

# Kerrostalon sisävaiheen aika- taulun kehittäminen

Luukas Lahti

OPINNÄYTETYÖ  
Kesäkuu 2023

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma  
Rakennustuotanto

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Rakennustuotanto

LAHTI, Luukas:  
Kerrostalon sisävaiheen aikataulun kehittäminen

Opinnäytetyö 32 sivua  
Kesäkuu 2023

---

Tämä opinnäytetyö laadittiin rakennusliike Pajala Länsi-Suomelle jo alkaneeseen rakennusprojektiin, joka on rakennusliikkeen ensimmäinen Läntisen Suomen hanke. Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää johdonmukainen sekä järjestelmällinen sisävaiheen aikataulu. Aikataulua hyödynnetään kyseisessä viisi rappuisessa kerrostaloprojektissa sekä tulevilla hankkeilla mallipohjana. Työn tarkoituksena on edesauttaa ja havainnollistaa rakennusprojektin sisävaiheen tahdistamista ja töiden ketjuttamista saumattomaksi.

Opinnäytetyön ohella valmistunutta sisävaiheaikataulua kehitetään Pajalalle ja siinä muokataan perinteistä kerrostalo kohteen sisävaiheaikataulu pohjaa yhtiön omaan käyttöön soveltuvammaksi. Järjestyksiä ja työvaiheita kehitetään ja aikataulu muokataan kyseiseen kohteeseen.

Työtä hyödynnetään materiaalihankinnoissa sekä materiaalien tilauksissa. Aikataulun tekemisellä pyritään helpottamaan materiaalihankintojen laskemista tiedettyyn osakohteeseen. Sisävaiheen materiaalimääristä osa on saatu tarjousvaiheen määrälaskennasta, osa materiaalien määristä saadaan rakennuksen suunnitelmista sekä rakennemallista.

Kohteessa työvaiheiden toistuvuus on runsasta sekä rappujen ja huoneistojen välisiä materiaalin ja työkalujen siirtoja tapahtuu. Näin ollen hyvin tehty aikataulu auttaa töiden läpiviennissä työnjohtoa sekä urakoitsijaa. Työssä perehdytään myös Lean-ajatteluun ja sen soveltumiseen rakennustuotannossa.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Construction Production

OPISKELIJA, LUUKAS:  
Innerstage Schedule

Bachelor's thesis 32 pages  
June 2023

---

The purpose of this thesis was to create new inner stage schedule to Pajala Länsi Suomi Ltd. Purpose of this schedule was to make new tool for this company to follow each step of inner stage. Project is meant to facilitate the implementation of the construction project. Destination was to increase production efficiency in each inner stage without making it too busy to implement, and without any risks to lose quality or reducing occupational safety.

This thesis is utilized in material procurement and material orders. Some of the material quantities of the internal phase have been obtained from bidding phase quantity calculation, some have been obtained from the plans and structural model.

The frequency of work steps is high on site. Well-done schedule helps the work management as well as the contractor to complete the work. Thesis also introduces Lean thinking and leads its ideology in construction production.

With this structure of inner stage schedule base, the company will be able to utilize this in all the future projects that may occur.

---

Key words: interior phase, schedule, quality, plan

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	TAHTITUOTANTO.....	6
2.1	Tahtituotanto yleisesti .....	6
2.2	Lean-ajattelu .....	7
2.3	Last Planner- aikataulumenetelmä.....	8
2.4	Ajallinen sekä prosessiin vaikuttava hukka rakennustyömailla .....	9
3	RAKENNUSHANKKEEN AIKATAULU .....	12
3.1	Aikataulun merkitys .....	12
3.1.1	Aikataulut eri vaiheissa.....	13
3.1.2	Hankeaikataulu.....	14
3.1.3	Yleisaikataulu .....	15
3.1.4	Hankinta-aikataulu.....	16
3.1.5	Talotekniikka-aikataulut.....	16
3.1.6	Rakentamisvaiheaikataulu.....	17
3.1.7	Viikkoaikataulu.....	17
3.1.8	Suunnittelu-aikataulu .....	17
4	LAADUNVARMISTUS .....	19
4.1	LAATUSUUNNITTELUN MERKITYS.....	19
4.1.1	Rakentamisen laatu.....	22
4.1.2	Laatuun vaikuttaa monta tekijää .....	22
4.2	TYÖMAAN LAATUSUUNNITELMAN SISÄLTÖ.....	23
5	PISPALANHARJUN HELMEN AIKATAULUSUUNNITTELU .....	25
5.1	Pispalanharjun Helmen sisävaihe .....	25
5.2	Tahtituotanto kohteessa .....	27
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	31
	LÄHTEET.....	32

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana on Pajala Länsi-Suomi Oy. Pajala on rakentanut aiemmin pääkaupunkiseudulla sekä Pohjois-Suomessa, mutta nyt ensimmäistä kertaa Läntisessä-Suomessa Tampereella. Tampereen ensimmäinen hanke on Pispalanharjun Helmi ja tämän perässä käynnistyy 3 muuta kerrostalohanketta. Pajala on itsessään projektinjohtoa tarjoava yritys, joten kohteen rakennustyöt teetetään aliurakoitsijoilla. Pajala Yhtiöt Oy:n ensimmäisen tilikauden liikevoitto oli n. 650 000 euroa, liiketoiminnan muut tuotot n.1.2 miljoonaa euroa. Ennusteet näyttäisivät yrityksen liikevaihdon ja liikevoiton nousevan merkittävästi. Yhtiön toisen tilikauden ennuste on liikevaihdoltaan 9 milj. euroa, liikevoitto 0,3 milj. euroa (3,3 %). Yhtiön 3. tilikauden tavoite liikevaihdoksi on 20 milj. euroa, liikevoitto 2,3 milj. euroa (11 %)

Pajala rakentaa Pispalanharjulle varatulle tontille useita rakennuksia, mutta tässä työssä käsitellään Pispalanharjun Helmi nimistä kohdetta. Pispalanharjun Helmi on viisirappuinen kerrostalo, johon tulee 103 asuntoa. Helmen yhteyteen rakennetaan myös asukkaiden autoille parkkihalli. Tilaajana hankkeella on Kuuskodit Oy.

Työn tavoitteena on luoda kasvavalle yhtiölle aikataulupohjarunko, mikä noudattaa tavanomaista kerrostaloprojektia. Siihen on pyritty jaksottamaan jokainen työvaihe niin, ettei ylimääräisiä seisahduksia tapahtuisi tahtituotannon periaatteiden mukaisesti. Aikataulu on luotu Pispalanharjun Helmeen, mutta sen soveltaminen onnistuu muihinkin kerrostalohankkeisiin. Aikataulu antaa myös itselleni valmiuksia työnjohtoon ja nostaa työvaiheisiin liittyvää reagointikykyä.

Toimin kohteessa työnjohtajana ja työtehtäviini kuuluu parkkihallin sekä A,B,C,D,E rappujen sisätöiden valvominen ja ohjaaminen. Opinnäytetyön yhteydessä tehty aikataulu toimii apuvälineenä töiden etenemiselle, tuotannonohjaukseen sekä valvomiselle.

## 2 TAHTITUOTANTO

### 2.1 Tahtituotanto yleisesti

Tahtituotannossa kyseisen työkohteen tapahtuvat työt pyritään saamaan samantuisiksi palasiksi, jotka toisiaan seuraamalla muodostavat ”tuotantojunan”. Esi-kuvana toimii autoteollisuuden liukuhihna, jossa auton eri osat liikkuvat tasaisella nopeudella ja jokainen työvaihe tehdään määrättyssä ajanjaksossa. Rakennus-työmaalla tuotannossa toimivat työryhmät, jotka laitetaan liikkeelle. Saatuaan yh-den työkohteen valmiiksi, ne liikkuvat seuraavaan. (Juha Salminen, 2021)

TTP-tuotanto on termi, jota käytetään yleisesti tuotantoteollisuudessa ja se viittaa Theory of Constraints (rajoitteiden teoria) ja TOC Thinking Process -menetelmien soveltamiseen tuotantoprosessien optimointiin. TTP (Throughput-Throughput) on keskeinen käsite TOC-menetelmässä, ja se tarkoittaa tuotantoprosessin ky-kyä tuottaa valmiita tuotteita tai palveluita tietyssä ajanjaksona.

Rakennusosalalla tahtituotanto on tullut esille viime vuosina, kun tunnetut raken-nusalan ammattilaiset, kuten arkkitehdit, rakennusurakoitsijat ja insinöörit, ovat saaneet enemmän huomiota ja arvostusta. Nämä ammattilaiset ovat rakentaneet vahvan maineen ja brändin luomalla näyttäviä, innovatiivisia ja kestäviä raken-nusprojekteja. (Juha Salminen, 2021)

Tahtituotanto on tullut rakennusosalalle kohtuullisen uutena asiana, koska raken-nustyömaita on ajateltu enemmän kertaluontoisina projekteina. Tällöin vastaa-vanlaisia teollisuuden menetelmiä ei ole ollut helppo ottaa käyttöön. (Juha Salmi-nen, 2021)

Tahtituotannosta alettiin kiinnostua Suomessa vasta 2010-luvulla. Aiemmin sitä on tutkittu Kaliforniassa, ja Saksasta alkoi tulemaan käyttökokemuksia niin kor-jausrakentamisessa kuin laivojen korjaamisessa. Asiaa lähestyttiin useassa lean-rakentamista koskevassa tutkimushankkeessa, mutta käytäntöön asia alkoi rea-lisoitua vasta, kun laivojen korjaamisessa saatuja oppeja alettiin siirtämään Suo-

meen korjausrakentamiseen. Vaikka tahtituotannon kiinnostus on kasvussa Suomen teollisuudessa, sen käyttö ei ole vielä laajalle levinnyt kaikilla toimialoilla. Monet yritykset saattavat olla vasta tutustumassa tahtituotannon mahdollisuuksiin ja harkitsevat sen soveltamista omassa liiketoiminnassaan. (Juha Salminen, 2021)

Helmeen tehdyssä aikataulussa voi havaita samoja piirteitä. Se ei täytä tahtiaikataulun piirteitä, mutta siinä on keskitytty työvaiheiden tarkkaan suunnitteluun, tasaisella nopeudella etenevään tuotantoon. (Juha Salminen, 2021)

## **2.2 Lean-ajattelu**

Lean-ajattelu on liikkeenjohdollinen filosofia ja toimintatapa, joka keskittyy jatkuvan parantamisen, tehokkuuden ja asiakasarvon maksimointiin. Se kehitettiin alun perin Toyotan tuotantosysteemin perustaksi ja on sittemmin levinnyt laajasti eri toimialoille ja organisaatioihin ympäri maailmaa. (Wikipedia, 2023, Lean)

Lean-ajattelu pyrkii saavuttamaan korkeamman tuottavuuden, laadun, asiakasyytyväisyyden ja kilpailukyvyn kustannustehokkaalla tavalla. Se edistää tehokasta resurssien käyttöä, vähentää hukkaa ja luo joustavuutta organisaatiossa. Lean-ajattelun soveltaminen vaatii sitoutumista ja muutoksenhallintaa organisaation kaikilla tasoilla. (Wikipedia, Toyotan Tuotantojärjestelmä), (Juha Salminen, 2021)

TPS-tuotantojärjestelmässä pyritään lisäämään laadunvalvontaa jokaiselle omalle työvaiheelle, jolloin kokonaisuutena prosessi paranee. TPS:ssä työntekijöitä kunnioitetaan ja heitä kannustetaan osallistumaan päätöksentekoon ja jatkuvan parantamisen prosesseihin. Työntekijöitä tuetaan ja kehitetään, jotta he voivat tehdä työnsä mahdollisimman tehokkaasti.

Toyotan kehittämä tuotantojärjestelmä kehitettiin vuosina 1948-1975. Sen tuotannon toimivuus havaittiin toimivaksi kokonaisuudeksi ja se alkoi levitä Japaniin ja myöhemmin länsimaihin. (Wikipedia, Toyotan Tuotantojärjestelmä)

### 2.3 Last Planner- aikataulumenetelmä

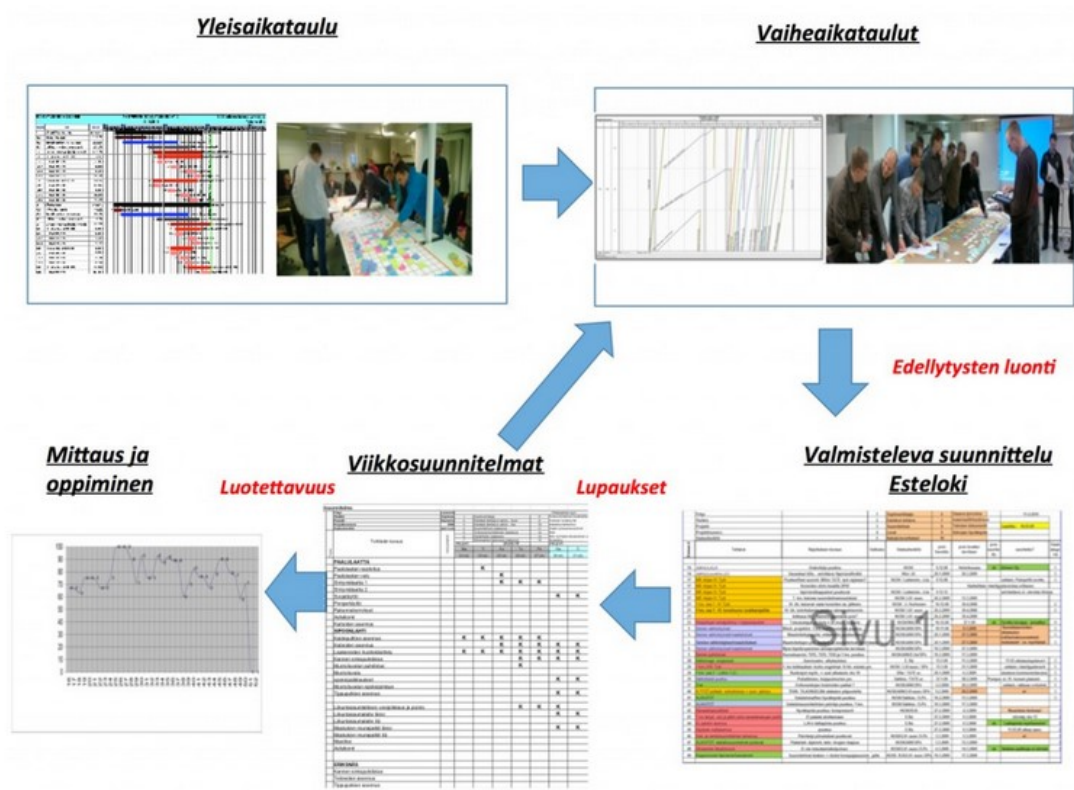
Last planner on Yhdysvalloissa 1990-luvulla kehitetty menetelmä, jolla pyritään parantamaan rakentamisen tuotannon ohjausta. Last Planner -aikataulumenetelmä on Lean Construction -filosofiaan perustuva projektinhallintamenetelmä, jota käytetään rakennusalan projekteissa. Tämä menetelmä pyrkii parantamaan tuottavuutta, resurssien käyttöä ja aikataulujen noudattamista. (Lean Construction Institute – Finland, 2015)

Last Plannerin ideana on siis saada viikkoaikataulusta toteutettavampi sekä enustettavampi, jotta tuotannon ohjauksen systeemi kehittyisi.

Monet aikataulutekniikat kuten kriittisen polun menetelmät ja paikka-aikakaavio sisältävät samankaltaisia elementtejä. Tuotannon ohjauksen systematiikan puutteista johtuen tuotantoa ohjataan kuitenkin usein tilannekohtaisesti ja epäjärjestelmällisesti tai ohjaus jää osittain työryhmien omien päätösten varaan. (Lean Construction Institute – Finland, 2015)

Last Planner -aikataulumenetelmässä keskitytään useisiin keskeisiin aspekteihin projektinhallinnassa: Aikataulujen luotettavuuteen, toteutettavuuden arviointiin, suunnittelun yksityiskohtaisuuteen, työvoiman saatavuuden hallintaan, sekä viikotasoiseen seurantaan ja arviointiin. Näiden painopistealueiden avulla Last Planner-menetelmä pyrkii parantamaan projektia projektitiimien välillä. (Lean Construction Institute – Finland, 2015)

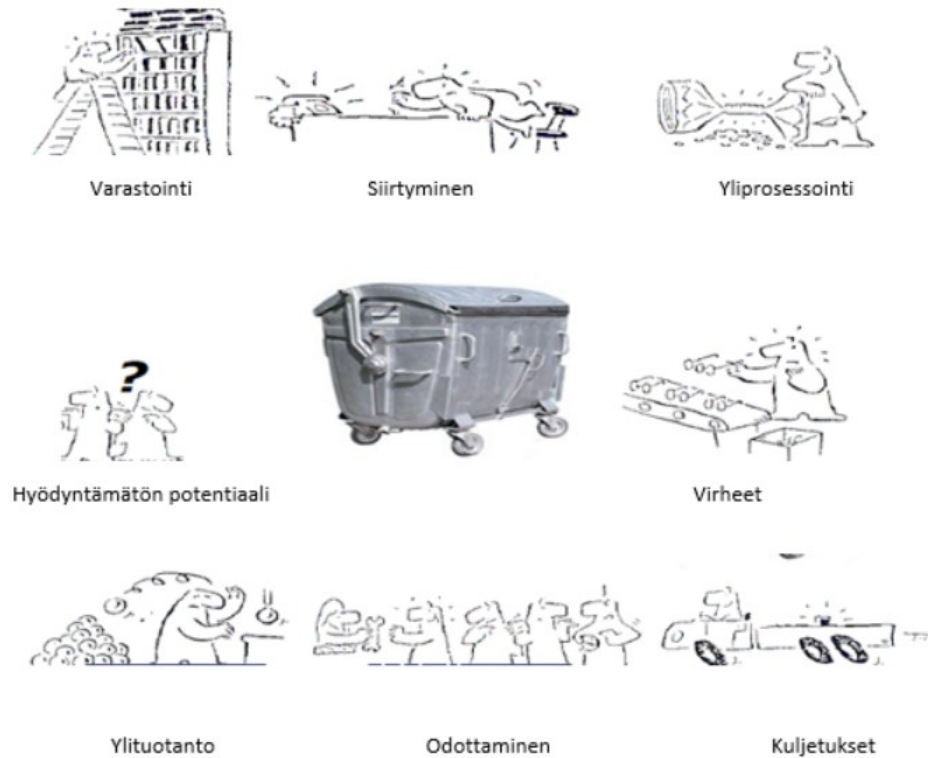
Last Planner -menetelmän avulla pyritään parantamaan tiedonkulun tehokkuutta, suunnittelun tarkkuutta ja tiimityön koordinoitua. Tämä auttaa vähentämään viivästyksiä, hukkaa ja yllätyksiä rakennusprojekteissa. Lisäksi se edistää tiimien yhteistyötä ja motivaatiota projektin onnistumisen varmistamiseksi. Alla kuva tiedonkulusta aikataulujen välillä. (Lean Construction Institute – Finland, 2015)



KUVA 1. (Lean Construction Institute – Finland, 2015)

## 2.4 Ajallinen sekä prosessiin vaikuttava hukka rakennustyömailla

Jokaisen yrityksen työaika jakaantuu arvoa lisäävään ja välttämättömään hukkaan. Hukka-aika eli työ, joka ei tuota asiakkaalle mitään lisäarvoa, on jaettu 8 eri lajiin. Leanin avulla näitä 8 hukkaa voi kuitenkin aina minimoida, jolloin tuote/palvelu virtaa asiakkaalle nopeammin, pienemmällä vaivalla. Ohessa havainnollistava kuva 8 hukasta. (Mflow, kahdeksan hukkaa)



KUVA 2. Kuvainnollisia esimerkkejä hukista. (mflow kahdeksan hukkaa)

- Ylituotannossa tuotetta valmistetaan isoissa erissä liikaa tai liian aikaisin, ei asiakaskysyntää vasten. Tehdään jotain, mitä ei välittömästi tarvita seuraavassa työvaiheessa. Tehdään tarpeettomia diagnooseja.
- Odotuksessa joudut odottamaan työkaluja, toista työntekijää, koneen korjausta ym. ennen kuin pääset aloittamaan työt. Joudut odottamaan päätöstä, raporttia, tietoa.
- Virheet – Virheellisten osien korjaus tai pois heittäminen, uudelleen työstö. Virheiden uudelleenkäsittely ja selvittäminen, työn uudelleen aloitus.
- Kuljettamisessa siirretään valmiita tuotteita varastoihin, eri rakennuksiin. Kuljetetaan materiaalia osastoille, papereita toimistosta toimistoon
- Liikkumisessa haet työkaluja työpisteellesi ja kävelet. Ylimääräinen kävely ja tiedostojen hakeminen.
- Yliprosessoinnissa tulee tiedon keräämistä mitä ei ikinä hyödynnetä. Tehdään vaiheita, mistä asiakas ei ole valmis maksamaan

- Varastoinnissa tuotteita vanhenee varastoon, pääomaa on kiinni varastoissa. Aiheuttavatko varastot kuljetuksia? Miten paljon ongelmia on piilossa varastojen takia? Minkä verran toimistossasi on keskeneräistä työtä?
- Hyödyntämättömässä potentiaalissa keskitytään siihen, onko työntekijöiden mielipidettä/ideoita kuunneltu? Onko hiljainen tieto hyödynnetty? Onko henkilöstöä johdettu valmentaan? (mflow, kahdeksan hukkaa)

Aalto-yliopiston tuore tutkimus selvitti, miten paljon aikaa tuhlaantuu muuhun kuin työntekemiseen rakennustyömailla. Tuloksista ilmenee selkeästi, että ainakin talotekniikan asentajille muodostuu herkästi luppoaikaa. Tällöinen luppoaika muodostuu herkästi, jos edeltäviä työvaiheita ei ole suoritettu asianmukaisesti loppuun asti. Toisena ongelmana monesti on materiaalin saatavuus ja logistiikka. Kolmantena suunnitelmat ja niiden yhteensopivuus. (Johanna Aatsola, 2021)

Raportin mukaan esimerkiksi putkiasentajilla jopa 28 prosenttia työajasta voi olla hukkaa. Etumiesten hukka-aika oli 25 prosenttia ja sähköasentajilla hukka-aikaa kertyi 16 prosenttia. (Johanna Aatsola, 2021)

Jokainen rakennustyömaalla tuotannossa toimiva henkilö tunnistaa yllä esitetyn kuvan 8 eri hukkaa. Jos kaikki tuotannon virheet eivät ole tulleet vastaa, niin varmasti moni silti. Eri hukkien kanssa ollaan päivittäin tekemisissä ja niihin täytyy reagoida ylläpitääkseen mahdollisimman hyvän tuotannon. Yleisimpiä hukan aiheuttajia ovat materiaalin puuttuminen/vähäisyys tai tarvittavan työkalun puuttuminen.

### **3 RAKENNUSHANKKEEN AIKATAULU**

#### **3.1 Aikataulun merkitys**

Rakennushankkeen aikataulun merkitys on erittäin suuri. Tarkka ja realistinen aikataulu auttaa projektin onnistumisessa ja saavuttamaan tavoitteet tehokkaasti. Se vaikuttaa moniin eri osa-alueisiin ja sidosryhmiin.

Aikataulu on tärkeä työkalu projektinhallinnassa. Se auttaa organisoimaan työt, resurssien jakamisen ja työvaiheiden suunnittelun. Aikataulu auttaa projektitiimiä pysymään aikataulussa ja pitämään projektin etenemisen hallinnassa.

Kohteelle tehty aikataulu vaikuttaa suoraan taloudelliseen hallintaan. Tarkka aikataulu auttaa arvioimaan ja hallitsemaan kustannuksia. Se auttaa ennakoimaan resurssien tarvetta, hankintoja ja työvoiman käyttöä. Sen viivästymiset voivat aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia, kuten lisätyövoimaa, vuokramaksuja ja sakkomaksuja.

Se on tärkeä tiedonvälityksen väline sidosryhmille, kuten tilaajille, urakoitsijoille, suunnittelijoille ja toimittajille. Selkeä aikataulu auttaa sidosryhmiä ymmärtämään projektin etenemisen, omien vastuidensa ajoituksen ja yhteistyötarpeet.

Aikataulu auttaa tunnistamaan ja hallitsemaan riskejä. Se mahdollistaa aikaisen havaitsemisen mahdollisista viivästyksistä tai aikataulun epärealistisista osista.

Tarkkaan suunniteltu aikataulu edistää asiakastyytyväisyyttä. Se auttaa täyttämään asiakkaan odotukset toimitusaikojen ja projektin valmistumisen suhteen. Luotettava aikataulu antaa asiakkaalle turvallisuuden tunteen ja osoittaa ammattitaitoa ja luotettavuutta rakennusprojektin toteuttajalta.

Aikataulu on siis olennainen työkalu projektinhallinnassa, taloudellisessa hallinnassa, sidosryhmäviestinnässä, riskienhallinnassa ja asiakastyytyväisyyden ta-

kaamisessa. Sen avulla projekti voidaan suunnitella, toteuttaa ja valmistaa tehokkaasti, mikä johtaa onnistuneeseen lopputulokseen. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Rakennushankkeen aikataulun realistisuus on äärimmäisen tärkeää, koska se vaikuttaa suoraan projektin onnistumiseen ja sen tulokseen. Projektiorganisaation perustamiselle, suunnittelulle, rakentamisen valmistelulle, rakennustyömaan perustamiselle ja tehtävien suorittamiselle sekä esimerkiksi rakenteiden kuivumiselle tulee varata riittävästi aikaa. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Laadukkaassa aikataulussa

- Projektiosapuolten tehtävät on katsottu yhteensopiviksi muiden kanssa ja niille on varattu tarpeellinen aika
- hankkeen ajoitus, suhdannetilanne ja markkinakapasiteetti on otettu huomioon
- Rakennustyömaan olosuhteet ja niiden kokonaisvaltainen hallinta on huomioitu

(Rakennustieto, RT 10-11225)

### **3.1.1 Aikataulut eri vaiheissa**

Rakennushankkeessa on useita eri osapuolia, jotka toimivat yhteistyössä projektin toteuttamiseksi. Jokaisella osapuolella on oma roolinsa ja vastuunsa, ja heidän aikataulunsa voivat vaihdella riippuen heidän työtehtävistään ja projektin vaiheesta. Karkealla tasolla koko hankkeen aikataulu voi olla jana-aikataulu, jossa on pilkottu sekä aikataulutettu eri vaiheet hankkeesta. Tarkemmalla tasolla hankkeen rakentamisen aikainen aikataulu voi olla määritellystä rakennusvaiheesta tehty paikka-aikakaavio tai lukujärjestysmuodossa esitetty työmaan viikkosuunnitelma. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Hankkeen eri vaiheiden aikataulut ovat tärkeitä työvälineitä koko projektin läpiviintiin. Ne pohjustavat ja hahmottavat kuinka hanketta lähdetään viemään eteenpäin sekä auttavat työmaan resursoinnissa.

### **3.1.2 Hankeaikataulu**

Hankkeen aikataulu on keskeinen työkalu projektin suunnittelussa, hallinnassa ja seurannassa. Se auttaa organisoimaan työvaiheet, koordinoimaan eri osapuolia, arvioimaan resurssitarpeet ja varmistamaan projektin etenemisen aikataulussa. Hankkeen aikataulu koostuu useista eri vaiheista ja tehtävistä, ja sen laadintaan osallistuvat yleensä rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat ja tarvittaessa muut sidosryhmät. Rakennuttajan toteuttama hankeaikataulu kuvaa koko hankkeen läpiviennin. Hankeaikataulussa tulee esittää realistinen näkemys rakennushankkeen vaiheiden ajoituksesta ja kestosta. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Rakennuttajan tulee pyrkiä etsimään hankkeen erikoisuudet ja riskit, jotka vaikuttavat suoraan tai epäsuorasti hankkeen kulkuun ja ajoitukseen. Aikatauluun tulee varata aikaa myös viivästyksille sekä muutoksille. Rakennuttajan teettämä tavoitteellinen kokonaisaika toimii hankkeen eri vaiheiden ja työtehtävien ajoittamisen alustana. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Rakennushankkeeseen kuuluvat muut aikataulut muodostetaan hankeaikataulussa määrättyjen tavoitteiden puitteissa. Hyvin tehdyn hankeaikataulun ansiosta eri vaiheet ja niiden yhteensovitus saadaan tehtyä oikeaoppisesti. Rakennuttaja voi hyvin toteutetun hankeaikataulun avulla varmistaa, että päätökset (rahoitus, hankinnat, suunnitelmat) tehdään oikeaan aikaan ja esimerkiksi hankkeen käyttöönottovaihe pystytään tekemään oikein ajoitettuna ja huolellisesti. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Hankeaikataulun laadinnassa otetaan huomioon

- Hankesuunnitteluun tarvittava aika
- rakennusluvan ja rakennussuunnittelun tarvittava aika
- Työmaan ja rakentamisen valmistelu
- Itse rakentamisen kesto (Rakennustieto, RT 10-11225)

### 3.1.3 Yleisaikataulu

Työmaan rakennustöiden ajoittaminen yleisaikatauluun on keskeinen osa aikataulusuunnittelua. Rakentamisen yleisaikataulu on suunniteltu antamaan kokonaiskuva rakennusprojektin eri vaiheista ja niiden ajoituksesta. Se auttaa hankkeen sidosryhmiä hahmottamaan, milloin ja miten eri työvaiheet tapahtuvat.

Yleisaikataululle pidetään kolmea eroavaa muotoa. Ajankohta, sisällön tarkkuus-taso sekä käyttötarkoitus vaikuttavat sen muotoon. Eri muodot ovat:

- alustava yleisaikataulu
- sopimusaikataulu
- työaikataulu

(Rakennustieto, RT 10-11225)

Alustava yleisaikataulu on laadittava hankkeelle ennen sen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouksen antamista. Alustavalla yleisaikataululla voidaan tarkistaa, miten työvaiheet sopivat hankkeen rakennuttajan laatimaan hankeaikatauluun. Tarkistaessa katsotaan, onko rakennusaika kohtuullinen ja mikä on hankkeen ajallinen kireystaso sekä tästä seuraava riski. Alustava yleisaikataulu on nimensä veroinen eli se on laadittu yleensä vain karkealla tasolla, ja siinä kuvataan isoimmat päätyövaiheet. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Alustavaa yleisaikataulua pystytään käytännössä käyttämään tarjouslaskennassa töiden ajoituksen mallina. Alustavan tuotantosuunnittelun tärkein tavoite on eri tuotantovaihtoehtojen tutkiminen ja vertailu. Hankkeen yleisaikataulun laadinnan tavoitteena on jakaa aika hallitusti eri osa-alueisiin (suunnittelu, hankinnat ja toteutus). (Rakennustieto, RT 10-11225)

### **3.1.4 Hankinta-aikataulu**

Rakennushankkeen käynnistyessä hankintoja aloitetaan tekemään välittömästi, jotta viivästyksiä ei tapahtuisi rakentamisen aloittamisessa. Tämän takia hankintoja aikataulutetaan karkealla tasolla jo aivan hankkeen alkumetreillä. Hankintojen aikataulutus tarkennetaan sitä mukaan hankinta-aikatauluksi, kun rakennustöiden yleisaikataulu on saatettu valmiiksi. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Hankinta-aikataululla saadaan hankinnat sovitettua työaikatauluun. Näiden aikataulujen yhteensovittamisen myötä saadaan materiaalit ja rakennusosat oikea-aikaisesti työmaalle. Aliurakoiden oikea-aikainen aloittaminen pohjautuu pitkälti hankinta-aikataulun raameihin. Hankintatapahtumat ajoitetaan siten, että tarjouspyynnölle, tarjouksen antamiselle ja käsittelylle sekä neuvotteluille ja päätöksille jää riittävä aika. (Rakennustieto, RT 10-11225)

### **3.1.5 Talotekniikka-aikataulut**

Talotekniset eli TATE-työt esitetään yleisaikataulussa, mutta ne on syytä esittää myös omana aikataulunaan. Talotekniikka aikataulun nimikkeet ratkaistaan kohdekohtaisesti ja käytössä oleviin resursseihin perustuen. Yhteistyö rakennus- ja TATE-urakoitsijoiden kesken aikataulun laadinnassa on ensiarvoisen tärkeää. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Koko hankkeen tuotantonopeus määritellään yleisaikataulussa, mikä määrittelee myös talotekniikkatöiden tuotantonopeuden. Jos lämpö-, vesi-, ilmastointi- ja sähköurakoitsijat eli LVIS-urakoitsijat valitaan aikaisessa vaiheessa, urakoitsijat voivat tehdä omat esityksensä aikataulusta. Aikataulun tulee perustua kohteen suunnitelmiin, joten suunnittelun ohjaus ja suunnitelma-aikataulun noudattaminen ovat ehdottomia edellytyksiä suunnittelun onnistumiselle. Talotekniikkatöiden aikataulu tulee aina sitoa yleisaikatauluun. (Rakennustieto, RT 10-11225)

### **3.1.6 Rakentamisvaiheaikataulu**

Rakentamisvaiheaikataululla tarkennetaan työaikataulua lähtötietojen karttuessa. Jos työaikataulu laaditaan rakentamisvaiheaikataulusta, on kyseessä käännetty rakentamisvaiheaikataulu. Rakentamisvaiheaikataulun tarkoituksena on varmistaa työaikataulun tavoitteiden saavuttaminen. (Rakennustieto, RT 10-11225)

### **3.1.7 Viikkoaikataulu**

Viikkoaikataulun tarkoituksena on varmistaa lyhyellä aikajänteellä työn tavoitteiden toteutuminen, resurssien tehokas käyttö sekä niiden riittävyys. Viikkoaikataululla on muutaman viikon aikajänteellä laadittu aikataulu kyseisten viikkojen tehtävistä. Viikkoaikataulu sopii myös sivu- ja aliorakoitsijoiden toimintaohjeeksi. (Rakennustieto, RT 10-11225)

### **3.1.8 Suunnitteluajataulu**

Suunnitteluajataulut laaditaan hankkeen eri vaiheille. Aikataulu kuvastaa varatun ajan suunnitelmien tuottamiselle. Suunnitteluajataululle valitaan omat nimikkeet siten, että niiden avulla voi seurata suunnittelun etenemistä sekä löytää poikkeamat suunnitelmien välillä ja tällöin ohjata niitä haluttuun suuntaan. Toteutuksen suunnitteluajataulut tehdään omina paketteina. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Aikataulun hallinnassa on oleellista varmistaa, että suunnittelun ohjaus sekä informaatiokulku tavoittaa kaikki osapuolet. Suunnittelun ohjauksella pyritään varmistaa, että se vie asetettuihin tavoitteisiin ja tuottaa toiminnallisesti, taloudellisesti, teknisesti, ympäristöllisesti, esteettisesti ja muilta vaateiltaan hyväksyttävät suunnitelmat. (Rakennustieto, RT 10-11225)

Kaikki nämä aikaisemmin mainitut aikataulut liittyvät toisiinsa ja vaikuttavat rakennuksen sisävaiheen aikatauluun. On tärkeää, että kaikki aikataulut ovat yhteensovitettuja ja että ne otetaan huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa, jotta rakennusprojekti voi edetä sujuvasti ja aikataulussa.

## **4 LAADUNVARMISTUS**

Kaikki tehtävät on suunniteltava ennen niiden toteuttamista (aloitusedellytysten oltava kunnossa). Tehtäväsuunnitelman tarkoituksena on selventää, miten varmistetaan matkan varrella, että tehtävä toteutuu suunnitellusti. Oleellista on valvonta- ja ohjausvälineiden miettiminen. (Laaturakentaminen.fi, 2015)

Tehtäväsuunnittelun periaatteeseen kuuluu käydä systemaattisesti läpi tietyt suunnittelun osa-alueet. Jokaisen tehtävän kohdalla tulee kuitenkin arvioida osa-alueiden tärkeys kyseisessä työssä. Tehtäväsuunnitelmaan ei kannata liittää epäoleellisia asioita, jolloin sen käytettävyys työmaan toiminnan ohjauksessa heikkenee. (Laaturakentaminen.fi, 2015)

### **4.1 LAATUSUUNNITTELUN MERKITYS**

Laatusuunnittelu on keskeinen osa rakentamisprosessia ja sen merkitys on korostunut rakennusalan kehittyessä ja laatuvaatimusten kasvaessa. Laatusuunnittelun tavoitteena on varmistaa rakennusprojektin laadukas toteutus ja asiakasyytyväisyys. Se vaikuttaa merkittävästi rakennuksen suorituskykyyn, toiminnallisuuteen ja kestävyYTEEN.

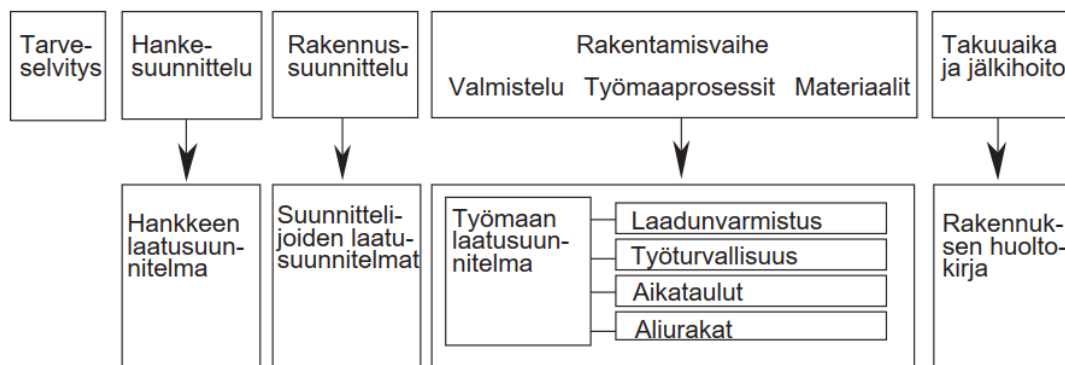
Yksi laatusuunnittelun tärkeimmistä tehtävistä on asiakkaan tarpeiden ja odotusten ymmärtäminen. Laatusuunnittelijat pyrkivät luomaan suunnitelmia, jotka vastaavat täysin asiakkaan toiveita ja tarpeita. Tämä voi sisältää esimerkiksi tilojen toiminnallisuuden, esteettiset seikat, energiatehokkuuden, kestävän kehityksen periaatteiden huomioimisen ja muiden asiakkaan arvostamien ominaisuuksien huomioon ottamisen.

Laatusuunnittelun avulla voidaan myös ennaltaehkäistä virheitä ja puutteita suunnitteluvaiheessa. Laatusuunnittelijat keskittyvät tarkastamaan suunnitelmia yksityiskohtaisesti ja tunnistamaan potentiaaliset riskit ja ongelmat. Näin virheet voidaan korjata ennen rakentamisen aloittamista, mikä vähentää jälkikäteisiä korjauksia ja kustannuksia.

Laatusuunnittelun vaikutus ulottuu myös rakennuksen suorituskykyyn ja toiminnallisuuteen. Laadukkaasti suunniteltu rakennus tarjoaa paremman käyttökoke-  
muksen ja täyttää toiminnalliset vaatimukset. Se voi sisältää muun muassa hyvän  
ilmanvaihdon, äänieristyksen, valaistuksen ja muiden rakennusfunktioiden opti-  
moinnin.

Lisäksi laatusuunnittelulla on positiivisia vaikutuksia rakennuksen kestävyteen  
ja ympäristövaikutuksiin. Suunnitteluvaiheessa voidaan ottaa huomioon kestä-  
vän kehityksen periaatteet, energiatehokkuus ja materiaalien valinta, mikä vai-  
kuttaa rakennuksen elinkaaren aikaisiin ympäristövaikutuksiin.

Yhteenvedona voidaan todeta, että laatusuunnittelu on välttämätön osa rakenta-  
misprosessia, joka takaa rakennusprojektin laadukkaan toteutuksen ja asiakas-  
tyytyväisyyden. Se auttaa ennaltaehkäisemään virheitä, parantaa rakennuksen  
suorituskykyä ja toiminnallisuutta sekä vaikuttaa positiivisesti rakennuksen kes-  
tävyteen ja ympäristövaikutuksiin. Alla kuva esittää laatusuunnitelmat rakennus-  
hankkeen eri vaiheissa.



KUVA 3. Laatusuunnitelmat rakennushankkeen aikana. RT-R1180

Laatusuunnitelma laaditaan monesti työn toteuttajan toimesta, mutta sen voi laa-  
tia yhteistyössä tilaajan ja toimittajan kesken. Suunnitelma edistää yhteistyötä ja  
tiedonkulkua eri osapuolten välillä. Tilaaja voi edellyttää pääurakoitsijalta laatu-  
suunnitelmaa. Pääurakoitsija voi edelleen edellyttää laatuun liittyviä suunnitelmia  
omilta toimittajiltaan ja aliurakoitsijoilta. Alla kuvassa laatusuunnitelmien sisältöä

rakennushankkeen eri osapuolilta. (Laatusuunnitelmat rakennushankkeen aikana. RT-R1180)

Hankkeen laatusuunnitelma	Suunnittelun laatusuunnitelma	Työmaan laatusuunnitelma	Aliurakoitsijoiden laatusuunnitelma
1. Laatutavoitteet	1. Laatutavoitteet	1. Laatusuunnitelman tarkoitus, päivitys ja jakelu	1. Projektin organisaatio
2. Kriittisten kohtien tunnistaminen ja eliminointi	2. Riskien ja kriittisten kohtien tunnistaminen ja eliminointi	2. Kohdetiedot	2. Aikataulut
3. Muutokset laatujärjestelmään	3. Käytettävät menetelmät ja työskentelytavat	3. Tuotannon ajallinen suunnittelu ja ohjaus	3. Materiaalien kuljetus ja varastointi
4. Uudet menettelyt ja työtavat	4. Tarkastus- ja hyväksymistavat	4. Tuotannon taloudellinen suunnittelu ja ohjaus	4. Materiaalien hyväksyntä
	5. Tiedonkulu ja kirjaukset	5. Riskien kartoitus	5. Kokoukset ja palaverit
	6. Yhteistyö kokonaisprojektin muiden osapuolten kanssa	6. Laadunvarmistus	6. Töiden aloitus, työmestojen hyväksyminen ja siisteys
	7. Laatusuunnitelman ylläpito ja muuttaminen	7. Työturvallisuus	7. Tarkastukset, testit ja koestukset
		8. Kokouskäytäntö	8. Töiden viimeistely ja luovutus
		9. Kohteen luovutus	9. Laskut ja maksuerät
			10. Muutokset
			11. Häiriöiden ja poikkeamien korjaus

TAULUKKO 1. Rakentamisen laatusuunnitelmien sisältö RT Ratu S-1180

#### **4.1.1 Rakentamisen laatu**

Hyvä laatu koostuu peruselementeistä. Suunnittelusta, rakennusmateriaaleista, rakentamisen toteutuksesta, työn laadusta, virheiden minimoinnista, asiakastyytyväisyydestä ja rakennuksen toiminnallisuudesta.

Suomalainen rakentaminen tunnetaan yleisesti korkeasta laadusta. Suomi on panostanut rakentamisen sääntelyyn, standardien noudattamiseen, ammattitaitoiseen työvoimaan ja laadunvalvontaan. Suomalaiset rakennusmateriaalit, teknikat ja osaaminen ovat kansainvälisesti arvostettuja. Yritysten tavoitteena on toteuttaa nollavirheluovutus jokaisesta kohteesta, ja esimerkiksi asuntohankkeissa tavoite saavutetaan parhaimmillaan yli 80-prosenttisesti. (RT, Tietoa-alasta-laatu)

Laatupoikkeamia kuitenkin muodostuu. Suurin osa niistä ovat korjattavissa, mutta parhain olisi tehdä kuitenkin kerralla oikein. Korjauslistojen kärjessä on parvekeovien- ja lasitusten sekä ikkunoiden asennuksiin liittyvät ongelmat. Usein taakutöinä korjataan myös näkyvää pintaa esimerkiksi seinäpintojen maalaus sekä pintahalkeamat seinissä ja katoissa. (RT, Tietoa-alasta-laatu)

#### **4.1.2 Laatuun vaikuttaa monta tekijää**

Rakentamisen laatuun vaikuttavat urakoitsijoiden lisäksi hankkeen lukuisat eri osapuolet, kuten viranomaiset, tilaajat, rakennuttajat, suunnittelijat sekä rakennuksen ylläpitäjät. (RT, Tietoa-alasta-laatu)

Virheiden syyt eivät ole yksioikoisia. Niitä syntyy

- tilaajan puutteellisten lähtötietojen seurauksena
- suunnitteluvirheistä
- vääristä materiaalivalinnoista
- työmaalla tehdyistä työvirheistä

- liian kireistä aikatauluista
- alhaisimman hinnan priorisoinnista osaamisen kustannuksella
- ylläpidon aikaisista huollon ja käytön virheistä.

Hyvän laadun perusta rakentamisessa on tarkka suunnittelu, edellytysten luominen laadun tuottamiselle, ammattitaitoinen työvoima, laadukkaat rakennusmateriaalit, asianmukainen laadunvalvonta, jatkuva parantaminen sekä tahto tehdä laadukkaasti. (RT, Tietoa-alasta-laatu)

## **4.2 TYÖMAAN LAATUSUUNNITELMAN SISÄLTÖ**

Työmaan laatusuunnitelma tehdään työmaakohtaisesti. Laatusuunnitteluun esitetyillä toimilla tulee pystyä todentamaan asiakkaalle tuotteen kelpoisuus kaikissa rakentamisen vaiheissa. Tehdyt tuotteen tulee noudattaa sopimuksen mukaista laatua. Koska tuotteen laatuvaatimukset ovat sopimuksissa ja asiakirjoissa, tulee laadunvarmistustoimenpiteitä suunnittelevan henkilön saada käyttöönsä kaikki työhön liittyvät tiedot ja asiakirjat. (RT, Tietoa-alasta-laatu)

Laatusuunnitelman yleisessä osassa selvitetään yleiset lähtökohdat ja periaatteet, jotka liittyvät laadunhallintaan ja laadunvarmistukseen kyseisellä työmaalla. Suunnittelussa otetaan huomioon kyseisen työmaan erityispiirteet ja varaudutaan työmaalla ilmeneviin erityisongelmiin. Tämä osa kattaa yleisen taustatiedon, kuten projektin tavoitteet, laadunhallinnan organisaation, vastuut ja roolit, käytetyt standardit ja ohjeistukset sekä laadunhallinnan prosessit ja menetelmät. Yleinen osa toimii perustana koko laatusuunnitelmalle ja luo pohjan työmaan laadunhallinnan toteuttamiselle. (RT, Tietoa-alasta-laatu)

Kun uusista laadunvarmistustoimenpiteistä sovitaan, tulee ne päivittää työmaan laatusuunnitelmaan. Uusiin versioihin merkitään versionumero, päivämäärä ja laatijan nimi ja vanhat suunnitelmat poistetaan uusien astuttua voimaan. (RT, Tietoa-alasta-laatu)

Laatusuunnitelmien jakelu suunnitellaan siten, että laatusuunnitelmien sisältämä tieto saadaan kaikille halutuille henkilöille. (RT, Tietoa-alasta-laatu)

## **5 PISPALANHARJUN HELMEN AIKATAULUSUUNNITTELU**

Aikaisemmissa kappaleissa esitettyjä suunnitelmia pyrittiin hyödyntämään Helmen hankkeessa. Esimerkiksi laadunvalvonta on tärkeä osa rakennusprosessia myös sisävaiheen aikana. Sillä varmistetaan, että työ suoritetaan korkealaatuisesti ja se vastaa standardeja ja vaatimuksia. Laadunvalvonta sisävaiheen aikana vaatii tiivistä yhteistyötä rakennuttajan, urakoitsijoiden ja valvojien välillä.

Rakennusaikana pidimme joka viikko urakoitsijapalaverin, joka luo tiedonkulkua yhteistyökumppaneiden välillä. Urakoitsijapalaverit auttoivat sisävaiheen viikko-aikatauluttamisessa. Palaverissa käsiteltiin kunkin urakan etenemistä, haasteita, sekä seuraavien viikkojen tulevia töitä. Tulevista töistä kävimme läpi niihin tarvittavan ajan ja työn toteutumisen edellytykset.

Erinäiset rakennusvirheet vaikuttivat Helmessä sisävaiheen aikatauluun, koska lopputulos ei täyttänyt laatuvaatimuksia ja töitä jouduttiin tekemään uudelleen. Rakenteelliset virheet on huomioitava aikataulussa, sillä ne muodostavat lisätöitä. Lisätöiden muodostuessa tarvitsee lisätä työvoimaa, jotta lisätöet eivät vaikuta valmiiksi suunniteltuun aikatauluun.

Sisävaiheen aikana havaitsimme useamman poikkeaman suunnittelussa ja näin pääsimme myös konkreettisesti vaikuttamaan laatusuunnitelmiin. Näistä laadunvarmistustoimenpiteistä raportoimme suunnittelijalle, joka muokkasi suunnitelmat uudella versionumerolla järjestelmäämme.

### **5.1 Pispalanharjun Helmen sisävaihe**

Pispalanharjun Helmeen olemme tehneet sisävaiheen aikatauluja Tocoman-sovellukseen. Tätä aikataulua hyödynsimme töiden ketjuttamiseen sekä yleiseen hahmottamiseen, että missä kukin urakoitsija kuuluisi olla. Aikataulu toimii myös hyvin materiaalihankintoja harkittaessa. Kohteen tontti on todella pieni, joten niin on varastointitilakin. Materiaaleja pyritään parhaan mukaan tilaamaan tontille

vasta silloin kun niille tulee käyttöä. Joitakin materiaaleja olemme joutunut ottamaan silti tontillemme etuajassa vallitsevan maailmantilanteen vuoksi.

Aikataulua tehdessä alussa havaitsi, että sisävaiheiden perusrunko alkoi muodostua, mutta se ei ollut silti läheskään valmis. Pientä hiomista sieltä täältä ja työvaiheiden muokkausta piti tehdä useampaan kertaan, jotta siitä tuli toimivampi kokonaisuus.

Sisävaiheen aikataulua käytiin läpi omana kokonaisuutena viikkoaikataulua tehdessä. Sisävaiheeseen sisältyy monta työvaihetta, joten sen aikataulutus vaatii panostusta ja tarkkaavaisuutta. Parhaimmillaan työvaiheita on samanaikaisesti käynnissä kymmeniä, joten niiden seuranta edellyttää tarkkana olemista. Alla kuva erilaisista työvaiheista sisävaiheessa.

13	Ikkuna asennukset	15 pv	28.11.22	19.12.22
14	Rungon jälkipaikkaukset EDC	14 pv	28.11.22	16.12.22
15	Etuputsi EDC	11 pv	30.11.22	15.12.22
16	Väliseinät EDC	5 pv	01.12.22	08.12.22
17	Alakatot	3 pv	09.12.22	13.12.22
18	Laatoitus	73 pv	03.10.22	16.01.23
19	Tasoite EDC	20 pv	28.11.22	27.12.22
20	Maalaus	16 pv	09.12.22	02.01.23
21	Kaluste	18 pv	09.12.22	04.01.23
22	Plaano EDC	3 pv	19.12.22	21.12.22
23	KH alakatot EDC	24 pv	09.12.22	13.01.23
24	Oviasennukset	4 pv	19.12.22	22.12.22
25	Laminaattiasennukset	16 pv	15.12.22	09.01.23
26	Putki EDC	10 pv	15.12.22	29.12.22
27	IV EDC	28 pv	01.12.22	12.01.23
28	sähkötyöt EDC	14 pv	09.12.22	29.12.22
29	Sisäkittaus ja palokatkot EDC	17 pv	28.11.22	21.12.22

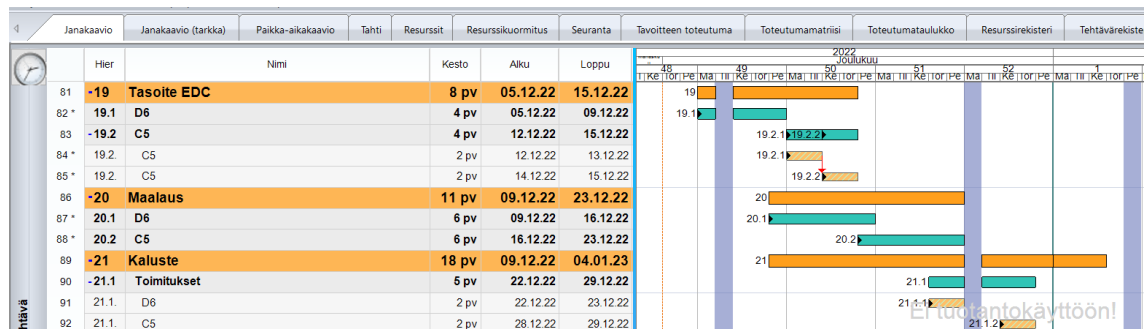
KUVA 4. Havainnollistava kuva sisävaiheen eri työvaiheista, joita käsiteltiin samanaikaisesti viikkoaikataulua tehdessä.

Alun perin tarkoitus oli tehdä sisävaihe kokonaisuudessaan aikatauluun, mutta työmaan henkilöstöhaasteet tuottivat sen tekemisessä haasteita. Vastaava mestari oli vaihtunut hankkeessa useampaan kertaan. Hankkeen aikatauluttamisen kannalta tilanne oli haastava, sillä vaihtuvuus loi ”tyhjjiötä” projektin etenemiselle.

Uuden vastaavan mestarin tullessa aikatauluja lähdettiin tekemään erilaisille pohjille ja tyyliillä, miten on totuttu aikaisemminkin tekemään. Aluksi aloitimme aikataulutuksen OneNote ja Excel-pohjilla, joka oli ensimmäiselle mestarille tuttu entuudestaan. Seuraava oli tottunut vanhempaan malliin eli Post-it lappuihin, jolla muodostimme viikkojen kulun seinällä olevaan aikataulupohjaan sekä sivusimme tocoman-aikataulua. Hankkeen loppuun vetäneen vastaavan mestarin kanssa käytimme pelkästään tocoman-pohjaa ja se tuntui itselle luontevalta ja helpoilmalta ratkaisulta.

Varsinaista kokonaista sisävaiheaikataulua emme saaneet muodostettua vaan lähdimme etenemään viikkoaikatauluilla, joilla saimme pilkottua työt toteutettavaan muotoon. Viikoilla aikataulutus ei luo pidempää näkymää projektin etenemiselle ja haasteita ilmenee tätä kautta enemmän. Varsinaisen aikataulun kehitykselle ei ollut tarpeeksi resursseja henkilöstön ja ajan puitteissa.

Saatoimme sisävaiheet loppuun asti viikkoaikataulutuksella, jolloin pääsimme kuitenkin haluttuun pisteeseen, luovutukseen.



KUVA 5. Tocoman-aikataulua sisävaiheista

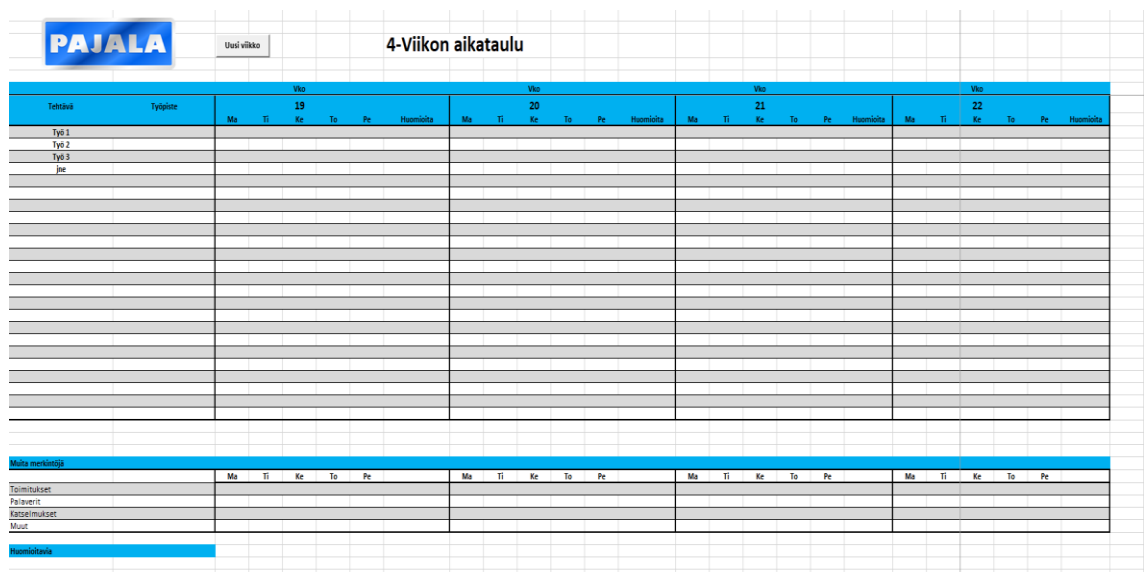
## 5.2 Tahtituotanto kohteessa

Sisävaiheaikataulua tehtäessä työvaiheet on mallinnettu parhaaksi nähdyllä tavalla. Tahtituotannon ideologiaa hyödyntäen on yritetty saada urakoitsijoiden työt ketjutettua niin, että työt eivät keskeytyisi ollenkaan vaan urakoitsija pääsisi toteuttamaan urakkaansa aikataulutetulla nopeudella.

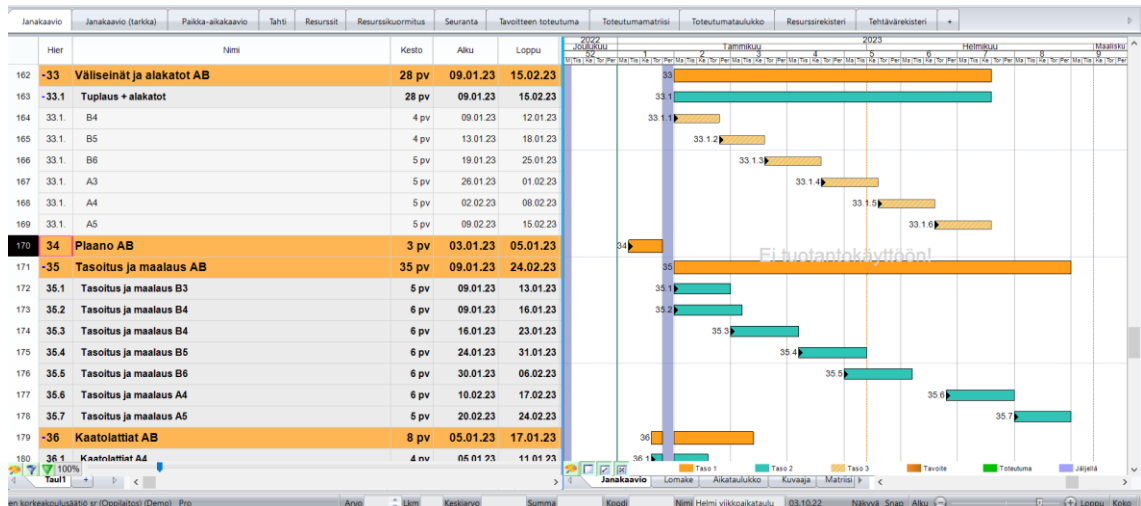
Kohteen raput on jaettu kahteen eri aikatauluun. E, D ja C-rappu omana aikatauluna ja B sekä A rappu omanaan. Työvaiheiden tahditus on näin helpompaa, sillä E, D, C-rappujen runkotyöt ovat edenneet jo valmiusasteeltaan yli puolen välin, kun viimeisten kahden rapun perustukset saadaan aluilleen. Ensimmäisen aikataulun sisätöiden tahditus saadaan toimivaksi, kun aikataulu suunnitellaan huolellisesti ja hyödynnetään kokoneiden työnjohtajien ammattitaitoa.

Sisävaiheaikataulu on hyödyllinen työkalu projektin läpiviennissä. Sen avulla töiden etenemistä on helpompi seurata ja se auttaa ymmärtämään sisätöiden kokonaiskuvaa. Aikataulua pystyy hyödyntämään myös urakoitsijapalaverissa, jolloin urakoitsijoillekin saadaan ymmärrys sisätöiden kulusta ja mitkä työvaiheet tahdittavat toisiaan. Näin urakoitsijakin osaa valmistautua tuleviin töihin paremmin kuin ilman tietoa muusta kokonaisuudesta.

Tahtituotanto on silti haastava prosessi rakennustyömaalla työkohteen mukaan. Kohteen ollessa suuri muuttujia on paljon eikä kaikki toimi aina odotetulla tavalla. Muutoksia tapahtuu töiden edetessä, jolloin aikataulukin muuttuu. Aikatauluun vaikuttavien muutoksien tapahtuessa on pyrittävä reagoimaan tilanteeseen mahdollisimman äkkiä, jotta välttyttäisiin suuremmilta muutoksilta. Tällaisia muutoksia voi olla esimerkiksi materiaalin saannin vaikeus, edeltävä työvaihe ei ole valmistunut tietyssä osakohteessa tai on havaittu virheitä rakenteissa/materiaaleissa.



Tehtävä	Työaste	Viiko						Viiko						Viiko						Viiko					
		Ma	Ti	Ke	To	Pe	Huomiota	Ma	Ti	Ke	To	Pe	Huomiota	Ma	Ti	Ke	To	Pe	Huomiota	Ma	Ti	Ke	To	Pe	Huomiota
Työ 1																									
Työ 2																									
Työ 3																									
jne																									



KUVA 7. Pajalan Viikkoaikataulu (Tocoman)

Töiden rytmittämisessä ja yhteensovittamisessa käytämme hyväksi todettua Tocoman-aikataulupohjaa (KUVA 7). Joka viikko istuimme työnjohdon kanssa alas ja pohdimme jokaiselle työntekijälle/työryhmälle valmiiksi seuraavan viikon työt. Pohjaa hyödyntäen saa tarkemman kuvan töiden etenemisestä. Pohjasta havainnoi nopeasti törmäkö työvaiheet ja riittääkö kaikille töitä tasaisesti.

Viikkoaikataulusta jää aina kopio itselle myös, jolloin on helpompi toimia esimerkiksi tuntilappujen kuittaamisessa. Voit katsoa kyseisten päivien kohdat ja todeta mistä tunnit ovat tulleet.

	MA 16.	TI 17.5	KE 18.5	TO 19.5	PE 20.5
Raksaässä Valtu	Holvimuotin purku Elementtiasennus E5	Holvimuotin purku Elementtiasennus E5 Holvityöt E5+C3	Elementtiasennus C3 Holvityöt E5+C3	Elementtiasennus C3 Holvityöt E5+C3	Elementtiasennus C3 Holvivalu E5 0700 Holvia C3
RAKSAÄSSÄ Aki	A-B rapun anturat Ontelokentän raudoitus:tukkeet	Ontelokentän valu A-B perustuksien osittainen valu???	A-B perustukset	A-B perustukset	A-B perustukset
ETUPUTSARIT	Sähkörien putkien piikkaus / C2 hormivarausten avaus	Sähkörien putkien piikkaus / C2 hormivarausten avaus	Sähkörien putkien piikkaus / C2 hormivarausten avaus	Sähkörien putkien piikkaus / C2 hormivarausten avaus	Paikkuupuutteiden korjaus KPH
1 ketju timpuri	VSS hyllyt E rappu parvekepilarijuotos	VSS hyllyt	C-rappu rossipohja ja sähköreitit kuntoon sekä SPK asennuslattia	Aukkosuojat C-rappu rossipohja ja sähköreitit kuntoon sekä SPK asennuslattia	C-rappu rossipohja ja sähköreitit kuntoon sekä SPK asennuslattia
Ville & Lauri	Pintalaattojen valmistelu	Pintalaattojen valmistelu	Pintalaattojen valmistelu	Pintalaattojen valmistelu	Pintalaattojen valmistelu
Putkari	EDC- pintalaattojen kaivot	EDC- pintalaattojen kaivot	Paskajarru, hormin perseet, viemärintien jatkot	Paskajarru, hormin perseet, viemärintien jatkot	Paskajarru, hormin perseet, viemärintien jatkot
Maanrakentaja	Parkkihalli vierustäytöt	Parkkihalli vierustäytöt	Parkkihalli vierustäytöt	Parkkihalli vierustäytöt	Parkkihalli alapohja tasaus
Huopamies			Sähköputket ja CD rapun maanpaineinät		
MUUTA	E5 elementtejä: 1. kuorma klo 1000 2. kuorma klo 1200 3. kuorma klo 1400	130t mobiili E5.krs elem.asennus 07-11 Lisäpainot tulee aamulla? E5 elementtejä: 1.kuorma klo 0730  Pumppu 53m A-B lohkoilla klo 11.30 ->  Timantti-Virtanen aamulla sähköreilille, 16A pakki		EDC pintalaattojen lämmityspotket	EDC pintalaattojen lämmityspotket  E5 holvivalu klo 07-> 49m pumppu

KUVA 8. OneNote pohja viikkoaikataulusuunnitteluun

Työmaan käynnistyessä ensimmäisellä vastaavalla mestarilla oli käytössä OneNote-pohja (KUVA 8), jota hyödynsimme töiden seuraamisessa sekä suunnittelussa. Kyseistä pohjaa oli helppo käyttää, mutta se ei kuitenkaan antanut täyttä hahmotelmaa töiden etenemisestä, ainakaan rakennusalalla aloittelevalla. Tocoman-aikatauluohjelmaan siirtyminen auttoi työvaiheiden havainnollistamisessa sekä työvaiheiden esittämisessä urakoitsijoille. Yksi työnjohtajista valmisti Excelliin 4-viikon viikkoisaikataulupohjan, jonka avulla töiden seuraamista olisi voinut myös toteuttaa, mutta sen käyttö jäi vähäiselle. (KUVA 6)

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa jo alkaneeseen rakennusprojektiin tuotannollisesti toimiva sisävaiheen aikataulu. Näin lähdimme liikkeelle ja aloitimme aikataulun tekemisen, mutta haasteiden ja henkilöstömuutoksien takia emme saaneet saatettua sitä loppuun ja lähdimme toteuttamaan sisävaihetta viikkoaikataulujen pohjalta.

Sisävaiheen töiden valvominen ja seuraaminen on tärkeä osa projektin loppuunsaattamisen kannalta. Sisävaihe kattaa paljon työvaiheita, joiden saattaminen alusta loppuun kunkin urakoitsijan osalta vaatii nopeaa reagoimista, aikataulun seuranta ja hyvää yhteistyötä. Laadukkaiden ja luotettavien aliurakoitsijoiden sekä hyvin laaditun aikataulun myötä työnjohtajankin työn arki koituu helpommaksi, jolloin aikaa jää enemmän pienienkin asioiden huomioimiseen.

Ollessani hankkeessa työnjohtajana sisävaiheessa koen, että ilman henkilöstöongelmia tuotannollisesti toimivan aikataulu olisi ollut mahdollista tehdä. Kun aikataulu on suunniteltu kauttaaltaan, haasteet eivät pääse yllättämään yhtä herkästi ja katse töiden etenemisestä on paljon kauaskantoisempi. Viikkoaikatauluilla työn seuraaminen on mahdollista, jos työkokemus sekä ammattitaito vastaa sen tasoa.

Tämä hanke ja opinnäytetyö antoi itselleni paljon oppia ja kasvatti työnjohtajana olemista. Projektin hyvät ja huonot puolet antoi kokemusta ja kyky reagoida työmaalla vastaavanlaisiin tilanteisiin kasvoi.

## LÄHTEET

Johanna Aatsola, 9.12.2021. Katso mihin muuhun kuin varsinaiseen työntekemiseen talotekniikka asentajien työaika kuluu. (<https://www.rakennuslehti.fi/2021/12/katso-mihin-mihin-muuhun-kuin-varsinaiseen-tyontekemiseen-talotekniikka-asentajien-tyoaika-kuluu/>)

Juha Salminen, 2021. Mitä uutta tahtituotanto tuo rakentamisen tuotannonohjaukseen? <https://www.salmicon.fi/artikkelit/mita-uutta-tahtituotanto-tuo-rakentamisen-tuotannonohjaukseen/>

Laaturakentaminen.fi, 2015. Tehtäväsuunnittelu- Työväline ohjaukseen. (<http://laaturakentaminen.fi/index.php/blogi/297-tehtaevaesuunnittelu-tyo-vaeline-ohjaukseen/>)

Lean Construction Institute – Finland, 2015. Last Planner-menetelmä tuotannonohjaukseen. <https://lci.fi/lean-rakennusalalla/menetelmakuvaukset/last-planner-systeemi/>

Mflow. Kahdeksan hukkaa. ([mflow.fi/kahdeksan-hukkaa](http://mflow.fi/kahdeksan-hukkaa))

Rakennustieto, RT-kortisto. (Talonrakennushankkeen kulku, RT 10-11225), (<https://www.rt.fi/Tietoa-alasta/Laatu/>), (Työmaan laatusuunnitelma Ratu S-1180)

Wikipedia, 2023. Lean. (<https://fi.wikipedia.org/wiki/Lean>)

Wikipedia, 2022. Toyotan tuotantojärjestelmä. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Toyotan\\_tuotantoj%C3%A4rjestelm%C3%A4](https://fi.wikipedia.org/wiki/Toyotan_tuotantoj%C3%A4rjestelm%C3%A4)

