

Sitten ihan tämä perusasia, missä nykyisessä kohteessa vähän on kipuilltu: tahdin ulkopuoliset alueet, työvaiheet, miten ne saadaan mukaan, miten ne hyödynnetään varamestoina.[...] Ihan visuaalises-takin aikatauluttamisesta pitäisi lähteä liikkeelle tässä uudessa kohteessa. H9

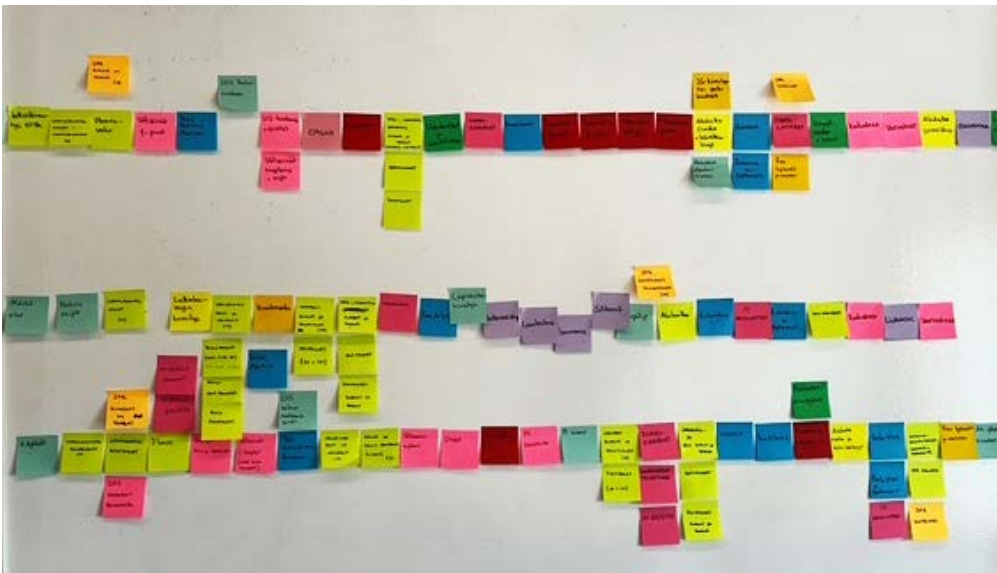
”Tahtituotantohommasta, noissa asunnoissa se on mun mielestä toiminu. Muiden tilojen yhdistä-minen tahtituotantoon, siinä on ehkä se isoin [ongelma].” H1

”Meillä tässä projektissa olisi pitänyt ottaa laajemmin itse tahtituotantoon tehtäviä. Meillä ei ollut esimerkiksi yleistiloja, ullakkoa, ikkunoita, jotka ovat hyvin tärkeitä sisätyövaiheessa. Nämä olisi pitänyt ehdottomasti ottaa mukaan” H4

”Näen tässä ongelman, tässä tahtituotantoaikataulussa, just se, että kaikilla fokus on asunnoissa. [...] [Toisessa hankkeessa] mä osasin fokusoida, että nämä kellaritilat pitää ottaa mukaan.” H10

”Kun ei ollut ikkunat tahdissa, niin se haastoi meitä, että miten tehdään.” H4

”Julkisivutyöt olisi pitänyt aikatauluttaa [tahdin] ehdoilla.” H1



Kuva 9. Kohteen eri kerrosten työjärjestysten suunnittelua.

Tahtialueet, tahtiaika ja tahtien sisällön suunnittelu

Tahtituotantoa suunnitellessa joudutaan tekemään valintoja ja päätöksiä myös tahtialueiden, tahtiajan ja tahtien sisällön määrittelystä. Näiden valintojen tekemisen on kohteesta riippuen joskus hyvinkin selkeää (toistuvat tilat), mutta vaatii ajoittain enemmän pohdintaa (ei-toistuvat tiloja). Tässä T&K-hankkeessa mukana olleet hankkeet kokivat, että heidän kohteensa sopi hyvin tahtituotannon suunnitteluun, erityisesti kun tahtituotannon laajuus oli rajattu asuntoihin ja sisäpuolisiin töihin. Tahtialueina näissä hankkeissa toimivat joko kaksi huoneistoa, puoli kerrosta tai kokonainen kerros. Tahtiaikoina käytettiin joko yhden päivän tahtia tai puolen viikon tahtia. Hankkeiden edetessä osassa hankkeita tahtialueita ja tahtiaikoja saatettiin myös muokata, aina pienempään suuntaan.

Sama tahtialue ei luonnollisesti sovi kaikille työvaiheille sellaisenaan, ja olennaista onkin tunnistaa ne työvaiheet, jotka vaativat esimerkiksi useamman tahtialueen saamista yhtä aikaa työn alle. Samoin tulee määritellä kunkin tahtivaunun sisältö sekä kuhunkin tahtiin kuluva työtuntimäärä ja sen vaatima resurssi. Tähän tarvitaan urakoitsijoiden osaamista ja kaikissa mukana olleissa hankkeissa keskusteltiin omien urakoitsijoiden kanssa siitä, paljonko tiettyyn tahtialueeseen tarvitaan aikaa ja resursseja. Ajallista suunnittelua tehtiin usein aluksi post it -lappujen avulla pohtien työjärjestyksiä, kuluva aikaa ja tarvittavia resursseja.

Tahtiaikataulun mitoituksen onnistuminen nähdään todella vasta sen jälkeen kun työt ovat alkaneet, ja monissa hankkeissa töiden aikataulutus ja resursointi vaatikin aluksi hieman muutoksia. Osassa hankkeita urakoitsijat etenivät nopeammin kuin oli suunniteltu (ja vähensivät tekijöitä) tai hitaammin kuin oli suunniteltu (vaihtoivat tai lisäsivät resursseja tai muuttivat tahdin sisältöä).

Tahtituotannon suunnittelu vaatii siis huolellista pohdintaa yhdessä urakoitsijoiden kanssa, mutta myös läpinäkyvää seurantaa, jolla voidaan varmistaa, että tahtiin sovitut työt tulevat tehtyä yhteisesti sovitussa aikataulussa. Jos aikataulussa pysymisessä on haasteita, keskustelu mahdollisista muutoksista kannattaa aloittaa pian muutosten ilmettyä. Työ saattaa alussa myös viedä enemmän aikaa, koska työryhmä ei ole vielä harjaantunut kohteeseen, ja sujuvoitua ja nopeutua, kun useampi tahtialue on saatu valmiiksi. Kyse on joskus myös yksilöiden ammattitaidosta ja tekemisen nopeudesta. Sähköurakoitsija, joka teki hyvin tarkkaa tuotannonsuunnittelua omien töidensä osalta, totesi tietävänsä, että yksi työntekijä pärjää tämän hankkeen tahdissa, mutta toinen ei. Niinpä hän valitsi hankkeeseen ne tekijät, joille tahtituotannon määrittämä työtahti sopii.

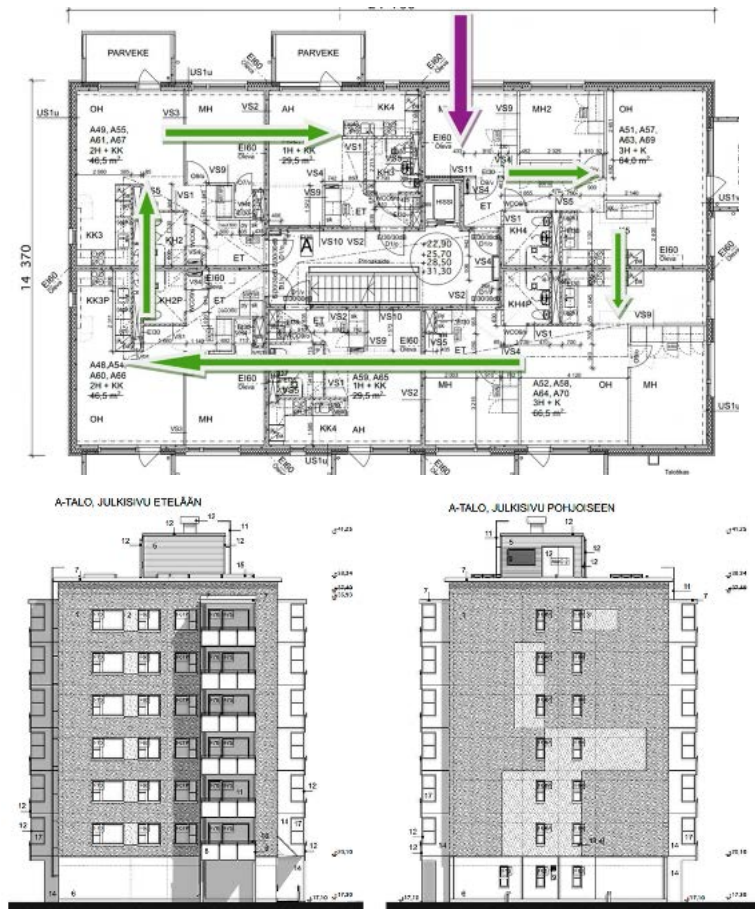
”No alussa oli kaikille niin vähän töitä yhdessä tahdissa.” H23

”Ei saa katsoa koko ajan neliömäärän mukaan.” H23

”Jos tehtävät ovat liian pieniä, niin sitten pitää olla tyytyväinen, jos joku tulee. Mutta kun ne työvaiheet ovat niin pieniä, onko sitten mahdollista, että me otetaan vain muista meidän työmaista meidän omat tekijät, ja hoidamme asioita nopeasti pois. Erityisesti, jos on joku kriittinen työvaihe.” H12

”Tahdin pituus on ehkä juuri se puoli viikkoa minimissään. Jos se vedetään sinne päivään, niin sanoisin, että se alkaa asettaa eri näköisiä haasteita.” H14

Koska vaihtelua on sekä eri tahtialueiden, eri työvaiheiden, tahtien sisältöjen ja tekijöiden välillä, tahtituotantoaikataulun laatiminen ei ole yksinkertainen tehtävä. Aikataulun realisti-suutta pystytään parantamaan sillä, että tekijät tai työnjohto miettivät yhdessä töihin kuluva-aikaa, työsäilytystä, aloitusedellytyksiä ja riippuvuuksia muihin työvaiheisiin. Tällä varmistetaan se, että tekijät pystyvät sitoutumaan omalta osaltaan laadittuun aikatauluun. Yhteisen ajallisen suunnittelun lisäksi on viisasta jättää aikatauluun myös jonkin verran puskureita ja mitoitaa tahtivaunut siten, että myös päivien sisällä on hieman pelivaraa. Myös muut kuin varsinaiset rakennus- tai talotekniset työvaiheet (laadunvarmistukset, kuivumisajat, logistiikka, siivous) kannattaa merkitä aikatauluun omina vaunuinaan, jolloin aikataulusta saadaan realistisempi.



Päivittäisjohtamisen haasteet

Päivittäisjohtaminen näyttäytyy aineistossa yhtenä haastavimmista tahtituotannon osa-alueista. Kun siirrytään perinteisestä rakentamisesta tahtituotantoon, myös päivittäinen työmaan johtaminen muuttuu monin tavoin. Jos perinteisessä rakentamisessa pidetään urakoitsijoiden kanssa palavereja kerran viikossa, tahtituotannossa palaverivälit tulee sovittaa tahtien mukaan: aina tahdin vaihtuessa pidetään nk. päivittäisjohtamisen palaveri, jolla varmistetaan töiden eteneminen sovittun aikataulun mukaisesti sekä seuraavan työvaiheen aloitusedellytykset.

Monilla työmailla päivittäisjohtamisen käytäntöjen muuttaminen osoittautui haasteelliseksi. Syynä tähän saattoi olla se, että tahtituotantoon siirryttiin kesken hankkeen tai päätös siirtymisestä tehtiin juuri ennen työmaan aloitusta. Tällöin työmaan käytännöt olivat jo ehtineet muovautua tai käytäntöjen kunnolliseen läpikäymiseen ei ollut aikaa ennen töiden aloitusta. Käytäntöjen muuttaminen kesken hanketta on vaikeaa tai se vaatii työnjohdolta erityisen paljon panostusta. Osassa hankkeita päivittäisjohtamisen käytännöistä ei ylipäätään keskusteltu laajemmin urakoitsijoiden kanssa, kun taas toisissa hankkeissa järjestettiin urakoitsijoille ja heidän työnjohdolleen koulutuksia, joissa keskusteltiin tahtituotannon vaikutuksista työmaan toimintaan ja sovittiin pelisäännöistä. Huomiota herättävää oli, että osalle aliurakoitsijoista tahtituotanto oli paljon tutumpaa kuin pääurakoitsijoille, jotka vasta aloittelivat ensimmäistä tahtihankeitaan, joten tukea ja kokemuksia tahdin päivittäisjohtamiseen oli saatavilla kokeneilta urakoitsijoilta.

”Oli tosi hankalaa tuoda päivittäiseen johtamiseen mukaan tahtituotanto.” H2

”Edelleen meillä se suurin haaste on tämä päivittäisjohtaminen. Se tuntui olevan meille niin vierasta, että sanotaan lopussa oikeasti aliurakoitsijoille tarkkaan, että missä ollaan, mitä tehdään.” H12

”Jokaisella [vaihtuvalla työnjohtajalla] oli vähän oma tyyli, että miten sitä hoidetaan.” H3

”Ja [tahtituotannossa oli] opettelemista, että nyt tehdään, nyt kaikki istuu ja käydään läpi. Normaalisti ollaan totuttu vain kerran viikossa pidettyyn urakoitsijan palaveriin, jossa on hirveästi asiaa, eikä sitä itse tekemistä. [...] Tässä keskitytään nimenomaan siihen tekemiseen.” H4

”Viikkotasolla se toimii ihan hyvin, mutta päivätasolla vielä opetellaan.” H22

”[...] ei itsellekään ollut kaikki prosessit ihan selkeitä, eikä se tahtiin liittyvä johtaminen selkeää, että miten kaikkea siinä pitäisi tehdä. Se tuotti haasteita.” H2

Tahtituotanto aiheutti myös jonkin verran vastustusta tai kysymyksiä sekä urakoitsijoiden että pääurakoitsijoiden oman työnjohdon keskuudessa. Jotkut urakoitsijat olivat huolissaan mm. siitä, miten heidän tekijöilleen riittää täyden työpäivän edestä töitä, ja toiset taas huolehtivat työalueiden riittävydestä ja työn sujuvuudesta. Pääurakoitsijan oman työnjohdon puolella ilmeni myös muutosvaikeutta. Saatettiin ajatella, että työnjohto käy jo nykyiselläänkin joka päivä

työmaalla, jolloin päivittäisiä tai viikoittaisia tahtipalavereita ei tarvita. Osalla pääurakoitsijoista oli puolestaan vaikeuksia saada urakoitsijoiden nokkamiehiä osallistumaan päivittäisjohtamisen palavereihin. Ylipäätään henkilöstöä oli ajoittain vaikea innostaa mukaan uuteen toimintatapaan.

”Vaikeaa oli saada jengiä innostumaan. Se oli niin uusi konsepti.” H14

”Opettelemista oli.” H4

”Ne ei suostu tulee paikalle.” H11

”No, tuli ja ei tullut [urakoitsijat paikalle aamupalaveriin]. Mutta sitten sovittiin noin, että kenellä on ongelmia, ne tulee aina. Siellä aamulla puhuttiin, että mitä tarvitaan, että työt pääsisivät etene-mään. Ja katsottiin semmoiset urakoitsijat, kun kaikki sujui hyvin, että ei ollut pakko tulla sinne.” H23

Päivittäis- tai viikoittaisjohtamista myös kritisoitiin myös siitä, että vaikka ongelmia nostettiin esiin ja niistä keskusteltiin, niille ei välttämättä löydetty konkreettisia ratkaisuja. Osa taas koki, että heidän oli turha käydä päivittäisjohtamisen palaverissa, jos työt sujuivat heillä hyvin eikä mitään viestittävää ollut. Toisaalta ne urakoitsijat, joilla oli kiire, vastustivat palavereja sillä perusteella, että aika piti käyttää keskustelun sijaan tekemiseen. Päivittäisjohtamisen palaverit kannattaakin nivoa esimerkiksi kahvituntien yhteyteen tai työpäivän aloitukseen, jolloin ne eivät erikseen katkaise työntekoa. Palaverit kannattaa pitää lyhyinä tiedonjakotilaisuuksina – tässä tarkastelluissa hankkeissa palaverit kestivät noin 10–15 minuuttia. Lisäksi kannattaa painottaa vaatimusta osallistua riippumatta siitä, sujuvatko omat työt hyvin vai huonosti. Jos jollakin urakoitsijalla ei ole mitään ilmoitettavaa, jollakin toisella urakoitsijalla saattaa olla tälle tiedotettavaa tai tältä kysyttävää. Siksi paikallaolo on tärkeää.

”Todettiin että on puutteita mutta ei reagoitu mihinkään. Kun ne puutteet kertaantui, niin ei ollut työkaluja sitten jostain syystä saada niin että se homma oikenis.” H20

Valtaosassa tutkituista hankkeista päivittäisjohtamisen käytännöt saatiin toimimaan. Osassa hankkeista käytäntöjä muokattiin hankkeen vaiheesta toiseen, jolloin muutoinkin aikataulutet-tiin ja organisoiduttiin uudelleen. Niissäkin hankkeissa, joissa päästiin aloittamaan nk. puhtaalta pöydältä ja hankkeen alusta alkaen osapuolten kanssa oli keskusteltu uusista toimintatavoista, tapahtui sekä oppimista että käytäntöjen muuttumista matkan varrelle. Muutosta hankkeen käytännöissä, eli jatkuvaa parantamista, tapahtui siis kaikissa hankkeissa. Eräs työnjohtaja kuvaa alla olevassa sitaatissa hyvin sitä, miten uusi toimintatapa helpottaa työnjohdon työtä, kun urakoitsijat tekevät yhteistyötä ja alkavat aktiivisesti sopimaan asioista jopa keskenään.

”Että hyvin joustavasti [urakoitsijat] tekivät, että tällaista toivon seuraavissa kohteissa, koska se ei ole ihan itsestään selvää. Joku [huomaa], että siellä ei ole nyt seinää, no mitä tehdään. Toinen urakoit-sija lupaa seuraavan päivän, se on valmis. Käykö sulle, että menet loppuviikosta? No joo, kyllä se käy.

Että jos ei olisi tuollaista tekemistä, yhteistä päämäärää [kohti], niin silloin se on vähän haastavaa, se koko idea yhteisistä tekemisistä menee pilalle.” H4

Yhteistyö rakentuu hankkeissa aina osapuolten välisiin sopimuksiin. Jos tahtituotantoon siirrytään nopealla päätöksellä kesken hankkeen valmisteluvaiheen, haasteeksi tulee se, että tahtituotannosta ei olla sovittu mm. aliurakkasopimuksissa. Näin ollen urakoitsijat ovat suunnitelleet toteuttavansa omat työnsä perinteiseen tapaan, tyypillisesti suuremmissa osakohteissa työskennellen ja mahdollisesti välillä työmaalta poissaollen. Tahtituotanto aiheuttaa tuolloin pää- ja aliurakoitsijoiden välillä ylimääräistä neuvottelua, eivätkä kaikki urakoitsijat välttämättä suostu muutoksiin. Päätös tahtituotantoon siirtymisestä tulisikin tehdä hyvissä ajoin, jolloin se mainitaan jo tarjouspyynnöissä ja yhteiselle aikataulun, hankintojen, logistiikan sekä päivittäisjohtamisen suunnittelulle jää riittävästi aikaa.

”Päätös tahtituotantoon siirtymisestä, että tulisi olla riittävän ajoissa, jotta keretään saada ne aliurakoitsijoille ja kaikille muille.” H6

”Kyllä se pitäisi varmaan viimeistään siinä vaiheessa [tehdä päätös tahtituotannosta], kun tiedetään, että se hanke tulee meille. Sanoisin, että kolme kuukautta ennen hankkeen alkua, ennen kuin ne sopimukset niiden aliurakoitsijoiden kanssa on tehty.[...] Jos se on siellä tilaajan papereissa vaadittu, niin sehän on pakko ottaa huomioon tarjouspyyntökyselyissä.” H14

”Tämä aliurakoitsijoiden sitouttaminen sopimuksesta on kesken urakan haastavaa. Se päätös pitää tehdä tahtituotannosta tosiaan hyvissä ajoin.” H22

”Pakko sopimuksella jollain tapaa sitouttaa ne aliurakoitsijat. [...] Nyt jotkut muut firmat on kuullut niitä käytäntöjä, että joku rahallinen bonus, jos nyt pääsee siihen aikatauluun, niin se olisi varmasti toimiva tyyli.” H2

Yksi päivittäisjohtamisessa esiin nouseva haaste on se, kuinka hyvin aikataulussa pysytään ja kuinka poikkeamia pystytään hallitsemaan. Kaikissa tarkastelun kohteena olleissa hankkeissa tapahtui jonkinlaisia poikkeamia tahdin tavoitteista. Työvaiheista jäi em. ”häntiä”, joita sitten jouduttiin tekemään hankkeen lopussa valmiiksi. Myöskään tahtialueiden laadunvarmistus, etenkin urakoitsijoiden itselleluovutukset, eivät välttämättä onnistuneet. Laaduntarkastuksia tehtiin isommissa kokonaisuuksissa, ei tahtialueittain.

Sekä suunnitteluun että päivittäisjohtamiseen liittyen käytiin keskustelua myös siitä, mitkä aikatauluohjelmistot toimivat tahtituotannon suunnittelussa ja johtamisessa parhaiten. Olennaista oli mm. miten helppokäyttöisiä ne olivat suunnitteluvaiheessa, kuinka hyvin päivitykset onnistuivat hankkeen aikana, millaisia näkymiä aikataulusta saatiin ulos ja kuinka mobiilikäyttöliittymiä onnistuttiin käyttämään. Kaikki käytössä olleet ohjelmistot saivat sekä kehuja että kritiikkiä.

"[Tahtituotanto] ei oikein toimi, jos [urakoitsijat] ei käytä [sovellusta]. Muutenhan se menee tahtipalaverissa päivittämiseksi. Se [tilanne] pitäisi olla sitä ennen tehty." H8

"Loppujen lopuksihan millään työkaluja ei ole mitään merkitystä. Jos ei meillä ole sellaisia motivoituneita, ammattitaitoisia ja yhteen hiileen puhaltavii ihmisiä." H9



Kuva 11. Tahtituotantohankkeen viikkopalaveri.

Korjausrakentamisen erityispiirteet

Onnistunut tahtituotanto edellyttää, että hanke on sekä teknisesti että tuotannollisesti huolellisesti suunniteltu ennen kuin toteutus alkaa. Tuotanto on haasteellista missä vaan hankkeessa, jos suunnitelmat eivät ole ns. valmiit rakentamisen alkaessa, mutta erityisesti korjausrakentamisessa, jossa purkutöiden yhteydessä tulee usein esiin lähtötietomuutoksia. Jos suunnitelmia joudutaan muuttamaan työn aikana, se vaikuttaa monin tavoin myös tuotannonsuunnitteluun ja hankkeen aikatauluun. Tilaajan päätökset, uudelleen suunnittelu ja muuttuvat hankinnat vaikuttavat mm. tuotantoaikatauluihin, töiden yhteensovitukseen, logistiikkaan ja hankkeen kustannuksiin. Tahtituotantohankkeissa tulee sopia siitä, miten muutostilanteissa menetellään, miten muutoksista viestitään sekä miten ja millä aikataululla päätöksiä tehdään. Tämä edellyttää tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välistä tiivistä yhteistyötä ja ymmärrystä siitä, mitä vaikutuksia muutoksilla on hankkeen toteutukseen.

"Korjausrakentamisessa se on just näin, että siinä usein tulee sellaisia, että se katkee, ja pitäisi olla varamestaa ja näin pois päin." H14

6 Tahtituotantoon siirtymisen vaiheet

Tässä tulosluvussa käsitellään hankkeen toista tutkimuskysymystä eli millaisten vaiheiden kautta tahtituotanto etenee päätöksestä tuotannon suunnitteluun ja toteutukseen yhteistyössä eri hankeosapuolten kesken. Kolmannen tutkimuskysymyksen vastaus, eli ohjeistus tahtituotantoon siirtymisestä, on esitetty tämän raportin liitteessä 1. Jokaiselle mukana olleelle yritykselle on laadittu myös yrityskohtainen versio ohjeesta, mutta niitä ei liitetä tämän raportin julkiseen jakeluun.

Oleellista tahtituotantoon siirtymisen vaiheissa on luoda osapuolille yhteinen ymmärrys hankkeen tavoitteista ja toimintavoista sekä varmistaa mukana olevien riittävä osaaminen ja sitoutuminen uudenlaiseen toimintamalliin eli tahtituotantoon. Tämän lisäksi tulee päättää, missä laajuudessa tahtituotantoa hankkeessa aiotaan suunnitella ja toteuttaa, esimerkiksi mitkä työvaiheet ja rakennuksen osat tahtituotantoon sisällytetään. Kolmantena tärkeänä tavoitteena on yhteistoiminnan johtaminen niin suunnittelu- kuin tuotantovaiheessa.



Kuva 12. Kuva vaiheista, joita tahtituotannon onnistunut toteutus edellyttää.

6.1 Tahtituotannon käyttöönoton vaiheet rakennushankkeessa

1. Päätös tahtituotannon käytöstä hankkeessa

Tahtituotanto tarjoaa monenlaisia hyötyjä, mutta vaatii myös sitoutumista ja uusien toimintatapojen opettelua hankkeen kaikilta osapuolilta. Hankkeen osapuolten tulee olla sitoutuneet yhdessä muuttamaan ja kehittämään hankkeen toimintatapoja tahtituotantoa tukeviksi. Pääurakoitsijan rooli on tässä keskeinen, ja ensimmäinen vaihe tahtituotantoon siirtymisestä onkin tyypillisesti pääurakoitsijan päätös siitä, että tahtituotantoa lähdetään hyödyntämään. Tämä edellyttää sitoutumista uuden opetteluun, ellei tahtituotanto ole entuudestaan tuttua, ja seuraavassa kuvattujen vaiheiden huolelliseen toteutukseen.

Päätöstä tehdessä on hyvä pohtia mm.

1. Miten kohde soveltuu tahtituotantoon? Löytyykö kohteesta toistuvia tiloja? Mitkä osat rakennuksesta tai mitkä työvaiheet ovat luontevia ottaa mukaan tahtiin? Toistuvuus ei ole välttämätön edellytys, mutta helpottaa kuitenkin suunnittelua.
2. Millaisia hyötyjä tahtituotannolla tavoitellaan? Mahdollisesti läpimenoajan lyhenemistä, tuotannon ennustettavuutta, kustannussäästöjä, laaduntuntuokykyä tai parempaa turvallisuutta. Tavoitteena voi ensimmäisessä hankkeessa olla myös pelkästään uuden ja alalla yleistyvän tuotantomallin opettelu ja sitä kautta yrityksen kilpailukyvyn parantaminen.
3. Millainen on hankkeen eri osapuolten, erityisesti tilaajan, tahtotila ja myötävaikutushalukkuus tahtituotannon suhteen? Kun tilaaja vastaa suunnittelun johtamisesta useimmissa toteutusmuodoissa, on olennaista, että tilaaja myös tukee tahtituotannon käyttöä hankkeessa. Myös muissa hankeosapuolten valinnoissa ja sopimuksissa on hyvä nostaa selkeästi esille se, että hanke toteutetaan tahtituotannolla, mikä edellyttää osapuolilta aktiivista yhteistyötä ja osallistumista mm. päivittäisjohtamisen käytäntöihin työmaavaiheessa.

2. Valmiuden ja osaamisen varmistaminen

Kun päätös tahtituotannon käytöstä on tehty, tulee varmistaa, että kaikki mukana olevat osapuolet ymmärtävät millaisesta muutoksesta on kyse, ja että kaikilla on riittävä osaaminen tahtituotannon toteutukseen. Yhteisen ymmärryksen luominen vaatii keskusteluja niin pääurakoitsijan oman henkilöstön kuin muidenkin hankeosapuolten kanssa.

Joskus on tehokkaampaa pyytää paikalle kouluttaja tai kokenut yhteistyökumppani avaamaan tätä keskustelua ja hälventämään mahdollisia ennakkoluuloja, joita tahtituotantoon saattaa liittyä. Jo näissä keskusteluissa voidaan tarkentaa sitä, millaisilla reunaehdoilla tahtituotantoon lähdetään: mitkä ovat tahtiin kuuluvat työvaiheet ja rakennuksen osat, millaisella tahtiajalla,

tahtialueilla tai tavoitteilla hankkeeseen lähdetään, mitä ohjelmistoja tai muita työvälineitä tahdin suunnitteluun ja johtamiseen tarvitaan, kuka niitä osaa käyttää ja millaista tukea tarvitaan.

Yhteistyökumppaneiden valinnassa kannattaa kiinnittää huomiota osaamiseen ja sitoutumiseen. Tahtituotanto tulee tuoda ilmi tarjouspyynnöissä, urakkaneuvotteluissa ja aliurakkasopimuksissa. Parhaimmillaan yhteistyökumppaneilla voi olla vahvaakin tahtituotanto-osaamista, mutta tarvittaessa myös aliurakoitsijoille, suunnittelijoille ja logistiikasta vastaaville kannattaa järjestää tahtituotannon koulutusta.

3. Suunnittelun, hankintojen ja esivalmistuksen nivominen tahtituotantoon

Suunnittelun valmius, suunnitelmamuutokset ja suunnitelmien ajoissa valmistuminen ovat yksi haastavimmista asioista tahtituotannon valmistelussa. Hankkeen suunnitelma-aikataulut tulee kytkeä osaksi tahtituotannon (LSHT) aikataulua siten, että lähtötietojen selvittämiselle ja tarvittaville päätöksille, suunnittelutyölle, hankinnoille ja toteutukselle jää riittävästi aikaa. Tahtituotanto ei kestä merkittäviä suunnitelmamuutoksia ilman häiriöitä, joten myös suunnitelmamuutosten tai lisä- ja muutostöiden aiheuttamat käsittelyprosessit ja -ajat tulee sopia hankkeen alussa.

Materiaalihankintojen huolellinen suunnittelu ja esivalmistuksen mahdollisuuksien selvittäminen ovat edellytyksiä tahtituotannolle. Perinteisessä rakentamisessa materiaalit toimitetaan suurissa erissä ja esivalmistusta tehdään hyvin vähän. Tahtituotannossa materiaalit tulee toimittaa kohteeseen tahtialueittain ilman, että ne haittaavat töiden etenemistä. Toimitusten ja logistiikan aikataulutus, varastointialueet ja siirtoreitit tulee siten suunnitella tahtituotannon ehdoilla. Esivalmistuksella voidaan lyhentää työhön kuluva aikaa kohteessa ja varmistaa tahtivaunujen aikataulussa pysyminen.

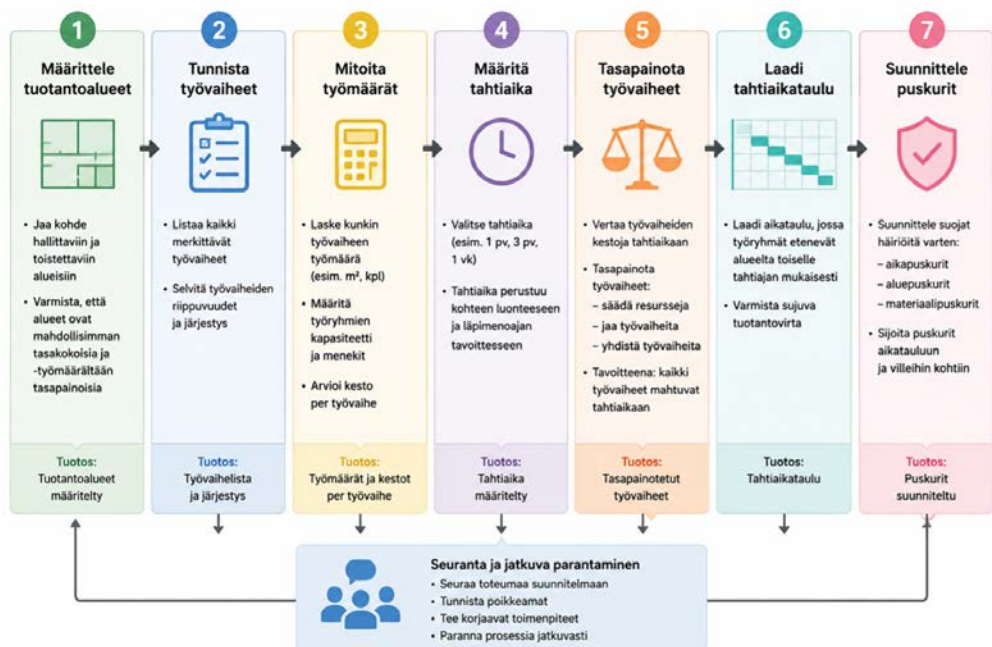
Logistiikan suunnittelu ja hoitaminen voidaan antaa hankkeessa myös erilliselle logistiikkaurakoitsijalle, jolla on kokemusta tahtituotannon vaatimuksista. Tällöin urakoitsijat toimittavat logistiikkaurakoitsijalle tiedot tarvittavista materiaaleista, niiden sijainneista yms. esimerkiksi kolme viikkoa etukäteen. Logistiikkaurakoitsijan tehtävä on varmistaa, että eri tahtivaunuilla on tarvittavat materiaalit käytössään ja ylimääräiset materiaalit tai lajitellut jätteet on kuljetettu kohteesta pois, jolloin ne eivät haittaa tuotantoa työmaalla.

4. Asteittain tarkentuva tahtituotannon suunnittelu hankkeessa

Tahtituotannon edellyttämät suunnittelu, hankinta, logistiikka ja esivalmistus tapahtuvat todellisuudessa osittain samanaikaisesti varsinaisen tahtituotannon aikatauluttamisen kanssa, joten tässä esitetyt vaiheet eivät välttämättä tapahdu juuri esitetyssä numerojärjestyksessä. Aikataulusuunnittelun eri vaiheita on kuvattu tarkemmin liitteessä 1, joten tässä käydään siitä läpi vain keskeisimmät osat.

Tahtituotannon aikatauluttaminen alkaa sillä, että kohde jaetaan hallittavan kokosiin tahti-alueisiin. Tahtialueet ovat mielellään mahdollisimman samankokoisia, jolloin niihin tarvittava työmäärä on suurin piirtein samansuuruinen. Tahtialueet voivat muodostua esimerkiksi huoneistoista, osastoista, kokonaisista tai osittaisista kerroksista tai muista tyypillisesti toistuvista tiloista. Eri työvaiheille, kuten taloteknisille töille ja tietyille sisäpuolisille pintatöille tarvitaan erikokoisia alueita, jolloin niiden vaatimat alueet suunnitellaan työvaiheille sopiviksi yhdistelmällä pienempiä tahtialueita suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Alueiden määrittämiseen, kuten myös seuraaviin vaiheisiin, kannattaa ottaa mukaan kohteessa työskentelevät urakoitsijat, heidän nokkamiehensä tai työnjohtajat. Näin saadaan heidän osaamisensa mukaan suunnitteluun ja samalla he pystyvät varmistamaan, että aikataulu on realistinen ja siinä on huomioitu kaikki heidän töihinsä liittyvät seikat.

Kun tahtialueet on määritelty, listataan tahtialueilla tehtävät työvaiheet ja selvitetään niiden väliset riippuvuudet ja työjärjestykset. Kunkin tahtialueen työvaiheiden sisällöt kirjataan auki ja lisäksi määritetään työvaiheen aluekohtainen kokonaistyöntekijätuntimäärä (tth/alue) sekä määritetään alustava työryhmän koko, josta voidaan arvioida tahtialueeseen kuluva työaika. Tahtivaunujen sisältöjen auki kirjaamisella varmistetaan, ettei vaunujen väliin jää ns. harmaita alueita, jotka aikanaan haittaavat työvaiheiden siirtymistä tahtialueelta toiselle.



Kuva 13. Tahtituotannon aikataulusuunnittelun vaiheet.

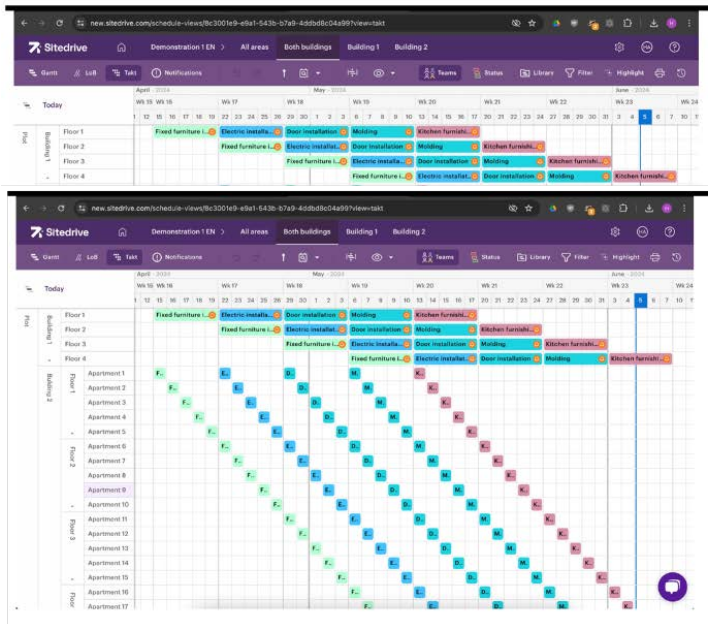


Kuva 14. Tahtituotannon alustavaa aikataulusuunnittelua Last Planner -menettelyä noudattaen.

Työvaiheiden kestojen perusteella valitaan kohteeseen sopiva tahtiaika. Tyypillisiä tahtiaikoja ovat yksi työpäivä tai puolikas työviikko, mutta tahtialueita pienentämällä tahtiajaksi voidaan valita myös esimerkiksi puolikas päivä, jolloin hankkeen suunnittelusta ja johtamisesta tulee tarkempaa. Kaikkien tahtivaunujen työsisällöt eivät luonnollisesti istu sovittuun tahtiaikaan, mutta tarpeen mukaan vaunuihin joko lisätään tai vähennetään resursseja, jaetaan työvaiheita useampaan vaunuun tai yhdistetään työvaiheita ja vaunuja siten, että työryhmälle saadaan sopivat työkuormat per tahtiaika. Tarvittaessa tahtialueita myös yhdistellään, jotta työvaiheille saadaan sopivan kokoiset työalueet. Tarkka suunnittelu auttaa töiden tehostamisessa, kun jokaiselle työpäivälle on riittävästi muttei liikaa tekemistä, ja on selkeää, mitä kunkin työryhmän tulee saada aikaiseksi tahtiajan kuluessa.

Tahtituotannon rinnalla tulee suunnitella myös tahdin ulkopuolisten töiden aikataulu. Näitä ovat useissa kohteissa mm. piha-alueet, julkisivut, vesikatot, sisäpuoliset purkutytöt, mahdolliset poikkeavat tilat kuten liikehuoneistot tai IV-konehuoneet. Näiden töiden aikatauluttamisella varmistetaan, että työt etenevät hankkeen aikataulun kannalta sopivasti eikä niiden toteutus haittaa tahtituotannon etenemistä. Joskus nämä tilat voivat toimia myös tahtituotannon puskurialueina, jos tahdeissa ei ole esimerkiksi riittävästi työtä työryhmälle, jolloin työmaalla tarvitaan varamestaa.

Kun tahtialueet, tahtivaunut sisältöineen ja tahtiaika on selvillä, voidaan laatia ensimmäinen tahtiaikataulu. Tyypillinen aikataulu näyttää alla olevan mukaiselta. Kuvan ylemmässä versioissa tahtialueena on käytetty koko kerrosta. Alempaan kuvaan ohjelmisto muuttaa tahtialueeksi yhden asunnon eli tahtialue pienentyy 1/5:aan, mutta kokonaisuutena työhön kuluva aika ei muutu. Esitysmuodosta ja käytettävästä ohjelmasta riippuen aikataulu näyttää hyvin erilaiselta, ja samalla se ohjausominaisuudet ovat hyvin erilaisia. Kuva kertoo hyvin sen, miksi pienempi tahtialue tekee suunnitelmasta ja johtamisesta tarkempaa ja läpinäkyvämpää.



Koko kerros työkohteena

Yksi asunto työkohteena

Kuva 15. Tyypillinen tahtiakataulun esitystapa. Työnkulkukaavio ja pienemmän eräkoon käyttö aikataulutyyppissä paljastaa tuotannon todellisen etenemisen.

Tahtituotannon aikataulu ei tule ensimmäisellä laadintakerralla valmiiksi, vaan sitä tulee käydä useampaan otteeseen läpi eri osapuolten kesken ja varmistaa kuhunkin tahtivaunuun sisältyvät työkokonaisuudet sekä vaunujen väliin tarvittavat puskurit ja vaunut mm. laadunvarmistusta, kulumisaikoja, siirtoja, siivousta ja muita vastaavia töitä varten. Puskureina voivat toimia resurssit, ajat, alueet tai materiaalit. Puskurien tehtävä on suojata tuotantoa yhden työvaiheen poikkeamilta ja poikkeaman aiheuttamilta häiriöiltä muille työvaiheille. Kun kaikki tahtialueille tehtävä työ on sisällytetty ja oikein mitoitettu aikatauluun ja osapuolet sitoutuvat yhdessä luotuun aikatauluun, voidaan luottaa siihen, että aikataulu on lähtökohtaisesti realistinen ja toteutuskelpoinen.

5. Edellytysten varmistaminen ja jatkuva parantaminen

Edellisen vaiheen päättymisen sanoiin ”lähtökohtaisesti realistinen” kielii siitä, että mikään aikataulu ei sellaisenaan tule toteutumaan, ellei aikataulutehtävien toteutusedellytyksistä aktiivisesti huolehdita. Tämä tarkoittaa sitä, että työnjohdon keskeinen tehtävä on edelleen varmistaa, että työhön saatavilla ajantasaiset, valmiit ja tarkistetut suunnitelmat, kohteeseen toimitettu tahdin mukaiset materiaalit, kalusto, ammattitaitoinen työvoima, edellisistä työvaiheista vapautunut ja valmis mesta, työssä vaadittavat olosuhteet, jne. Edellytyksiä varmistetaan tahtihankkeissa viikkotasolla mm. käymällä läpi tulevien tehtävien aloitusta ja niiden edellytyksiä, perehdyttämällä uusia työntekijöitä tahtituotantoon ja varmistamalla että havaitut lisä- ja muutostyöt suunnitteluineen ja päätöksineen etenevät. Päivittäisjohtamisen osalta aloitusedellytyksiä var-

mistetaan jokaisen tahdin alkaessa käymällä päivittäisjohtamisen palaverissa läpi edellisten tahtien valmiutta, seuraavien aloitusta ja niissä mahdollisesti havaittuja esteitä.

6. Tahtituotannon hallittu toteutus

Ennen kuin tuotanto lopulta alkaa, on tärkeää sopia hankkeen päivittäisjohtamisen, aikataulu-seurannan ja laadunvarmistuksen käytännöistä. Tämän tutkimushankkeen aikana oli nähtävissä, että tahtituotantoaikataulujen suunnittelu oli tekijöille suhteellisen helppoa, mutta työmaa-aikaisten käytäntöjen muuttaminen oli hitaampaa. Osassa hankkeista käytiin yhdessä läpi sitä, millaisia palaverikäytäntöjä olisi hyvä ottaa tahtituotannon tueksi. Oli tarpeen päättää mm. missä, milloin, kenen kanssa ja millaisella ohjelmalla järjestetään nk. päivittäisjohtamisen palaverit tahtien vaihtuessa. Nämä ovat sinällään yksinkertaisia asioita päätettäväksi, mutta kuitenkin asioita, jotka tulee avoimesti keskustella ja sopia ennen tuotannon aloitusta.

Tyypillisin tapa tutkimushankkeen aikana oli, että aina tahdin vaihtuessa työmaat pitivät nk. päivittäisjohtamisen palaverin, jossa käytiin meneillään olevien työvaiheiden kesken läpi edellisten tahtien valmiiksi saaminen, seuraavien tahtien aloitusedellytykset sekä mahdolliset puutteet näistä kummassakin. Mikäli puutteita ilmeni, ne kirjattiin ylös ja pyrittiin ratkaisemaan mahdollisimman nopeasti. Seuraavassa palaverissa kerrattiin vielä, olivatko nämä poikkeamat tai puutteet saatu korjattua. Kaikki työmaan keskeisten urakoitsijoiden nokkamiehet osallistuivat palaveriin, jotka kestivät noin 10–15 minuuttia. Palaverit oli ajoitettu aamun tai iltapäivän kahvitunnin yhteyteen, jolloin niistä aiheutui mahdollisimman vähän häiriötä työn tekemiselle. Näiden palaverien lisäksi hankkeissa pidettiin viikoittain palaveri, jossa käytiin keskeisten urakoitsijoiden kanssa läpi tahtituotannon etenemistä kokonaisuutena, mahdollisia muutostarpeita, alkavien työvaiheiden edellytyksiä sekä ideoita toiminnan kehittämiseksi jatkuvan parantamisen hengessä.

Aina kaikki ei mene suunnitelmien mukaan, ja tahtituotantoaikataulua pitääkin olla valmis myös muuttamaan, jos siinä havaitaan suuria puutteita tai löydetään hankkeen toteutuksen kannalta parempia ratkaisuja. Töiden liian hidasta tai nopeaa etenemistä voidaan pyrkiä tasapainottamaan edellä kuvatuilla keinoilla, mutta joskus voi olla viisaampaa yksinkertaisesti pysäyttää tekeminen ja muokata aikataulua perusteellisemmin. Näin tehtiinkin joissakin hankkeissa, ja tuloksena saatiin parempaa ennustettavuutta hankkeiden lopuille työvaiheille.

7 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten rakennushankkeissa siirrytään perinteisestä tuotannosta tahtituotantoon, millaisia hyötyjä ja haasteita muutokseen liittyy sekä millaisilla käytännöillä tahtituotannon käyttöönottoa voidaan tukea. Tutkimuksen tulokset osoittavat, että tahtituotantoon siirtyminen ei ole ensisijaisesti uuden aikataulumenetelmän käyttöönotto, vaan koko rakennushankkeen toimintajärjestelmää koskeva muutos.

Tutkimuksessa mukana olleet yritykset saavuttivat tahtituotannolla useita hyötyjä. Merkittävimpinä hyötyinä korostuivat tuotannon parempi ennakoitavuus, läpinäkyvyys ja hallittavuus. Työvaiheiden eteneminen tuli näkyväksi, poikkeamiin pystyttiin reagoimaan aikaisemmin ja hankkeiden tilannekuva oli paremmin tiedossa. Lisäksi tahtituotannon koettiin parantavan yhteistyötä, laaduntuttoa, turvallisuutta sekä resurssien käyttöä. Monissa hankkeissa saavutettiin myös läpimenoaikojen lyhenemistä tai vaihtoehtoisesti enemmän aikaa laadunvarmistukseen ja itselleluovutuksiin. Yleisesti tuotannon luotettavuus parani.

Tulokset osoittavat kuitenkin, että tahtituotannon hyödyt eivät synny pelkästään tahtiaikojen, tahtialueiden tai muiden teknisten välineiden käyttöönotosta. Hyödyt syntyvät vasta silloin, kun hankkeen eri osapuolet sitoutuvat yhteiseen toimintatapaan. Erityisen tärkeäksi osoittautuivat aliurakoitsijoiden osallistuminen suunnitteluun, päivittäisjohtamisen käytännöt sekä avoin tiedonkulku hankkeen osapuolten välillä. Tahtituotanto siirtää huomion yksittäisten työvaiheiden optimoinnista koko työmaan tuotantovirran hallintaan ja yhteisen tilannekuvan hyödyntämiseen.

Tutkimuksen perusteella suurimmat haasteet liittyivät toimintakulttuurin muutokseen. Työmaiden oli mahdollista oppia uusia toimintatapoja melko nopeasti, mutta suunnittelun, tilaajan päätöksenteon, hankintojen ja sopimuskäytäntöjen mukautuminen tahtituotannon vaatimukseen osoittautui hitaammaksi. Erityisesti suunnitelmien viivästyminen, päätöksenteon hitaus ja korjausrakentamisen yllätyksellisyys vaikeuttivat tahdin ylläpitämistä. Tahtituotanto teki nämä ongelmat näkyviksi, mutta samalla tarjosi välineitä niiden käsittelemiseen.

Toiminnan teorian näkökulmasta tarkasteltuna tahtituotantoon siirtyminen voidaan ymmärtää koko hankkeen tai alan toimintajärjestelmän asteittaisena muutoksena. Muutos koskee samanaikaisesti toiminnan kohdetta, välineitä, sääntöjä, yhteisöä ja työnjakoa. Perinteisessä tuotannossa toiminnan kohteena voi olla yksittäisten tehtävien suorittaminen tai aikataulun toteutuminen. Tahtituotannossa kohteeksi muodostuu tuotannon virtaus ja sen jatkuva ylläpitäminen. Tämä muuttaa myös muiden toimintajärjestelmän elementtien sisältöä ja osapuolten välisiä suhteita.

Tutkimus osoittaa, että tahtituotannon käyttöönotto etenee vaiheittaisena oppimisprosessina. Aluksi huomio kohdistuu teknisiin työkaluihin ja aikataulujen laadintaan. Kokemuksen karttuessa huomio siirtyy yhteistyöhön, päivittäisjohtamiseen, sopimuksiin, tiedonhallintaan ja jatkuvaan parantamiseen. Kehitys ei pääty yksittäiseen hankkeeseen, vaan osaaminen siirtyy projektista toiseen ja vähitellen osaksi yrityksen toimintakulttuuria. Kuten tutkimuskohteissa havaittiin, tämä edellyttää valmiuden ja osaamisen kehittämistä ja varmistamista yrityksen kaikissa toiminnoissa, ei ainoastaan työmaatuotannossa.

Rakennusalan näkökulmasta tutkimuksen keskeinen johtopäätös on, että tahtituotannon laajempi yleistyminen edellyttää muutoksia koko hankeverkostossa. Yksittäinen työmaa voi onnistua tahtituotannossa, mutta pysyvät hyödyt saavutetaan vasta silloin, kun myös tilaajat, suunnittelijat, hankinta, logistiikka ja aliurakoitsijat kehittävät omaa toimintaansa yhteisen tuotantovirran näkökulmasta. Tahtituotannon todellinen potentiaali ei siten ole vain nopeammassa rakentamisessa, vaan kyvyssä luoda ennakoitavampaa, laadukkaampaa ja jatkuvasti oppivaa rakennustuotantoa.

Tutkimuksen perusteella voidaan lopuksi todeta, että tahtituotanto toimii samanaikaisesti sekä tuotannonohjausmenetelmänä että kehittämisen välineenä. Se auttaa tunnistamaan rakentamisen nykyiset pullonkaulat ja tarjoaa rakenteen niiden ratkaisemiseen. Kysymys ei ole siitä, opitaanko käyttämään uutta aikataulua tai tuotantomallia, vaan siitä, opitaanko rakentamaan yhdessä uudella tavalla.

8 Loppusanat

Tiellä tahtiin -tutkimushanke osoittaa, että tahtituotannon merkittävin vaikutus ei ole pelkästään aikataulujen parantumisessa, vaan myös siinä, että se auttaa hankkeen osapuolia kehittymään erillisistä toimijoista yhteistä tuotantojärjestelmää rakentavaksi ja ylläpitäväksi yhteisöksi. Tutkimuksen case-työmaiden kokemukset ja haastattelujen puhunnat kertovat, kuinka tahtituotanto on paitsi tuotannonjohtamisen ja aikataulutuksen menettely myös koko hankkeen toimintatapaa muuttava johtamis- ja yhteistyömalli. Sen vaikutukset ulottuvat suunnitteluun, päätöksentekoon, hankintoihin, tuotannonohjaukseen sekä eri osapuolten väliseen yhteistyöhön.

“Aikaisemmin kun meillä ei ole ollut tahtia, niin meidän on itsekkin välillä vaikea hahmottaa, mikä vaikuttaa mihinkin ja kuinka pian joku suunnitelma täytyy olla.” H15

Tahtituotanto lisää tuotannon ennakoitavuutta, hallittavuutta ja läpinäkyvyyttä, mutta samalla se tekee näkyväksi myös ne rakenteelliset, organisatoriset ja toimintakulttuuriin liittyvät haasteet, jotka perinteisessä tuotannonjohtamisessa jäivät usein piiloon.

“Tilaaajan ja suunnittelijan saaminen mukaan tahdin vaatimuksiin ja välittömään reagointiin on ensiarvoisen tärkeää.” H19

Hankkeen kokemukset osoittavat, että tahtituotannon käyttöönotossa on ennen kaikkea kyse muutosjohtamisesta. Onnistuminen ei ratkea tahtiaikataulun laadinnassa, vaan siinä, kuinka hyvin hankkeen ihmiset omaksuvat uuden toimintatavan, sitoutuvat yhteisiin tavoitteisiin ja rakentavat keskinäistä luottamusta tuotannon eri osapuolten välille.

“Se pitäisi ymmärtää tilaaajan puolelta myös niin, että läpinäkyvyys tulee heidänkin puolelleen.” H14

8.1 Organisaatiot eivät saa aikaan muutosta – ihmiset saavat

Hankkeen tulokset korostavat vahvasti sitä, että tahtituotannon onnistuminen on riippuvaista yksittäisten ihmisten toiminnasta. Vaikka käytössä olisi kuinka toimivat työkalut hyvänsä, eivät aikataulut tai prosessit ja tuotanto käytännössä parane ilman motivoituneita ja sitoutuneita ihmisiä. Suunnittelijoiden, tilaajien, työnjohdon ja aliurakoitsijoiden kyky ymmärtää oma roolinsa osana tuotannon virtausta ratkaisee lopulta sen, toteutuvatko tahtituotannon tavoitteet käytännössä.

Tahtituotannon keskeinen perusta on ihmisten kunnioittaminen. Kun jokaisen osapuolen osaa-mista arvostetaan ja heidän näkemyksensä otetaan mukaan tuotannon suunnitteluun ja kehittämiseen, syntyy vahvempi omistajuus yhteisiin tavoitteisiin. Samalla rakentuu luottamus siihen, että jokainen toimii yhteisen onnistumisen eteen.

Tahtituotannosta saadaan parhaat hyödyt silloin, kun ihmiset ymmärtävät oman työnsä vaikutukset muiden onnistumiseen ja koko hankkeen etenemiseen. Tällöin vastuu ei rajoitu oman tehtävän suorittamiseen, vaan laajenee yhteisen tuotannon onnistumiseen.

8.2 Muutos on evoluutio, ei revoluutio

Tahtituotantoa ei voida ottaa käyttöön hetkessä. Oikeastaan askel askeleelta eteneminen on hyvin luonnollista otettaessa tahtituotantoa käyttöön. Useat haastateltavat kuvaavat oppimisprosessia, jossa sekä työnjohto että muut osapuolet ovat vähitellen ymmärtäneet, mitä tahtituotanto käytännössä tarkoittaa ja miten sitä johdetaan. Päivittäisjohtaminen, poikkeamien ja häiriöiden hallinta, suunnittelun ohjaus sekä tahtipalaverikäytännöt kehittyvät askel askeleelta kokemuksen kautta.

Perinteisesti urakoitsijat ovat voineet ajatella työmaata pidempänä ajanjaksona, jonka sisällä he järjestävät oman työnsä joustavasti. Tahtituotannossa tällainen ajattelu ei enää toimi samalla tavalla, koska työ on sidottu tarkempiin tahtialueisiin ja päivittäisiin tai puoliviikoittaisiin siirtymiin. Myös resurssien jatkuvuus, työmäärien oikea mitoitus ja häntätöiden hallinta nousevat urakoitsijoiden kannalta keskeisiksi haasteiksi.

Tahtituotannon käyttöönottoa tulee tarkastella jatkuvana kehityspolkuna, jossa toimintatapoja opitaan ja parannetaan hankkeesta toiseen. Menetelmä ei ole valmis ratkaisu, vaan jatkuvasti kehittyvä toimintamalli. Samalla myös luottamus toimintatapaan kasvaa kokemusten – oppien ja onnistumisten kautta.

8.3 Ihmiset huolehtivat sellaisesta, minkä kokevat omakseen

Tässä hankkeessa ja analysoidussa tutkimuskirjallisuudessa korostuu osallistamisen merkitys. Erityisesti suunnittelijoiden, tilaajien ja aliurakoitsijoiden sitoutuminen vahvistui silloin, kun heidät otettiin mukaan hankkeen valmisteluun riittävän varhaisessa vaiheessa. Kun osapuolet ymmärsivät oman työnsä merkityksen tuotannon etenemiselle, heidän vastuuntuntonsa ja aktiivisuutensa lisääntyivät. Kun yksilö ymmärtää oman roolinsa ja sen merkityksen kokonaisuudelle, syttyy sisäinen motivaatio, joka vaikuttaa vahvasti hankkeeseen sitoutumiseen.

Työnjohto kuvasi hankkeen aikana hyvin sitä, miten tahtituotanto vähentää tarvetta jatkuvaan yksittäisten urakoitsijoiden perässä kulkemiseen. Kun työvaiheet on suunniteltu ja visualisoitu tarkasti, urakoitsijat ja nokkamiehet voivat ottaa enemmän vastuuta omasta etenemisestään. Tämä muuttaa työnjohdon roolia reaktiivisesta valvonnasta ennakoivaan johtamiseen. Työnjohto ei ainoastaan seuraa aikataulua, vaan johtaa sen toteutumista.

Tahtituotanto näyttäytyy toimintamallina, jossa sitoutuminen syntyy yhteisen ymmärryksen kautta. Ihmiset eivät sitoudu aikatauluun siksi, että se on määrätty, vaan siksi, että he ymmärtävät oman roolinsa yhteisen tavoitteen saavuttamisessa. Sitoutuminen vahvistuu edelleen silloin, kun osapuolet kokevat tulevansa kuulluiksi, arvostetuiksi ja kohdelluiksi tasavertaisina kumppaneina.

8.4 Muutos vaikuttaa koko projektiin ja yritysten toimintaan

Kuten muutokset lähes aina, tässäkin tutkimuksessa näkyy hyvin, miten muutos vaikuttaa laajasti organisaatioihin. Tahtituotanto ei koske ainoastaan työmaata tai työnjohtoa. Sen vaikutukset ulottuvat suunnitteluun, hankintaan, sopimuksiin, päätöksentekoon, resurssien hallintaan ja organisaatioiden väliseen yhteistyöhön. Yhden toimijan toiminta vaikuttaa suoraan muiden mahdollisuuksiin onnistua.

Tilaajan rooli on tahtituotannossa vaativampi kuin perinteisessä hankkeessa. Tilaaja ei voi ainoastaan edellyttää urakoitsijalta tahtituotantoa, vaan hänen on myös itse ymmärrettävä, mitä tahtituotanto edellyttää päätöksenteolta, muutossuunnittelulta ja reagointinopeudelta. Puhujat kritisoivat tilanteita, joissa tilaaja pisteyttää tai vaatii tahtituotantoa, mutta ei itse sitoudu sen edellyttämään nopeaan päätöksentekoon. Tällöin tahtituotannon hyödyt voivat jäädä saavuttamatta.

Tahtituotanto tekee osapuolten väliset riippuvuudet näkyviksi aiempaa selvemmin. Kun tuotanto etenee yhteisessä tahdissa, myös päätösten, suunnitelmien, toimitusten ja resurssien viivästyminen näkyvät välittömästi. Tämä läpinäkyvyys on toki kontrollin väline, mutta ennen kaikkea yhteisen oppimisen ja ongelmanratkaisun mahdollistaja. Se mahdollistaa jatkuvan parantamisen rakentaen samalla luottamusta, kun hankkeen todellinen tilanne on jatkossa kaikkien nähtävissä ja hyödynnettävissä yhteisessä suunnittelussa ja toteutuksessa.

8.5 Kestävä muutos saadaan aikaan kulttuurin muutoksella

Tutkimuksen ehkä merkittävin havainto on, että tahtituotannon onnistuminen perustuu toimintakulttuurin muutokseen. Menetelmä muuttaa hankkeen osapuolten välistä yhteistyötä, tiedonkulkua ja vastuunjakoja. Perinteisen, osittain siiloutuneen toimintatavan sijaan tavoitteena on yhteinen tuotantojärjestelmä, jossa ongelmat ratkaistaan yhdessä ja tieto kulkee avoimesti.

Tahtituotanto lisää myös sosiaalista painetta ja keskinäistä riippuvuutta. Kun jokaisen työväiheen vaikutus seuraavaan on näkyvissä, aliurakoitsijat joutuvat aiempaa selvemmin kantamaan vastuuta omasta etenemisestään. Puhujat kuvaavat, että kukaan ei halua olla se osapuoli, joka pysäyttää koko tuotannon. Tämä voi parantaa sitoutumista ja tehdä suunnittelusta sekä tuotannosta kurinalaisempaa.

Yhteistyö, luottamus, läpinäkyvyys ja yhteinen vastuunotto eivät synny pelkästään uusien työkalujen avulla, vaan ne edellyttävät uudenlaista ajattelutapaa. Juuri tämä kulttuurinen muutos erottaa onnistuneet tahtihankkeet niistä, joissa tahti jää pelkäksi aikatauluksi.

8.6 Kestävä muutos syntyy sisältä ulospäin

Muutos ei voi perustua pelkästään ulkoisiin vaatimuksiin tai tilaajan asettamiin tavoitteisiin. Kuten tutkimus osoittaa, muutoksen on synnyttävä myös organisaatioiden omasta halusta kehittää toimintaansa. Parhaissa esimerkeissä tahtituotanto nähtiin keinona helpottaa työn tekemistä, parantaa yhteistyötä ja lisätä tuotannon hallittavuutta.

Oman työnjohdon näkökulmasta tahtituotanto näyttäytyy sekä merkittävänä apuvälineenä että vaativana johtamismallin muutoksena. Hyötynä korostuu ennen kaikkea työmaan tilannekuvan paraneminen. Työnjohto pystyy hahmottamaan paremmin, missä vaiheessa eri työvaiheet etenevät, missä poikkeamia syntyy ja mihin asioihin tulee puuttua. Tämä helpottaa resurssien ennakointia, häiriöihin reagointia ja työmaan kokonaisuuden johtamista.

Kun osapuolet kokivat uudenlaisen tuotannonjohtamisen hyödylliseksi omalle työlleen, sitoutuminen vahvistui ja toimintatavat juurtuivat osaksi arkea. Näin tahtituotannosta tuli enemmän kuin yksittäisen hankkeen vaatimus – siitä on lähtenyt rakentumaan osa organisaation toimintakulttuuria.

8.7 Muutos on matka, joka vaatii luonnetta, tahtoa ja kuria

Tahtituotanto tekee tuotannon poikkeamat näkyviksi, mutta niiden korjaaminen edellyttää kurinalaista johtamista. Tutkimuksessa korostuvat päivittäisjohtamisen, jatkuvan seurannan ja nopean reagoinnin merkitys. Ongelmien tunnistaminen ei yksin riitä, vaan niihin on myös puuttuttava välittömästi.

Esimerkiksi päivittäisjohtaminen, tahtipalaverit, puutteiden kirjaaminen, häiriöiden ratkaisu ja tahdin ulkopuolisten töiden huomiointi vaativat paljon kurinalaisuutta. Aineistossa useat puhujat toteavat, että viikkotason johtaminen on helpompaa kuin päivätason johtaminen. Jos päivittäisjohtamisen käytännöt eivät ole selkeitä, tahtituotanto voi jäädä pelkäksi aikataulukuvaksi eikä muutu aidosti tuotannon johtamisen tavaksi.

Tämä hanke osoittaa, että tahtituotanto vaatii kaikilta osapuolilta pitkäjänteisyyttä, sitoutumista ja kykyä ylläpitää yhteistä rytmiä myös haastavissa tilanteissa. Juuri tässä näkyvät luonne, tahto ja kuri, jotka erottavat onnistuneen muutoksen pelkästä kokeilusta. Samalla vaaditaan rohkeutta toimia avoimesti, tuoda ongelmat näkyviksi ja luottaa siihen, että ne ratkaistaan yhdessä.

8.8 Kolme keskeistä oppia tahtituotannosta

Tiellä tahtiin -tutkimushankkeen tulosten perusteella voidaan nostaa esiin kolme käytännön oppia, jotka tukevat myös onnistunutta muutosjohtamista:

1. **Osallistaminen ja yhteinen ymmärrys syntyvät alussa.** Tahtituotannon onnistuminen ratkaistaan pitkälti ennen työmaan käynnistymistä. Mitä aikaisemmin tilaajat, suunnittelijat, aliurakoitsijat ja työnjohto osallistetaan yhteiseen suunnitteluun, sitä vahvempi sitoutuminen, luottamus ja yhteinen ymmärrys syntyy.
2. **Tahtituotanto tulee huomioida sopimuksissa.** Menetelmän vaatimukset on sisällytettävä tarjouspyyntöihin, hankintoihin ja sopimuksiin. Näin varmistetaan, että kaikki osapuolet tietävät vastuunsa, ymmärtävät odotukset ja sitoutuvat yhteisiin toimintatapoihin jo hankkeen alkuvaiheessa.
3. **Tahtituotanto on ennen kaikkea toimintakulttuurin muutos.** Tekniset työkalut eivät yksin ratkaise tuotannon ongelmia. Kestävät tulokset syntyvät ihmisten sitoutumisesta, keskinäisestä kunnioituksesta, avoimesta tiedonvaihdosta, luottamuksesta ja yhteisestä oppimisesta. Tahtituotanto onnistuu vasta silloin, kun siitä tulee yhteinen tapa ajatella ja toimia.

Lähdeluettelo

- Binninger, M., Dlouhy, J., Müller, M., Schattmann, M. & Haghsheno, S.. (2018). Short Takt Time in Construction – a Practical Study. 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 1133–1143). <https://doi.org/10.24928/2018/0472>
- Chambers, E. (2000). Applied ethnography. Teoksessa N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (toim.), Handbook of qualitative research, second edition, 851-869. Delhi: Sage Publications
- Elfving, J. A. (2022). A decade of lessons learned: deployment of lean at a large general contractor. Construction Management and Economics, 40:7–8, 548–561.
- Engeström, Y. (1995). Kehittävä työntutkimus. Perusteita, tuloksia ja haasteita. Helsinki: Painatuskeskus.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. Journal of education and Work, 14(1), 133–156. 10.1080/13639080020028747
- Engeström, Y. (2004). Ekspansiivinen oppiminen ja yhteiskehittely työssä. Tampere: Vastapaino, 2004.
- Engeström, Y. (2015/1987). Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research, 2nd Ed. New York: Cambridge university.
- Engeström, Y. & Sannino, A. (2010). Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. Educational Research Review, 5, 1–22.
- Engeström, Y. & Sannino, A. (2020). From mediated actions to heterogenous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning. <https://doi.org/10.1080/10749039.2020.1806328>
- Eskola, J. & Suoranta, J. (2000). Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- Fontana, A. & Frey, J. H. (2000). The interview: From structures questions to negotiated text. Teoksessa N. K. Denzin & Y.S. Lincoln (toim.), Handbook of qualitative research, 2nd ed., 645-672. London, UK: Sage Publications.
- Frandsen, A., Berghede, K. & Tommelein, I. D.. (2013). Takt Time Planning for Construction of Exterior Cladding. In Formoso, C. T., & Tzortzopoulos, P. (Eds.), 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 527–536).

- Haghsheno, S., Binner, M., Dlouhy, J. & Sterlike, S.. (2016). History and Theoretical Foundations of Takt Planning and Takt Control. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 53–62). <https://www.iglc.net/Papers/Details/1297>
- Hartela. 2025. Tahtituotanto ja sen hyödyt tilaajalle. H-studio, 23.1.2025. Saatavissa: <https://www.hartela.fi/fi/rakentamispalvelut/h-studio/tahtituotanto-ja-sen-hyodyt-tilaajalle>. Viitattu 24.6.2026.
- Heinonen, A. & Seppänen, O.. (2016). Takt Time Planning: Lessons for Construction Industry from a Cruise Ship Cabin Refurbishment Case Study. 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Helsingin yliopisto. (julkaisuaika tuntematon). Tutkimusetiikka. Haettu 25.6.2026 osoitteesta Helsingin yliopiston verkkosivuilta.
- Helsingin yliopiston kirjasto. 2026. Tutkijan kirjasto. Helsingin yliopisto. Saatavissa: <https://www.helsinki.fi/fi/helsingin-yliopiston-kirjasto/tutkijan-kirjasto>. Viitattu 24.6.2026.
- Kauppalehti. 2025. Tahtituotanto nostaa rakentamisen tuottavuuden. Kaupallinen yhteistyö: Hartela, 11.8.2025. Saatavissa: <https://www.kauppalehti.fi/kumppanisisallot/hartela/tahtituotanto-nostaa-rakentamisen-tuottavuuden/>. Viitattu 24.6.2026.
- Kerosuo, H. (2006). Boundaries in action. An activity-theoretical study of development, learning and change in health care for patients with multiple and University Press.
- Kerosuo, H., Miettinen, R., Paavola, S., Mäki, T. & Korpela, J. (2015). Challenges of the expansive use of Building Information Modeling (BIM) in construction projects. *Production (Produção)*, 25(2), 289–297.
- Keskiniva, K., Saari, A. & Junnonen, J.M. (2023). Suggestions for takt production subcontract clauses – a conceptual study. *Construction Innovation* Vol. 23 No. 2, 2023 pp. 425–442.
- Keskiniva, K., Saari, A. & Junnonen, J.M. (2020). Takt Planning in Apartment Building Renovation Projects. *Buildings* 2020, vol. 10, Iss. 12, p. 226; doi:10.3390/buildings10120226
- Kiiras, J. (1988) *Opas ja Turva. Erityiskohteiden työaikaista ohjausta palveleva aikataulu- ja resurssisuunnittelu.* (A schedule and resource planning system control of special projects). Helsinki University of Technology, Construction Economics and Management Publications 217. Espoo, Finland.

- Kozlovská, M. & Klosova, D. (2022). Influence of Takt Time Planning on Construction Efficiency. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Kujansuu, P., Lehtovaara, J., Salerto, S., Seppänen, O. & Peltokorpi, A.. (2020). How Does Takt Production Contribute to Trade Flow in Construction? Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) (pp. 445–454). <https://doi.org/10.24928/2020/0069>
- Lehtovaara, J., Heinonen, A., Lavikka, R., Ronkainen, M., Kujansuu, P., Ruohomäki, A., Örmä, M., Seppänen, O. & Peltokorpi, A.. (2020). Takt Maturity Model: From Individual Successes Towards Systemic Change in Finland . Proc. 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) (pp. 433–444). <https://doi.org/10.24928/2020/0017>
- Lehtovaara, J., Heinonen, A., Ronkainen, M., Seppänen, O. & Peltokorpi, A.. (2021). Takt Production as Operations Strategy: Client’s Perspective to Value-Creation and Flow. Proc. 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) (pp. 829–838). <https://doi.org/10.24928/2021/0118>
- Lehtovaara, J., Mustonen, I., Peuronen, P., Seppänen, O. & Peltokorpi, A.. (2019). Implementing Takt Planning and Takt Control Into Residential Construction. Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) (pp. 417–428). <https://doi.org/10.24928/2019/0118>
- Lehtovaara, J., Seppänen, O., Peltokorpi, A., Kujansuu, P., & Grönvall, M. (2021). How takt production contributes to construction production flow: a theoretical model. Construction Management and Economics, 39:1, 73-95, DOI: 10.1080/01446193.2020.1824295
- Lehtovaara, J., Seppänen, O., Peltokorpi, A., Lappalainen, E. & Uusitalo, P. (2022) Combining decentralized decision-making and takt production in construction increase production flow. Front. Built Environ. 8:893790. doi: 10.3389/fbuil.2022.893790
- Lehtovaara, J., Tommelein, I. D. & Seppänen, O.. (2022). How a Takt Plan Can Fail: Applying Failure Modes and Effects Analysis in Takt Control. Proc. 30th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) (pp. 715–726). <https://doi.org/10.24928/2022/0182>
- Linnik, M., Berghede, K. & Ballard, G.. (2013). An Experiment in Takt Time Planning Applied to Non-Repetitive Work. In Formoso, C. T., & Tzortzopoulos, P. (Eds.), 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 609–618). <https://www.iglc.net/Papers/Details/924>

- Lucko, G., Alves, T. D. C. & Angelim, V. L.. (2014) Challenges and opportunities for productivity improvement studies in linear, repetitive, and location-based scheduling, *Construction Management and Economics*, 32:6, 575-594.
- Luukkonen, H. 2026. Rakentamisen suurin ongelma. *Rakennusteollisuus RT*, 20.5.2026. Saatavissa: <https://rt.fi/artikkelit/2026/05/rakentamisen-suurin-ongelma/>. Viitattu 24.6.2026.
- Miettinen, R. (2004). The roles of the researcher in developmentally-oriented research. Teoksessa T. Kontinen (toim.), *Development intervention—Actor and activity perspectives*, s. 105–121. Helsinki: Hakapaino Oy.
- Miettinen, R. Kerosuo, H. Korpela, J. Mäki, T. & Paavola, S. (2012). An activity-theoretical approach to BIM-research. Teoksessa G. Gudnason and Rimar Scherer (toim.), *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*, 777–781. London, UK: Taylor & Francis Group.
- Mäki, T. (2021). ”Se on ihmisten kanssa tehtävää työtä” Toiminnanteoreettinen tutkimus työmaan työnjohdon työstä, yhteistyöstä ja uusista välineistä yliopisto. *Kasvatustieteellinen tiedekunta. Unigrafia*.
- Mäki, T. & Kerosuo, H. (2015). Site managers’ daily work and the uses of BIM in construction site management. *Journal of Construction Management and Economics*, 33(3), 163–175.
- Mäki, T. & Kerosuo, H. (2019). Design-related questions in the construction phase: The effect of using the Last Planner System in design management. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 47(2), 132–139. <https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0382>
- Mäki, T., Kerosuo, H. & Koskenvesa, A. (2023) Vertaisiltaan oppimassa : Kertomuksia rakennusalan vertaisoppimisen poluista. Mittaviiva Oy. <https://www.mittaviiva.fi/ajankohtaista/vertaisiltaan-oppimassa/>
- Suomen Akatemia. (julkaisuaika tuntematon). Hyvä tieteellinen käytäntö ja tutkimusetiikka. Saatavissa: <https://www.aka.fi/tutkimuksesta-yhteiskuntaan/vastuullinen-tiede/tutkimusetiikka/>. Viitattu 24.6.2026.
- Rapley, I. (2004). Interviews. Teoksessa C. Seale, G. Gobo, F. F. Gubrium and D. Silverman (toim.), *Qualitative research practice*, 15–33. London, UK, Thousand Oaks CA, US, New Delhi, India: Sage Publications.
- Rieki, J., Lehtovaara, J., Tommelein, I. D., Seppänen, O. & Heinonen, A.. (2024). Revisiting the Takt Maturity Model After Three International Takt Forums. In Costa, D. B., Drevland, F.,

- & Florez-Perez, L. (Eds.), Proceedings of the 32nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 32) (pp. 294–304). <https://doi.org/10.24928/2024/0108>
- Tommelein, I. D.. (2017). Collaborative Takt Time Planning of Non-Repetitive Work. 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 745–752). <https://doi.org/10.24928/2017/0271>
- Tietosuoja laki 1050/2018. Ajantasainen säädös. Finlex. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/eli?uri=http://data.finlex.fi/eli/sd/2018/1050/ajantasa/2026-05-22/fin>. Viitattu 24.6.2026.
- Transval. (2023, 8. kesäkuuta). Tahtituotannon tehokkuus lähtee ihmisistä ja neljä muuta faktaa asiantuntijalta. <https://www.transval.fi/ajankohtaista/2023/06/08/tahtituotannon-tehokkuus-l%C3%A4htee-ihmisist%C3%A4-ja-nelj%C3%A4-muuta-faktaa-asiantuntijalta>
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2023). Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa: Tutkimuseettisen neuvottelukunnan HTK-ohje 2023. Tutkimuseettinen neuvottelukunta.
- Virkkunen, J. & Newnham, D. (2013). The Change Laboratory. Rotterdam: Sense Publishers.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society. The development of higher psychological processes. Cambridge, Massachusetts, and London, England: Harvard.

Lähteenä käytetyt yritysten verkkosivut

<https://www.lipsanen.com>

<https://rakennusajahola.fi>

<https://www.varte.fi>

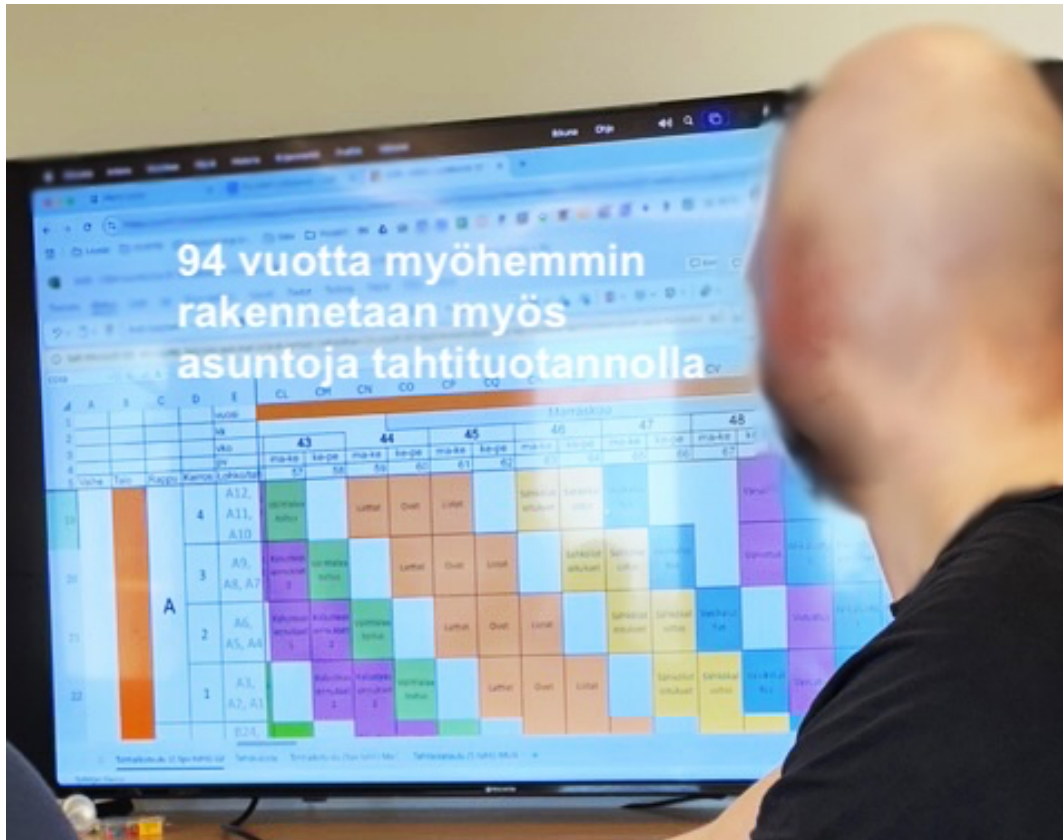
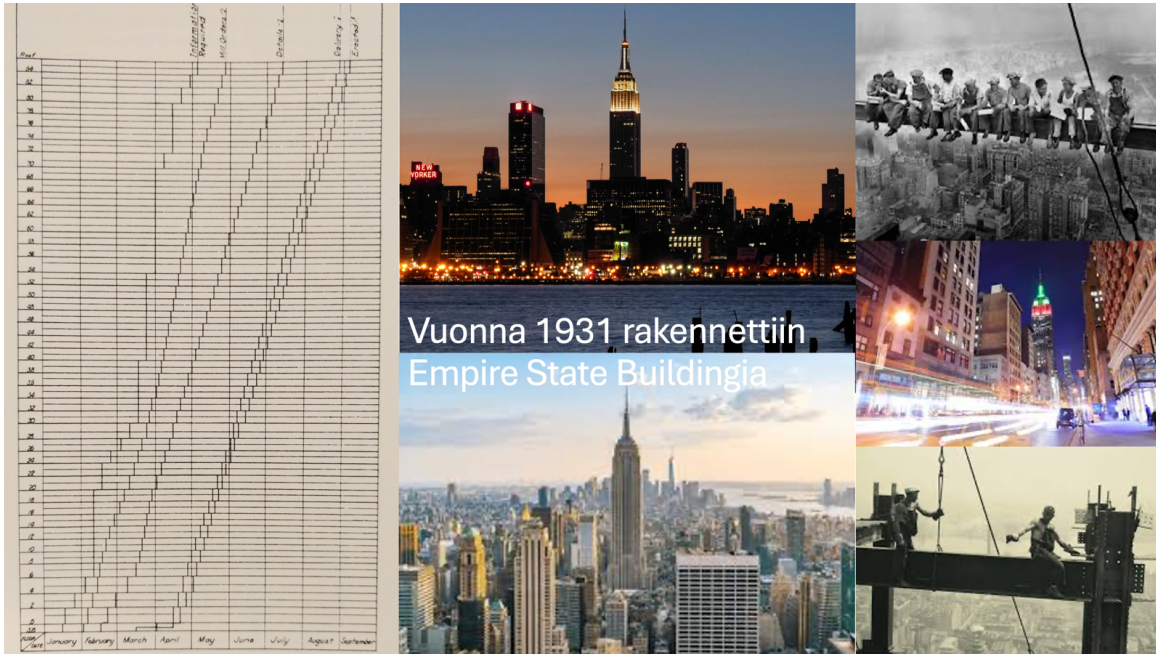
<https://www.nhkrakennus.fi>

<https://umr.fi>

<https://www.mittaviiva.fi>

Tiellä tahtiin -opas

vanhat opit uuteen muotoon



Tahtituotannon perusteet

Tahtituotannon tausta ja periaatteet

Tahtituotanto tunnetaan nykyisin Lean-rakentamisen menetelmä, joka tuo tehdasympäristöstä tutut toistuvan työn periaatteet rakentamiseen.

Sama ajatus on ollut mukana perinteisessä paikkaperusteisessa suunnittelussa esimerkiksi Opas & Turva -menettelyssä, missä toistuvuuden ja eräkoon pienentämisen kautta vähennetään keskeneräisen tuotannon määrää, parannetaan tuottavuutta ja lyhennetään läpimenoaika.

Tahtituotanto on sijaintipohjainen tuotannonsuunnittelu- ja ohjausmenetelmä, jolla pyritään luomaan töiden tekemiseen ennustettava, tasapainoinen ja jatkuva virtaus. Tätä voi verrata tehtaan kokoonpanolinjaan, missä etenevä tuote jalostuu tasaisesti ja jatkuvasti työvaihe kerrallaan. Rakennustyömaalla puolestaan eri työvaiheet liikkuvat työkohteen, eli jalostuvan mestan, läpi. Tahtituotannon tavoitteena on tasainen tuotantovirta, lyhyempi läpimenoaika ja parempi ennustettavuus.

Tahtijakso	Asunto 1	Asunto 2	Asunto 3
Viikko 1	Laatoitus		
Viikko 2	Maalaus	Laatoitus	
Viikko 3	Kalustus	Maalaus	Laatoitus
Viikko 4	Varustus	Kalustus	Maalaus

Kuva Esimerkki kerrostalon asunnoista tuotantoalueina, missä työryhmät siirtyvät aina sovitun tahtiajan jälkeen seuraavaan tilaan samalla tavalla kuin liukuhihnalla.

Tahtituotannon ydinperiaatteet ovat

- **Sijaintipohjaisuus:** Työmaa jaetaan fyysisiin vyöhykkeisiin. Työryhmät siirtyvät alueelta toiselle ennalta määrätyssä rytmissä.
- **Vakioitu tahtiaika:** Jokaiselle työvaiheelle on varattu tarkka aika (esim. yksi päivä tai viikko), jossa kyseisen alueen työt valmistuvat.
- **Jatkuva virtaus:** Materiaalit ja resurssit on mitoitettu niin, etteivät työvaiheet seiso tai ruuhkaudu.

Tahtituotannossa:

- **Kohde** jaetaan tahtialueisiin kuten palvelualueisiin, kerroksiin tai asuntoihin.
- **Työt** pilkotaan pieniin työpaketteihin ja toistuvat kokonaisuudet järjestetään työjonoihin.
- **Työjonot** aikataulutetaan siirtymään alueelta toiseen samassa tahtiajassa.
- **Työn laatu** tarkastetaan joka tahdin päätteeksi.

Tahtituotannon käsitteet

Tahtituotannossa työmaalla tehtävät työt järjestellään niin, että toisiaan seuraavat työsuoritteet muodostavat yhdessä ns. tuotantojunan. Tuotannon edetessä työsuoritteista muodostuvat junan vaunut jatkavat tahtialueelta toiselle ilman, että mesta odottaa pitkään tyhjänä seuraavaa työryhmää. Kun työt tehdään suunnitellusti loppuun sovittuna aikana, mesta vapautuu seuraavan vaunun käyttöön ja työryhmä etenee seuraavalle tahtialueelle. Tällöin voidaan päästä siihen, että tahtialueiksi jaetulla työmaalla tyhjää mestaa ei teoriassa ole.

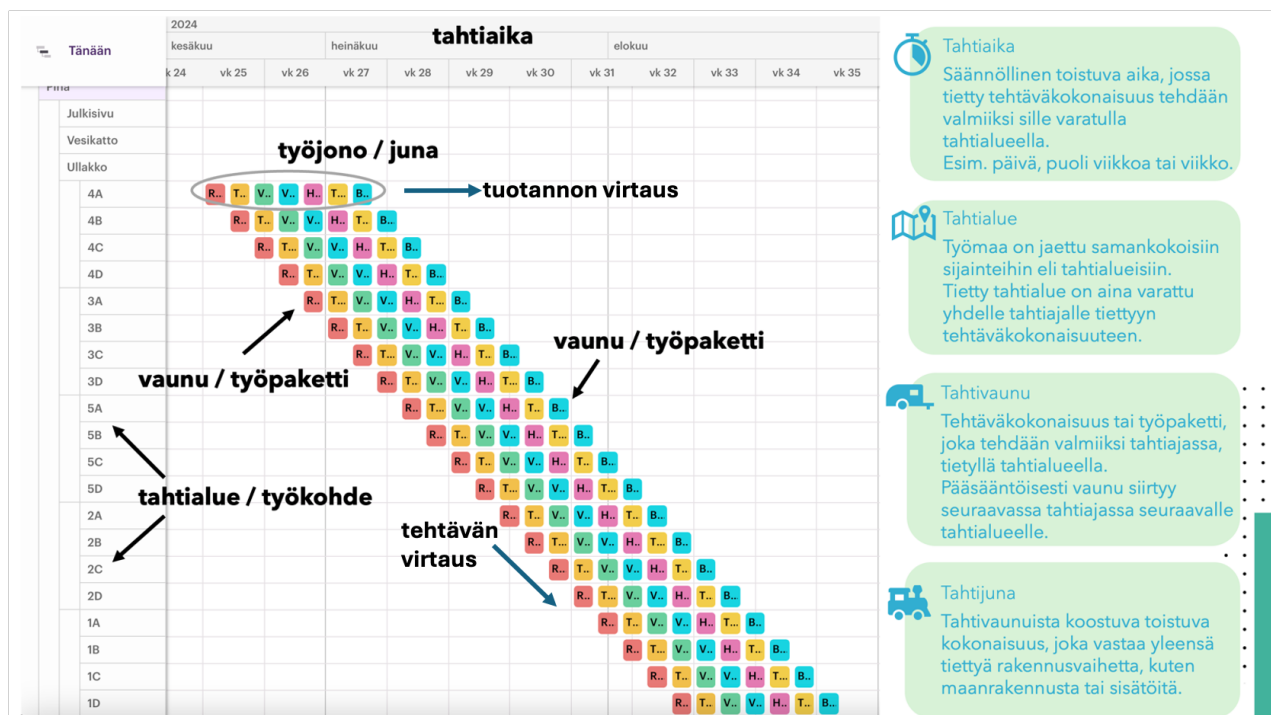
Tahtituotannon keskeiset käsitteet ovat

Tahtiaika vakioitu määrä aikaa työpaketin suorittamiseen

Tahtialue alue, jolla työpaketti suoritetaan tahtiajan aikana

Tahtivaunu työ paketti/ työtehtäväkokonaisuus

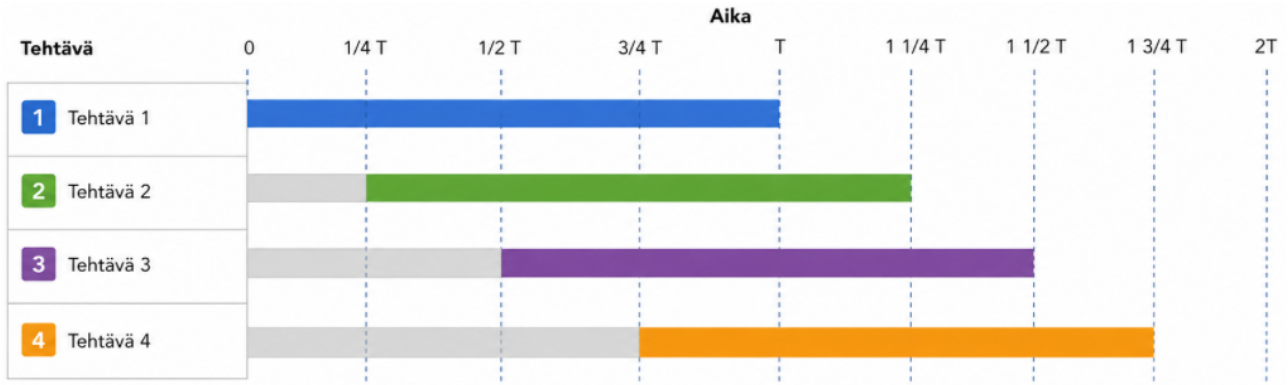
Tahtijuna peräkkäisistä vaunuista muodostuva kokonaisuus



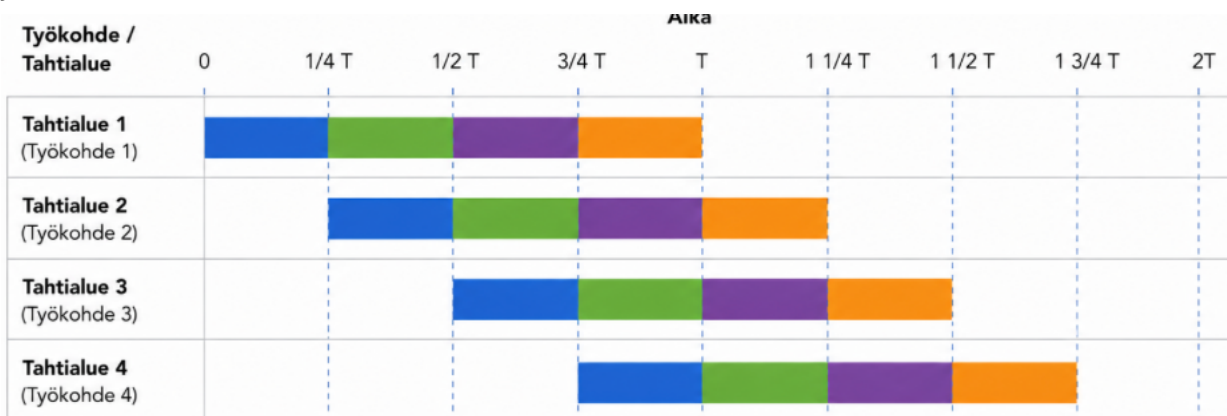
Kuva Tahtituotannon keskeiset käsitteet työnkulkukaaviossa.

Tuotantosuunnitelma kuvataan työnkulkukaaviolla

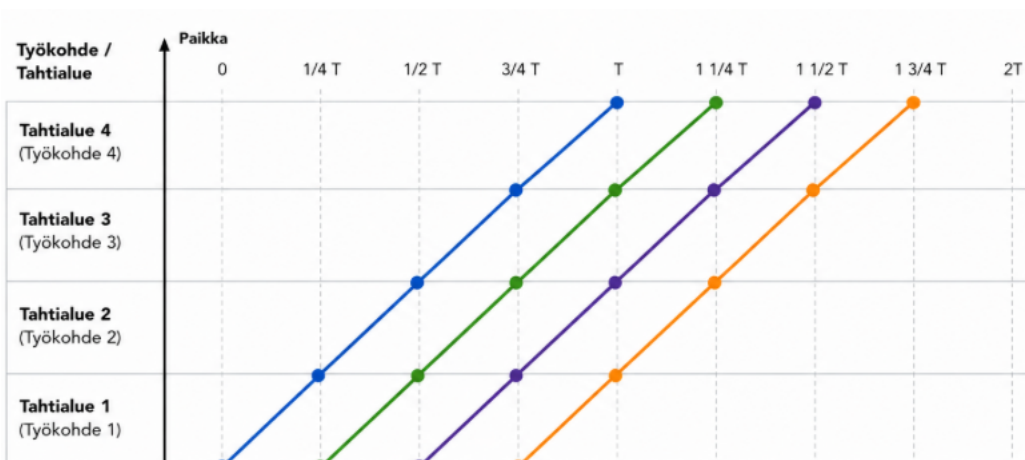
Aikatauluissa on aina käytetty limityksiä, mutta tuotantosuunnitelmassa ei useinkaan näkynyt mitä limitys tarkoitti.

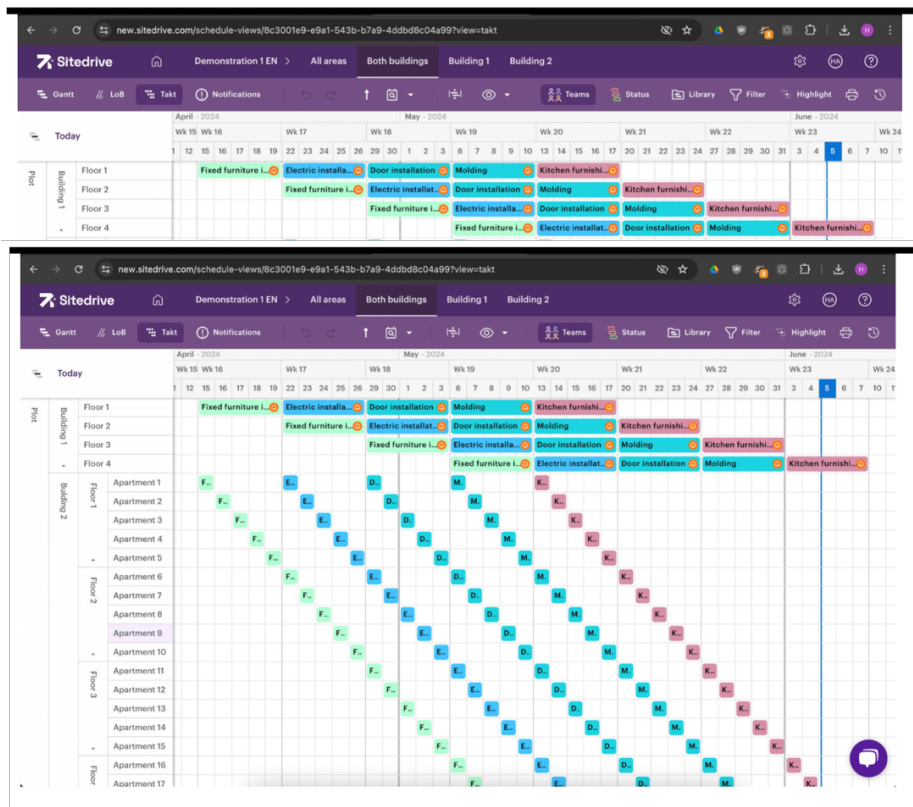


Tahtituotantoa kuvaavissa työnkulkukaaviossa näkyy tuotannon virtaus (kukin työ omalla värillään) ajan ja paikan suhteessa. Samalla korostuu kunkin urakoitsijan työn rytmi eli jatkuvuus osakohteista toiseen.



Saman asian voi toki esittää myös paikka-aikakaaviona.

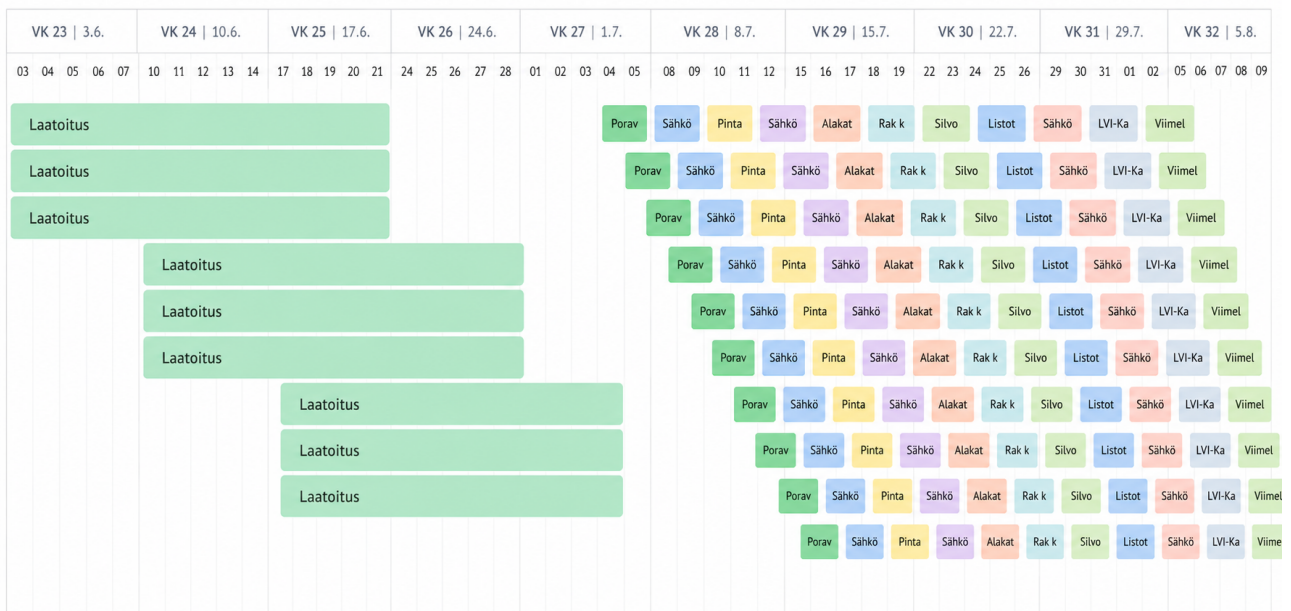




Koko kerros työkohteena

Yksi asunto työkohteena

Kuva Työnkulkukaavio ja pienemmän eräkoon käyttö tässä aikataulutyyppissä paljastaa tuotannon todellisen etenemisen



Kuva Esimerkki työnkulkukaaviosta (tahtiaikataulu), missä laatoitus tehdään isoina alueellisina kokonaisuuksina pidemmällä ajanjaksolla ja laatoituksen jälkeen seuraavat työvaiheet tahtituotannon periaatteilla pienempää eräkokoja (työkohde) ja lyhyempää tahtiaikaa (kaksi päivää) hyödyntäen.

Tahtituotannon käyttöönotto rakennusliikkeessä

Tahtituotanto tarjoaa monenlaisia hyötyjä, mutta vaatii myös sitoutumista ja uusien toimintatapojen opettelua hankkeen osapuolilta. Hankkeen osapuolten tulee olla sitoutuneet yhdessä muuttamaan ja kehittämään hankkeen toimintatapoja tahtituotantoa tukeviksi. Pääurakoitsija on keskeisessä roolissa tahdin hyödyntäjänä ja hyötyjänä.



Kuva Esimerkki siitä, mitä tahtituotannon onnistunut toteutus ainakin edellyttää pääurakoitsija yritykseltä.

Päätös tahtituotantoon siirtymisestä

Tahtituotanto onnistuu yhdessä sovitulla tahtotilalla ja oikeilla edellytyksillä.



Kuva

Esimerkki siitä, mitä päätös tahtituotantoon siirtymisestä voi tarkoittaa rakennushankkeessa.

Valmiuden ja osaamisen varmistaminen - valmistautuminen tahtiin

Hyvin valmisteltu hanke – sujuva tahtituotanto.



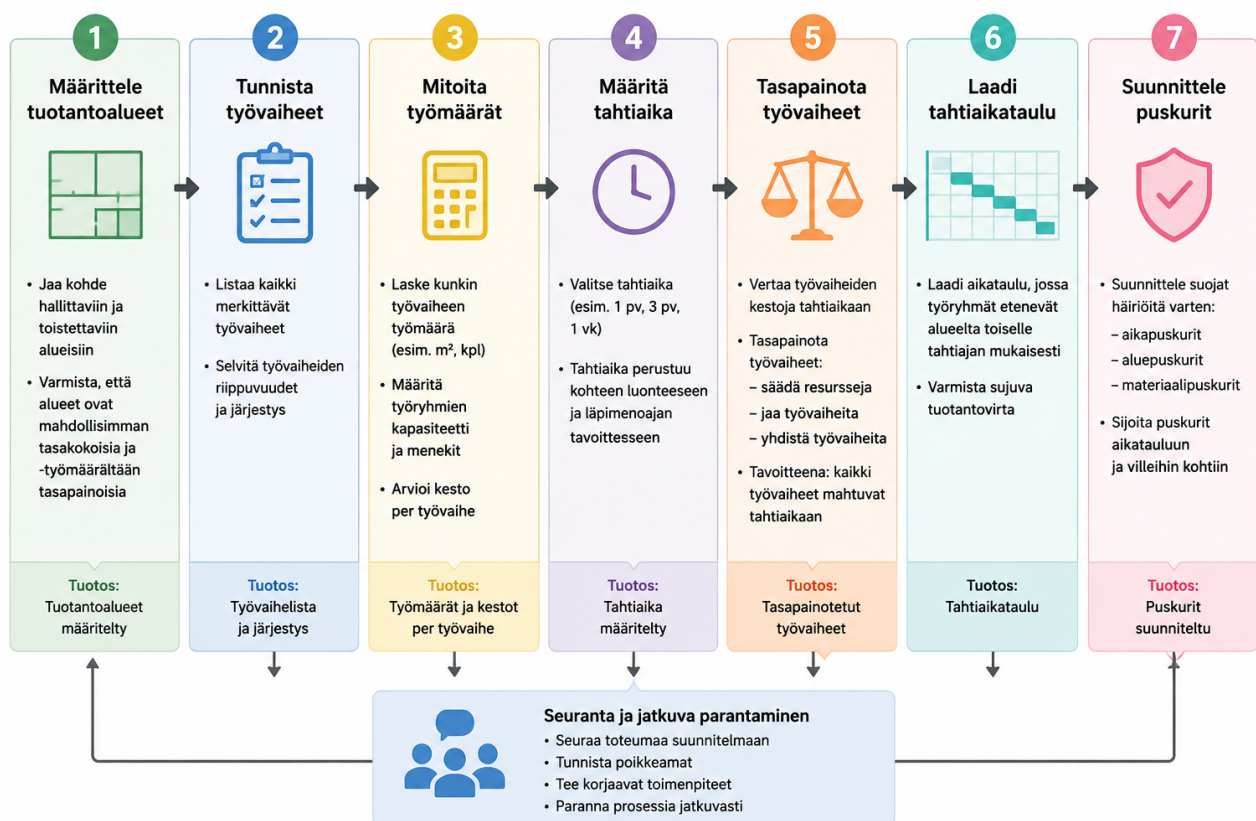
Kuva

Esimerkki siitä, mitä valmiuden ja osaamisen varmistaminen voi tarkoittaa valmistauduttaessa tahtituotannon käyttöönottoon rakennusliikkeessä.

Tahtituotannon suunnittelu

Suunnittelun vaiheet

Tahtituotannon suunnittelussa määritellään tuotantoalueet, tunnistetaan työvaiheet alueittain, mitoitetään työmäärät, määritetään tahtiaika, tasapainotetaan työvaiheet, laaditaan aikataulu ja määritetään puskurit. Tuloksena syntyy tuotantomalli, jonka toteutuminen on kiinni edellytysten luomisesta, esteiden poistamisesta ja tuotannon mahdollistamisesta, päivittäisestä johtamisesta, valvonnasta ja ohjauksesta sekä toiminnan jatkuvasta parantamisesta.



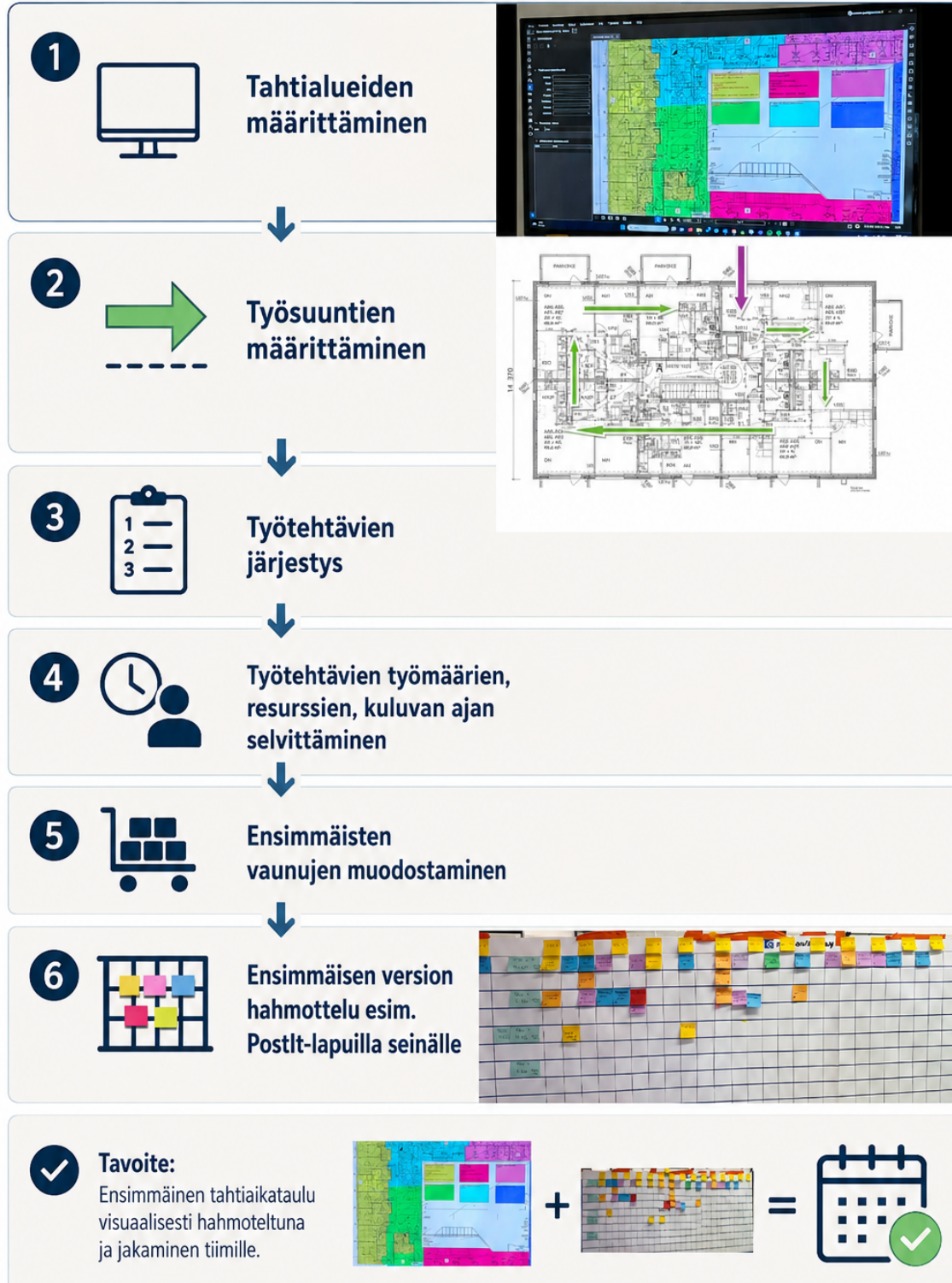
Kuva Tahtituotannon suunnittelun vaiheet yksinkertaistetulla kaaviolla esitettynä

Oleellista tahtituotannon suunnittelussa on

- Yhteisen ymmärryksen luominen
 - perehtyminen siihen mistä tahtituotannossa on kyse
 - osaaminen / mahdollinen koulutus ja/tai valmennus
- Tahtituotannon reunaehto- ja hahmottaminen
 - tahtiin kuuluvat työvaiheet ja rakennuksen osat
 - hankkeen tavoitteiden asettaminen
- Yhteistyökumppaneiden valinta ja sitouttaminen
 - aliurakkasopimukset
 - suunnittelun aikatauluttaminen
 - aikatauluohjelmiston valinta

Ensimmäisen version laadinta

Ensimmäisen tahtiajatteluun perustuvan aikataulun laadinta



Kuva Esimerkki ensimmäisen tahtituotannon aikataulun laadinnasta

1. Määrittele tuotantoalueet Jaetaan kohde hallittaviin mahdollisimman samankokoisiin ja työmäärältään tasapainoisiin alueisiin kuten • huoneistot • hotellihuoneet • sairaalan osastot • toimistokerrokset ja niiden erityyppiset tilat • talotekniikan palvelu- ja jakoalueet	2. Tunnista työvaiheet Listataan kaikki merkittävät työvaiheet ja selvitetään niiden väliset riippuvuudet: • väliseinät • tasoitus • maalaus • laatoitus • sähköasennukset • LVI-asennukset • kalusteasennukset
3. Mitoita työmäärät Lasketaan: • menekit • työsaavutukset • työryhmien kapasiteetti Esimerkiksi: • Laatoitus 40 m²/päivä • Alueella 200 m² => työ kestää noin 5 päivää.	4. Määritä tahtiaika Tahtiaika on se rytmi, jolla työryhmä siirtyy seuraavaan alueeseen. Esimerkkejä yleisimmistä tahtiajoista ovat • puoli päivää • 1 päivä • puoli viikkoa • 1 viikko
5. Tasapainota työvaiheet Tämä on suunnittelussa tärkeä vaihe, jossa tavoitteena on saada kaikki työvaiheet mahtumaan samaan tahtiin. Eli, jos yhdellä tahtialueella: • laatoitus = 5 päivää • maalaus = 2 päivää • kalustus = 1 päivä niin: • lisätään tai vähennetään resursseja • jaetaan työvaihe osiin • yhdistetään työvaiheita • jaetaan ja yhdistetään tahtialueet toisin	6. Laadi tahtiaikataulu Tuloksena syntyy yleensä työnkulkukaavio eli harmonogrammi - aikataulu, missä on • vaakasuunnassa aika • pystysuunnassa alueet ja • vinottainen eteneminen osoittaa työpakettien jatkuvaa virtausta Työnkulkukaaviona kuvattu tahtiaikataulu näyttää usein "portaikolta".
7. Suunnittele puskurit Virtaus ei toteudu koskaan täydellisesti. Poikkeamille ja niistä aiheutuville mahdollisille häiriöille on syytä varata myös aikaa. Siksi tarvitaan • kapasiteettipuskureita • aikapuskureita • aluepuskureita • materiaalipuskureita Puskurit suojaavat koko tuotantoa yhden työvaiheen poikkeamilta. yksittäisen työn poikkeama on häiriö vasta, kun se vaikuttaa muihin työvaiheisiin.	8. Testaa ja kehitä suunnitelmaa Olet luonut ensimmäisen tuotantomallin tahtituotannon toteuttamiseksi. Jatkokehitä suunnitelmaa yhdessä eri osapuolten kanssa • urakoitsijat/työkunnat • suunnittelijat • hankinta

Kuva Tahtituotannon suunnittelun vaiheita avattuna toimenpiteiksi.

Yhteistyössä kehitetty tuotantomalli

Yhdessä laadittu tahtiaikataulu

Yhteinen aikataulun laadinta varmistaa sujuvan ja ennakoitavan toteutuksen.



Kuva Esimerkki yhteistyöstä toimivan yhteisen tahtituotannon aikataulun luomisessa ja toteuttamisessa.

Tahtituotantoon valmistautuminen



Päivittäisjohtaminen

TAHTITUOTANNON PÄIVITTÄIS- JA VIIKKOJOHTAMINEN

Näkyvyys, yhteistyö ja ennakoiva johtaminen pitävät tahdin – laatu varmistaa valmiuden.



PÄIVITTÄISJOHTAMINEN – JOKAINEN PÄIVÄ MERKITYKSEN TEKKEE

- PÄIVITTÄINEN TAHTIPALAVERTI TYÖALUEELLA**
Lyhyt ja tehokas: edistys, esteet, päivän suunnitelma
- VISUAALINEN OHJAUS**
Tahtiaikataulu, valmiusaste, esteet ja mittarit näkyvillä
- VIESTINTÄ KAIKILLE**
Ajantasainen tieto – kaikki tietävät, mitä tapahtuu
- LAADUNVARMISTUS JOKAISISSA TAHDISSA**
Oikein, kerralla valmiiksi – ennen seuraavaa

SELVITETÄÄN JOKA PÄIVÄ

- ONKO TYÖ OIKEASTI VALMIS?**
Valmius tarkistetaan ennen tahdin vaihtoa
- ONKO LAATU SOVITULLA TASOLLA?**
Laatu varmistaa, että työ täyttää vaatimukset
- VOIKO SEURAAVAN ALOITTA?**
Jos kyllä, tahti jatkuu. Jos ei, este poistetaan.

VIIKKOJOHTAMINEN – ENNAKOI JA VARMISTA

- KATSAUS KOKONAISUUTEEN**
Toteuma vs. suunnitelma, poikkeamat ja trendit
- EDELLYSTEN VARMISTAMINEN**
Työvoima, materiaalit, suunnitelmat, kaluste, tilat
- SUUNNITTELMAMUUTOSTEN KÄSITTELY**
Muutokset arvioidaan ja päätetään nopeasti
- LAADUNVARMISTUS**
Havainnot, mittaukset, korjaukset, oppiminen

ESTEIDEN JOHTAMINEN – NÄKYVYYS TAKAA TOIMITTAMISEN



ESTEET EIVÄT RIKO TAHTIA – NÄKYVÄT OIKEASTI RIKKOVA
Näkyvät esteet voi poistaa, näkymättömät pysäyttävät.



ESTEITÄ ON AINA – RATKAISEEVA ON, MILLOIN NE NÄHDÄÄN JA MITEN NE KÄSITELLÄÄN
Nopea reagointi pitää tahdin käynnissä.



ESTEET NOSTETAAN AJALLAAN ESIIN – ESTEET NÄKYVÄT, JA TUOTANTO JOHDETAAN NE HUOMIOON OTTAEN
Yhteinen tilannekuva mahdollistaa oikeat päätökset.



TAHTI KERTOO MILLOIN TEHDÄÄN LAATU KERTOO MILLOIN TYÖ ON OIKEASTI VALMIS – ja tämä näkyy kaikille samalla hetkellä.



YHTEINEN TAVOITE: SUJUVAA, TURVALLISTA JA LAADUKASTA RAKENTAMISTA TAHDISSA – YHDESSÄ.

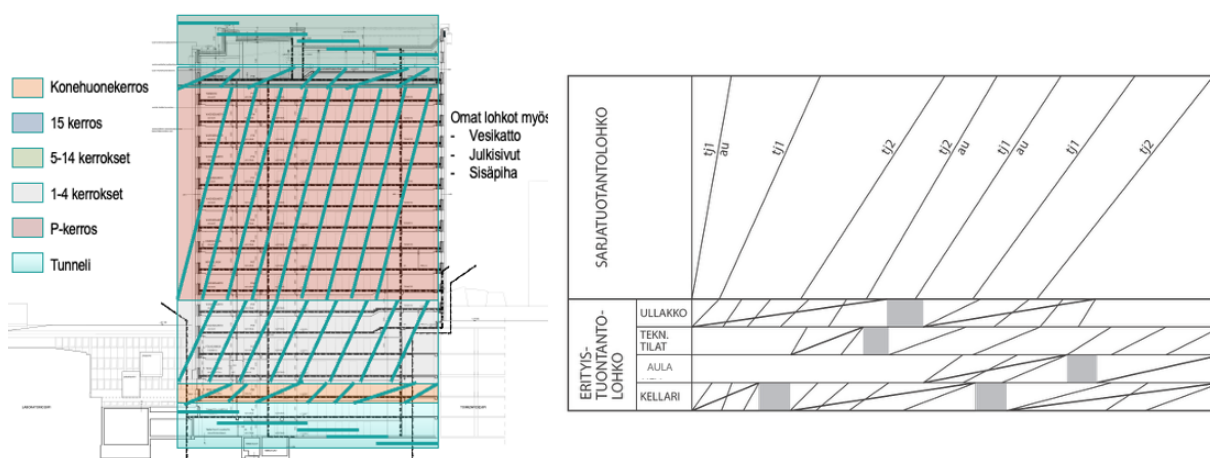
Tahtituotanto erilaisissa kohteissa

Tahtituotannon periaatteita voidaan soveltaa erilaisissa kohteissa, niin talonrakennus- kuin infrahankkeissa, niin uudis- kuin korjausrakentamisessa, huolimatta siitä, kuinka paljon kohteessa on samankaltaista tai toistuvaa rakentamista.

Selkeimpiä soveltamisen kohteita on paljon toistuvaa tilaa sisältävä uuden asuinkerrostalon rakentaminen. Kun toistuvaa rakentamista on paljon, kohteen jako tahtialueisiin ja tehtävien jako keskenään tasapainoiseen tahtijuniin on varsin selkeää. Sama on tilanne peruskorjauskohteissa, kunhan otetaan huomioon tarvittavat varaukset purkuvaiheen tuomille yllätyksille ja muille vanhojen rakenteiden ja järjestelmien asettamille reunaehdoille.

Tahtituotannon soveltaminen muuttuu, kun ei-toistuvien tilojen määrä kasvaa. Useimmat kohteet sisältävät sekä toistuvaa että ei-toistuvaa tilaa. Toki myös useimmat asuinrakennukset sisältävät ”ei-toistuvia” aula- ja yhteiskäyttötiloja. Näissä kohteissa tahtituotannon suunnittelua voidaan tehdä esimerkiksi kahdessa eri junassa: luodaan toistuvien tilojen tahtijuna ja ei-toistuvien tilojen tahtijuna, jotka sovitetaan lopuksi yhteen.

Yhtä ja samaa tahtiaikaa tai eräkokoa ei aina ole helppo soveltaa koko kohteen kaikkien töiden tasatahtiseen suorittamiseen. Joissakin tilanteissa voidaan päätyä ratkaisuun tahtituotannon soveltamisesta vain osittain, joko tietyllä alueella tai tiettyihin työvaiheisiin. Monesti kohteissa on alueita, joissa noudatetaan tahtituotannosta poikkeavaa tuotantomallia.



Kuva Esimerkkejä kohteiden toistuvista ja ei-toistuvista tilajaoista.

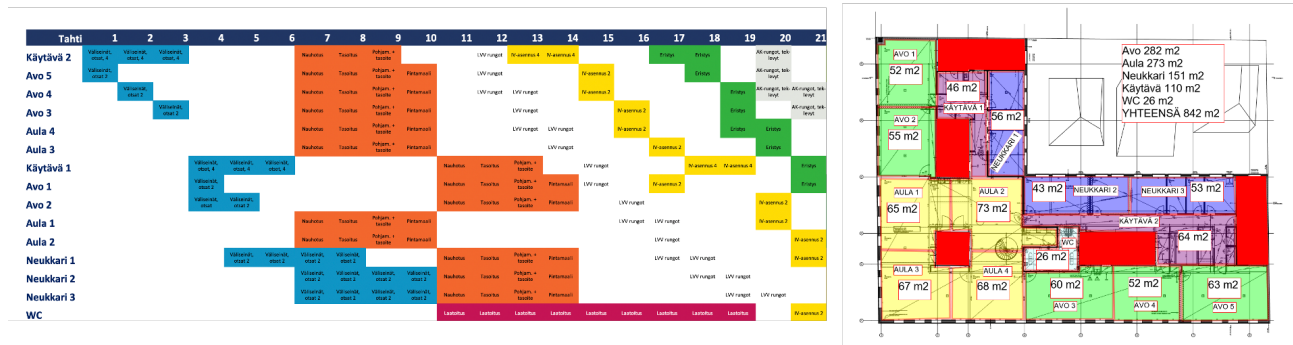
Soveltamiseen vaikuttavia tekijöitä voivat olla mm.

- Työsuoritteiden rajoitteet, esim. työt, jotka vaativat yhtä tahtialuetta enemmän mestaa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi plaano- tai tasoitustyöt, työmenetelmästä riippuen.
- Työkuormien vaihtelut tahtialueiden välillä, kun rakennushanke sisältää erityyppisiä tiloja.
- Reunaehdot tai rajoitteet, jotka vaikuttavat tahtituotantoon. Tällaisia voivat olla esim. työsuunnat, logistiikka tai vaikkapa käyttöönoton vaiheittainen toteutus.

Ei-toistuvissa kohteissa tahtialueiden suunnittelu lähtee usein liikkeelle karkeammista arvioista ja tarkentuu ensimmäisen tarkemman työkuormalaskennan ja tarkastelun myötä kohti lopullista tahtialuejakoa.

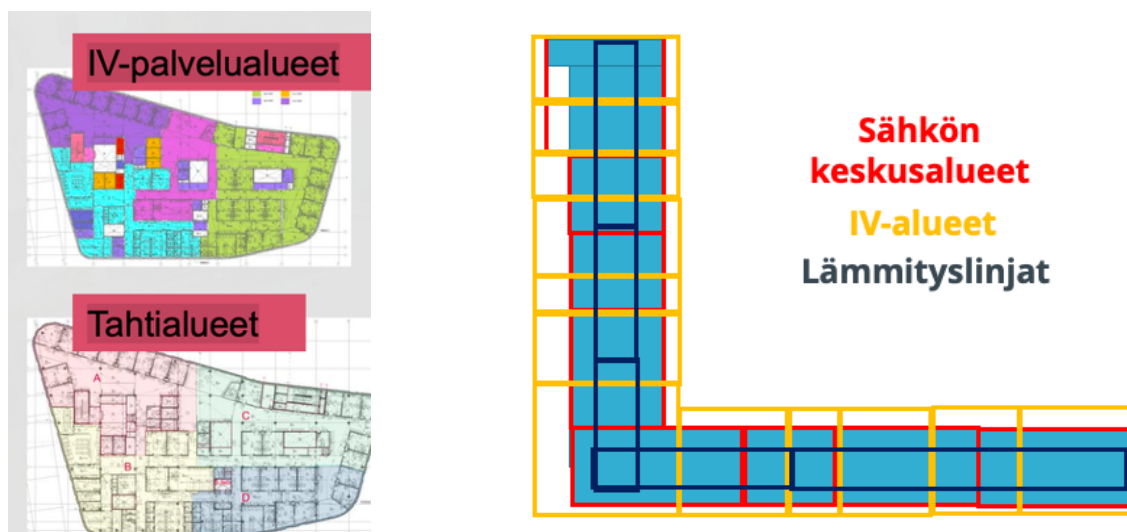
Esimerkiksi IV-palvelualueet ja kaapelointialueet voivat olla haastavia tahtialueiden suunnittelun näkökulmasta. Varattavat aluekoot saattavat olla keskenään ristiriitaisia, mikä haastaa tahtialueiden muodostusta. Yhtenä ratkaisuna tähän on pienempien tahtialueiden yhdistäminen työsuoritekohtaisesti ja sitä kautta tarvittaessa isomman alueen varaaminen tarvittavien työsuoritteiden tekemiseen.

Kutakin tahtialuetta joudutaan tarkastelemaan työsuoritteita ja -kuormia arvioitaessa erikseen eikä pystytäkään yhtä helposti monista maan yksittäisten tahtialueiden määrityksiä kuten toistuvaa tilaa sisältävässä kohteessa.



Kuva Esimerkki erilaisten työkuormien vaikutuksesta ja pienimpien standardi työkohteiden käytöstä eri töille soveltuvien työkohteiden määrittelystä.

Kun tahtituotantoa sovelletaan ei-toistuviin tiloihin, tuotantoa voidaan tasapainottaa hyvin määritetyllä tahtialuejaolla, työsuoritteiden yhdistelyllä ja aikataulupuskureilla, joilla varaudutaan eri työvaiheiden välisten poikkeamien hallintaan tahtialueiden välillä. Keskeistä on tarkastella, että tahtialueilla suoritettavat työt ovat resurssien käytön näkökulmasta tasapainossa. Tahtisuunnittelussa tarvitaan iteraatioita ja niiden aikana eri osapuolet täytyy osallistaa ylimääräisten puskureiden poistamiseen ja tunnistettavien haastepaikkojen ratkomiseen.



Kuva Tekniikkalajien palvelu- ja keskusalueet toimivat tahtialueiden muodostamisen ohjenuorana.



Kuva *Esimerkki talo- ja rakennusteknisten töiden ajallisesta suunnittelusta ja yhteensovituksesta*

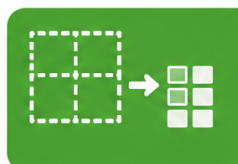
Vielä tahtituotannon periaatteista ja hyödyistä

Tahtituotantoa suunnitellessa on oleellista tunnistaa tuotannon toistuvat työvaiheet ja tasapainottaa niiden työmääriä ja järjestystä niin, että työvaiheiden tehtävät on mahdollista saada valmiiksi sovitun tahtiajan aikana. Tuotannon tasapainotusta voidaan tehdä monin eri tavoin, mutta tärkeää on muistaa, ettei tahtituotannossa pyritä optimoimaan yksittäisen työvaiheen tai työryhmien tehokkuutta, vaan pienentämään tuotannon vaihtelua. Virtaus syntyy, kun tahtijuna muodostuu keskenään tasapainotetuista tehtäväkokonaisuuksista, joiden suorittamisen edellytykset on varmistettu etukäteen.



Tuotannon tasapainottaminen

Työsuoritteiden tasapainottaminen keskenään työryhmien kokoa muuttamalla, työsuoritteiden yhteensovituksella tai aluejärjestystä muuttamalla.



Eräkoon pienentäminen

Alueiden jakaminen pienemmiksi, jolloin aikataulun tarkkuus paranee, kun töiden suorittamista tarkastellaan lyhyemmällä aikajänteellä pienemmällä alueella. Eräkoon pienentäminen mahdollistaa läpimenoajan lyhenemisen.



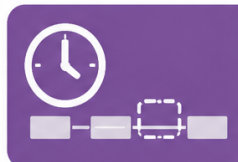
Töiden jatkuvuus eli rytmitys

Työsuoritteen jatkuminen tahtialueelta seuraavalle ilman, että väliin tulee odotusta tai muuta hukkaa.



Kapasiteettipuskurin huomioiminen

Työpaketit mitoitetaan siten, että työmäärä on pääosin hieman pienempi kuin mitä tahtiajan puitteissa teoreettisesti ehtisi tehdä.



Aikapuskurien hallittu käyttö

Tehtävien eli vaunujen ja/tai työkohteiden välille aikatauluun varattu aika mahdollisten tuotannossa ilmenevien poikkeamien hallitsemiseen, niin etteivät ne aiheuta välittömästi häiriötä seuraaville tehtäville, esimerkiksi toiselle tahtijunalle.

Kuva Tahtituotannon suunnittelun liittyviä periaatteet

Tahtituotannon merkittävimpana hyötynä voidaan pitää tuotannon läpimenoajan huomattavaa lyhenemistä. Tahtituotannon ansiosta työmaalla on vähemmän hukaksi luokiteltuja asioita kuten keskeneräisiä töitä, odottamista (mestan ja tekijöiden) sekä varastoja. Tahtituotanto myös parantaa työturvallisuutta sekä tuotannon ja lopputuotteen laatua.

Tahtituotanto tuo läpinäkyvyyttä ja luotettavuutta työmaan aikataulun johtamiseen. Kun aikataulua käydään läpi yhdessä osapuolten kesken päivittäin, saadaan kaikille muodostettua yhteinen tilannekuva tuotannon etenemisestä, poistettua esteitä sekä luotua edellytykset töiden häiriöttömään suorittamiseen. Tahtituotannossa työnkulku on siis ennustettavampaa ja kommunikointi avoimempaa, jolloin jokainen osapuoli tietää käynnissä olevat työt (mitä, missä, milloin, kuka tekee). Tuotanto on läpinäkyvää työntekijöille asti, mikä lisää paitsi työn sujuvuutta myös työmotivaatioita ja -viihtyvyyttä.

Läpimenoajan lyhentyminen, laadun parantuminen ja töiden häiriötön suorittaminen tuovat suorien hyötyjen lisäksi myös epäsuoria hyötyjä. Läpimenoajan lyhentyessä hankkeen aikasidonnaiset kustannukset pienenevät, mutta niin pienenevät myös aikasidonnaiset, rakennushankkeesta ympäristölle aiheutuvat haitat.

Tahtituotannossa on syytä nostaa tekijät keskiöön

- Työntekijät ovat avainasemassa tahtituotannon toteuttamiseksi ja laatutason saavuttamiseksi.
 - Työnteon edellytyksiä on luotava ja varmistettava systemaattisesti
 - Projektitiimit samoina kohteesta toiseen, jolloin oppiminen kumuloituu
- Työntekijöiltä on tärkeää saada palautetta, ideoita ja kehitysehdotuksia.

- Palautekyselyt tekijöille, jotta toimintaa saadaan kehitettyä työntekijöiden kokemustenperusteella.
- Muista myös palautteiden purku tekijöille!
- Kannustinjärjestelmät käyttöön
 - Tasavertaisuus
 - Tulee ulottua ”viimeiseen henkilöön asti”
 - Työntekijöille viestittävä avoimesi bonusten jakautumisen perusteista
- Työmaan tekijöiden työhyvinvoinnin vaikutus virtaustehokkuuteen ja laaduntuottoon merkittävä
 - Resurssitehokkuus tuo ”heitteillejätön” ei ketään kiinnosta toisen urakoitsijan työn sujuminen vaan osaoptimoidaan omaa tekemistä
 - Työ itsessään tulee suunnitella sellaiseksi, ettei työtaakka käy liian raskaaksi millekään ammattityhmälle
 - Asentajien vaikutusmahdollisuus lisää sitoutumista
 - Sosiaalitilojen siisteys ja toimivuus on oleellinen osa työntekijöiden viihtyvyyttä = Sosiaalista vastuullisuutta!

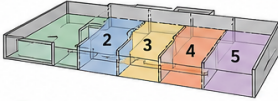
Yhteenveto tahtituotannon hyödyistä:

- **Sijaintiperusteisuus** auttaa etenemään tiloittain (esim. kerros tai huoneisto kerrallaan), jolloin useat työvaiheet limittyvät sujuvasti.
- **Keskeytykset vähenevät**, kun jokainen työvaihe on synkronoitu tahtiajan mukaan estäen ruuhkat ja odottelun työmaalla.
- **Laadun parantuminen**, kun tasainen tahti ja toistuvat työvaiheet vakiinnuttavat laadun ja virheet huomataan sekä korjataan heti, kun laaduntarkastus tehdään tahtialueittain kunkin työsuorituksen päätteeksi ja mahdolliset toistuvat laatuvirheet löydetään aiemmin.
- **Läpinäkyvyys**, kun töiden tekeminen ja johtaminen tapahtuu tahtiaikataulun mukaisesti. Visuaaliset tahtiaikataulut ja taulut tekevät aikataulujen seurannasta helppoa kaikille osapuolille.
- **Varmuus ja ennustettavuus** projektin ja yksittäisen urakan etenemiseen ja valmistumiseen liittyen paranee.
- **Projektin läpimenoaika** lyhenee piilossa olevien puskureiden ja esteiden poistuessa ja edellytysten luonnin kautta.
- **Kustannustehokkuus** parantuu aikasidonnaisten kustannusten pienentyessä ja työn tekemisen tehostuessa.
- **Selkeys ja jatkuvuus töiden tekemisessä**, kun on tiedossa, mitä kunakin päivänä tapahtuu ja tiedetään, että edellytykset töiden suorittamiseen on kunnossa.

TAHTITUOTANNON ONNISTUMISEN EDELLYTYKSET RAKENTAMISESSA

1 HYVIN MÄÄRITELTY TAHTIALUEJAKO

- Rakennus jaetaan loogisiin, mahdollisimman saman työmäärän sisältäviin alueisiin (tahtialueisiin).
- Alueiden tulee olla riittävän samankokoisia työmäärältään.
- Työvaiheiden kesto pyritään vakioimaan.
- Liian suuret erot alueiden välillä aiheuttavat pullonkauloja.



✓ Tasapainoiset alueet = tasainen tahti

2 LUOTETTAVA TUOTANNONSUUNNITTELU

- Tahtiaikataulu perustuu realistisiin tuotantonopeuksiin.
- Työmenekit tunnetaan.
- Työvaiheet on pilkottu riittävän tarkasti.
- Riippuvuudet on tunnistettu.
- Resurssit on mitoitettu oikein.



✓ Hyvä suunnittelu = vakaa tuotanto

Virheelliset lähtötiedot → tahti hajoaa nopeasti

3 VAKIOIDUT TYÖMENETELMÄT

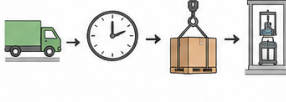
- Työryhmien tulee tehdä työnsä samalla tavalla ja samalla tuotantokyvällä eri alueilla.
- Työjärjestys on vakioitu.
- Materiaalit ja työvälineet ovat aina saatavilla.
- Laatuvaatimukset ovat selkeät.



✓ Vakiointi vähentää vaihtelua – tahtituotannon suurin vihollinen

4 HÄIRIÖTÖN MATERIAALILOGISTIIKKA

- Materiaalien, kaluston ja tiedon tulee olla oikeassa paikassa oikeaan aikaan.
- Toimitukset ajoitetaan tahdin mukaisesti.
- Varastointi työmaalla minimoidaan.
- Nostot, siirrot ja vastaanotot suunnitellaan etukäteen.



⚠ Jos yksi työryhmä odottaa materiaaleja, koko tahti voi häiriintyä.

5 ALIURAKOITSIJOIDEN SITOUTUMINEN

- Kaikkien osapuolten on ymmärrettävä ja hyväksyttävä tahtiajattelu.
- Aliurakoitsijat osallistuvat suunnitteluun.
- Tuotantotavoitteet ovat yhteiset.
- Poikkeamiin reagoidaan nopeasti.



👥 Yhteiset tavoitteet – yhteinen onnistuminen

✗ Ei toimi, jos jokainen optimoi vain omaa tekemistään.

6 EDELLYSTYSEN VARMISTAMINEN ETUKÄTEEN

- Jokaisen työvaiheen aloitusedellytykset tarkastetaan ennen tahdin käynnistymistä.
- Esimerkiksi:
 - ✓ suunnitelmat valmiina
 - ✓ materiaalit toimitettu
 - ✓ edellinen työvaihe hyväksytty
 - ✓ tarkastukset tehty



✓ Make-ready-ajattelu varmistaa sujuvan aloituksen

7 JATKUVA SEURANTA JA NOPEA REAGIOINTI

- Tahtia seurataan päivittäin tai viikoittain.
- Visuaalinen tahtitaulu tai digitaalinen seuranta.
- Poikkeamat havaitaan heti.
- Korjaavat toimenpiteet tehdään nopeasti.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Työvaihe 1										
Työvaihe 2										
Työvaihe 3										
Työvaihe 4										
Työvaihe 5										



🔄 Tavoitteena ei täydellinen suunnitelma, vaan kyky palauttaa tuotanto nopeasti takaisin tahtiin.

8 RIITTÄVÄ TUOTANNON VAKAUS

- Tahtituotanto soveltuu parhaiten kohteisiin, joissa:
 - ✓ työvaiheet toistuvat paljon
 - ✓ kerrokset tai huoneet ovat samankaltaisia
 - ✓ suunnitelmat ovat riittävän valmiita
- Esimerkiksi asuinrakennukset, hotellit, sairaalat ja toimistorakennukset soveltuvat usein hyvin tahtituotantoon.



✓ Toistuvuus + vakiointi + valmiit suunnitelmat = vakaa ja tehokas tahti

ONNISTUNUT TAHTITUOTANTO =
 Tasainen tahti +
 Lyhyempi läpimenoaika +
 Parempi laatu +
 Pienempi hukka +
 Tytyväiset ihmiset +
 Parempi kannattavuus

Kuva

Oli kohde millainen tahansa tahtituotannon perusperiaatteet ovat voimassa.

Rakennusala etsii jatkuvasti keinoja parantaa tuottavuutta, laatua, turvallisuutta ja hankkeiden ennakoitavuutta. Tahtituotanto on noussut yhdeksi lupaavimmista tuotannonohjauksen toimintamalleista, mutta sen käyttöönotto on paljon enemmän kuin uuden aikataulumenetelmän omaksumista. Se edellyttää muutosta koko rakennushankkeen toimintatavoissa, yhteistyössä ja johtamisessa.

Tässä kirjassa seurataan neljän rakennusalan yrityksen matkaa kohti tahtituotantoa. Tutkimus perustuu laajaan haastattelu-, havainnointi- ja työpaja-aineistoon, jonka avulla kuvataan, miten tahtituotantoa opitaan käytännön hankkeissa, millaisia hyötyjä sillä saavutetaan ja mitä haasteita muutoksen aikana kohdataan. Samalla esitellään vaiheittainen malli, jonka avulla rakennushankkeet voivat suunnitella ja toteuttaa siirtymän perinteisestä tuotannosta tahtituotantoon.

Kirja osoittaa, että onnistunut tahtituotanto ei synny pelkästään tahtiaikataulusta. Se rakentuu yhteisestä suunnittelusta, hankintojen ja suunnittelun nivomisesta tuotantoon, päivittäisestä johtamisesta, avoimesta yhteistyöstä ja jatkuvasta oppimisesta. Tahtituotanto tekee näkyväksi rakentamisen ongelmakohdat, mutta samalla tarjoaa välineitä niiden ratkaisemiseen.

Tiellä tahtiin tarjoaa rakennuttajille, suunnittelijoille, urakoitsijoille ja työnjohdolle tutkimukseen perustuvan ja käytännönläheisen oppaan kohti sujuvampaa, ennakoitavampaa ja yhteistyöhön perustuvaa rakentamista. Samalla se rohkaisee koko alaa näkemään tahtituotannon ennen kaikkea oppimis- ja muutosmatkana, jonka vaikutukset ulottuvat yksittäistä työmaata laajemmalle.



Mittaviiva Oy
Lars Sonckin kaari 10
02600 Espoo
www.mittaviiva.fi

Tarja Mäki,
Anssi Koskenvesa,
Aki Peltola
Mittaviiva Oy

ISBN 978-952-7356-12-8 (PDF)