

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

TAHTITUOTANNON PÄIVITTÄIS- JOHTAMINEN

TEKIJÄ Severi Korhonen

| | |
|---|-----------|
| Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala | |
| Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma | |
| Työn tekijä Severi Korhonen | |
| Työn nimi Tahtituotannon päivittäisjohtaminen | |
| Päiväys | 13.5.2025 |
| | 28/2 |
| Yhteistyötaho YIT Oyj | |
| Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä tahtituotannon keskeisiin periaatteisiin ja käsitteisiin rakennustyömaan päivittäisjohtamisen näkökulmasta. Työn tavoitteena oli selvittää, miten tahtituotannon periaatteita voitiin soveltaa käytännössä työmaaympäristössä sekä laatia työnjohtajien tueksi käytännönläheinen ohjeistus. Aihe nousi esiin YIT Oyj:n ehdotuksesta kesällä 2024, ja työ vastasi yrityksen tarpeeseen kehittää tahtituotannon johtamista työmailla.</p> <p>Työ toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja kehittämistyönä, jossa hyödynnettiin alan ajankohtaisia lähteitä sekä yritykseltä saatua käytännön tietoa. Opinnäytetyössä laadittiin käytännönläheinen ohje, joka tuki työnjohtajaa tahtituotannon toteuttamisessa. Ohjeessa tarjottiin selkeää, tiivistä ja helposti omaksuttavaa tietoa päivittäisen johtamisen tueksi. Opinnäytetyö rakentui teoria- ja kehittämisosuudesta, joissa käsiteltiin tahtituotannon perusteita, tahtiaikataulun rakentamista, tuotannon pullonkauloja sekä tahtituotannon eroavaisuuksia perinteisiin aikataulumalleihin verrattuna. Kehittämisosuudessa suunniteltiin muistilista työnjohtajien tueksi ja listattiin tahtituotannon päivittäisjohtamisen menetelmiä</p> <p>Tuloksena syntyi ohjeistus, joka helpotti työmaan toimihenkilöiden perehdyttämistä tahtituotantoon ja vahvisti päivittäisen johtamisen käytäntöjä.</p> | |
| Avainsanat tahtituotanto, päivittäisjohtaminen, tahtiaikataulu, tahtiaika | |

SISÄLTÖ

- 1 JOHDANTO 5
- 2 TAHTITUOTANNON PERUSTEET 6
 - 2.1 Tahtituotannon kehittäminen, soveltuvuus ja puskurien hallinta 7
 - 2.2 Tahtialue 8
 - 2.3 Tahtiaikataulun erityispiirteet 9
 - 2.4 Keskeiset erot muihin aikataulumalleihin 12
 - 2.5 Merkittävimmät pullonkaulat tahtituotannossa 13
 - 2.6 Palaverit 14
 - 2.7 Tahtituotannon ohjausmenetelmiä 16
- 3 TYÖNJOHTAJAN MUISTILISTA 21
 - 3.1 Työnjohtajan päivittäiset tehtävät 22
 - 3.2 Suositukset 23
- 4 JOHTOPÄÄTÖKSET 25
- 5 POHDINTA 26
- 6 LÄHTEET 27

KUVALUETTELO

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Esimerkki luovutusvaiheen tahtiaikataulusta (YIT 2025)..... | 7 |
| Kuva 2. esimerkkityömaan lohkojako (YIT 2025) | 9 |
| Kuva 3. tahtiaikataulu esimerkki | 9 |
| Kuva 4. Tahtiaikataulu toinen esimerkki | 10 |
| Kuva 5. Takt.ing (YIT 2025)..... | 11 |
| Kuva 6. Paikka-aikakaavio (Aikataulukirja 2024) | 12 |
| Kuva 7. Jana-aikataulu (Aikataulukirja 2024) | 12 |
| Kuva 8. Kuva esimerkkityömaalta | 15 |
| Kuva 9. Esimerkki tahtiaikataulusta (YIT 2025)..... | 16 |
| Kuva 10. Tahtialueiden irrotus | 19 |
| Kuva 11. Tyhjä vaunu | 19 |
| Kuva 12. Pehmeä käynnistys | 19 |
| Kuva 13. Junan pysäytys..... | 20 |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä tahtituotannon keskeisiin periaatteisiin ja käsitteisiin erityisesti rakennustyömaan päivittäisjohtamisen näkökulmasta. Työssä pyrittiin selvittämään, kuinka tahtituotannon toimintamalleja voidaan soveltaa työmaalla ja miten näiden toimintamallien avulla työmaan toimintaa voidaan kehittää. Lisäksi tavoitteena oli kehittää helppolukuinen ja helposti omaksettava ohje, joka tarjoaa työkaluja tahtituotannon päivittäiseen hallintaan ja johtamiseen.

Rakentamisen tuottavuus ei ole merkittävästi kasvanut Suomessa viime vuosikymmeninä, mikä on herättänyt keskustelua rakennusalan toimijoiden keskuudessa (Oona Lohilahti 2017). Tähän haasteeseen on alettu etsiä ratkaisuja muun muassa teollisen rakentamisen ja uudenlaisten tuotantomenetelmien avulla. Yksi keskeinen kehityssuunta on tahtituotanto, joka on herättänyt laajaa kiinnostusta erityisesti viimeisen 15 vuoden aikana. Pilottihankkeiden kokemukset osoittavat, että tahtituotannon avulla sisätyövaiheiden läpimenoaikoja on voitu lyhentää jopa 30–50 prosenttia (Mölsä 2019). Tämä tarjoaa merkittäviä säästömahdollisuuksia, sillä keskisuurissa ja suurissa hankkeissa työmaan päivittäiset kustannukset voivat nousta tuhansiin euroihin. Aikataulujen tehostaminen ei näin ollen vaikuta ainoastaan työn sujuvuuteen, vaan sillä on myös huomattava vaikutus hankkeen taloudelliseen kannattavuuteen.

Teollinen rakentaminen viittaa rakentamisen toimintamalliin, jossa rakennushankkeet toteutetaan systemaattisesti, vakioituja ja toistettavia ratkaisuja hyödyntäen. Sen tavoitteena on lisätä rakentamisen tuottavuutta ja laatua sekä parantaa kustannustehokkuutta ja ennustettavuutta. Teollinen rakentaminen perustuu vahvasti ennakkosuunnitteluun, tuotannon virtaukseen ja digitaalisuuden hyödyntämiseen. Keskeisiä piirteitä ovat vakioidut rakenteet ja yksityiskohdat, toistettavat työvaiheet sekä tuotantoprosessin tarkka aikataulutus ja hallinta. Rakentamista lähestytään samalla tavalla kuin teollista sarjatuotantoa, jossa pyritään minimoimaan hukkaa, varmistamaan tasalaatu ja optimoimaan resurssien käyttö. Yksi keskeinen menetelmä teollisessa rakentamisessa on tahtituotanto, jossa työmaa jaetaan selkeisiin tahtialueisiin, ja eri työvaiheet etenevät näillä alueilla ennalta määritellyssä tahdissa. Tämän avulla voidaan varmistaa, että työ etenee jatkuvasti ja eri toimijat pystyvät toimimaan tehokkaasti ilman odottelua tai päällekkäisyyksiä. Teollinen rakentaminen mahdollistaa myös digitaalisten työkalujen, kuten tietomallinnuksen ja tuotannonohjausjärjestelmien, tehokkaan hyödyntämisen. Teollinen rakentaminen tarjoaa rakennusosalalle merkittävän mahdollisuuden siirtyä perinteisestä projektikohtaisesta toteutuksesta kohti ennakoivampaa, systemaattisempaa ja kestävästi kehityksen periaatteita paremmin tukevaa toimintamallia. (YIT teollinen rakentaminen n.d.)

Opinnäytetyö toteutetaan yhteistyössä YIT Oyj:n kanssa. YIT on yksi Suomen suurimmista rakennusalan yrityksistä, joka toimii asunto-, toimitila- ja infrarakentamisen sektoreilla. Yrityksen strategisena tavoitteena on parantaa tuottavuutta ja lyhentää asuntohankkeiden rakentamisaikoja 20 prosentilla vuoden 2024 tasosta vuoteen 2029 mennessä. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi merkittävä osa tehokkuuspotentiaalista arvioidaan saavutettavan parantamalla aikataulusuunnittelua ja kehittämällä toimintatapoja. YIT:n ensimmäinen kohde, joka täytti tahtiaikataulun määritelmän, oli vuonna 2017 valmistunut Asunto Oy Tampereen Topaasi. Sen jälkeen tahtituotantoa on hyödynnetty useissa muissakin YIT:n kohteissa. Yrityksen tahtituotantoon kohdistama mielenkiinto on osa laajempaa kehityssuuntaa rakennusosalalla, jossa etsitään ratkaisuja tuottavuuden parantamiseen. (YIT 2025.)

2 TAHTITUOTANNON PERUSTEET

Tahtituotanto ja tahtiaika eivät ole uusia käsitteitä. Niitä on hyödynnetty autoteollisuuden parissa jo 1900-luvun alkuvaiheesta. Yksi ensimmäisistä ja merkittävimmistä rakennushankkeista, jossa tahtiaikaa on hyödynnetty, on Empire State Building, joka valmistui 1930-luvulla. (Haghsheno, Binninger, Dlouhy, Sterlike 2016.) Potentiaalista huolimatta, sen läpimurto ei ole tapahtunut koskaan laajemmin. Viimeisen 15 vuoden aikana kiinnostus tahtituotantoa kohtaan on kuitenkin kasvanut erityisesti Saksassa ja Yhdysvalloissa, joissa menetelmää on alettu soveltaa entistä systemaattisemmin rakennushankkeissa. (Lehtovaara & Hartikainen 2024).

Tahtituotanto on johtamismenetelmä, jonka tavoitteena on kehittää sekä rakennustyömaan ja koko organisaation toimintaa. Se edellyttää työnjohdolta vahvaa osaamista, sitoutumista ja kykyä toimia yhteisen tahdin mukaisesti. Menetelmä haastaa perinteisen johtamisen tapoja ja korostaa yhteistyön, ennakkoinnin ja suunnitelmallisuuden merkitystä.

Tahtituotannon keskeisimpiä tavoitteita ovat työmaan tuotannon optimointi, lopputuotteen laadun parantaminen, tehokas ennakointi sekä työturvallisuuden kehittäminen. Verrattuna perinteisiin aikataulusmenetelmiin, tahtituotanto ja tahtiaikataulu menevät huomattavasti tarkemmalle tasolle töiden suunnittelussa ja vaiheistuksessa. Työvaiheita pilkotaan pienemmiksi kokonaisuuksiksi ja aikataulut rytmitetään siten, että resurssien käyttö on tasapainoista ja työn eteneminen sujuvaa ilman keskeytyksiä. (Lehtovaara & Hartikainen 2024.)

Onnistunut tahtituotanto edellyttää kaikkien osapuolten – työnjohdon, työntekijöiden ja alihankkijoiden – sitoutumista yhteisiin tavoitteisiin ja sovittuun tahtiin. Tahtituotannossa erityinen painoarvo on tuotannon huolellisella suunnittelulla, jota kutsutaan tahtisuunnitteluksi. Sen ensisijaisena tavoitteena on varmistaa hankkeen sujuva toteutus ja onnistuminen. (Lehtovaara & Hartikainen 2024.)

Tahtisuunnittelu käynnistyy tiedon keräämisellä ja työvaiheiden järjestyksen määrittämisellä. Kun työvaiheet on tunnistettu ja jäsennelty, kutsutaan avainhenkilöt – kuten työnjohto ja aliurakoitsijat – mukaan kehittämään suunnitelmaa. Suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa on tärkeää osallistaa suunnittelijoita, urakoitsijoita ja työntekijöitä, jotta kaikki osapuolet ymmärtävät hankkeen tavoitteet ja aikataulut. Osallistaminen mahdollistaa sen, että osapuolet voivat tuoda esiin havaittuja epäkohtia ja kehitysehdotuksia, mikä parantaa suunnitelmien käytännön toteuttamiskelpoisuutta. (Aikataulukirja 2024.)

Tahtituotannon ytimessä on tahtiaika. Tahtiaika kuvaa yhden työpaketin suoritusrytmiä. Se määrittää ajan minkä puitteissa työpaketti on suoritettava. Rakennustyömailla on yleisimmin käytetty viikon tahtiaikaa (Lehtovaara & Hartikainen 2024). Tahtiaika on aina hankekohtainen ja voi vaihdella yhdestä päivästä useisiin viikkoihin. Lisäksi tahtiaika voi vaihdella työpakettien välillä.

Mitä lyhyempi tahtiaika valitaan, sitä pienemmäksi työtehtävien tulee jakautua. Lyhyt tahtiaika mahdollistaa virheiden nopeamman havaitsemisen ja korjaamisen, sillä poikkeamat rytmistä näkyvät välittömästi tai viimeistään seuraavan työpaketin alkaessa. Seuraava työryhmä ei yleensä voi aloittaa tehtävänsä ennen edellisen työtehtävän valmistumista, joten poikkeamiin on reagoitava välittömästi. Lyhyempi tahtiaika lisää tarkastelupisteiden määrää ja mahdollistaa työn valmistumisen tarkemman seurannan. Samalla se kuitenkin lisää työnjohdon hallittavien asioiden määrää, mikä voi

aiheuttaa haasteita etenkin kokemattomalle työnjohdolle. Pitkä tahtiaika puolestaan vähentää tahtialueita ja helpottaa suunnittelua ja kokonaisuuden hallintaa, mutta vaikeuttaa tuotannon seuranta ja hidastaa virheisiin reagoitua. (Lehtovaara & Hartikainen 2024.)

Tahtituotannon suunnittelu konkretisoituu tahtiaikataulussa (kuva 1), joka rakentuu kolmesta keskeisestä elementistä:

- Tahtialue on fyysinen osa työmaata, jossa tietyt työvaiheet suoritetaan.
- Vaunut sisältävät työpaketit, jotka kuvaavat ennakkoon suunniteltuja tehtäväkokonaisuuksia, jotka suoritetaan tietyssä järjestyksessä.
- Juna muodostuu vaunuista, joka etenee tahtialueelta toiselle yhteisen tahtiajan mukaisesti.

Näiden avulla koko työmaa rytmitetään selkeäksi, ennakoitavaksi ja seurattavaksi kokonaisuudeksi.



Kuva 1. Esimerkki luovutusvaiheen tahtiaikataulusta (YIT 2025)

2.1 Tahtituotannon kehittäminen, soveltuvuus ja puskurien hallinta

Tahtituotannon maksimaalinen hyöty saavutetaan, kun sen käyttöä kehitetään jatkuvasti ja virheistä opitaan systemaattisesti. Onnistuneessa toteutuksessa koko organisaatio sitoutetaan tahtituotannon toimintamalliin, eikä sen käyttö jää pelkästään työnjohdon vastuulle. Jatkuva parantaminen edellyttää, että poikkeamat ja virheet dokumentoidaan, analysoidaan ja niiden juurisyyt selvitetään ja poistetaan tuotannosta. Näin ehkäistään toistuvat virheet paitsi kyseisessä hankkeessa, myös tulevilla projekteilla. Raportteja voidaan hyödyntää ennakoivassa suunnittelussa seuraavissa kohteissa. (Lehtovaara & Hartikainen 2024.)

Tahtituotanto soveltuu erityisen hyvin kohteisiin, joissa on paljon toistuvia työvaiheita, kuten asuinkerrostaloihin ja hotellirakennuksiin. Tämä ei kuitenkaan sulje pois mahdollisuutta soveltaa tahtituotantoa myös muun tyyppisissä hankkeissa. (tahcon.fi.) On tärkeää tunnistaa tehtävien samankaltaisuus mutta myös osata erottaa täysin irralliset tai yksittäiset tilat, joita ei voida sisällyttää normaaliin tahtirytmiiin (Lehtovaara & Hartikainen 2024).

Koska rakennushankkeissa voi ilmetä viivästyksiä, on tahtituotannossakin tärkeää varautua niihin ennakkoon. Etenkin tahtituotannon käyttöönoton alkuvaiheessa on suositeltavaa sisällyttää aikatauluun pieniä puskureita, jotka tuovat joustavuutta. Mikäli jokin työvaihe viivästyy, on tärkeää, että on ennalta määritelty hetki, jolloin kesken jäänyt tehtävä voidaan suorittaa loppuun. Tahtituotannossa on mahdollista käyttää ns. kapasiteettipuskuria, eli työpaketit mitoitetaan siten, että ne vaativat hieman vähemmän aikaa kuin mitä tahtiajan aikana on mahdollista tehdä. Näin pienet virheet saadaan hoidettua tahtiajan sisällä. Ylijäävä aika voidaan käyttää seuraavan työpaketin valmistelun aloittamiseen. (Lehtovaara & Hartikainen 2024.) Työmenekkien kautta laskettujen työmäärien sopiva kapasiteetti on 70–80 % (Aikataulukirja 2024).

Viivästyksiin voidaan varautua esimerkiksi:

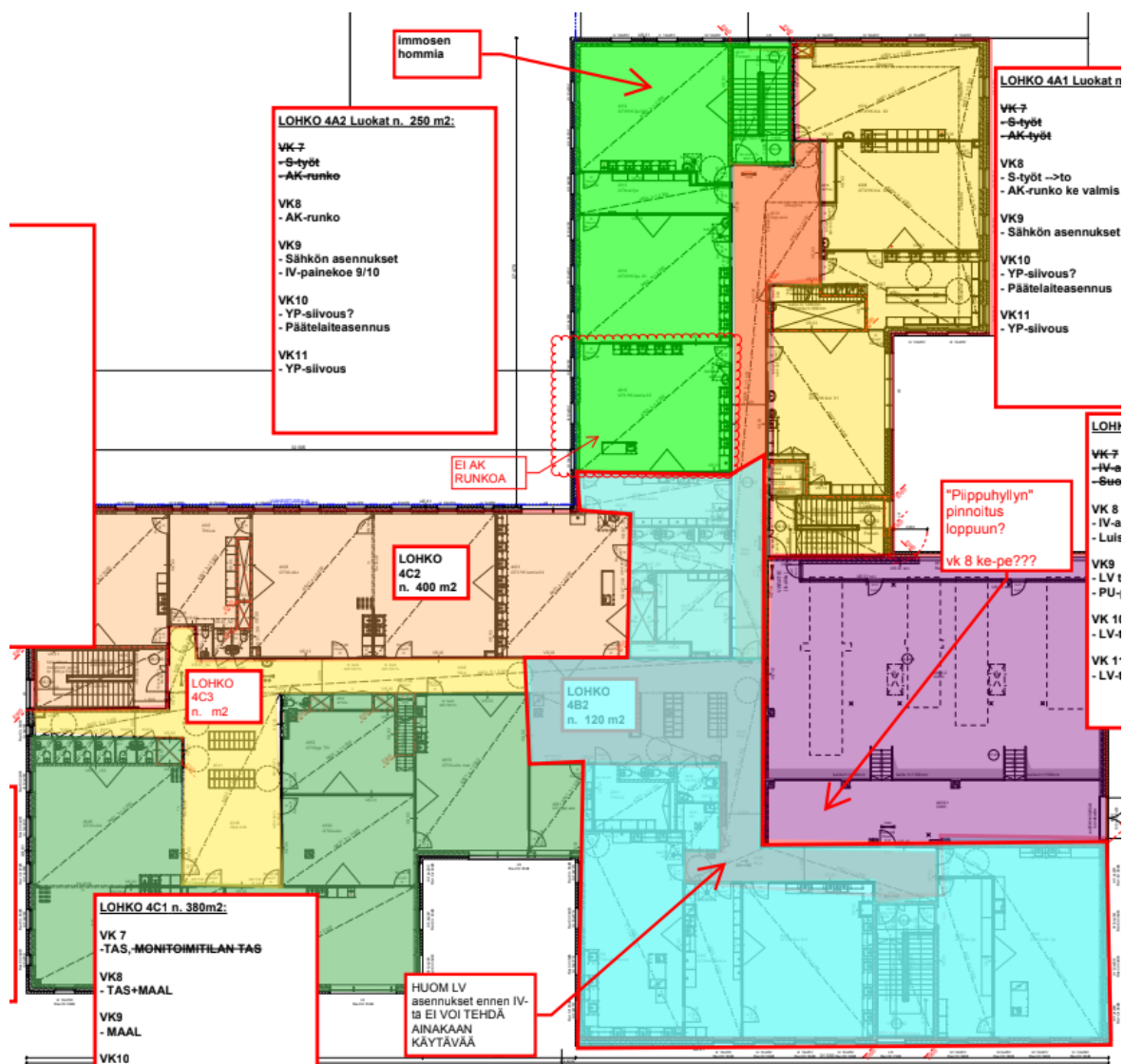
- Lohkotuksen avulla, jolloin työmaalle suunnitellaan ns. varamestojia eli vaihtoehtoisia työalueita, joihin ryhmät voivat siirtyä viivästystilanteissa.
- Tyhjien vaunujen tai huoneiden lisäämisellä aikatauluun, jotka toimivat puskurina.
- Kapasiteettipuskuri. (Lehtovaara & Hartikainen 2024.)

Puskurien käyttö vaatii kuitenkin huolellista suunnittelua. Liialliset puskurit lisäävät koko hankkeen läpimenoaikaa ja voivat katkaista tuotannon virtauksen, jolloin tahtituotannon hyödyt jäävät saavuttamatta. Siksi puskuireita tulisi käyttää vain harkiten ja perustellusti.

2.2 Tahtialue

Tahtialue tai lohkojako on merkittävässä osassa onnistunutta työmaata. Tahtialueiden suunnittelussa tulee huomioida työvaiheet, niiden kesto ja järjestys. Tahtialueiden koolla voidaan vaikuttaa työpakettien määrään. Tahtialueiden suunnittelussa on olennaista huomioida samankaltaiset ja toisaalta myös täysin erilliset tilat. On järkevää luoda omia paketteja esimerkiksi identtisistä huoneista ja erotella täysin irralliset ja erilaiset tilat kuten porrashuoneet. Erillisistä tai poikkeavista tiloista voidaan luoda omia junia, jotka voivat toimivat vaikka varamestoina. Tahtialueet muodostavat perustan, jonka avulla työmaan tuotantoa voidaan rytmittää ja hallita. (Lehtovaara & Hartikainen 2024.)

Kuva kaksi esittää esimerkin työmaan lohkotuksesta, josta voidaan huomata useita eri lohkoja, jotka on merkattu eri värein. Siitä voi huomata, kuinka samankaltaiset tilat on aseteltu omiin tahtialueisiin. Toisaalta, täysin irralliset tilat kuten auditorio on lohkottu omaan tahtialueeseen.



Kuva 2. Esimerkkityömaan lohkojako (YIT 2025)

2.3 Tahtiaikataulun erityispiirteet

Tahtiaikataulu on tahtituotannon keskeinen työkalu, jonka tarkoituksena on rytmittää työvaiheet ta-saiseksi ja ennakoitavaksi virraksi. Tahtiaikataulussa tuotanto jaetaan työalueisiin, eli tahtialueisiin ja jokaiselle alueelle allokoidaan vakioitu työaika, eli tahtiaika. Alla olevassa kuvassa kolme on esi-merkki tahtiaikataulusta. Siinä on käytetty kahdeksaa tahtialuetta ja viikon tahtiaikaa, jolloin läpime-noajaksi saadaan 27 viikkoa.

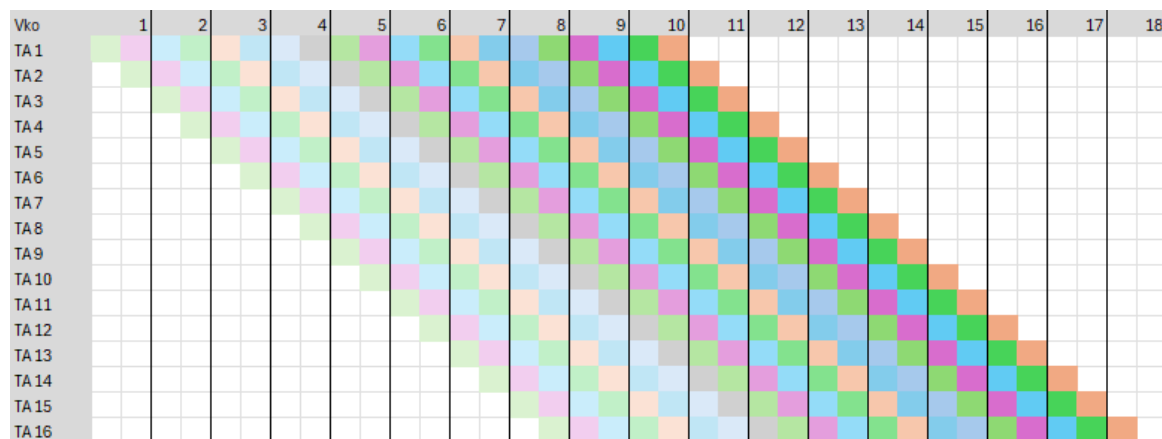
| Vko | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| TA 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TA 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TA 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TA 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TA 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TA 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TA 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TA 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Kuva 3. Tahtiaikataulu esimerkki

Kun tahtiaikaa pienennetään – eli työvaiheille varattua aikaa on vähemmän – tuotannon rytmi no-peatuu. Tällöin syntyy tarve lisätä tahtialueiden määrää, jotta resurssien käyttö olisi tehokasta ja työt etenisivät yhtäjaksoisesti alueelta toiselle. Tahtialueiden määrän kasvaessa myös työpakettien

määrä lisääntyy, koska kukin alue tarvitsee oman työpaketinsä. Tämä monimutkaistaa aikataulusta ja vaatii tarkempaa suunnittelua sekä koordinoitua.

Kun tahtialueiden määrä kasvaa, samanaikaisesti käynnissä olevien työpakettien määrä lisääntyy. Tämä kasvattaa tarvittavien resurssien, kuten työvoiman ja materiaalien määrän tarvetta. Resurssien hallinnasta tulee tällöin entistä kriittisempää, jotta työn sujutus ja tuotannon virtaus säilyvät optimaalisina. Resurssien riittävä ennakoitua ja koordinoitua ovat olennaisia tahtituotannon onnistumista.



Kuva 4. Tahtiaikataulu toinen esimerkki

Tahtiaikataulussa tehtävien aloitusajankohdalla on merkittävä vaikutus koko tuotantoprosessin läpimenoaikaan. Mitä lyhyempi tahtiaika on, sitä tiiviimmin peräkkäiset työpaketit voidaan käynnistää. Tämä tarkoittaa, että työpakettien aloitusajankohdat lähestyvät toisiaan, jolloin myös koko projektin kokonaisläpimenoaika lyhenee. Lyhyempi tahtiaika mahdollistaa siis nopeamman etenemisen työpaketin mukaisesti. Kun verrataan kuvien kolme ja neljä eroa, huomataan, että tahtiajan puolittamisella ja tahtialueiden kaksinkertaistamisella esimerkkitapahtuman läpimenoaika lyhenee n. 35 %.

Tahtiaikataulun keskeinen etu on mahdollisuus ennustaa koko projektin läpimenoaika selkeän kaavan avulla. Tämä laskentamalli tukee tuotannon suunnittelua ja auttaa projektin aikatauluttamisessa sekä resurssien mitoittamisessa. Läpimenoaikakaava tekee tahtiaikataulun seuraamisesta helppoa, kun tuotannon eri vaiheet ovat tarkasti määriteltäviä ja mitattavissa. Läpimenoaika (T) voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$T = (N + n - 1) \times t_1 + \text{puskuri},$$

jossa

T = läpimenoaika

N = tahtialueiden määrä

n = tahtivaunujen (työpakettien) lukumäärä

t_1 = tahtiaika (esimerkiksi päivinä tai viikkoina)

ja puskuri = mahdollinen varoaika. (Lehtovaara & Hartikainen 2024.)

Kaava perustuu siihen, että jokainen uusi työpaketti siirtyy tahtialueelta seuraavalle tahtiajan mukaisesti, ja kokonaisaika koostuu siis siitä, kuinka moni vaunu liikkuu ja

kuinka monta aluetta ne läpäisevät. Tämä mahdollistaa tuotannon rytmityksen ja ajallisen optimoinnin.

Esimerkkinä kuva neljä aikataulun läpimenoaika:

$N = 16$ tahtialuetta,

$n = 20$ tahtivaunua,

$t_1 = 2,5$ päivää,

puskuri = 0.

Laskemalla:

$T = (16 + 20 - 1) \times 2,5 = 87,5$ päivää,

joka vastaa noin 17,5 viikkoa.

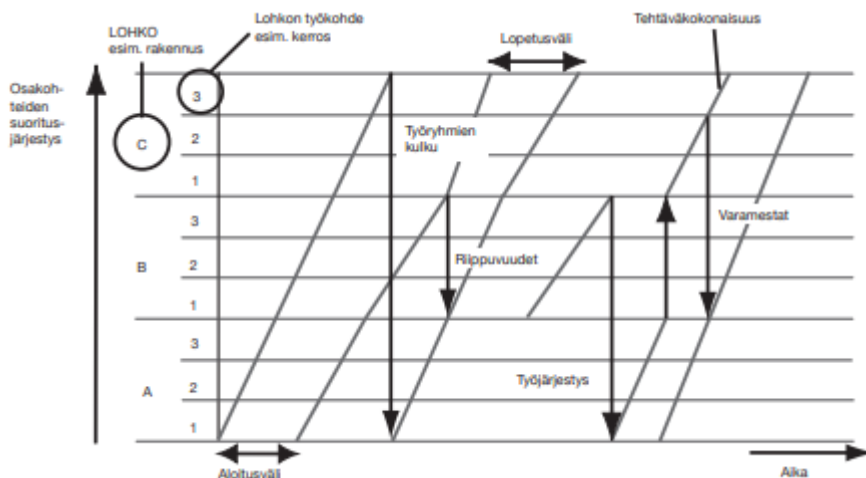
Tahtiaikataulussa voidaan hyödyntää erilaisia digitaalisia työkaluja. Aikataulusovelluksiin työpaketille voidaan lisätä tehtävää kuvaavia symboleita visualisoimaan tehtävää ja kuvaamaan aikataulun tilannetta. Takt.ing-sovellukseen voidaan lisätä automatisoituja hälytyksiä, jolloin sovellus varoittaa automaattisesti myöhästyvistä tehtävistä tai viiveestä. Kuvassa viisi näkyy tarkennettu kuvakaappaus rakentamisvaiheaikataulusta. Tehtävän valmistuttua aikatauluun päivitetään ✓-merkki. Kello-symboli tarkoittaa sitä, että työvaihe on valmiina alkamaan ja lentokone symboloi, että työtehtävä on käynnissä.



Kuva 5. Takt.ing (YIT 2025)

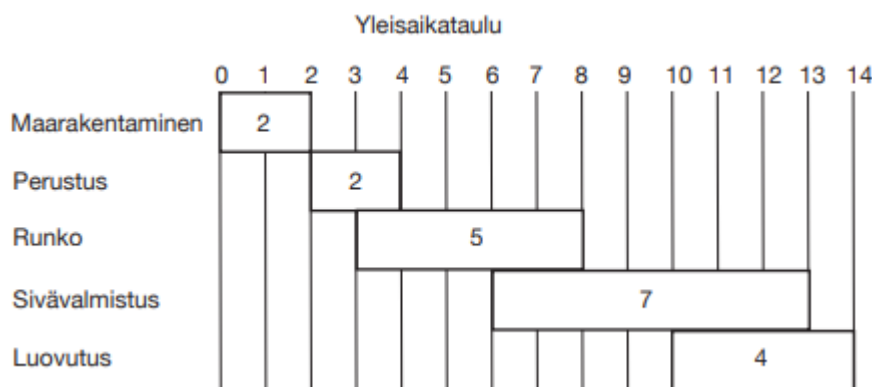
2.4 Keskeiset erot muihin aikataulumalleihin

Suomessa rakennushankkeiden aikataulutuksessa on perinteisesti käytetty paikka-aikakaaviota ja jana-aikataulua.



Kuva 6. Paikka-aikakaavio (Aikataulukirja 2024)

Paikka-aikakaavio ja tahtiaikataulu ovat periaatteeltaan hieman samankaltaisia. Työ etenee tasaisessa linjassa työalueiden lävitse. Merkittävin ero näiden välillä on kuitenkin puskureiden käyttö. Paikka-aikakaaviossa aikatauluun muodostuu suuria puskureita verrattuna tahtiaikatauluun. Puskurit lisäävät kuitenkin aina hukkaa, kun työtehtävä etenee suunnitellulla tahdilla. Toisena merkittävänä erona on se, että paikka-aikakaavio ei erottele yksittäisiä työtehtäviä yhtä tarkasti kuin tahtiaikataulu (Salminen n.d.). Tämä voi tehdä virheiden havaitsemisesta haastavampaa, koska työtehtävät voivat olla suurempia ja niiden etenemistä on vaikeampi seurata tarkasti. Paikka-aikakaaviossa on myös suuremmat aikarajat, mikä tekee aikataulun seuraamisesta epätarkkaa.



Kuva 7. Jana-aikataulu (Aikataulukirja 2024)

Kuvassa seitsemän oleva jana-aikataulu on yleisesti käytetty aikataulutustyökalu rakennushankkeissa, jossa ajan kulku esitetään vaaka-akselilla. Aikayksikkönä voidaan käyttää päiviä, viikkoja tai kuukausia riippuen projektin laajuudesta ja tarkkuustasosta. Aikataulun vasempaan laitaan merkitään eri työvaiheet ja mahdolliset välietapit, ja niiden viereen piirretään vaakasuuntaisia palkkeja, jotka kuvaavat kunkin työvaiheen ajoitusta ja kestoa. Työn etenemistä voidaan seurata joko pystysuoralla viivalla, joka ilmaisee nykyhetken, tai värikoodauksilla, jotka havainnollistavat työmaan tilannetta. Jana-aikataulun visuaalisuus helpottaa kokonaisuuden hahmottamista ja tukee tehokasta tuotannonohjausta. (kehmet.hel.fi.)

Tahtiaikataulun etuna paikka-aikakaavioon ja jana-aikatauluun on se, että työtehtävät on pilkottu pienempiin osiin, jolloin niiden aloitus- ja lopetusaikaväli on lyhyempi ja tarkempi. Tahtiaikataulussa poistetaan ylimääräiset puskurit, mikä lyhentää läpimenoaikaa ja tekee aikataulusta tiukemman. Lisäksi työtehtävien suoritusajat ovat tasaisempia verrattuna paikka-aikakaavioon mahdollisesti vaihteleviin aikoihin, jotka voivat poiketa toisistaan eri kulmakertoimen kautta. (Salminen n.d.)

2.5 Merkittävimmät pullonkaulat tahtituotannossa

Tahtituotanto pohjautuu Lean-ajatteluun. Lean-ajattelussa pyritään jatkuvaan parantamiseen, tehokkuuden lisäämiseen ja erityisesti virheiden ja hukkan poistamiseen kaikista tuotantoprosessin vaiheista. Tahtituotannossa tämä periaate toteutuu aktiivisella virheiden ja poikkeamien seurannalla sekä niiden nopealla korjaamisella ja juurisyiden tutkimisella (Lehtovaara & Hartikainen 2024).

Tutkimuksessa (Lehtovaara, Mustonen, Peuronen, Seppänen & Peltokorpi 2019) kartoitettiin merkittävimmät pullonkaulat tahtituotannossa ja esiteltiin keinoja niiden ennaltaehkäisyyn. Tutkimuksessa todettiin, että keskeisimmät riskit ovat taulukossa yksi listatut asiat.

Taulukko yksi Merkittävimmät pullonkaulat tahtituotannossa. Taulukossa hyödynnetty Lehtovaara, Mustonen, Peuronen, Seppänen & Peltokorpi 2019

| Ongelma | Ratkaisu |
|--|---|
| Suunnitelmien myöhästyminen ja keskeneräisyys | Ennakoiva ja luovan suunnittelun hallinta. Modulaaristen komponenttien hyödyntäminen |
| Aliurakoitsijat ja tavarantoimittajat eivät olleet valmiina nopeatempoiseen tahtituotantoon ja materiaalin toimittamiseen | Vaatii aliurakoitsijalta ja materiaalin toimittajalta valmiutta sitoutua intensiiviseen tahtiaikaan ja tuotantoon. Teollinen materiaalinhallinta |
| Tahtiaikataulussa ei ollut huomioitu tai suunniteltu kriittisiä tehtäviä kuten kuivumisaikoja. Lisäksi logistiikka- ja materiaalivirtaus oli puutteellisia | Kykyä ennakoida ja suunnitella logistiikka ja materiaali toimituksia esimerkiksi 3 viikkoa etukäteen suunnitelma. Kriittisten työvaiheiden suunnittelu tulee aloittaa ajoissa |
| Tahtituotannon ja tahtikontrollin käyttöönotossa tai niiden käytössä ollut ongelmia. Liian kova aloitus | Käyttöönotossa tulisi varmistaa, että työnjohdolla ja työntekijöillä on tahtituotannon toiminnan ymmärrys. Alussa tulisi suosia pehmeitä aloituksia |
| | (jatkuu) |

| | |
|---|---|
| (taulukko 1. jatkuu) | |
| Työtehtäviä ei ole suunniteltu riittävällä tarkkuudella, jolloin työtehokkuus on kärsinyt | Tahtituotannon tulisi suuntautua yksilöllisestä ohjauksesta kohti kokonaisvaltaisempaa lähestymistapaa. |
| Päivittäinen johtaminen ei ole toiminut | Parempi ymmärrys ja opetus tahtituotannosta ja digitaalisten työkalujen opettaminen |

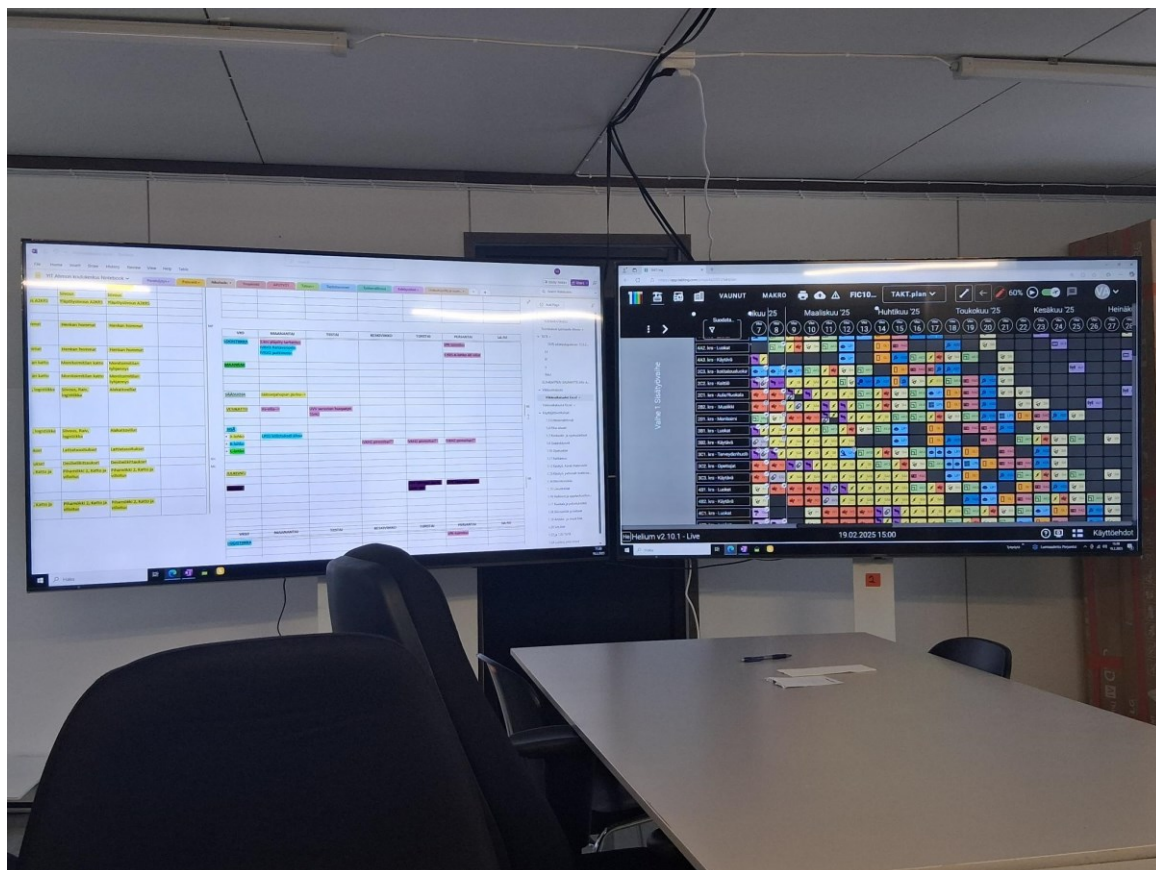
2.6 Palaverit

Tahtituotannossa työryhmien päivittäistä johtamista kutsutaan tahtiohjaamiseksi. Päivittäiset palaverit ovat olennainen osa sitä. Päivittäisiä palavereita pidetään kerran päivässä (Lehtovaara & Hartikainen 2024). Palaverit järjestetään aamulla ja niiden kesto on yleensä lyhyt 10–15 minuuttia (tahton.fi).

Päivittäisissä palavereissa varmistetaan, että kaikki työvaiheet etenevät ajallaan ja että työntekijät ovat selvillä omista tehtävistään. Palavereista vastaa työvaiheesta vastaava työnjohtaja. Osallistujina tulee olla ainakin työryhmien nokkahenkilöt, mutta myös muiden asiaan liittyvien työntekijöiden, kuten logistiikkaryhmän ja sen nokkahenkilön, tulisi osallistua (Heinonen & Seppänen 2016). Näin kaikki osapuolet pysyvät ajan tasalla ja voivat reagoida nopeasti muutoksiin työmaalla. Palavereissa käsitellään myös tehtäväpakettiin liittyvät poikkeamat, kuten laatuvirheet, työn keskeytykset ja häiriötilanteet sekä turvallisuusongelmat, kuten onnettomuudet. Lisäksi on tärkeää laskea työntekijöiden lukumäärä, jotta mahdolliset poissaolot voidaan huomioida ja varmistaa, ettei työtehtävien suorittamiseen tule esteitä. Päivittäisistä palavereista voidaan laatia yksinkertainen raportti, johon kirjataan poikkeamat ja virheet. Näitä raportteja voidaan hyödyntää seuraavissa hankkeissa ja niiden suunnittelussa. (Binner, Dlouhy & Haghsheno 2017.)

Päivittäisessä palaverissa tulee käydä läpi ainakin seuraavat asiat:

- Työryhmän tehtävät
- Työntekijöiden määrä
- Työkoneiden määrä
- Tahtisuunnitelman toteutumisasaste
- Poikkeamat ja virheet laadussa
- Turvallisuuspoikkeamat, kuten onnettomuudet tai turvallisuuden laiminlyönnit
- Työhäiriöiden määrä
- Siivotut alueet. (Binner, Dlouhy & Haghsheno 2017.)

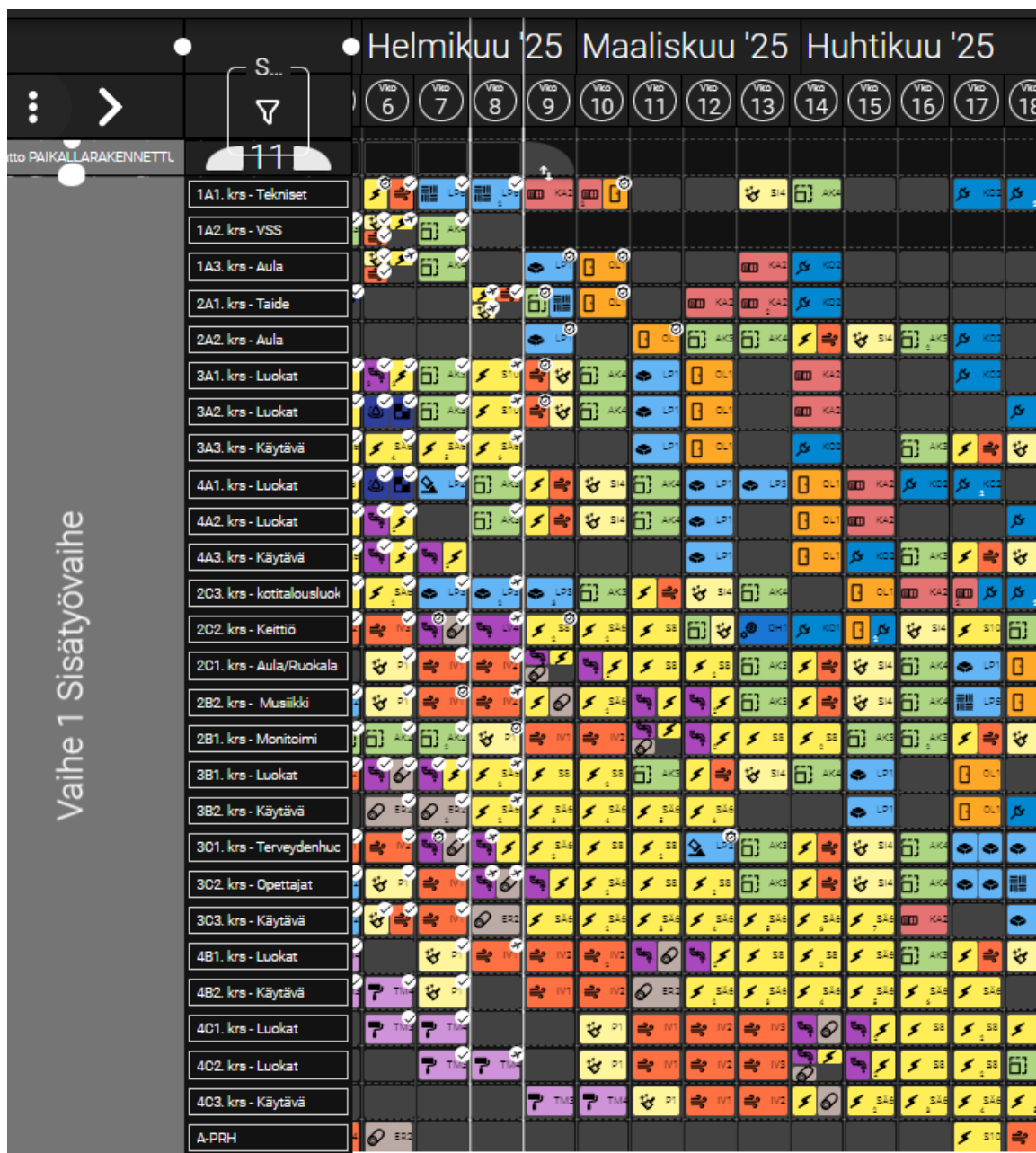


Kuva 8. Kuva esimerkkityömaalta

Kerran viikossa tulee pitää yhteinen viikkopalaveri, jossa työmaan vastaavat henkilöt käyvät läpi työmaan tilanteen. Työnjohtajilla voi olla omia tehtäviä, työryhmiä tai vastuualueita, joiden yhteensovittaminen on tärkeää tehdä viikkopalaverissa. Viikkopalaveriin tulisi osallistua kaikkien työntekijöiden, jotta jokainen saa kokonaiskuvan työmaan tilanteesta ja aikatauluista. Palavereissa on järkevää selvittää aikataulut ja työmaan yleinen tilanne, jotta kaikki ymmärtävät, mistä keskustellaan. Samalla on tärkeää nostaa esille mahdolliset ongelmat ja virheet, jotka ovat tapahtuneet työmaalla. Virheiden raportointi kannattaa tehdä siten, että niistä jää dokumentit talteen, jotta ne voidaan estää toistumasta. Kun uusi tehtävä alkaa tai tahti vaihtuu, on hyvä käydä se läpi työryhmän kanssa, jotta tavoitteet ja tahti ovat kaikille selkeät (Lehtovaara & Hartikainen, 2024).

Viikoittaisessa työnjohtajien palaverissa tahtiaikataulua päivitetään ja tarkennetaan seuraavaa viikkoa varten, jos tarvetta ilmenee. Tahtiaikataulun luominen on aloitettu jo suunnitteluvaiheessa, ja sitä päivitetään aktiivisesti työnjohtajien viikkopalavereissa. Tässä yhteydessä tehtäville asetetaan eri statukset työmaan tilanteen perusteella, mikä helpottaa tehtävien valmiusasteen seuraamista.

Visuaalista ohjausta on järkevää hyödyntää palavereissa. Esimerkiksi suuret tv-näytöt, joista esitetään tahtiaikataulua voivat auttaa hahmottamaan kokonaiskuvaa. Kuva kahdeksan on työmaalta, jossa hyödynnetään suuria tv-näyttöjä, joista näkyy viikkoaikataulu vasemmalle ja reaaliaikainen tahtisuunnitelma oikealla. Mahdollisuuksien mukaan 3D-malleja kannattaa hyödyntää, sillä ne tekevät työmaan tilanteen tarkastelusta selkeämpää.



Kuva 9. Esimerkki tahtiaikataulusta (YIT 2025)

2.7 Tahtituotannon ohjausmenetelmiä

Tahtituotannon ohjausmenetelmät (taulukko 2) keskittyvät tuotannon hallintaan. Näiden menetelmien avulla tuotantoa voidaan optimoida ja resursseja voidaan tasapainottaa, jotta työvaiheet etenevät sujuvasti ja aikataulun mukaan. Menetelmät voidaan vaikuttaa muun muassa työvaiheiden rytmitykseen, aikataulun ja resurssien hallintaan, työtehtävien suorittamisjärjestykseen ja tuotannon virtaamiseen. Menetelmien avulla voidaan reagoida ongelmiin ja viivästyksiin joustavasti, jolloin prosessia voidaan mukauttaa tarpeen mukaan ilman, että se haittaa projektin etenemistä. Tavoitteena on optimoida ja parantaa tuotannon virtausta. Menetelmien oikea soveltaminen parantaa myös työmaan olosuhteita ja edistää kestävästä rakentamisesta, sillä prosessien optimointi vähentää hukkaa ja lisää työvaiheiden ennustettavuutta.

Taulukko 1. Tahtituotannon ohjausmenetelmiä. Taulukossa hyödynnetty Binninger, Dlouhy. Steuer, Haghshenos. 4–5.

| | | |
|-------------------------------|--|--|
| Pehmeä käynnistys | Viivästetään seuraavan junan aloitusta. Voidaan käyttää silloin, kun junia on vähintään kaksi | Vaikuttaa tahtialueiden valmistumisajankohtaan |
| Kova käynnistys | Käynnistetään usea juna samaan aikaan | Aloituskäytöt lyhenevät, joten hanke valmistuu nopeammin |
| Tyhjä vaunu | Tyhjää vaunua voidaan hyödyntää puskurina tai esimerkiksi kuivumis- ja kovettumisaikojen suunnittelussa | Pidentää läpimenoaikaa |
| Kiinteiden puskuroiden käyttö | Lisätään tyhjiä vaunuja, jotta saadaan pelivaraa | Tasapainotetaan tuotantoa |
| Hypijät | Tasataan korkean resursseja vaativia työtehtäviä joustavalla työvoimalla. | Tasapainotetaan tuotantoa ja varmistetaan aikataulussa pysyminen |
| Tahtiajan lyhentäminen | Lyhentää tehtävän läpimenoaikoja | Prosessin optimointia, lyhentää hankkeen kestoa |
| Tahtiajan kasvattaminen | Pidentää tehtävän läpimenoaikoja | Prosessin optimointia, pidentää hankkeen kestoa |
| Junan jakaminen | Asetetaan samankaltaiset junat rinnakkain | Lyhentää rakentamisaikaa |
| Tahtialueiden irrottaminen | Tahtialueiden uudelleen organisointi | Alueiden valmistumisjärjestys muuttuu |
| Vaiheiden yhdistäminen | Eri työvaiheet vaativat erikokoisia tahtialueita. Tahtialueiden ja työpaketin sisällön optimointi parantaa tehokkuutta | Prosessin optimointia |
| Junan pysäytys | Junan pysäyttäminen esimerkiksi ongelman takia | Pidentää rakentamisen kestoa |
| Luovutusaikojen yhdistäminen | Tahtialueiden luovuttaminen suurempina paketteina | Tahtialueet luovutetaan suurempina paketteina |
| Kytkeminen | Vaunun lisääminen tai poistaminen prosessin järjestyksen muuttamiseksi | Pidentää hankkeen valmistumista (jatkuu) |

| | | |
|--|--|---|
| (taulukko 2. jatkuu) Vaunun kiihdytys | Varmistetaan vakaa tuotanto optimoimalla vaunun sisältöä | Työn virtauksen optimointia. Lyhyempi rakentamisaika |
| Vaunujen päällekkäisyys | Seuraava vaunu alkaa päällekkäin käynnissä olevan kanssa | Prosessin optimointia |
| Vaunujen rinnakkaisuus | Vaunujen suorittaminen rinnakkain | Prosessin optimointia |
| Vaunun siirto | Siirretään vaunun paikkaa | Prosessin järjestyksen optimointi |
| Vaunun vaihto | Vaihdetaan useampi vaunu ristiin | Prosessin järjestyksen optimointi |
| Työtehtävän vaihto vaunussa | Vaihdetaan työtehtävän sijaintia vaunun sisällä | Prosessin järjestyksen optimointi |
| Työpaketin kiihdytys | Kiihdytetään työpakettia vaunun sisällä | Vaunun sisällön optimointia |
| Tahtialueiden jakaminen | Tahtialueiden pienentäminen | Prosessin optimointia |
| Vaunujen suorittaminen alihankinnalla | Vaunun suorittaminen alihankinnalla | Työn suorittamista alihankinnalla, optimoidaan ja tasapainotetaan tuotantoa |
| Useampi juna tassa | Usean junan käyttäminen | Projektin tasapainottamista ja optimointia |
| Junapysäkki | Työtehtävien järjestyksen muuttaminen tai uudelleen suunnitteleminen | Prosessin uudelleen järjestely |
| Logistiikan ja materiaalien erotus | Arvoa luovien tehtävien erotus logistisista tehtävistä | Keskitytään arvoa tuottaviin tehtäviin |

Neljä tahtituotannon käytetyintä menetelmää ovat:

Tahtialueiden irrotusta voidaan hyödyntää, kun jokin estää etenemästä seuraavaan tahtialueeseen. Tässä tapauksessa tahtialue kolme siirretään tahtialue neljä taakse, jolloin työ ei keskeydy, vain järjestys muuttuu. (Binninger, Dlouhy. Steuer, Haghshenos. 4–5.)

| Vko | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| TA 1 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| TA 2 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| TA 4 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| TA 3 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| TA 5 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Kuva 10. Tahtialueiden irrotus

Tyhjää vaunua voidaan käyttää puskurina tasapainottamaan tuotantoa tai sillä voidaan suunnitella esimerkiksi kuivumisaikoja. (Binninger, Dlouhy. Steuer, Haghshenos. 4–5.)

| Vko | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| TA 1 | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| TA 2 | | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| TA 3 | | | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| TA 4 | | | | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| TA 5 | | | | | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ |

Kuva 11. Tyhjä vaunu

Pehmeää käynnistystä voidaan hyödyntää tilanteissa, missä on käytössä useampi kuin yksi juna. Hyötyinä pehmeässä käynnistyksessä on se, että saadaan kerättyä tietoa ensimmäisen junan etenemisestä ja tuotantoa voidaan parantaa seuraavassa junassa. (Binninger, Dlouhy. Steuer, Haghshenos. 4–5.)

| Vko | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| Juna 1 | | | | | | | | | | | |
| TA 1 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| TA 2 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| TA 3 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Juna 2 | | | | | | | | | | | |
| TA 4 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| TA 5 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |

Kuva 12. Pehmeä käynnistys

Junan pysäytystä voidaan käyttää tilanteissa, joissa ongelmaa ei voida ratkaista välittömästi vaan se vaatii suurempia toimia. Alla olevassa kuvassa tuotanto on pysäytetty viikolla 5. Junan pysähtyttyä on kannattavaa tehdä työtä varamestoilla, jos se on mahdollista. f(Binninger, Dlouhy, Steuer, Haghshenos. 4–5.)

| Vko | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| TA1 | Light Green | Pink | Light Blue | Dark Green | White | Light Orange | Light Blue | White | White | White | White |
| TA2 | White | Light Green | Pink | Light Blue | White | Dark Green | Light Orange | Light Blue | White | White | White |
| TA3 | White | White | Light Green | Pink | White | Light Blue | Dark Green | Light Orange | Light Blue | White | White |
| TA4 | White | White | White | Light Green | White | Pink | Light Blue | Dark Green | Light Orange | Light Blue | White |
| TA5 | White | White | White | White | White | Light Green | Pink | Light Blue | Dark Green | Light Orange | Light Blue |

Kuva 13. Junan pysäytys

3 TYÖNJOHTAJAN MUISTILISTA

Opinnäytetyön lähtökohtana oli YIT Oyj:n tarve kehittää tahtituotannon päivittäisjohtamista. Työn tavoitteena oli tuottaa käytännönläheinen ohjeistus, joka tukisi työnjohtajia tahtituotannon sujuvassa toteuttamisessa työmaaympäristössä. Työssä perehdyttiin tahtituotannon teoriaan ja koottiin aineistoa pääasiassa kirjallisuudesta, aiemmista tutkimuksista sekä yrityksen omista materiaaleista. Lisäksi hyödynnettiin käytössä olevia menetelmiä ja esimerkkejä olemassa olevista työmaaprosesseista. Virallisia haastatteluja tai kyselyitä ei toteutettu. Tietoja käsiteltiin ja analysoitiin laadullisella menetelmällä, jossa teoriaa sovellettiin käytännön työmaan johtamisen näkökulmaan. Kirjallisuuden ja dokumenttiaineiston pohjalta muodostettiin työnjohtajan muistilista ja kehitettiin suosituksia päivittäisjohtamisen tueksi. Työn tuloksena syntyi työnjohtajaa konkreettisesti tukeva muistilista sekä kehityssuosituksia, jotka pohjautuvat teorian ja käytännön yhdistämiseen. Kaikki valinnat ja menetelmät perusteltiin teoreettisella viitekehysellä, ja teoriaa sovellettiin tiiviisti käytännön ratkaisuihin.

Onnistunut tahtituotannon toteutus edellyttää systemaattista suunnittelua, aikataulutusta ja seuranta koko projektin ajan. Työnjohtajan rooli on keskeinen, sillä hän vastaa työpakettien valmistelusta, resursoinnista ja aikataulun hallinnasta. Suunnitelmien tarkastaminen ja säännöllinen työn seuranta mahdollistavat sujuvan ja aikarajoitteet täyttävän toteutuksen, joka minimoi virheet ja viivästykset. Työnjohtajan muistilista on apuväline työnjohtajalle tahtituotannon suunnittelussa. Taulukossa kolme työnjohtajan muistilista on listattu työnjohtajan tehtävät, jotka tulee suorittaa ennen työpaketin aloittamista.

Taulukossa kolme esitetään tärkeimmät vaiheet ja aikarajat rakennusprojektin eri vaiheiden tarkastamiselle. Alkuvaiheessa varmistetaan työpakettiin kuuluvien suunnitelmien saatavuus ja tarkistetaan niiden toteutuskelpoisuus kahdeksasta kymmeneen viikkoa ennen tehtävän aloitusta. Tämän jälkeen tarkastetaan urakoitsijan valmius ja sopimusten kunto kuudesta kahdeksaan viikkoa ennen työn aloitusta, mikä luo pohjan sujuvalle työskentelylle. Toteutussuunnitelmat, jotka käsittelevät laatua, turvallisuutta, kustannuksia, työmenetelmiä ja logistiikkaa, tarkastetaan neljästä kuuteen viikkoa ennen työn aloitusta varmistaen projektin valmistelun kattavuuden ja tarkan aikataulutuksen. Projektin edetessä työnjohtaja varmistaa, että aikataulu ja muut työtehtävät yhteensovitetään kolme viikkoa ennen tehtävän aloitusta, ja työryhmä perehdytetään tehtävään sekä varmistetaan tarvittavat työkalut ja tarvikkeet yksi viikko ennen työn aloitusta. Projektin aikana seurataan jatkuvasti työn etene mistä, jotta mahdollisiin ongelmiin voidaan puuttua välittömästi. Projektin lopussa tehdään perusteelliset laatutarkastukset ja dokumentointi.

Taulukko 3. Työnjohtajan muistilista

| Tehtävä | Kuvaus | Aikataulu |
|-----------------------------|--|--|
| Suunnitelmien tarkastaminen | Työnjohtajan tulee varmistaa työpakettiin kuuluvien suunnitelmien saatavuus ja tarkastaa, että ne ovat toteutuskelpoisia | 8–10 viikkoa ennen tehtävän aloittamista |
| Sopimusten tarkastaminen | Varmistetaan, että urakoitsija on tiedossa ja valmiina toteuttamaan työpaketin sisällön | 6–8 viikkoa ennen tehtävän aloittamista |
| Toteutussuunnitelmat | Tarkastetaan tai laaditaan toteutussuunnitelmat (laatu, turvallisuus, kustannukset, työmenetelmä ja logistiikka) | 4–6 viikkoa ennen tehtävän aloittamista |
| Aikataulu | Toteutusaikataulun tarkastus, sekä muiden tehtävien kanssa yhteensovitus. Varmistetaan, että edellytykset työpaketin aloittamiselle on kunnossa | 3 viikkoa ennen tehtävän aloittamista |
| Työryhmä | Perehdytetään työryhmä tehtävään ja varmistetaan, että heillä on tarvittavat työkalut ja tarvikkeet | 1 viikko ennen tehtävän aloittamista |
| Töiden seuraaminen | Tehtävän alkaessa varmistetaan, että työ lähtee käyntiin suunnitellusti. Työnjohtaja seuraa töiden etenemistä päivittäisillä työmaakerroksilla sekä palavereilla | Töiden aikana |
| Laatutarkastukset | Valmiille mestalle tehdään mallityö, dokumentointi ja lopuksi luovutetaan valmistunut mesta | Mestan valmistuttua |

3.1 Työnjohtajan päivittäiset tehtävät

Esimerkki tahtityönjohtajan päivittäisistä tehtävistä:

- Päivittäisen palaverin pitäminen
- Laatutarkastusten tekeminen valmiista tiloista
- Materiaalihankinnat
- Tavoitteiden ja aikataulun seuranta
- Logistiikan ja materiaalivirran huolehtiminen
- Aikataulun päivitys ja poikkeamien raportointi.

Työnjohtajan päivittäiset tehtävät esimerkki:

7:00 – 7:15 Päivittäinen palaveri

7:15 – 9:00 Työmaakerros: laatutarkastukset, materiaalihankinnat

9:15 – 11:00 Poikkeamien ja virheiden poistaminen tuotannosta, toimistotyöt

11:30 – 13:30 Välitavoitteiden seuranta, toimistotyöt, (viikko-, urakoitsija-, ja työnjohtajienpalaveri)

13:45 – 14:45 Laatutarkastukset, logistiikka- ja materiaalivirran suunnittelu

14:45 – 15:30 Aikataulun päivitys ja poikkeamien raportointi.

3.2 Suositukset

Jatkuva kehittäminen ja virheistä oppiminen

Tahtituotantoa on tärkeää kehittää jatkuvasti hankkeiden aikana. Virheet ja poikkeamat tulee dokumentoida ja analysoida, jotta niitä voidaan välttää tulevissa jatkossa. Kehittämisen prosessi tulisi ottaa osaksi organisaation kulttuuria, jossa virheistä oppiminen nähdään mahdollisuutena parantaa prosesseja.

Työntekijöiden ja alihankkijoiden sitouttaminen

On tärkeää, että koko työmaalla työskentelevä henkilöstö, mukaan lukien alihankkijat, sitoutetaan tahtituotantoon. Tämä voidaan saavuttaa selkeällä viestinnällä, laadukkaalla perehdyttämällä ja osallistavalla suunnittelulla, joka takaa, että kaikki osapuolet ymmärtävät yhteiset tavoitteet ja aikarajat.

Visuaalisten työkalujen hyödyntäminen

Tahtituotannon aikataulujen ja työvaiheiden seuranta voidaan tehostaa visuaalisilla työkaluilla. Tällöin työryhmät voivat helpommin hahmottaa tehtävien tilan ja aikarajat. Visuaalisten työkalujen käyttö tukee viestintää ja parantaa työn organisointia.

Päivittäisten ja viikoittaisten palavereiden toteuttaminen

Tahtituotannon päivittäiset ja viikoittaiset palaverit ovat keskeisiä työmaan hallinnan kannalta. Niiden avulla voidaan varmistaa, että kaikki työvaiheet etenevät suunnitellusti ja mahdolliset poikkeamat voidaan käsitellä nopeasti. Päivittäiset palaverit ovat tärkeitä työn seurannan kannalta. Viikoittaiset palaverit ovat erityisesti tärkeitä työnjohtajien tehtävien yhteensovittamisessa, ja niissä tulee tarkistaa aikataulut ja käsitellä työmaalla tapahtuneet poikkeamat ja virheet.

Logistiikan ja materiaalihallinnan parantaminen

Tahtituotannossa toimiva työmaan logistiikka ja oikea aikainen materiaalien toimitus ovat kriittisiä tekijöitä. Työmaan tulee kehittää ennakoivaa materiaalihallintaa, jotta tarvittavat materiaalit ovat aina saatavilla oikeaan aikaan ja paikassa. Tavarantoimittajilta on varmistettava etukäteen tarvittavan tavaran saatavuus sekä sen toimitus oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Tavaran käsittelyyn tulee varata tarvittavat välineet, kuten esimerkiksi autonosturi, jotta logistiikka sujuu häiriöttä.

Turvallisuuden ja laadun varmistaminen

Työmaalla tulee aina varmistaa, että turvallisuus ja laatu ovat etusijalla. Työnjohtajien on huolehdittava siitä, että työmaalla ei esiinny vaaratilanteita ja että työtehtävät suoritetaan laadukkaasti. Päivittäisissä ja viikoittaisissa palavereissa tulee käsitellä mahdolliset turvallisuuspoikkeamat ja varmistaa, että laatuvirheet korjataan ennen seuraavien työvaiheiden aloittamista. Työnjohtajan on oltava aktiivinen valmistuneiden tehtävien ja tilojen tarkastamisessa. Valmiit tilat tulee tarkastaa huolellisesti sekä työn laadun että alueen siisteyden osalta, jotta seuraava työryhmä voi aloittaa uuden vaiheen välittömästi. Valmistuneet tilat tulee varmistaa ja todeta luovutuskelpoisiksi ennen seuraavan työvaiheen aloittamista. Mikäli valmistuneissa tiloissa ilmenee laatuvirheitä tai muita poikkeamia, ne on korjattava välittömästi, jotta seuraava työvaihe ei viivästy.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakennusalan tuottavuuden lisäämiseksi tehdään kovasti töitä ja tahtituotanto voi muuttaa suuntaa. Jotta tahtituotanto saadaan pysyvästi ja laajemmin rakennusosalalle käyttöön, tulee muuttaa monia tämänhetkisiä tapoja ja ajatustyyliä. Tahtityömaan toiminta perustuu ja pohjautuu organisaation, työnjohtajien, työntekijöiden ja aliurakoitsijoiden yhteistyöhön. Ennen hankkeen aloittamista on tehtävä jokaiselle osapuolelle pelisäännöt selviksi ja sitoutettava heidät noudattamaan tahtia. Tahtityömaan onnistumisen kannalta suunnitteluvaihe on merkittävimmissä roolissa. Tahtiaikataulu tulee muodostaa siten, että se on toteutettavissa. Työpaketit eli vaunut tulee suunnitella tasapainoisiksi. Lohkotuksessa tulee tunnistaa samankaltaiset tilat ja erotella omiksi työalueiksi täysin poikkeavat tilat. Varsinkin tahtituotannon käyttöönotossa tulee olla aktiivinen ja kehittää toimintaa. Virheiden ja poikkeamien raportointi on tärkeää ja niitä voidaan hyödyntää seuraavissa hankkeissa ja tehtävissä.

Työnjohtajalta tahtituotanto vaatii paljon ennakkointia ja suunnittelua. Tulee huolehtia useista asioista, jotta työtehtävät etenevät sujuvasti. Päivittäisessä johtamisessa korostuu työnjohdon aktiivisuus aamupalavereiden pitämisessä ja valmiiden tilojen ja tehtävien tarkastamisessa, jotta seuraava tehtävä pääsee alkamaan ajallaan. Lisäksi pitää olla perillä, mitä kaikkea materiaalia ja työkaluja työvaiheet vaativat, jotta ne osataan tilata ajoissa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tahtituotannon potentiaali rakennusprojekteissa on suuri, mutta sen täysi hyödyntäminen vaatii huolellista suunnittelua, jatkuvaa kehittämistä ja tiivistä yhteistyötä. Teknologian ja visuaalisten työkalujen käyttö tuo lisää tarkkuutta ja ennakoitavuutta, mutta inhimillinen ja joustava lähestymistapa on edelleen keskeinen osa onnistunutta tahtituotantoa.

5 POHDINTA

Ennen opinnäytetyön aloittamista minulla ei ollut kovin hyvää käsitystä mitä tahtituotanto tarkoittaa ja kuinka sitä sovelletaan rakennustyömaalle. Laajan tiedonhaun kautta sain hyvän teoriapohjan tahtituotannosta ja sen käytöstä rakennustyömaalla. Lisäksi sain käyttöni YIT sisäisen verkon materiaalin, mikä oli todella hyvä lisä aiheen opiskeluun. Aihe oli minulle mieluinen ja mielenkiintoinen ja ajattelin sen olevan hyödyllinen tulevaisuudessa, sillä tahtituotanto yleistyy koko ajan rakennustyömailla.

Onnistuin mielestäni opinnäytetyössä hyvin. Kerroin perusteellisesti tahtituotannon ja tahtiaikataulun perusteista ja sen hallinnasta. Listasin tahtituotannon ohjausmenetelmät. Loin työnjohtajalle muistilistan hoidettavista tehtävistä ennen tehtäväpaketin aloittamista. Lisäksi tein tahtityönjohtajan päivittäisistä työtehtävistä esimerkin. Haasteina oli löytää tietoa nimenomaan yksittäisen tahtityönjohtajan päivittäisistä tehtävistä ja toiminnasta. Tahtituotannosta löytyi hyvin tietoa ja tutustuin laajasti suomenkieliseen mutta myös englanninkieliseen materiaaliin.

Jatkossa olisi mielenkiintoista tutkia, miten tahtituotannon soveltuu erikokoisiin ja erityyppisiin rakennushankkeisiin. Lisäksi olisi mielenkiintoista tarkastella sen vaikutuksia pitkällä aikavälillä. Tarkastelua voisi tehdä työn tuottavuuden kannalta, talouden kannalta ja tutkia kuinka tahtituotanto vaikuttaa työntekijän ja työnjohtajan työpanokseen. Tahtituotannon laajamittainen käyttöönotto saattaa vaatia merkittäviä muutoksia toimintatapoihin, mutta onnistuessaan se voi edistää pysyvää kehitystä kohti systemaattisempaa, tehokkaampaa ja laadukkaampaa rakentamista.

6 LÄHTEET

Opinnäytetyössä on hyödynnetty tekstin muotoilussa tekoälyavusteista tekstin muotoilua, erityisesti rakenteessa ja kieliasussa. (ChatGPT, 2025, OpenAI, GPT-4, <https://chat.openai.com>)

Binninger, M, Dlouhy, J & Haghsheno, S. 2017. Technical takt planning and takt control in construction [verkkodokumentti]. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/iglc-c9034a25-fd80-471c-90d3-c6c657b6d864.pdf>.

Binninger, M, Dlouhy, J, Steuer, D & Haghsheno, S. 2017. Adjustment mechanisms for demand-oriented optimisation in takt planning and takt control [verkkodokumentti]. https://www.researchgate.net/publication/318518054_Adjustment_Mechanisms_for_Demandoriented_Optimisation_in_Takt_Planning_and_Takt_Control.

Haghsheno, S, Binninger, M, Dlouhy, J & Sterlike, S. 2016. History and theoretical foundations of takt planning and takt control [verkkodokumentti]. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-6aa12588-08a1-4f6b-8f82-4f51a463df98.pdf>.

Hartikainen, U & Lehtovaara, J. 2024. Tahtituotanto opas 2/2024. Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. <https://ril.fi/tuote/tahtituotanto/>.

Heinonen, A & Seppänen, O. 2016. Takt time planning in cruise ship cabin refurbishment: Lessons for lean construction [verkkodokumentti]. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/iglc-be7b8b03-e663-42ca-83f4-3afa90f947bd.pdf>.

Jana-aikataulu (Gantt). n.d. Kehittävä metropoli – menetelmälääri. Helsingin kaupunki. <https://kehmet.hel.fi/metetelmalaari/jana-aikataulu-gantt/>.

Korhonen, Severi. 2024. Kuva esimerkkityömaalta. Valokuva. Severi Korhosen kokoelmat.

Lehtovaara, J, Mustonen, I, Peuronen, P, Seppänen, O & Peltokorpi, A. 2019. Implementing takt planning and takt control into residential construction [verkkodokumentti]. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-4516d8c5-60f8-428f-802b-1f8f14ae915c.pdf>.

Lohilahti, O. 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? Rakennuslehti, 13.9.2017. <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>.

Mölsä, S. 2019. Mistä puhumme, kun puhumme tahtituotannosta? Rakennuslehti, 9.12.2019. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/12/mista-puhumme-kun-puhumme-tahtituotannosta/>.

Salminen, J. n.d. Mitä uutta tahtituotanto tuo rakentamisen tuotannonohjaukseen? [verkkodokumentti]. <https://www.salmicon.fi/artikkelit/mita-uuata-tahtituotanto-tuo-rakentamisen-tuotannonohjaukseen/>.

Tahtituotanto. n.d. Palvelut [verkkosivusto]. <https://www.tahcon.fi/palvelut/tahtituotanto>.

Talonrakennusteollisuus RT ry, Rakennustietosäätiö RTS sr & Mittaviiva Oy. 2023. Aikataulukirja 2024 [PDF-tiedosto]. <https://kortistot.rakennustieto.fi/api/content/27394#page=24>.

Talonrakennusteollisuus RT ry, Rakennustietosäätiö RTS sr & Mittaviiva Oy. 2023. Aikataulukirja 2024 [PDF-tiedosto]. <https://kortistot.rakennustieto.fi/api/content/27394#page=31>.

YIT. n.d. Teollinen rakentaminen [verkkosivusto]. <https://www.yit.fi/infra/kaupunkirakentaminen/py-sakointiratkaisut/teollinen-rakentaminen>.

LIITTEET

Keskeisimmät pullonkaulat tahtituotannossa

| Ongelma | Ratkaisu |
|---|---|
| Suunnitelmien myöhästyminen ja kesken-eräisyys | Ennakoiva ja luovan suunnittelun hallinta. Modulaaristen komponenttien hyödyntäminen |
| Aliurakoitsijat ja tavarantoimittajat eivät olleet valmiina nopeatempoiseen tahtituotantoon ja materiaalin toimittamiseen | Vaatii aliurakoitsijalta ja materiaalin toimittajalta valmiutta sitoutua intensiiviseen tahtiaikaan ja tuotantoon. Teollinen materiaalinhallinta |
| Tahtiaikataulussa ei ollut huomioitu tai suunniteltu kriittisiä tehtäviä kuten kuivumisaikoja. Lisäksi logistiikka- ja materiaali-virtaus oli puutteellisia | Kykyä ennakoida ja suunnitella logistiikka ja materiaali toimituksia esimerkiksi 3 viikkoa etukäteen suunnitelma. Kriittisten työvaiheiden suunnittelu tulee aloittaa ajoissa |
| Tahtituotannon ja tahtikontrollin käyttöön-otossa tai niiden käytössä ollut ongelmia. Liian kova aloitus | Käyttöön otossa tulisi varmistaa, että työnjohdolla ja työntekijöillä on tahtituotannon toiminnan ymmärrys. Alussa tulisi suosia pehmeitä aloituksia |
| Työtehtäviä ei ole suunniteltu riittävällä tarkkuudella, jolloin työtahokkuus on kärsinyt | Tahtituotannon tulisi suuntautua yksilöllisestä ohjauksesta kohti kokonaisvaltaisempaa lähestymistapaa. |
| Päivittäinen johtaminen ei ole toiminut | Parempi ymmärrys ja opetus tahtituotannosta, sekä lisäksi digitaalisten työkalujen opettaminen |

Työnjohtajan muistilista

| Tehtävä | Kuvaus | Aikataulu |
|-----------------------------|--|--|
| Suunnitelmien tarkastaminen | Työnjohtajan tulee varmistaa työpakettiin kuuluvien suunnitelmien saatavuus ja tarkastaa, että ne ovat toteutuskelpoisia | 8–10 viikkoa ennen tehtävän aloittamista |
| Sopimusten tarkastaminen | Varmistetaan, että urakoitsija on tiedossa ja valmiina toteuttamaan työpaketin sisällön | 6–8 viikkoa ennen tehtävän aloittamista |
| Toteutussuunnitelmat | Tarkastetaan tai laaditaan toteutussuunnitelmat (laatu, turvallisuus, kustannukset, työmenetelmä ja logistiikka) | 4–6 viikkoa ennen tehtävän aloittamista |
| Aikataulu | Toteutusaikataulun tarkastus, sekä muiden tehtävien kanssa yhteensovitus. Varmistetaan, että edellytykset työpaketin aloittamiselle on kunnossa | 3 viikkoa ennen tehtävän aloittamista |
| Työryhmä | Perehdytetään työryhmä tehtävään ja varmistetaan, että heillä on tarvittavat työkalut ja tarvikkeet | 1 viikko ennen tehtävän aloittamista |
| Töiden seuraaminen | Tehtävän alkaessa varmistetaan, että työ lähtee käyntiin suunnitellusti. Työnjohtaja seuraa töiden etenemistä päivittäisillä palavereilla ja työmaakerroksilla | Töiden aikana |
| Laatutarkastukset | Valmiille mestalle tehdään mallityö, dokumentointi ja lopuksi luovutetaan valmistunut mesta | Mestan valmistuttua |