

Nikke Granqvist

# **AIKATAULUTEKNIKOIDEN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUSTYÖN OHJAAMISESSA**

Kandidaatintyö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Tarkastaja: Taija Puolitaival  
Kesäkuu 2022

# TIIVISTELMÄ

Nikke Granqvist: Aikataulutekniikoiden hyödyntäminen rakennustyön ohjaamisessa (Use of scheduling techniques in production control)

Kandidaatintyö

Tampereen yliopisto

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Toukokuu 2022

---

Rakennushankkeiden aikataulun venyminen on hyvin yleistä nykypäivänä. Rakennushankkeen aikataulussa pysymiseen voidaan vaikuttaa rakennustyön suunnitelmallisella ohjaamisella. Rakennustyön ohjaamiseen on erilaisia tuotannonohjaustapoja, mutta jokaiseen niistä liittyy vahvasti erilaiset aikataulut. Aikatauluja voidaan laatia käyttäen erilaisia aikataulutekniikoita eli erilaisia aikataulujen esitystapoja. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, kuinka Suomessa käytössä olevia aikataulutekniikoita voidaan hyödyntää rakennustyön ohjaamisen välineinä. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös rakennustyön ohjaamisen kokonaisuutta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli eritellä ja vertailla kolmen eri aikataulutekniikan -jana-aikataulu, vinoviiva-aikataulu ja ajoitettu lukujärjestys- käyttökohteita ja käyttötapoja sekä tarkastella niiden vahvuuksia ja heikkouksia.

Tutkimusmenetelmä oli kirjallisuustutkimus. Tutkimuksen tausta-aineistona käytettiin rakennusalan kirjallisuutta: oppikirjoja, RT-kortteja sekä erilaisia tieteellisiä julkaisuja, kuten konferenssijulkaisuja sekä vertaisarvioituja artikkeleita. Lähteinä käytettiin sekä suomenkielistä että englanninkielistä kirjallisuutta. Tutkimus jakaantuu kolmeen eri osaan. Ensimmäisessä osassa käsitellään rakennustyön ohjaamista yleisesti sekä kahden erilaisen tuotannonohjaustavan näkökulmasta. Ensimmäisessä osassa tarkastellaan myös erilaisten aikataulujen yhteyttä rakennustyön ohjaamiseen. Tutkimuksen toisessa osassa käsitellään kolmen eri aikataulutekniikan - jana-aikataulu, vinoviiva-aikataulu ja ajoitettu lukujärjestys - ominaispiirteitä sekä niiden käyttöä rakennustyön ohjaamisessa. Kolmannessa osassa vertaillaan näiden kolmen eri aikataulutekniikan vahvuuksia ja heikkouksia rakennustyön ohjaamisen näkökulmasta.

Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan sanoa, että näistä kolmesta aikataulutekniikasta ei voida valita täysin yhtä ylitse muiden. Jokaisella aikataulutekniikalla on omat vahvuutensa ja heikkoutensa, siksi käyttökohde ja käytötapa vaikuttaa paljon niiden toimivuuteen. Voidaan kuitenkin todeta, että yleisesti Suomessa eniten käytössä oleva aikataulutekniikka on vinoviiva-aikataulu, jota voidaan käyttää hyvin monen erilaisen aikataulun esitystapana. Vinoviiva-aikataulun ehdottomana vahvuutena on se, että siitä erotetaan eri tehtävien riippuvuussuhteet ja voidaan tahdistaa tehtävät oikein. Vinoviiva-aikataulun yhdeksi heikkoudeksi voidaan lukea se, että sen visuaalinen esitys koetaan usein epäselvänä, ja aikataulusta voi olla vaikea saada selkeää kokonaiskuvaa projektista. Jana-aikataulun yhtenä selkeänä vahvuutena on sen helppokäyttöisyys, eli jana-aikataulu on helppo laatia ja sitä on helppo lukea sekä ymmärtää. Jana-aikataulu voi olla kuitenkin hyvinkin suunniteltuna häiriöherkkä, koska siitä on vaikea erottaa tehtävien välisiä päällekkäisyyksiä. Lukujärjestyksen käytön vahvuus työn ohjaamisessa perustuu sen laatimiseksi kerättävään tietoon, kuten esimerkiksi jonkun tehtävän aloitusedellytysten tarkistamiseen, mikä on isossa roolissa myös monessa tuotannonohjaustavassa. Lukujärjestys on lähes aina laadittu vain lyhyeksi ajaksi, joten sen avulla projektista ei saa kokonaiskuvaa. Aikataulutekniikoiden keskenään vertailusta on melko vähän Suomeen keskittyviä tutkimuksia. Aiheen tarkastelu laajemmin suomalaisessa kontekstissa olisi jatkossa tärkeää, koska aikataulutekniikoiden käyttö on suuressa roolissa rakennustyön ohjaamisessa.

Avainsanat: Aikataulutekniikka, tuotannonohjaus, imuohjaus, työntöohjaus, jana-aikataulu, vinoviiva-aikataulu, lukujärjestys.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
2. RAKENNUSTYÖN OHJAAMISEN VÄLINEET .....	3
2.1 Rakennustyön ohjaus eli tuotannonohjaus yleisesti .....	3
2.2 Imuohjaus .....	3
2.3 Työntöohjaus .....	5
2.4 Rakennustyön ohjaamisessa käytettävä tehtäväsuunnitelma .....	6
2.5 Rakennustyön ohjaamisessa käytettävät aikataulut .....	7
3. AIKATAULUTYYPIT JA NIIDEN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUSTYÖN OHJAAMISESSA .....	9
3.1 Aikataulutyytit yleisesti .....	9
3.2 Jana-aikataulu .....	9
3.3 Vinoviiva-aikataulu .....	11
3.4 Aikataulutettu lukujärjestys .....	15
4. AIKATAULUTEKNIKOIDEN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET .....	18
5. JOHTOPÄÄTÖKSET .....	21
LÄHTEET .....	23

# 1. JOHDANTO

Dallasega et al. (2021) kirjoittaa artikkelissaan, että nykypäivänä rakennushankkeiden aikataulun viivästyminen ja budjetin ylittyminen on hyvin yleistä. Bielefeldin (2017) mukaan rakennustyön aikatauluttaminen on yksi tärkeimmistä tavoista kontrolloida koko prosessia ja sen kulkua. Myös rakennushankkeiden tarjouskilpailu on todella kovaa. Rakennushankkeet ovat lähes aina tiukasti budjetoituja ja laskettuja, joten on tärkeää tarkastella tapoja sekä menetelmiä, joilla voidaan vaikuttaa rakennushankkeen katteeseen ja kannattavuuteen. Tehokkaalla rakennustyön ohjaamisella voidaan vaikuttaa huomattavasti resurssien järkevään käyttöön. Oikeilla metodeilla voidaan säästää niin työtunneissa kuin oikea-aikaisissa materiaalihankinnoissa.

Tutkimuksen tavoitteena on vertailla erilaisia aikataulutekniikoita rakennustyön ohjaamisessa. Tavoitteena on myös yksilöidä eri aikataulutekniikoita ja niiden käyttöä rakentamisen eri vaiheisiin ja osa-alueisiin. Aikataulutekniikoiden käytön ymmärtämiseksi tutkimuksessa on tavoitteena myös tuoda esille, mitä rakennustyön ohjaaminen tarkoittaa ja pitää sisällään.

Päätutkimuskysymys: Miten aikataulutekniikoita hyödynnetään rakennustyön ohjaamisessa?

Päätutkimuskysymys voidaan jakaa kolmeen eri tutkimuskysymyksen, joihin tutkimuksessa etsitään vastauksia.

1. Tutkimuskysymys: Mitä on rakennustyön ohjaaminen?
2. Tutkimuskysymys: Minkälaisia aikataulutekniikoita on käytössä ja kuinka niitä käytetään?
3. Tutkimuskysymys: Mitä heikkouksia ja vahvuuksia eri aikataulumenetelmien käytössä esiintyy?

Tutkimuksessa käsitellään rakennustyön eli tuotannon ohjaamista yleisesti ja käydään läpi siinä käytettäviä välineitä sekä toimintatapoja. Tutkimuksessa esitetään kaksi käytössä olevaa, toisistaan eroavaa tuotannonohjaustapaa: imuohjaus ja työntöohjaus. Tutkimuksessa käsitellään Suomessa käytössä olevista aikataulutyypeistä: jana-aikataulu, vinoviiva-aikataulu sekä lukujärjestykseen ajoitettu tehtäväluettelo. Aikataulutyyppien avulla on mahdollista tehdä erilaisia ja eri käyttöön, kuten

rakennustyön ohjaamiseen soveltuvia aikatauluja. Tutkimuksessa keskitytään siihen, miten mikäkin aikataulutekniikka soveltuu sille tarkoitettuun käyttökohteeseen sekä nimenomaisen aikataulutyyppin vaikutuksesta rakennustyön ohjaamiseen sekä rakennustyön aikataulun hallintaan.

Tutkimuksen tutkintamenetelmänä toimii kirjallisuustutkimus. Tutkimuksen perustana on käytetty Rakennustieto Oy:n laatimia RT-kortteja sekä muita julkaisuja, kuten oppikirjoja. Näiden perusteella esitellään tuotannonohjaustavat, aikataulutyyppit sekä niiden soveltamistavat ja soveltamiskohteet. Rakennustieto Oy:n julkaisuista saadaan tutkimuksen perustiedot. Edellä mainittujen asioiden tarkastelussa on käytetty myös muiden toimijoiden laatimia julkaisuja. Aikataulumenetelmien käyttöä ja sen vertailua rakennustyön ohjaamisessa tarkastellaan tieteellisten julkaisuiden pohjalta. Käytettyihin tieteellisiin lähteisiin kuuluvat alan eri kirjat, konferenssijulkaisut sekä vertaisarvioidut artikkelit eri toimijoilta.

## 2. RAKENNUSTYÖN OHJAAMISEN VÄLINEET

### 2.1 Rakennustyön ohjaus eli tuotannonohjaus yleisesti

Rakennustyön ohjaaminen eli tuotannonohjaus on rakennustuotannon osa, jonka avulla rakennusmateriaaleista tuotantotekniikkaa hyödyntäen muokataan valmis tuote (Koski 2011, s. 14), kuten esimerkiksi rakennuksen väliseinät. Tuotannonohjaus voidaan ajatella henkisenä pääomana, jolla aineelliset resurssit suunnataan konkreettiseen toimintaan. Tuotannonohjausta suoritetaan suunnitelmien ja raporttien pohjalta. Tuotannonohjauksen täytyy olla jatkuvaa koko projektin läpi sekä itseään korjaavaa. Jos huomataan, että joku suunnitelma ei toimi, tulee se ottaa esille ja etsiä ongelmaan ratkaisu. Korjausehdotuksen pohjalta tehdään uusi suunnitelma tai muokataan vanha toimivaksi. Toimiva ja tehokas tuotannonohjaus edellyttää laaja-alaista yhteistyötä suunnittelijoiden, työnjohtajien ja toteuttajien välillä. Tuotantosuunnitelmat sekä muut työtä ohjaavat dokumentit ovat asiakirjoja, joissa on tarkkaa kohdekohtaista tietoa. (Koski 2011, s. 15)

Rakennustyötä hallitaan ajallisesti erilaisten tuotannonohjaustapojen avulla. Rakentamisessa tuotannonohjaus on tärkeää, koska tuotanto ei etene aina tasaisesti. Tuotannonohjauksessa siis seurataan etenevää prosessia, pyritään ennakoimaan, miten tuotanto etenee sekä pyritään tunnistamaan ajoissa mahdolliset ongelmat tai häiriöt. Työnaikaisessa tuotannonohjauksessa tarkastellaan niin yksittäisiä työtehtäviä kuin laajaa kokonaisuuttakin. (Junnonen 2010, s. 26) Tässä luvussa tarkastellaan imuohjausta sekä työntöohjausta.

### 2.2 Imuohjaus

Last Planner menetelmä on tuotannonohjaustapa, joka perustuu ns. imuohjaukseen (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 100). Last Planner tuotannonohjaus perustuu lean ajattelutapaan, jossa korostetaan arvon tuottoa ja hukkan karsimista. Last Planner nimellä viitataan henkilöön, joka toimeenpanee tehtävän rakennustyömaalla eli on viimekädessä vastuussa tehtävän etenemisestä. (Iskala 2019, s. 5)

Perinteisessä tuotannonohjaustavassa oletetaan, että tehtävien suoritus tapahtuu tasaisella tuottavuudella (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s.105). Tämä oletus ei kuitenkaan tosiasiallisesti pidä paikkaansa, vaan oikeasti tosiasiallinen tuottavuus vaihtelee, työn suorituksen aikana. Last Planner menetelmä huomioi ja varautuu tuottavuuden vaihteluun tehtävän aikana (Iskala 2019, s. 5). Perinteisen

tuotannonohjaustavan keskittyessä tehtäviin, jotka pitää toteuttaa, keskittyy Last Planner menetelmä tehtäviin, jotka voidaan toteuttaa. Last Planner menetelmässä keskitytään työn sujuvuuden varmistamiseen, hukan poistoon sekä tuotannonohjaustavan jatkuvaan kehittämiseen. (Iskala 2019, s.13)

Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, s. 105) mukaan tuotannonohjauksessa voidaan kohdata tehtävän eri vaiheisiin sijoittuvia ongelmia. Ensimmäisenä eteen voi tulla aloitusongelma. Tehtävän käynnistyttyä voidaan kohdata tehtävän aikaisia ongelmia. Tehtävän lopussa, lopetukseen liittyvät ongelmat ovat mahdollisia. Last Planner menetelmä pyrkii poistamaan aloitusongelmat, siten että tehtävän aloitusedellytykset varmistetaan ennakoivalla toiminnalla (Iskala 2019). Kun tehtävien aloitusedellytykset on varmistettu, tehtävät asetetaan toteutettavaksi. Last Planner menetelmässä oleellista on ohjaustavan jatkuva kehitys eli menetelmän jatkuva parantaminen vähentää ja ehkäisee työn aikana kohdattavia ongelmia (Iskala 2019, s. 13).

Last Planner menetelmän tavoitteena on luoda ennustettava häiriötön tuotanto, oppiva ja kehittyvä tuotannonohjaustapa sekä tunnistaa ja poistaa mahdolliset esteet ja ongelmat. Last Planner menetelmässä työn suunnitteluun ja toteuttamiseen osallistuvat osapuolet tekevät yhtenäistä vaihesuunnittelua, jossa osapuolet suunnittelevat omasta tehtävästään nettoaika perusteisen aikataulun yleisaikataulun pohjalta. Seuraavaksi toteutetaan järjestelmällinen valmisteleva suunnittelu, jossa pyritään 4-6 viikon aikaväliltä tunnistamaan ja poistamaan tehtävien aloittamista vaikeuttavat ongelmat. Kyseessä on imuohjaus. Viikkosuunnittelua tehdessä otetaan suunnitelmaan mukaan vain sellaiset tehtävät, joiden aloitusedellytykset ovat olemassa ja ne voidaan aloittaa suunnitellusti. Viikkosuunnittelun toteutumista mitataan jatkuvasti tehtävien toteutumisprosentin avulla. Toteutumatta jäävien tehtävien syyt selvitetään ja pyritään vaikuttamaan syihin tulevaisuudessa. Tuotannonohjaustapaa pyritään parantamaan jatkuvasti, joka ilmenee parantuvana tehtävien toteutumisprosenttina. (Merikallio 2015)

Last Planner menetelmä vakiintuu käyttöön kurinalaisella toiminnalla (Merikallio 2015). Last Planner tuotannonohjauksen toimimisen kannalta on tärkeää sitouttaa tekijät viikkotason tehtävien hoitamiseen sekä seurantaan. Tämän avulla varmistetaan tehtävien valmistuminen ajallaan. Viikkotasolla tehtäväsuunnitelmien toteutuksen valvominen ja resurssien oikein käyttäminen ovat avainasemassa imuohjaukseen perustuvan tuotannonohjaustavan toiminnassa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s.105)

## 2.3 Työntöohjaus

Työntöohjaukseen perustuvan uusiutuvan tuotannonohjaustavan tarkoituksena on ennalta ehkäistä poikkeaminen suunnitelmista. Kuitenkin mahdollisen poikkeaman ilmentyessä, uusiutuvan tuotannonohjaustavan tarkoituksena on palauttaa tuotanto suunnitelmien mukaiseksi mahdollisimman nopeasti. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 100)

Suunnitelman mukaisen toiminnan varmistamiseksi, tulee tuotantosuunnitelmien olla kattavia ja toteuttamiskelpoisia (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 100). Tuotantosuunnitelmien ollessa pintapuoleisia tai pelkästään yleisellä tasolla laadittuja, kasvaa sen mahdollisuus, että tuotannossa ilmenee poikkeamia. Jatkuva toimintaedellytysten varmistaminen ja ylläpitäminen on tärkeä osa uusiutuvaa tuotannonohjaustapaa. Tämän lisäksi pyritään ennakoimaan mahdolliset ongelmat ja poikkeamat, ennen niiden syntymistä.

Poikkeaman ilmentyessä tuotanto palautetaan takaisin suunnitelmien mukaiseksi, muuttamalla työn suorittamiseen varattua resurssin määrää tai tehtävänsisältöä muuttamalla. Myös työn aloitusajankohdan muutoksella voidaan palauttaa tuotanto takaisin suunnitelmien mukaiseksi. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 100) Esimerkiksi jos työmaalla huomataan, että työryhmä, jonka tehtävänä on tehdä väliseinät ja alakatot, jää suunnitellusta aikataulusta jälkeen, on aikataulupoikkeaman korjaamiseksi kolme vaihtoehtoa:

- Työryhmän kokoa voidaan kasvattaa, jos se on mahdollista.
- Tehtävän sisältöä voidaan muuttaa esimerkiksi, siten että työryhmä tekee pelkästään väliseinät ja alakatot tekee joku muu työryhmä.
- Jos aikataulu antaa myöden, voidaan tehtävälle varattua aikaa pidentää ja täten siirtää seuraavan tehtävän aloitusajankohtaa eteenpäin.

Koskenvesan & Sahlstedtin (2017, s. 100) mukaan uusiutuvan tuotannonohjaustavan toimimiseksi on tärkeää, että suunnitelmat palvelevat nimenomaan tuotantoa sekä todellisen tilanteen ja suunnitelman suhteesta ollaan selvillä. Tällöin tuotanto etenee häiriöittä ja mahdollisilta lisäkustannuksilta välttyään, joten kustannukset pysyvät suunniteltuina. Uusiutuvan tuotannonohjaustavan käytössä on tärkeää, että työntekijät ovat selvillä vaadittavasta laadusta, jotta poikkeamat laadussa vältetään. Samaa työtä ei tarvitse tehdä montaa kertaa, vaan työ hoituu kerralla vaaditulla laadulla. Koskenvesa & Sahlstedt (2017, s. 100) kuvailevat työntöohjaukseen perustuvaa



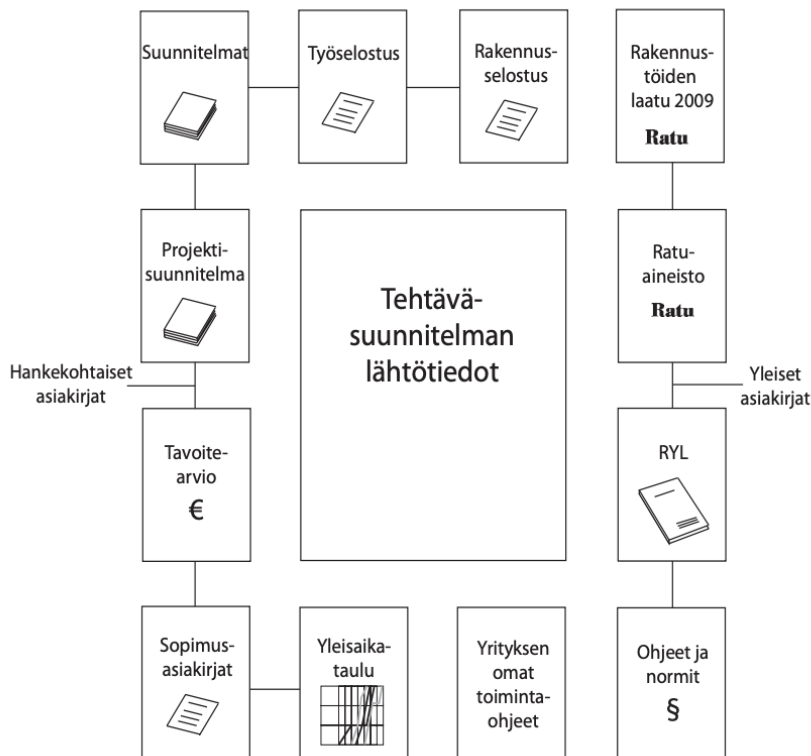
tuotannonohjaustapaa ennakoivana ja korjaavana ohjauksena. Työmaata ohjataan tehtävien tavoitteiden saavuttamisen kautta.

## **2.4 Rakennustyön ohjaamisessa käytettävä tehtäväsuunnitelma**

Rakennustyön ohjaamisessa, niin imu- kuin työntöohjauksessa, tehtävän lähtökohtana on laatia tehtäväsuunnitelma. Junnonen (2010, s. 65) määrittelee tehtäväsuunnitelman käytön seuraavasti: ”Tehtäväsuunnitelman avulla tarkennetaan yleissuunnitelmia ja varmistetaan tehtävän aloitusedellytykset. Tehtäväsuunnitelman avulla myös varmistetaan, että hankintasopimuksiin tulevat tuotannon kannalta oleelliset ajalliset, taloudelliset ja laadulliset vaatimukset”. Tehtäväsuunnittelun ideana on suunnitella tehtäväkokonaisuus alusta loppuun. Tehtäväsuunnittelu on osa työjärjestelyä ja idealtaan samanlainen kuin viikkosuunnittelu. Tehtäväsuunnittelussa ei kuitenkaan suunnitella työaikataulua viikoksi eteenpäin, vaan koko tehtävän suoritusajalle. (Junnonen 2010, s. 66)

Tehtäväsuunnitelmaa laatiessa pääasioita ovat tehtävän aloitusedellytysten ja suoritusmahdollisuuden varmistaminen. Tehtäväsuunnitelmaa voidaan käyttää hyödyksi jo urakoiden tarjousvaiheessa. Tehtäväsuunnitelman laatii tehtävästä vastuussa oleva työnjohtaja. Tehtäväsuunnitelmia valvomalla ja ohjaamalla vastaavatyönjohtaja kontrolloi työn laatua ja itse tehtävän suorittamista sekä käytännönjärjestelyitä. (Junnonen 2010, s. 66) Tehtäväsuunnittelussa siis laaditaan suunnitelma siitä, miten tehtävä viedään alusta loppuun. Työnohjaamisen tueksi laaditaan erilaisia aikatauluja, kuten työaikataulu koko tehtävän ajalle. Tehtäväsuunnitelma toimii ikään kuin työnohjaamisen perustana. Eli tehtäväsuunnitelmasta voi esimerkiksi tarkastaa, mitä tehtävän aloitusedellytykset vaativat ja ohjata työn etenemistä niin, että tarvittavat työtehtävät tulevat suoritetuksi ajallaan. Kattavan tehtäväsuunnittelun avulla voidaan ehkäistä esimerkiksi tehtävän aloitusongelmat, joiden välttäminen kuuluu työntöohjaukseen. Tehtävien aloitusedellytysten varmistaminen on iso osa imuohjausta, joten tehtäväsuunnitelman laatiminen tukee myös tätä tuotannonohjaustapaa.

Useat tehtävät toistuvat rakennushankkeesta toiseen, joten on olemassa tehtäville vakioituja tehtäväsuunnitelmia. Näitä tehtäväsuunnitelmia löytyy esimerkiksi Ratu-tiedostoista. Vakioitua tehtäväsuunnitelmaa käytettäessä täytyy kuitenkin tarkastaa sen kohdekohtaisuus ja muuttaa tai tarkentaa tarvittavia kohtia. (Junnonen 2010, s. 67)



**Kuva 1:** Tehtäväsuunnitelman lähtötiedot (Ratu S-1228 2010)

Kuvassa 1 on esitetty tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa vaadittavat lähtötiedot. Tehtävälle asetetut tavoitteet ja vaatimukset löytyvät hankekohtaisista suunnitelmista, työselostuksesta, rakennus-selostuksesta, tavoitearviosta, sopimusasiakirjoista ja yleisaikataulusta (Junnonen 2010, s. 67). Edellä mainitut asiakirjat ovat hankekohtaisia. Lisätietoja ja ohjeita löytyy alan yleisistä käytännöistä ja säädöksistä, jotka on koottu esimerkiksi Ratu-tiedostoihin ja eri toimijoiden julkaisuihin esimerkkinä RYL (Ratu S-1228 2010). Nämä asiakirjat ovat yleisiä.

Tehtäväsuunnitelmaa laadittaessa aikataulun osalta tärkeä osa on yleisaikataulu. Yleisaikataulun pohjalta tehdään tarkempi tehtäväkohtainen eli työvaiheikataulu.

## 2.5 Rakennustyön ohjauksessa käytettävät aikataulut

Dallasega et al. (2021) esittävät, että aikataulut laaditaan usein hankkeiden tarjoamista varten, eikä niinkään itse rakennustyön ohjauksista varten. Näin ei kuitenkaan pitäisi aikatauluja laatia, koska aikataulujen tosiasiallinen tarkoitus on ohjata tuotannon etenemistä. Tässä tutkimuksessa keskitytäänkin eri aikatauluihin ja aikataulutekniikoihin nimenomaan rakennustyön ohjauksen näkökulmasta.

Rakennustyön ohjauksessa eli tuotannonohjauksessa käytetään työkaluna pääsääntöisesti yleisaikataulua, rakentamisvaiheikataulua ja viikkoaikataulua. Näiden

aikataulujen esitystapoina käytetään yleisesti jana-aikataulua, vinoviiva-aikataulua ja lukujärjestyä. (Ratu S-1229 2011) Sama aikataulu voidaan laatia useammalla eri esitystavalla ja näin yleensä tehdään, esimerkiksi työn ohjaamisen helpottamiseksi.

Yleisaikataulun tehtävänä on kuvata koko rakennushankkeen työnkulkua. Yleisaikataulu toimii työmaan toteutuksen ja ajoituksen ohjaamisen perustana. (Koskenvesa et al. 2016, s. 30) Yleisaikataulu sisältää eri työvaiheet, sovitut välitavoitteet ja tavoitteet, katselmukset sekä vastaanottotarkastukset. Yleisaikataulun laatii hankkeen rakentamisesta vastaava organisaatio mahdollisimman aikaisessa vaiheessa eli heti kun se on suunnitelmien ja muiden asiakirjojen puolesta mahdollista, ennen rakentamisen aloittamista. Yleisaikataulusta käytetään myös nimitystä työaikataulu. (Ratu S-1229 2011)

Rakentamisvaiheaikataulun tehtävänä on varmistaa työaikataulun saavuttaminen. Rakentamisvaiheaikataulu voidaan laatia tietyille rakentamisvaiheelle, esimerkiksi maanrakennustöille tai runkotöille. Rakentamisvaiheaikataulu voidaan myös laatia tietyille 2-6 kuukauden ajanjaksolle. (Ratu S-1229 2011) Rakentamisvaiheaikataulun laaditaan työaikataulun tietojen pohjalta ja aikataulun laatii työmaa organisaatio, esimerkiksi työvaiheesta vastuussa oleva työnjohtaja, vastaavan työnjohtajan hyväksymänä.

Viikkoaikataulun tehtävänä on varmistaa työn aloitusedellytykset, tavoitteiden toteutuminen ja resurssien tehokas käyttö sekä riittävyys (Koskenvesa et al. 2016, s. 34). Viikkoaikataulu laaditaan lyhyelle aikajaksolle ja sen toteutumista seurataan viikoittain. Viikkoaikataulun laadinnasta vastaa työnjohtaja, jonka vastuulla kyseiset työt ovat. Työmaalla kaikki työnjohtajat laativat omat viikkoaikataulunsa ja ne sovitetaan yhteen vastavavan työnjohtajan johdolla. (Ratu S-1229 2011)

Aikataulujen laadinta on tärkeässä osassa työn lopputuloksen kannalta. Aikataulutyyppien valinta tehdään aikataulun käyttötarkoituksen mukaan. Eri aikataulutyypeillä ovat omat erityispiirteensä, minkä johdosta niitä voidaan käyttää eri tavoin (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 21). Tarkasteltavien aikataulutyyppien hyödyntämistä rakennustyön ohjaamisessa lähestytään aikataulutyyppien käyttökohteiden ja käyttötapojen kautta. Erilaisia aikataulutyyppisiä käsitellään seuraavassa luvussa tarkemmin.

### **3. AIKATAULUTYYPIT HYÖDYNTÄMINEN OHJAAMISESSA**

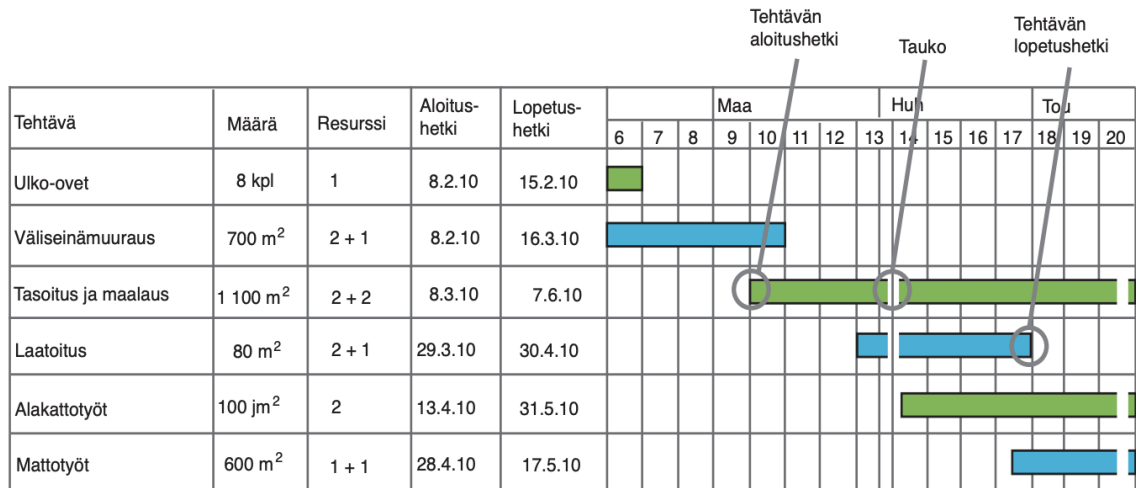
### **JA NIIDEN RAKENNUSTYÖN**

#### **3.1 Aikataulutyyppit yleisesti**

Suomessa on yleisesti käytössä seuraavat aikataulutyyppit: jana-aikataulu, vinoviiva-aikataulu, lukujärjestys ja ajoitettu tehtäväluettelo, valvontavinjetti sekä erilaiset toimintaverkot, kuten esimerkiksi kriittisen polun menetelmä (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 21-38). Tutkimuksen rajaamiseksi lähempään tarkasteluun valittiin jana-aikataulu, vinoviiva-aikataulu sekä ajoitettu lukujärjestys. Edellä mainitut aikataulutyyppit soveltuvat parhaiten rakennustyön ohjaamiseen. Valitut aikataulutyyppit ovat nykypäivänä käytössä laajasti rakennushankkeissa Suomessa.

#### **3.2 Jana-aikataulu**

Jana-aikataulussa kuvataan eri tehtävien kestoja aikatauluun piirretyillä janoilla. Yleensä aikataulun vasempaan reunaan kirjataan tehtävä ja sen kohdalle piirretään viiva siitä, milloin tehtävä alkaa siihen, milloin tehtävä loppuu. Aikataulun ylärivillä kulkee aika. Työtehtävän kesto arvioidaan kokemusperäisesti tai laskennallisesti työmenekkitiedon perusteella. Jana-aikataulun laatimiseksi tulee rakennusprojekti jakaa sopiviin tehtäväkokonaisuuksiin, kuten elementtiasennukseen tai ikkuna-asennukseen. Kun tehtävä on selvillä, selvitetään sen alkamisajankohta ja kesto (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 21-24). Näiden perusteella voidaan työvaihe sijoittaa jana-aikatauluun. Jana-aikataulun laatimiseen on kehitetty erilaisia ohjelmistoja esimerkiksi Tocomalla on tarjota ohjelmisto jana-aikataulun käyttöön. Jana-aikataulun voi tehdä myös puhtaasti paperille.



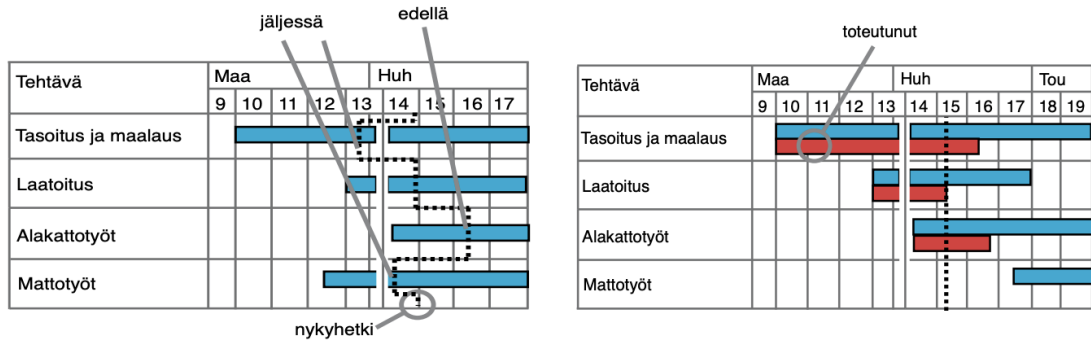
**Kuva 2:** Jana-aikataulu (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 21)

Kuvassa 2 on esimerkki siitä, millainen jana-aikataulu voi olla. Työtehtävän lisäksi vasempaan reunaan voi merkitä tarkentavia tietoja, kuten määrän, käytettävän resurssin ja tarkan aloitus- sekä lopetuspäivämäärän. Eri tehtäviä kannattaa kuvata eri värikoodeilla, jolloin ne erottuvat paremmin toisistaan (Koskenvesa et al. 2014, s. 25).

Yleisaikataulun esitystapana käytetään usein jana-aikataulua. Työmaan viikkoaikataulu sekä rakentamisvaihe aikataulu voidaan myös laatia jana-aikataulua hyödyntäen. Jana-aikataulun avulla voidaan ilmaista jollain työmaan loholla tai koko työmaalla tapahtuvien eri työtehtävien aikataulu viikkotasolla. (Koskenvesa et al. 2016, s. 34)

Rakennustyön ohjaamisen helpottamiseksi ja mahdollisten häiriöiden haittojen minimoimiseksi, hyvä keino yleisaikataulua laadittaessa on jakaa tehtävät osatehtäviin ja jakaa ne taas eri osakohteisiin. Eri tehtävien välille on syytä jättää pelivaraa ajallisesti, näin varmistetaan, että mahdolliset häiriöt eivät pilaa koko aikataulua. (Ratu S-1229 2011) Edellä kuvattu toimintatapa liittyy imuohjaukseen, jossa yhtenä tärkeänä tavoitteena on tehtävän sujuvuuden varmistaminen.

Jana-aikataulun avulla voidaan seurata tuotannon etenemistä. Helppo tapa on merkata toteutunut osa tehtävästä aikatauluun esimerkiksi värillä, josta se osa, joka on toteutunut ja merkata pystyviivalla nykyhetki. (Koskenvesa et al. 2014, s. 24) Näin nähdään, eteneekö tehtävä sille suunnitellulla tuotantonopeudella. Jos tuotantonopeus ei ole suunnitellulla tasolla nähdään se heti jana-aikataulusta. Toinen tapa seurata tuotannon etenemistä on murtoviivatekniikka, jossa merkataan katkoviivalla kohta, missä tuotanto etenee ja viivat aloitetaan ja lopetetaan nykyhetkestä. Tästä havaitaan myös helposti, onko tuotanto edellä, jäljessä vai aikataulussa suunnitellusta. Kuvassa 3 on esitetty edellä kuvatut tekniikat, vasemmalla murtoviivatekniikka ja oikealla värikoodien käyttö.



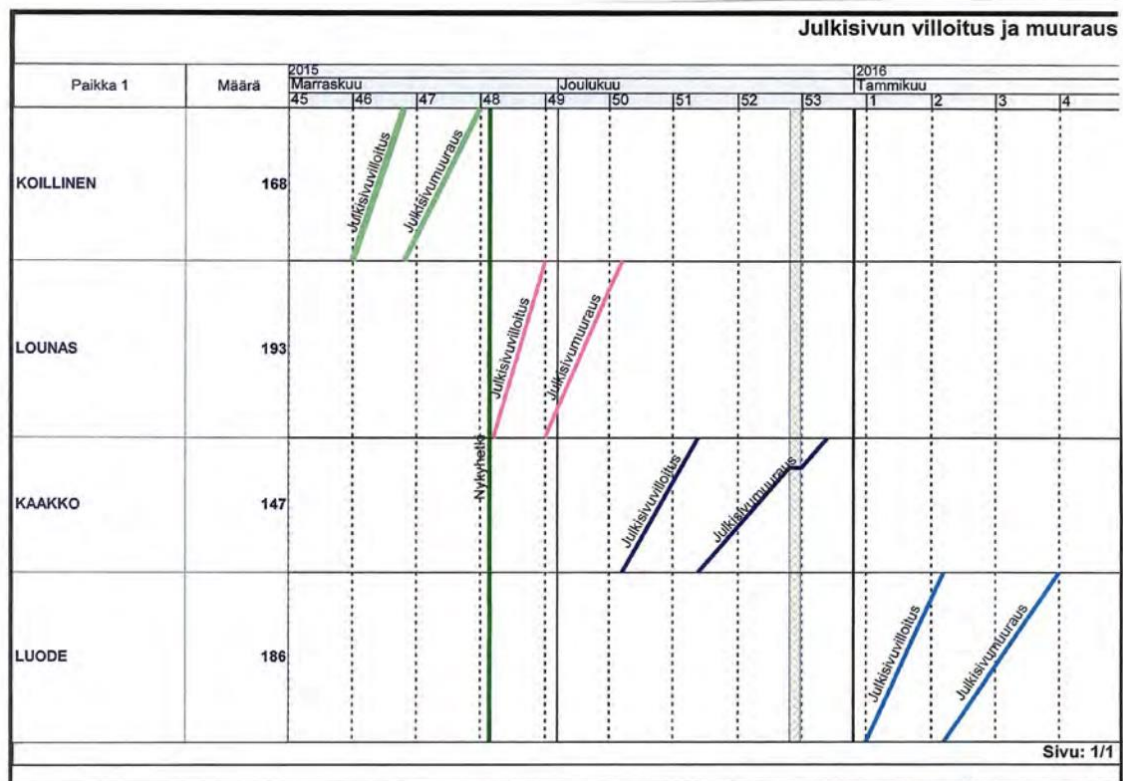
**Kuva 3:** Tuotannon etenemisen seuraaminen jana-aikataulun avulla (Koskenvesa et al. 2014, s. 25)

Jana-aikataulun avulla voidaan havaita mahdollinen häiriö tuotannossa edellä kuvatuilla tavoilla. Näin ongelmaan päästään puuttumaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja virheet ja aikatauluviiveet minimoidaan. Tuotannon häiriöiden ennakoiminen ja poistaminen liittyvät, niin imu- kuin työntöohjaukseenkin.

Jana-aikataulusta nähdään eri työvaiheiden keskinäinen riippuvuussuhde (Koskenvesa et al. 2014, s. 24). Esimerkiksi jana-aikataulussa, joka on laadittu vesikattotöistä, kattoristikoiden asennusta kuvaava jana loppuu, ennen raakaponttilaudoituksen asennusta. Tämä tarkoittaa, sitä että kattoristikot pitää olla asennettuna, ennen kuin seuraava työvaihe, raakapontti laudoituksen asentaminen voidaan aloittaa.

### 3.3 Vinoviiva-aikataulu

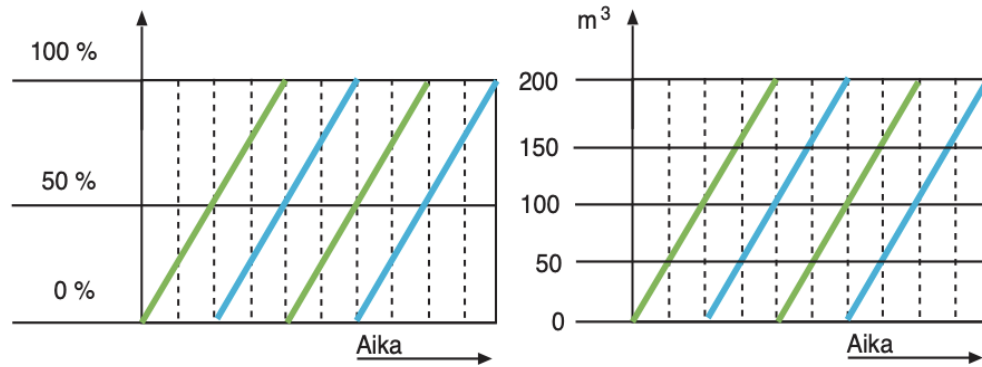
Suomessa käytössä olevia vinoviiva-aikatauluja on kahdenlaisia, paikka-aikakaavioita sekä tuotantokaavioita. Paikka-aikakaaviota käytetään tuotannon etenemisen kuvaamiseen paikan ja ajan suhteen. Paikka-aikakaavio muodostamiseksi on rakennuskohde jaettava osiin eli osakohteisiin, esimerkiksi lohkoihin. Tuotanto jaetaan myös osiin eli tehtäviin. Paikka-aikakaavio pystyakselilla on kirjattuna osakohteet eli rakennuksen paikat ja vaaka-akselilla kulkee aika. Kaavioon lisätään työtehtävien mukaisia viivoja siten, että viiva alkaa sen osakohteen kohdalta aloitusajankohdasta ja loppuu sen osakohteen kohdalla, kun työtehtävä valmistuu. Eri työtehtäviä voidaan kuvata viivan eri tyypeillä tai väreillä. Työtehtävä voidaan myös kirjata viivan yhteyteen. Paikka-aikakaavio muodostaa kokonaisuuden, jossa useat eri tehtävät eri osakohteissa havainnollistuvat yhdestä aikataulusta. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 25-29) Paikka-aikakaaviota laadittaessa on tärkeää arvioida oikea työjärjestys ja työnopeus eri tehtäville. Tähän tietoa löytyy esimerkiksi RT-tiedostoista.



**Kuva 4:** Paikka-aikakaavio (Koskenvesa et al. 2015, s. 13)

Kuvassa 4 on paikka-aikakaavio, johon on sijoitettu useita eri rakennuksen osia ja eri työtehtäviä. Paikka-aikakaaviosta tuotantonopeus on helposti havaittavissa, mitä jyrkempi viiva on, sitä suurempi tuotantonopeus. Paikka-aikakaavio on hyvä työkalu eri työtehtävien keskinäiseen tahdistamiseen.

Tuotantoaikakaaviossa pystyakselilla on tuotannon määrä tai valmiusaste ja vaakakselilla aika. Tuotantoaikakaavioon merkitään vinoviiva siitä, kun työsuorite alkaa, siihen, kun se loppuu (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 27). Tuotantoaikakaaviolla havainnollistetaan työsuoritteiden tuotantonopeutta ja valmiusastetta. Se toimii eri tavalla kuin paikka-aikakaavio ja sitä käytetään eri tarkoitukseen, kuten esimerkiksi jonkun työvaiheen valmiusasteen seuraamiseen.



**Kuva 5:** Tuotantokaavio (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 27)

Kuvassa 5 on esitetty 2 erilaista tuotantoaikakaavion esimerkkiä. Vasemmanpuoleinen kuvaa valmiusastetta ja oikeanpuoleinen tuotantokaavio on koottu tehdyn kuutiomäärän eli saavutetun työsuorituksen perusteella.

Vinoviiva-aikataulua käytetään yleisesti yleisaikataulun sekä työvaiheaikataulun esitystapana. Yhden työvaiheen lisäksi vinoviiva-aikataulua käytetään useita työvaiheita sisältävän aikataulun esitystapana, kuten esimerkiksi sisätyövaiheiden aikataulun. Kun vinoviiva-aikataulua käytetään työvaiheaikatauluna, on silloin käytössä paikka-aikakaavio. (Koskenvesa et al. 2016, s. 31)

Jana-aikataulun tarkistaminen muuttamalla se paikka-aikakaavioksi on hyvä tapa päällekkäisyyksien hahmottamiseen sekä eri tehtävien liian lyhyiden tai pitkien välien havaitsemiseen (Koskenvesa et al. 2014, s. 26). Paikka-aikakaaviosta huomataan kätevästi, jos toisistaan riippuvien työvaiheiden välillä on esimerkiksi liian lyhyt väli. Tällöin edeltävän työvaiheen hiemankin myöhästyessä, alkaa seuraavakin vaihe auttamatta myöhässä. Kyseiseen ongelmaan voidaan reagoida varmistamalla työvaiheen valmistuminen aikataulussa, esimerkiksi resurssia lisäämällä. Jos aikataulun puolesta on mahdollista, voidaan myös seuraavan työvaiheen alkamista siirtää hieman eteenpäin, jotta työvaiheiden välille jää sopiva aikapuskuri. Edellä kuvattu toiminta sisältyy niin imu- kuin työntöohjaukseenkin. Molemmissa tuotannonohjaustavoista sujuvuuden varmistaminen ja ongelmien ennakointi sekä ehkäisy ovat suuressa osassa.

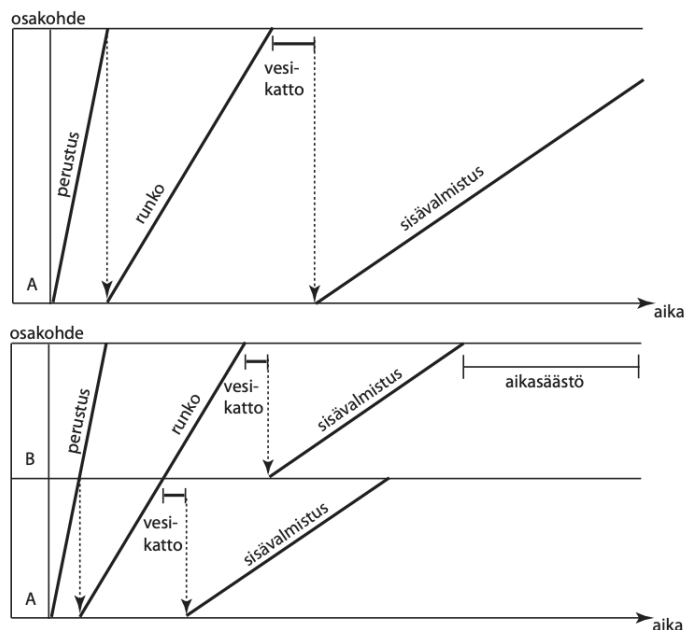
Paikka-aikakaavio soveltuu myös tuotannon etenemisen seurantaan, jana-aikataulun tavoin. Valvontatieto pystytään merkkamaan paikka-aikakaavioon perinteisten katkoviivojen tai toteumaviivojen avulla. (Koskenvesa et al. 2014, s. 27) Toteutunut tehtävän osa voidaan merkitä katkoviivalla paikka-aikakaavioon, jonka jälkeen kaaviosta nähdään, että eteneekö tehtävä suunnitellusti. Pystyviivoilla merkityt välitavoitteet, osakohdeluovutukset ja mahdolliset keskeytykset ovat tärkeää tietoa työn ohjaamisen



näkökulmasta (Koskenvesa et al. 2014, s. 27). Välitavoitteisiin ja osakohteluovutuksiin liittyy usein ennalta vaadittavia toimenpiteitä, kuten tarkastusten dokumentointi ja tietyt viimeistelytyöt. Kun tavoitteet ja luovutukset ovat merkittynä paikka-aikakaavioon, eivät ne tule yllätyksenä ja kuvatut edeltävät toimenpiteet ovat tehtynä.

Paikka-aikakaaviosta voidaan todeta tehtävän tuotantonopeus, aloitusajankohta sekä suoritusjärjestyksen poikkeamat eri osakohteissa (Koskenvesa et al. 2014, s. 27). Osakohteessa tuotantonopeuden pystyy laskemaan tehtävään kuluvaan ajan ja työnsuorituksen perusteella. Mitä jyrkempi viiva on paikka-aikakaaviossa, sitä isompi on tuotantonopeus. Paikka-aikakaaviosta nähdään, milloin tietty tehtävä pitää missäkin osakohteessa aloittaa. Näin voidaan varmistaa tehtävän aloitusedellytykset hyvissä ajoin, mikä kuuluu oleellisesti työntöohjaukseen ja varsinkin imuohjaukseen. Myös mahdolliset suoritusjärjestyksen poikkeamat käyvät ilmi paikka-aikakaaviosta. Tämä tieto on työn ohjaamisen kannalta erittäin tärkeää, jotta eri työryhmät osataan ohjata oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Työryhmien opastaminen oikein johtaa hukan karsimiseen, mikä on taas oleellinen osa imuohjausta.

Paikka-aikakaavion avulla voidaan vertailla hankkeen kokonaiskestoa jakamalla kohde erilaisiin osakohteisiin.



**Kuva 6:** Rakennuskohteen osakohdejaon vaikutus hankkeen kestoon (Koskenvesa et al. 2016, s. 25)

Kuvassa 6 on verrattu rakennushankkeen kahta erilaista suoritustapaa. Ylemmässä tavassa rakennuskohde on yksi osakohde. Paikka-aikakaavioon on kuvattu eri rakentamisvaiheet eli kyseessä on siis rakentamisvaiheaikataulu. Jakamalla

rakennuskohde osakohteisiin ja sijoittamalla samat työvaiheet paikka-aikakaavion osakohdejako huomioiden nähdään, että hankkeen kokonaiskesto lyhenee huomattavasti, joten saavutetaan aikasäästö. Työvaiheiden kokonaiskesto on sama molemmissa tapauksissa. Ero saavutetaan vesikattotöiden aikaisemmalla aloituksella lohkoilla A. Sisävalmistusvaihe on riippuvainen vesikattotöistä, koska sisätöitä ei voida aloittaa ennen kuin vesikatto on valmis eli lohko A on vedenpitävä. Näin sisävalmistusvaihe pystytään aloittamaan lohkoilla A aikaisemmin, joka johtaa hankkeen kokonaiskeston lyhentymiseen. Osakohteisiin jako aiheuttaa myös sen, että sisävalmistusvaihe lohkoilla A ja B on osittain käynnissä samaan aikaan eli tarvitaan kahta erillistä työryhmää yhden sijasta, jotta suunniteltu aikataulu toteutuu.

### 3.4 Aikataulutettu lukujärjestys

Aikataulutetusta lukujärjestyksestä selviää, mitä tehdään ja missä sekä kuka tekee ja milloin. Lukujärjestykseen kootaan viikon tehtävät, päivä, puolipäivä tai jopa tuntikohtaisesti. Lukujärjestyksen sarakkeessa on viikonpäivät ja rivillä esimerkiksi tunnit. Lukujärjestys soveltuu hyvin viikkoaikataulun esityspohjana. Lukujärjestys voidaan kohdentaa yhdelle työntekijälle tai työryhmälle. (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 38)

#### LUKUJÄRJESTYS

VKO 38

	MA 20.9.	TI 21.9.	KE 22.9.	TO 23.9.	PE 24.9.
7.00 - 9.00	US M.P.L tilattu Skpl	M/P asennus	Ontelot lähtee 7.15 Ontelot 8.00	Betoco varattu U-asennus 7.15	Ontelojuotos 7.15 Ontelojuotos 8.30
9.15 - 11.00	väliseinät 10.00		Ontelot 9.15 Ontelot 10.00	Väliseinärungot alkaa	Muuraukset Ratolle
11.30 - 13.30		US 11.30 S25, M, L8, L11 L12	L9, L10 11.30		IV-konehuoneen lattiavaku 11.30
13.45 - 15.30	Saunat 9-krs.		Hormiasennus	VIKKOPALAVERI	

MUUTA: Ma 20.9. imuriasennus 1-8 krs.

#### **Kuva 7: Lukujärjestys (Koskenvesa & Sahlstedt 2017, s. 38)**

Kuvassa 7 on esimerkki viikkokohtaisesta lukujärjestyksestä, jossa työpäivä on jaettu neljään osaan. Jokaiseen neljännekseen on kirjattu, silloin suoritettavat tehtävät.

Tehtäväluettelo on myös hieman lukujärjestysmäinen aikataulumenetelmä. Tehtäväluettelossa havainnollistetaan, mitä tehdään ja milloin. Tehtäväluettelossa on siis kaksi saraketta, joista toisessa on työtehtävä ja toisessa aika, jolloin tehtävä on tarkoitus suorittaa.

**Taulukko 1: Tehtäväluettelo**

Tehtävä	Aika
VS-elementit	18.2 klo 07.00
KPH-elementit	18.2 klo 09.30
Parvekelaatat	18.2 klo 12.00
Ikkuna yms. Nostot	18.2 klo 13.30

Taulukossa 1 on havainnollistettu elementtiasennusryhmän päiväkohtainen tehtäväluettelo. Tehtäväluettelosta käy ilmi, mitä nostoja ja asennuksia tehdään mihinkin aikaan. Tehtäväluettelon avulla jokainen asennusryhmän asentaja tietää tehtävät ja aikataulut, jolloin vältetään turhat sekaannukset. Sekaannusten ja viivästymisten välttäminen parantaa työsuoritetta, mikä johtaa hukan karsimiseen, joka on yksi imuohjauksen kulmakivistä.

Lukujärjestystä käytetään lähinnä viikkoaikataulun esitystapana (Koskenvesa et al. 2016, s. 34). Viikkoaikataulu voidaan laatia useammalla eri tavalla ja eri kohderyhmän käyttöön. Lukujärjestykseen laadittu viikkoaikataulu voi kuvata esimerkiksi elementtiasennuksen, paikallavalun tai koko työmaalla tapahtuvien töiden suorittamista viikon aikana.

Laadittaessa viikkoaikataulua asetetaan ensin aika ja määrä tavoitteet eli kuinka paljon työsaavutus on tietystä ajassa ja koska tehtävän pitää olla valmiina. Näiden tietojen perusteella arvioidaan tarvittava resurssi ja verrataan sitä käytössä olevaan. (Koskenvesa et al. 2016, s. 34-35) Viikkosuunnittelun avulla voidaan ohjata työmaan resurssien käyttöä järkevästi ja huomataan mahdolliset resurssipuutteet. Viikkoaikataulua laadittaessa tulee etukäteen varata tehtäviin tarvittavat kohteet, suunnitelmat, koneet, muu kalusto, materiaalit sekä tekijät. Tällöin tehtävän aloitusedellytykset tulee varmistettua ajoissa ja aktiivisesti tuotannon edetessä. Toimintatavasta käytetään nimitystä imuohjaus. (Koskenvesa et al. 2016, s. 36)

Suunniteltujen ja toteutuneiden tehtävien vertailua suoritetaan koko ajan tuotannon edetessä (Koskenvesa et al. 2016, s. 35). Tämä antaa tietoa siitä, onko laadittu aikataulu

toteutettavissa. Uusi viikkoaikataulu laaditaan toteutuneiden tehtävien työmenekkien pohjalta. Näin aikatauluista saadaan toteuttamiskelpoisia. Viikon aikana toteutuneiden tehtävien määrää voidaan mitata ns. PPC-luvulla (Percent Plan Complete), joka kertoo, kuinka suuri osa asetetuista tavoitteista on saavutettu.

Lukujärjestyksen avulla esitetty viikkoaikataulu voidaan tehdä tietyille ryhmälle toimintaohjeeksi (Koskenvesa et al. 2016, s. 35). Ideana on se, että viikon alkaessa tai edellisen viikon lopussa työryhmälle annetaan lukujärjestys, jonka pohjalta ryhmä toimii. Tällä vähennetään jatkuvan valvomisen ja ohjaamisen tarvetta. Onnistuakseen menetelmä vaatii oma-aloitteista ja ammattitaitoista työryhmää sekä selkeitä tehtäväkuvauksia ja toimintaohjeita.

Rakennustyön ohjaamisen näkökulmasta lukujärjestys soveltuu työn ohjaamiseen, vain edellä kuvatulla tavalla. Kenley ja Seppänen (2010, s. 53) kuitenkin esittävät, että viikkoaikataulua laadittaessa käy ilmi missä työt etenevät, mitä on saatu aikaiseksi ja mitkä tehtävät ovat jääneet suorittamatta. Lukujärjestystä laadittaessa ja suunniteltaessa kuitenkin varmistetaan sekä hoidetaan monta asiaa, jotka liittyvät rakennustyön ohjaamiseen. Näihin kuuluvat esimerkiksi aloitusedellytysten varmistaminen ja käytössä olevan resurssin käytön suunnittelu sekä mahdollisen lisätarpeen tunnistaminen. Viikkoaikataulun käytön vahvuus perustuu siihen, että niitä laaditaan lyhyin ja säännöllisin väliajoin. Viikkoaikataulun käyttö osana tuotannonohjausta palvelee molempia tuotannonohjaustapoja, mutta käyttö tukee etenkin imuohjausta, jossa panostetaan paljon viikkotason suunnitteluun ja seurantaan.

## 4. AIKATAULUTEKNIIKOIDEN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET

Kenleyn ja Seppäsen (2010, s. 45) mukaan jana-aikataulun paras käyttökohde on pienet ja yksinkertaiset projektit sekä työvaiheet. Aikataulun sisältämän informaation määrän sekä tehtävien toisistaan riippuvuuden ollessa suhteellisen pieni, toimii jana-aikataulu, aikataulun esitystapana. Vinoviiva-aikataulu on puolestaan kehitetty enemmän haastaviin ja vaihteleviin projekteihin. Vinoviiva-aikataulusta on eniten hyötyä laajoissa hankkeissa, jotka ovat helposti jaettavissa lukuisiin lohkoihin ja samat tehtävät toistuvat mahdollisimman monella loholla. (Kenley & Seppänen 2010, s. 72) Niin kuin edellisessä luvussa mainittiin, lukujärjestys toimii lähes aina viikkoaikataulun esitystapana. Kenley ja Seppänen (2010, s. 80) ovat sitä mieltä, että viikkoaikataulua voidaan käyttää lähes jokaisessa projektissa, sen koosta ja vaativuudesta riippumatta.

Jana-aikataulun selkeänä vahvuutena Kenley ja Seppänen (2010, s. 102) nostavat esiin sen käyttämisen tehtävien etenemisen havainnollistamisessa. Siihen on helppo merkitä tehtävien valmiusaste ja verrata sitä suunniteltuun. Lukujärjestyksen avulla esitettyyn viikkoaikatauluun on, niin ikään helppo merkata tehdyt ja tekemättä jääneet tehtävät, mikä havainnollistaa tehtävien etenemisen. Valvontatiedon voi myös siirtää eteenpäin esimerkiksi jana- tai vinoviivalla esitettyyn työvaiheaikatauluun, mikä auttaa kokonaiskuvan hahmottamisessa.

Koskenvesa et al. (2014, s. 26) esittävät, että jana-aikataulu toimii hyvin tuotannonohjauksen välineenä, mutta voi kuitenkin olla hyvinkin suunniteltuna häiriöherkkä. Häiriöherkkyys johtuu siitä, että jana-aikataulusta voi olla vaikea hahmottaa tehtävien mahdollisia päällekkäisyyksiä. Tehtävien päällekkäisyyksillä tarkoitetaan sitä, että tietyllä loholla, jossa tehtävää suoritetaan, on käynnissä niin monta eri tehtävää, että sinne aiheutuu ruuhkaa ja näin ollen työsuoite laskee. Toisilla lohkoilla voi taas olla tyhjää, eli ne odottavat tekijäänsä, mikä johtaa hukan syntymiseen. Edellä kuvattuun ongelmaan on kuitenkin helppo ratkaisu, sillä mahdollisten päällekkäisyyksien hahmottaminen onnistuu helposti siten, että jana-aikataulu muutetaan paikka-aikakaavioksi (Koskenvesa et al. 2014, s. 26). Paikka-aikakaavion avulla voidaan havainnollistaa ja huomata aikataulun ongelmakohdat (Sivula 2021, s. 25) sekä tehtävien päällekkäisyydet ja tehtävien keskinäiset riippuvuussuhteet. Sivulan (2021, s. 25) mukaan tehtävien tahditus ja rytmitys on selkeintä esittää paikka-aikakaavion avulla.

Kenley ja Seppänen (2010) esittävät, kuinka vinoviiva-aikataulun avulla on mahdollista tarkastella monellako työryhmällä työ kannattaa suorittaa, jotta se etenee sujuvasti ja halutussa ajassa. Vinoviiva-aikataulusta nähdään, miten työn tekijöiden ja työryhmien määrä vaikuttaa työn tuottavuuteen. Vinoviiva-aikataulun vahvuudeksi Kenley ja Seppänen (2010) esittävät myös sen, että aikatauluun voidaan piirtää kuvaajia molempiin suuntiin eli alhaalta ylöspäin ja ylhäältä alaspäin. Näin voidaan havainnollistaa esimerkiksi kahden eri työvaiheen limittämistä samaan aikaan eri lohkoille.

Kenley ja Seppänen (2010) esittävät, kuten myös Sivula (2021), että jana-aikataulu on hyvä väline tehtävien välisien riippuvuuksien hahmottamiseen samassa paikassa. Kenley ja Seppänen (2010, s. 65) ovat sitä mieltä, että jana-aikataulusta tulee informaation määrän eli tehtävien määrän ja keston kasvaessa sekava. Jana-aikataulusta voi tulla nopeasti epäluettava tai vähintään vaikeasti tulkittava, mikä johtuu päällekkäisistä tehtävistä sekä tehtävien suuresta määrästä.

Dallasegan et al. (2021) mukaan vinoviiva-aikataulu puolestaan lisää aikataulun läpinäkyvyyttä ja helpottaa sen ymmärtämistä. Vinoviiva-aikataulu pysyy luettavassa muodossa pitkään, vaikka tehtävien määrä ja kesto kasvaa (Dallasega et al. 2021). Biotto et al. (2017) esittävät, että vinoviiva-aikataulussa tehtävät edustavat prosessin alkua ja loppua, sekä tehtävien välillä on looginen yhteys. Vinoviiva-aikataulun visualisointi koetaan kuitenkin usein epäselväksi ja vaikeasti ymmärrettäväksi, varsinkin jos aikataulun tulkitsija ei työskentele säännöllisesti erilaisten aikataulujen parissa. Tällöin vinoviiva-aikataulusta voi olla vaikea saada selkeä kokonaiskuva projektista. (Dallasega et al. 2021)

Dallasega et al. (2021) esittävät, että jana-aikataulu tukee projektin keston ja lyhyimmän tai kriittisen tehtäväpolun laskemista. Kenley ja Seppänen (2010, s. 80) ovat puolestaan sitä mieltä, että jana-aikataulun avulla tehtäväkokonaisuuden kokonaiskestoksi voidaan saada lyhyempi aika, kuin muilla aikataulumenetelmillä, koska jana-aikataulu ei tuo esille kovin hyvin tehtävien riippuvuutta toisistaan.

Vinoviiva-aikataulun yhtenä heikkoutena voidaan pitää sitä, että kaikki vinoviiva-aikataulun tehtävät ovat ns. kriittisiä, mikä ei kuitenkaan tositilanteessa aina pidä paikkaansa (Kenley & Seppänen 2010, s. 76). Esimerkiksi seinien laatoitustyö ei välttämättä ole lattianlaatoitustyön kannalta kriittinen työvaihe, vaikka vinoviiva-aikataulusta voitaisiin näin tulkita. Biotto et al. (2017) nostavat esiin myös sen, että jos vinoviiva-aikataulussa ei ole aikapuskureita kriittisten tehtävien välillä, voi aikataulu mennä käyttökelvottomaksi yhden kriittisen tehtävän viivästyessä.

Jana-aikataulusta on vaikea hahmottaa tehtävän tuotantonopeuden poikkeamaa. Vinoviiva-aikataulusta taas on helppo seurata tuotantomääriä ja tehtävien kestoja. Jana-aikataulusta ei myöskään ilmene tehtävän hidas tai nopea eteneminen. (Dallasega et al. 2021)

Dallasega et al. (2021) mukaan viikkoaikataulu tukee mahdollisten ongelmien tunnistamista ja sen avulla voidaan myös erottaa ongelmien syyt. Viikkoaikataulun tiheän laatimisvälin takia ongelmat huomataan nopeasti ja niiden syytä on helppo tarkastella, koska kriittinen virhe on todennäköisesti syntynyt lyhyen ajan sisällä.

Kaikille näille kolmelle aikataulutekniikalle on yhteistä se, että suuren viivästyksen sattuessa, jokainen laadittu aikataulu menee uusiksi riippumatta sen esitystavasta. Lähiaikoina isoja ongelmia, esimerkiksi materiaalien ja resurssien saatavuuteen ovat aiheuttaneet ensin maailmanlaajuinen koronapandemia ja keväällä 2022 kärjistynyt Ukrainan tilanne. Edellä kuvatut ongelmat ovat vaikuttanut uusien rakennushankkeiden aloitukseen sekä myös jo käynnissä oleviin hankkeisiin. Ongelmien vaikutus laadittuihin aikatauluihin on suuri, etenkin jo ennen ongelmia aloitetuissa hankkeissa.

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Aikataulutyypeistä ei voida valita yhtä vaihtoehtoa, joka on paras kohteesta ja käyttötavasta riippumatta. Jokaisella aikataulutyyppillä on omat vahvuutensa ja heikkoutensa sekä eri paikat, jossa niitä kannattaa hyödyntää. Aikataulutyyppien heikkouksia ja vahvuuksia vertaillen kävi kuitenkin ilmi, että Suomessa eniten käytetty sekä käyttötavoiltaan laajin aikataulutyyppi on vinoviiva-aikataulu. Vinoviiva-aikataulusta löytyi myös selkeästi eniten tutkimustietoa verrattuna jana-aikatauluun sekä ajoitettuun lukujärjestykseen. Vinoviiva-aikataulun haastava visualisointi kuitenkin vähentää aikataulutyyppin käyttöä. Jana-aikataulun helppo luettavuus johtaa usein siihen, että vinoviiva-aikataulu muutetaan jana-aikatauluksi. Varsinkin vanhemman sukupolven edustajat sekä tilaajan edustajat, jotka eivät välttämättä ole rakennusalan ammattilaisia, suosivat usein jana-aikataulua, koska kokevat vinoviiva-aikataulun käytön liian haasteelliseksi.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että aikataulutyyppejä ja niiden ominaisuuksia voidaan hyödyntää laajasti rakennustyön ohjaamisessa. Aikataulutyyppejä pitää osata käyttää oikein ja oikeisiin tehtäviin. Jana-aikataulu toimii rakennustyön ohjaamisen näkökulmasta parhaiten pienissä ja selkeissä hankkeissa. Jana-aikataulusta on helppo erottaa eri työvaiheet ja siihen on kätevä merkata saavutettu työsuorite ja verrata sitä suunniteltuun. Lukujärjestystä voidaan käyttää osana rakennustyön ohjaamista lähes kaikenlaisissa hankkeissa. Lukujärjestyksen avulla voidaan laatia yksinkertaisia ja selkeitä lyhyen aikavälin aikatauluja. Tällaiset aikataulut toimivat esimerkiksi työohjeena yksittäiselle työntekijälle tai työryhmälle. Edellä kuvatun työohjaamisen edellytyksenä on kuitenkin ammattitaitoinen ja oma-aloitteinen työntekijä tai työryhmä, joiden määrä nykypäivänä on pienentymässä. Vinoviiva-aikataulu sopii parhaiten käytettäväksi rakennustyön ohjaamisessa, laajoissa ja helposti lohkoihin tai osiin jaettavissa hankkeissa. Paikka-aikakaavion avulla voidaan tahdistaa iso määrä eri työvaiheita samaan aikaan suoritettaviksi.

Aikataulua laatiessa kannattaa käyttää hyödyksi eri aikataulutyyppejä samalle aikataululle. Esimerkkinä laadittaessa aikataulua käyttäen jana-aikataulua, kannattaa valmis aikataulu muuttaa myös vinoviiva-aikatauluksi. Näin varmistutaan, ettei suunnitellussa aikataulussa ole päällekkäisyyksiä tehtävien välillä. Varmistamisen jälkeen voidaan kuitenkin käyttää aikataulun esitystapana jana-aikataulua. Aikataulutyyppien hyödyntämistä rakennustyön ohjaamisessa tukee jatkuva ja laadukas opastaminen aikataulutyyppien käyttöön. Rakennusliikkeiden kannattaa panostaa



aikataulujen käsittelyohjelmiin sekä niiden käytön laajaan kouluttamiseen. Aikataulutyyppien hyödyt rakennustyön ohjaamisessa maksimoidaan ja haitat minimoidaan, kun aikataulutyyppjä käytetään oikein ja monipuolisesti.

Tutkimuksen aihe oli osaksi selkeä, mutta osaltaan myös melko haastava. Rakennustyön ohjaamisesta sekä aikataulutekniikoiden perusajatuksista oli helppo löytää monipuolista tutkimustietoa. Aikataulutekniikoiden käyttöä rakennustyön ohjaamisessa sekä aikataulutekniikoiden vahvuuksia ja heikkouksia käsitteleviä tutkimuksia löytyi pääasiassa englanniksi ja tutkimukset keskittyivät hyvin pieniin osaluaisiin. Osa tutkimuksista olivat kohtuu vanhoja, mutta johtuen aiheen maltillisesta muutoksesta ajan saatossa olivat lähteet kuitenkin relevantteja. Myös aihetta käsitteleviä uudempia tutkimuksia oli tarjolla. Aikataulutyyppien käyttöä nimenomaan rakennustyön ohjaamisen näkökulmasta on tutkittu Suomessa kuitenkin hyvin vähän. Aihe on todella tärkeä ja osana lähes jokaista rakennushanketta, joten mielestäni aiheen tarkasteluun ja tutkimukseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota tulevaisuudessa.

# LÄHTEET

Bielefeld, B. (2017). Basics Construction Scheduling. Saatavilla: <https://web-s-ebscohost-com.libproxy.tuni.fi/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fMTUyMzcxMV9fQU41?sid=3d0f51bf-d437-491e-a1af-ff584d9e36e2@redis&vid=0&format=EB&rid=1>

Biotto, C., Kagioglou, M., Koskela, L. & Tzortzopoulos, P. (2017). Comparing Production Design Activities and Location-Based Planning Tools. 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction - Heraklion, Greece 2017 Saatavilla: <https://ig-lcstorage.blob.core.windows.net/papers/iglc-2a098e02-41f1-4580-838d-ece3eeb12f88.pdf>

Dallasega, P., Marengo, E. & Revolti, A. (2021). Strengths and shortcomings of methodologies for production planning and control of construction projects: a systematic literature review and future perspectives. Production and planning control, sivut 257-282. Saatavilla: <https://www.tandfonline-com.libproxy.tuni.fi/doi/full/10.1080/09537287.2020.1725170>

Iskala, S. (2019). Keskisuuren rakennusyrityksen aikataulujen hallinta. Diplomityö. Saatavilla: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/27405/iskala.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Junnonen, J.-M. (2010). Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Suomen Rakennusmedia Oy.

Kenley, R. & Seppänen, O. (2010). Location-Based Management for Construction, Planning, Scheduling and Control. Spon Press.

Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Lindberg, R., Kivimäki, C., Koistinen, L., Palolahti, T. & Lahtinen, M. (2014). Toimiva työmaa – hyvät käytännöt. Talonrakennusteollisuus Ry. Saatavilla: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva\\_tyomaa\\_2014.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/julkaisuja/toimiva_tyomaa_2014.pdf)

Koskenvesa, A., Sahlstedt, S., Mäki T., Kivimäki, C., Lahtinen, M., Junnonen, J.-M. & Viita, J. (2015). Laadukasta rakentamista – työmaan hyviä käytäntöjä. Talonrakennusteollisuus Ry. Saatavilla: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/laadukasta\\_rakentamista\\_2015\\_netii\\_isbn\\_.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/laadukasta_rakentamista_2015_netii_isbn_.pdf)

Koskenvesa, A., Kivimäki, C., Mäki, T. & Sahlstedt, S. (2016). Aikataulukirja 2016. Talonrakennusteollisuus Ry. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/17168#page=1>

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. (2017). Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Rakennustieto Oy. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/22792#page=1>

Koski, H. (2011). Rakentamisen tuotantotekniikka. Rakennustieto Oy. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/18073#page=1>

Merikallio, L. (2015). Last Planner menetelmä tuotannonohjaukseen. Saatavilla: <https://lci.fi/blog/menetelmakortti/last-planner-systeemi/>

Ratu S-1228 (2010). Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Rakennustietosäätiö. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/18068#page=1>

Ratu S-1229 (2011). Rakennushankkeen projektisuunnittelu. Rakennustietosäätiö. Saatavilla: <https://kortistot-rakennustieto-fi.libproxy.tuni.fi/resource/juha/content/18038#page=1>

Sivula, J. (2020). Tahtiaikatutannon hyödyntäminen rakennustyömaalla. Diplomityö Saatavilla: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/121094/SivulaJuha.pdf?sequence=2&isAllowed=y>