

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

2024

Saija Järvelä

Tahtiaikataulun toteutus As Oy
Turun Voudin
sisävalmistusvaiheeseen

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

2024 | 34 sivua

Saija Järvelä

Tahtiaikataulun toteutus As Oy Turun Voudin sisävalmistusvaiheeseen

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin tahtiaikataulu tietyssä rakennetussa kohteessa. Työn tilaaja on Pohjola Rakennus Oy Suomi ja työssä seurataan yrityksen rakentamaa kohdetta Turussa.

Aikataulun toteutumista seurattiin tarkoin ja työssä kerrotaan seurannan erivaiheista. Työssä on perehdytty sekä tahtituotannon aikataulumuotoon, että muihin rakennusalalla käytettäviin aikataulumalleihin. Rakennusprojektin erivaiheissa käytetään erilaisia aikataulumuotoja ja niistä kerrotaan lisää tässä opinnäytetyössä. Tarkastelussa ovat aikataulutuksen ominaisuudet, mallit, käyttökohteet sekä tyypit.

Suurena osana opinnäytetyötä on aikataulun käyttö ja kokemukset liittyen toteutukseen. Työssä kerrotaan suunnittelun erivaiheista ja seurannasta kyseisessä kohteessa. Työhön on kerätty urakoitsijoiden kokemuksia tahtituotannosta. Urakoitsijat antoivat positiivista palautetta aikataulun selkeydestä ja toimivasta yhteistyöstä.

Asiasanat:

Tahtituotanto, tahtiaikataulu, aikataulusuunnittelu

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Construction Management

2024 | 34

Saija Järvelä

Takt schedule and its implementation in apartment building Vouti in Turku

The topic of the thesis is takt schedule and its implementation in Pohjola Rakennus Oy Finland's apartment building Vouti in Turku. Vouti is an apartment building with eight residential floors, and it includes 61 apartments.

The purpose of the thesis is to examine the implementation of the takt time planning and develop it to work in future building destinations in Turku area. The implementation of the work also involved the preparation, implementation, and monitoring of the schedule itself throughout the construction phase.

This thesis contains information about previously used scheduling formats in the company. Information about the takt schedule is also included.

The goal of the thesis was to learn how to create a functional takt schedule, how to follow the schedule successfully, and manage work smoothly. The aim was to learn to think about scheduling in the way required in the takt time planning. Because this was the first project that was made on a takt schedule, the purpose of this project was never to shorten the lead time of the project, but to learn how to use software and practice the new operating model.

Keywords:

Takt schedule, construction, schedule

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Aikataulusuunnittelu ja sen perusteet	8
2.1 Yleisaikataulu	9
2.2 Rakentamisvaiheaikataulu	11
2.3 Viikkoaikataulu	12
3 Aikataulutyytit ja niiden käyttökohteet	14
3.1 Jana-aikataulu	14
3.2 Vinoviiva-aikataulu eli paikka-aikakaavio	16
3.3 Valvontavinjetti	18
4 Tahtiaikataulun laadinnan kokemukset	20
4.1 Tahtiaikataulun laadinta kohteeseen As Oy Turun Vouti	23
4.2 Kokemukset ja hyödyt tahtituotannosta	30
5 Tahtiaikataulu kokemuksena	32
Lähteet	34

Liitteet

Liite 1. Tahtiaikataulu As Oy Turun Vouti

Liite 2. Palautekysely 1

Liite 3. Palautekysely 2

Liite 4. Palautekysely 3

Liite 5. Palautekysely 4

Kuvat

Kuva 1. Alustava yleisaikataulu jana-aikataulun muodossa.	10
---	----

Kuva 2. Välitavoitteet esitettynä Last Planner-menetelmällä.	11
Kuva 3 sisävalmistusvaiheen rakentamisvaihe aikataulu.	12
Kuva 4. Last Planner-viikkoaikataulu.	13
Kuva 5. Jana-aikataulu As Oy Turun Voudin sisävalmistusvaiheesta.	15
Kuva 6. Paikka-aikakaavio ja sen toimintaperiaate.	16
Kuva 7. Paikka-aikakaavio As Oy Turun Ritarin sisävalmistusvaiheen aikataulusta.	17
Kuva 8. Valvontavinjetti tehtynä aluesuunnitelman pohjakuvaan.	18
Kuva 9. valvontavinjetti, joka on tehty matriisi mallilla. Kuvassa on käytetty, sekä rasteja, että värejä.	19
Kuva 10. Tahtiaikatauluun sisältyvät termit.	21
Kuva 11. Osa tahtiaikataulun lopullista versiota.	23
Kuva 12. Toinen osa excel-kaaviosta.	24
Kuva 13. Tehtävien jako.	25
Kuva 14. Mestajako kohteen pohjakuvaan.	26
Kuva 15. Mestojen värien merkintä kohteessa.	27
Kuva 16. Työvaiheiden seuranta.	29

Käytetty sanasto

Alakatto	Kantavan kattorakenteen alapuolelle ripustamalla tehty sisäkattorakenne (Rakentaja 2024).
Enklaus	Väliseinien rungon rakennus sisältäen pystyranget ja yhden puolen levytyksen (Puuinfo 2024).
LVI	Lämmitys, ilmanvaihto ja ilmastointi (Termipankki 2024).
Rt-kortisto	Tietosisältö paketit, jotka sisältävät rakennusalalla yleisesti käytössä olevat ohjeet, lait, määräykset ja laatuvaatimukset (Rakennustieto 2024).
TATE	Yleinen lyhenne talotekniikalle (Aalto 2024).

tuplaus

Tässä opinnäyte työssä tuplauksella tarkoitetaan väliseinien umpeen levytystä (Puuinfo 2024).

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoitus on tarkastella tahtiaikataulun tekemistä ja seurata toteutusta. Opinnäytetyön toteutukseen liittyi itse aikataulun laatiminen, toteutus ja seuranta koko rakennusvaiheen ajan. Toteutuksen aikana kerättiin tietoa ja tekijöiden kokemuksia onnistumisista ja haasteista.

Tahtiaikataulu on tällä hetkellä ajankohtainen aihe monille rakennusliikkeille ja Pohjola Rakennus haluaa tarttua haasteeseen ja onnistua sen toteutuksessa ja saavuttaa käytön hyöty lyhentämällä projektien läpimenoaikaa. Vieläkin tärkeämmäksi nousee tavoite varmistaa aikataulussa pysyminen. Tahtiaikataulu antaa tiiviillä aikatauluseurannalla siihen loistavat mahdollisuudet.

Tahtiaikataulu toteutettiin Pohjola Rakennus Oy Suomen kerrostalo kohteessa nimeltään As Oy Turun Vouti.

Vouti oli ensimmäinen tahtiaikataululla tehty kohde Turun alueella, ja tarkoitus tällä kyseisellä projektilla ei ollut lyhentää projektin läpimenoaikaa, vaan oppia käyttämään käytössä ollutta Mestamasterin ohjelmistoa ja harjoitella uutta toimintamallia. Mestamasterin henkilökunta oli suurena apuna alusta asti tekemässä toimivan aikataulun ja opettamassa ohjelmiston käyttöä ja ideaa (mestamaster 2024).

Työni tavoitteena oli oppia tahtiaikataulun toiminnasta, sen laadinnan periaatteista, sekä onnistua aikataulun seurannassa. Seuranta ja palaverit olivat tärkeä osa työtäni ja toimivan kokousrakenteen löytäminen oli yksi haasteistani.

Tärkeänä osana tahtituotannon onnistumisessa oli sitouttaa aliurakoitsijat toimimaan uuden toimintamallin mukaisesti. Aikataulun toteutuminen perustuu yhteistyöhön ja kommunikaation onnistumiseen. Tavoitteenani olikin panostaa siihen ja luoda toimiva yhteistyön ilmapiiri.

2 Aikataulusuunnittelu ja sen perusteet

Onnistuneen projektinjohtamisen perusta syntyy hyvin toteutetusta aikataulusuunnittelusta. Suunnittelussa sijoitellaan erilaisia tehtäviä aikataulullisesti hallittuun kokonaisuuteen. Rakennusprojektissa aikataulusuunnittelu aloitetaan hankesuunnitteluvaiheessa. Varhainen aikataulun laatiminen rajaa projektin suorituksen tavoitteita ja selkeyttää toteutuksen reunaehdoja. (Koskenvesa ym. 2024, 8.)

Projektin onnistumisen kannalta laadukkaana aikataulun laatiminen on tärkeää. Aikataulun täytyy perustua luotettaviin työkohteen suunnitelmiin, työmenekkimäärittäisiin ja resurssilaskelmiin. Työmenekkien määrittäminen perustetaan tarkkoihin rakennusmenetelmien, kohteen tietojen ja rakennusolosuhteiden kokonaisuuksiin. (Koskenvesa ym. 2024, 8.)

Aikataulu on toimiva työkalu, jonka avulla saavutetaan asetettuja tavoitteita. Tavoitteet voivat liittyä tehtävän aloittamiseen, päättämiseen ja työvoiman käytön realistiseen toteutukseen. (Koskenvesa ym. 2024, 8.)

Työnjohdon tehtävä on valvoa aikatauluissa suunniteltujen tavoitteiden saavuttamista. Työtä helpottaa, jos aikataulu on laadullisesti hyvin laadittu ja sen tekemisessä on käytetty luotettavia lähtötietoja. Ulkonäöllisesti selkeällä ja helposti luettavalla aikataululla annetaan parhaat edellytykset onnistuneeseen seurantaan ja ongelmatilanteiden ratkaisuun. Käytössä hyvin toimivat työmaan johdon järjestelmät tukevat tehtävien suoritusta. (Koskenvesa ym. 2024, 11.)

Rakennushankkeen aikataulusta on luettavissa tuotannon rakenne. Aikatauluihin, joilla halutaan seurata tuotannon tilaa, sisällytetään työn ajallinen kesto suhteessa toteutuspaikkaan ja suoritemääriin. Aikatauluissa otetaan huomioon myös mahdolliset häiriöt. Häiriöt voivat johtua viivästyneestä toimituksesta, ilmastosta tai esimerkiksi sairastuneesta työvoimasta. (Koskenvesa ym. 2024, 12.)

Aikataulu muodostuu monista aikataulutehtävistä. Tehtävillä tarkoitetaan työvaiheita, joiden suoritukseen vaaditaan aikaa ja resursseja. Tehtävillä tarkoitetaan kaikkien työntekijöiden tekemiä työvaiheita, työlajeja, sekä niiden yhdistelmiä. Kun aikatauluun sisältyviä tehtäviä valitaan, otetaan huomioon eri urakoitsijoiden yhteistoiminta. Tehtävä järjestyksen suunnittelu tehdään siten, että mahdollistetaan työsuorituksen eteneminen tavoitteiden mukaisesti kaikkien urakoitsijoiden osalta. (Koskenvesa ym. 2024, 20.)

Seuraavissa Luvuissa on esitelty aikataulusuunnittelun toteutusmalleja.

2.1 Yleisaikataulu

Yleisaikatauluun on kerätty koko hankkeen työn suunniteltu sisältö. Yleisaikataulua käytetään pohjana kaikelle työmaan sisäiselle ajoituksen ja toimintojen suunnittelulle. Se mitoittaa myös työmaan pääresurssit, kuten työvoiman, hankinnat ja kalustosuunnitelmat. (Koskenvesa ym. 2024, 25.)

Päätoteuttajan laatima yleisaikataulu toimii kohteen työaikatauluna. Yleisaikataulu sisältää hankkeelle tärkeät tavoitteet, suoritelmäärät, työmenekit ja työsaavutukset, valitun työryhmän, työvaiheen keston, sekä ajoituksen ja mahdolliset riippuvuudet. (Koskenvesa ym. 2024, 26.)

Yleisaikataulumalli voidaan jakaa tarkkuustason, käyttötarkoituksen ja laatimisajankohdan mukaan kolmeen muotoon. Nämä muodot ovat alustava yleisaikataulu, sopimusyleisaikataulu ja työaikataulu. Sopimusaikataulu laaditaan yhteistyössä pääurakoitsijan ja rakennuttajan kanssa. Sopimusaikatauluun sisällytetään molempien osapuolten kannalta tärkeät kohteen rakentamisvaiheen päivämäärät. Sitä käytetään runkona yleisaikataulun laatimiseen. Yleisaikataulu nimikkeitä voivat olla esimerkiksi maanrakennusvaihe, perustus- ja runkovaihe, sisävalmistusvaihe tai luovutusvaihe. (Koskenvesa ym. 2024, 11.)

Yleisaikataulun esitystapa on yleisesti jana-aikataulu tai paikka-aikakaavio. Kuvassa 1 on esitetty jana-aikataululla toteutettu yleisaikataulu. Tehtävien

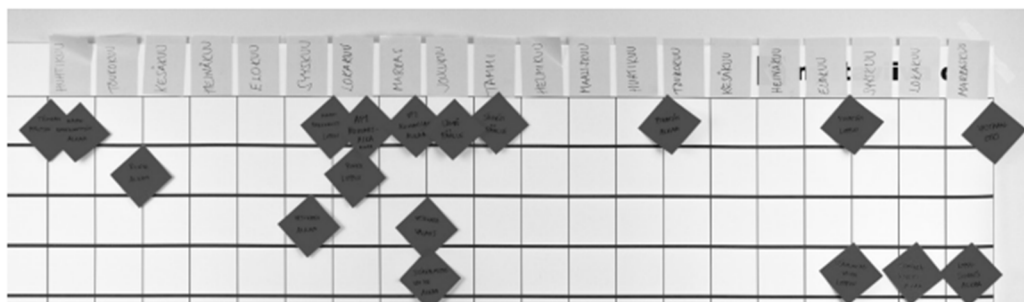
ajalliselle kestolle on esitetty tarkkuusvaatimus, joka on 0,5 viikkoa. Tehtävien ajankohdalle vaatimus on 1 viikko. (Koskenvesa ym. 2024, 26.)

			ALUSTAVA YLEISAIKATAULU																																			
Hierarkia	Määrä	Kesto tv	2009												2010												2011											
			Mar	Jou	Tam	Hei	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Sy	Lok	Mar	Jou	Tam	Hei	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Sy	Lok	Mar	Jou	Tam	Hei	Maa	Huh	Tou	Kes	Hei	Elo	Sy	Lok
+1	PURKU JA RAIVAUS	269 100 m ²	390	1																																		
2	MAANRAKENNUS	25 580 m ³	395	2																																		
3	PERUSTUKSET	7 510 m ²	319	3																																		
4	RUNKORAKENTEET	8 560 m ²	355	4																																		
5	VESIKATOT	13 495 m ²	345	5																																		
6	PIHAKANSI	2 805 m ²	99	6																																		
7	KELLARIIN LATTIAVAL	15 300 m ²	315	7																																		
8	SISÄTYÖVAIHEET	29 220 m ²	465	8																																		

Kuva 1. Alustava yleisaikataulu jana-aikataulun muodossa.

Yleisaikataulun suunnittelussa voidaan käyttää apuna Last Planner -menetelmää. Menetelmää käytetään nimeämään ja ajoittamaan projektin keskeiset välitavoitteet. Tavoitteiden saavutuksen seurannan helppous on menetelmän etu. (Koskenvesa ym. 2024, 26.)

Menetelmän käyttö on yleisesti osa vastaavan mestarin työtä. Last Planner aikataulun laadintaan käytetään yleisesti sen omaa pohjaa, johon lisätään aikataulumerkinnät Post-It-lappujen avulla. Kuvassa 2 on esimerkki asetetuista välitavoitteista Last Planner -menetelmäpohjalla. Laatiminen toteutetaan yleisesti yhteistyössä työvaihemestareiden ja nokkamiesten kanssa. Eri osapuolien on helppo sitoutua projektiin, koska osapuolten näkökulmat otetaan huomioon aikataulun tekemisessä. (Koskenvesa ym. 2024, 26.)



Kuva 2. Välitavoitteet esitettynä Last Planner-menetelmällä.

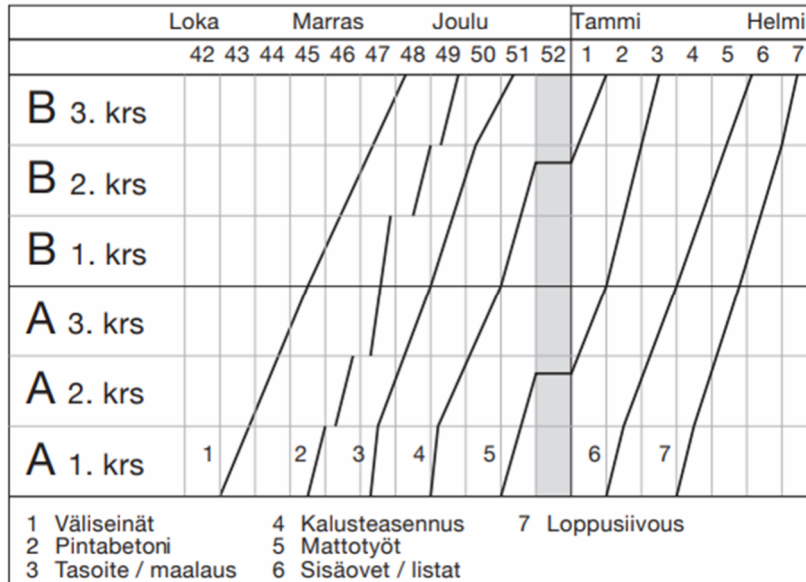
2.2 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakennushanke koostu monesta eri rakennusvaiheesta, joista voidaan tehdä erillisiä aikatauluja. Esimerkkinä voidaan tehdä erillinen aikataulu perustus- ja runkovaiheen työvaiheista, tai siävalmistusvaiheesta. Rakentamisvaiheaikataulu voi sisältää myös 2–6 kuukauden mittaisen ajanjakson rakennushankkeen sisältä. (Koskenvesa ym. 2024, 28.)

Rakentamisvaiheaikataulun laatii työvaihemestari ja se tehdään aina työmaalla. Aikataulu on yksi tärkeimmistä toiminnanohjauksen työvälineistä. Yksittäiseen rakennusvaiheaikatauluun sisällytetään enemmän työvaiheita, kuin yleisaikatauluun. (Koskenvesa ym. 2024, 28.)

Rakentamisvaiheaikataulun laadintaan käytetään urakkasopimusten lähtötietoja, ja se pohjautuu jo laadittuun yleisaikatauluun. Aikataulun tekemisessä hyödynnetään myös teknisiä suunnitelmia. Aikatauluun sisällytetään sivu- ja aliurakoitsijoiden urakat. Työsuoritukset mitoitetaan, tahdistetaan ja tiedossa olevat riippuvuudet otetaan huomioon suunnitelmassa. Työjärjestys nimetään työlajin tai työkokonaisuuden perusteella. Ajoituksen suunnitteluun vaikuttavat tuotantosuunnitelmat, resurssitiedot ja suoritemäärät. (Koskenvesa ym. 2024, 29.)

Yleisesti laatimisessa käytetään jana-aikataulua tai paikka-aikakaaviota. Tehtävän kestolle on asetettu tarkkuusvaatimus 1 työvuoro ja ajankohdan kestolle 0,5 viikkoa. Kuvassa 3 on esimerkki sisävalmistusvaiheen rakentamisvaiheaikataulusta paikka-aikakaaviona. (Koskenvesa ym. 2024, 29.)



Kuva 3 sisävalmistusvaiheen rakentamisvaiheaikataulu.

2.3 Viikkoaikataulu

Työnjohtajat tekevät johtamansa työvaiheen työsuunnittelua 1–3 viikon ajalle viikkoaikatauluun. Resurssien suunnittelu, mahdolliset tavaran tilaukset ja kaluston suunnittelu tehdään osittain lyhyellä aikajänteellä ja niiden ottaminen huomioon tarpeeksi ajoissa etukäteen on tavoitteiden saavuttamisen kannalta tärkeää. (Koskenvesa ym. 2024, 31).

Viikkokohtaisessa aikataulussa ensimmäinen viikko on yleensä tarkimmin suunniteltu päivä kohtaisilla tavoitteilla. Seuraavat kaksi viikkoa sisältävät suurempia tavoitteita, kuten jonkin työvaiheen valmistumisen tai työvaiheen aloituksen. Viikkoaikatauluun kirjataan aloitusten edellytysten valmistelevia töitä. Varmistetaan ajallaan esimerkiksi, että lattiamateriaalien tilaukset ovat

tulossa ajoissa, ennen asennuksen aloitusta, ja tämä toimitus ja työn aloitus kirjataan aikatauluun. (Koskenvesa ym. 2024, 31–32).

Suunnittelun pohjana toimivat yleisaikataulu ja rakennusvaiheaikataulun asettamat tavoitteet. Hyvä viikkoaikataulu sisältää työvoima resursseja, materiaalitointusaikataulut ja kaikki tehtäväsuunnitelmat. (Koskenvesa ym. 2024, 31–32.)

Viikkosuunnitelman ulkonäkö ja suunnittelumalli voi vaihdella työvaihemestareilla paljonkin. Tavallinen muoto on jana-aikataulu. Käytössä voi olla myös Last Planner tyyppinen aikataulu. Kuvassa 4 on nähtävissä malli kyseisestä aikataulusta. Vaakariville ylhäälle on merkitty viikonpäivät ja vaakarivit ovat viikkoja, kyseisessä aikataulussa on suunniteltu neljä viikkoa eteenpäin. (Koskenvesa ym. 2024, 32).

VIITÄRITTE		3					
KE	TO	PE	MA	TI	KE	TO	
ALAKATTO 2W 1A	ALAKATTO 2W 1A	PARKETTI 2W 1A	PARKETTI 2W 1A	PARKETTI 2W 1A			
MAALUS 1W 1D	MAALUS 1W 1D	ALAKATTO 2W 1D	ALAKATTO 2W 1D	ALAKATTO 2W 1D	PARKETTI 2W 1D	PARKETTI 2W 1D	
MAALUS 1W 1C	MAALUS 1W 1C	MAALUS 1W 1C	MAALUS 1W 1C	MAALUS 1W 1C	ALAKATTO 2W 1C	ALAKATTO 2W 1C	
		TASOITE 2W 1A	TASOITE 2W 1A	TASOITE 2W 1A	MAALUS 1W 1A	MAALUS 1W 1A	

Kuva 4. Last Planner-viikkoaikataulu.

Last Planner -aikataulun toiminnan kannalta on tärkeää pitää viikoittain palaverieita, joihin osallistuvat kaikki kohteeseen käynnissä olevien urakoiden työnjohtajat ja työvaiheiden nokkamiehet. Palaverieissa päivitetään suunnitelmat ja seurataan toteutumaa. Edellytykset töiden etenemiselle varmistetaan ja aikataulussa pysyminen varmistetaan. Tuotannon yleisaikataulun kannalta viikkoaikataulujen seuranta ja ylläpitäminen on tärkeää. Töiden sujuva eteneminen varmistetaan tiiviillä seurannalla. (Koskenvesa ym. 2024, 33.)

3 Aikataulutyytit ja niiden käyttökohteet

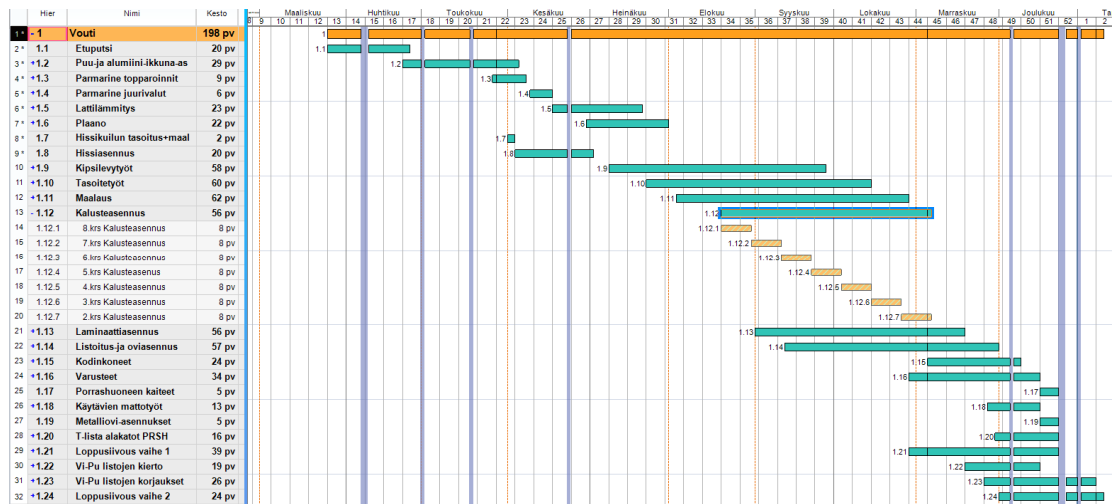
Aikataulun toteutukseen voidaan käyttää monia erityyppisiä laatimis- ja piirustustekniikoita. Tekniikka valitaan aikataulun käyttötarkoituksen perusteella. (Koskenvesa ym. 2011, 21.)

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan erilaisia aikataulumalleja ja niiden käyttökohteita.

3.1 Jana-aikataulu

Jana-aikataulussa esitetään työvaiheeseen sisältyvät työtehtävät, niiden suorittamiseen kuluva aika ja suorittamisen ajankohta. Jana-aikataulu perustetaan olemassa oleviin tietoihin työmenekistä. Tiedot yksittäisen työtehtävän kestosta saadaan kerätyistä tiedostoista, kuten Rt-kortistoista, sekä aikaisempien kokemusten antamista tiedoista. Vaaka-akselille merkitään ajanjakso. Jakso voi olla esimerkiksi kuukausi, viikko tai päivä, tai ne kaikki. (Koskenvesa ym. 2011, 21.)

Kuvassa 5 on esitetty As Oy Turun Voudin sisävalmistusvaiheen jana-aikataulu. Kyseisessä aikataulussa on merkitty vaakalinjalle kuukausi ja viikko. Aikataulussa on esitetty myös kaikki sisävalmistusvaiheeseen liittyvät työvaiheet, sekä arvio suoritusajasta päivinä aikataulun pystysarakkeille.



Kuva 5. Jana-aikataulu As Oy Turun Voudin sisävalmistusvaiheesta.

Jana-aikatauluun voidaan lisätä pystysarakkeisiin tietoja myös suoritelmistä, työryhmän koosta ja työsaavutuksista. Tehtävän suorituspaikka voidaan merkitä jana-aikatauluun. Paikka voi olla esimerkiksi asuinkerros tai asunnon numero. Siirtymät tehtävien välillä merkitään riippuvuuksilla (Koskenvesa ym. 2011, 22).

Töiden suoritusjärjestyksen suunnittelu voidaan jakaa neljään eri riippuvuustapaan. Suunnittelussa otetaan huomioon loogiset, eli ehdottomat riippuvuudet. Looginen riippuvuus voi olla esimerkiksi väliseinien valmistuminen ennen tasoitustyön aloitusta. Olosuhderiippuvuus voi seurata sopimuksen, sääolosuhteen, tai muun järjestelyn seurauksena. Esimerkkinä työmaa voi päättää töiden aloittamisesta ylimmästä kerroksesta alkaen, jolloin olosuhteet määräävät työjärjestyksen. Toteutusjärjestyksiin voivat vaikuttaa myös tekniset riippuvuudet, jotka johtuvat työnteknisen toteutuksen vaatimasta järjestyksestä. Näitä voivat olla tiiliseinän muurajärjestys liikuntasauaman aiheuttaman olosuhteen vuoksi. Resurssiriippuvuus liittyy työryhmään. Urakoitsijoilla on tietty määrä työntekijöitä, jotka voivat siirtyä seuraavaan tehtävään vasta edellisen valmistuttua. (Koskenvesa ym. 2023, 21.)

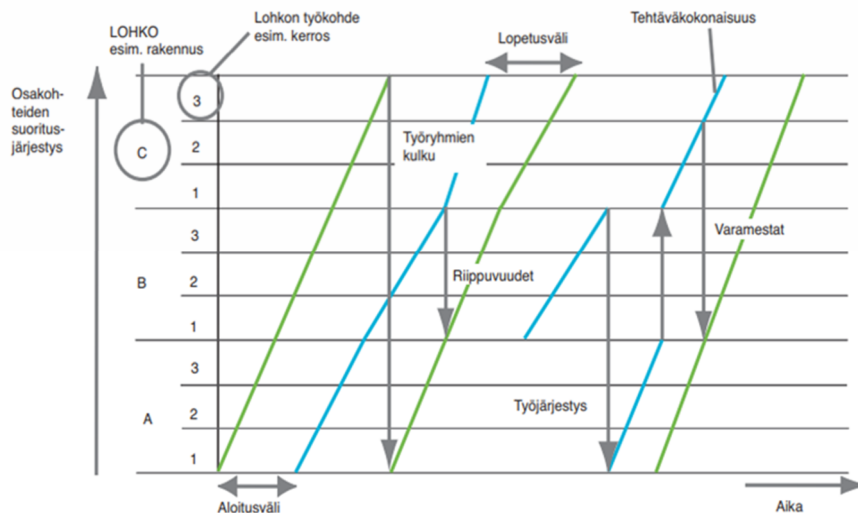
Tehtävien seuranta on jana-aikataulun heikkous. Jos seuranta halutaan tehdä, voidaan käyttää murtoviivaa. Murtoviivalla piirretään toteutuma palkin päälle. On

kuitenkin vaikeaa päätellä, onko tehtävä edennyt paikkaan ajallaan tämän perusteella. Jotta seuranta ajan ja paikan suhteen olisi mahdollista pitäisi paikka jakaa pienempiin osiin, jolloin aikataulusta tulisi hyvin laaja. On siis parempi käyttää seurantaan toisia aikatauluohjelmia. (Koskenvesa ym. 2011, 22.)

3.2 Vinoviiva-aikataulu eli paikka-aikakaavio

Paikka-aikakaavio perustuu siihen, että töiden etenemisen seuraaminen tapahtuu suhteessa aikaan ja paikkaan. Aikataulussa kuvataan tehtävät vinoviivoilla. Kaavion pysty akselille valitaan paikkatieto, eli lohko esimerkiksi asuinkerros ja vaakalinjaan aika, joka on yleisesti kuukaudet ja viikot. Viivojen piirtämisessä otetaan huomioon työjärjestys ja tehtävien väliset riippuvuudet. Riippuvuuksia määritellään kaikissa aikataulumalleissa samalla periaatteella. (Koskenvesa ym.2011, 25.)

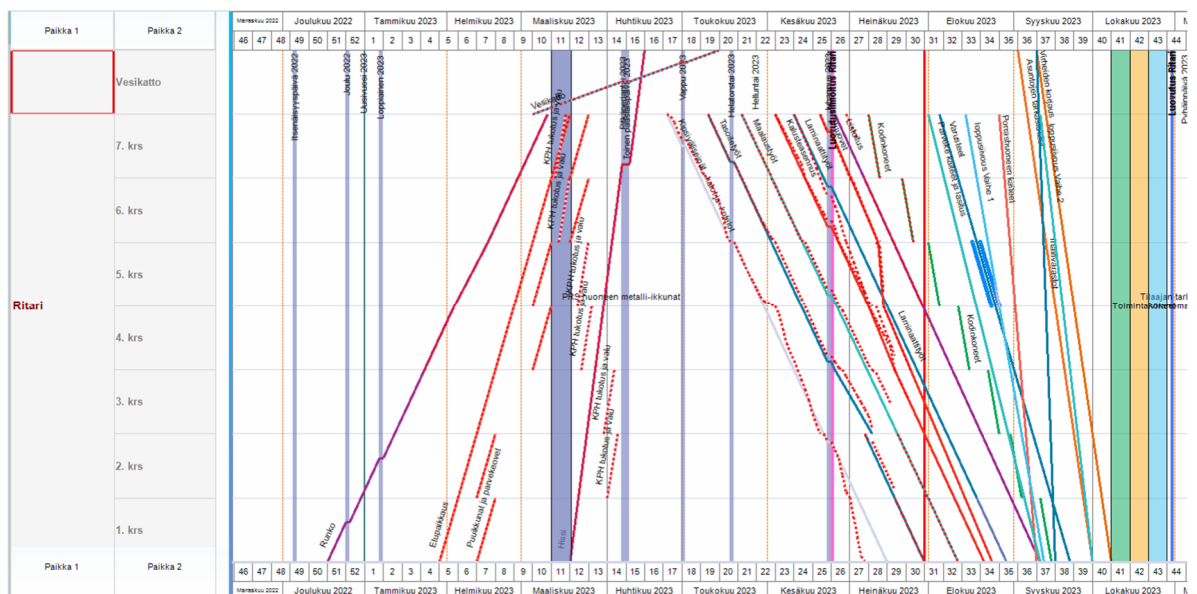
Paikka-aikakaavion periaatteet on esitetty kuvassa 6. Osakohteet on merkitty lohko tietoihin pystyakselille. Kuvassa on havaittavissa suoritusjärjestys, työryhmien kulku ja riippuvuudet. (Koskenvesa ym.2011, 25.)



Kuva 6. Paikka-aikakaavio ja sen toimintaperiaate.

Paikka-aikakaavio on yleisesti käytössä yleisaikataulun ja vaihe aikataulujen pohjana. Etuna vinoviiva-aikataulussa on se helppo luettavuus. Esimerkiksi viivan kaltevuudesta voi päätellä onko suoritettava tehtävän suoritusaika pitkä vai lyhyt. Tahdissa pysymisen seuraaminen on myös helppoa tällä aikataulumuodolla. (Koskenvesa ym.2011, 25–26.)

Seuranta voi tehdä piirtämällä toteuman murtoviivana aikatauluun. Liitteenä on Kuva 7, jossa on esitetty As Oy Ritarin sisävalmistusvaiheen aikataulu. Kuten aikataulusta näkyy, jokainen viiva on nimetty tehtävälajin mukaan ja niiden väri on eri, tämä helpottaa lukemista. Pystypalkkeihin on merkitty tarkastuksia ja muita projektin kannalta tärkeitä kohteita. Paikka on merkitty kerroskohtaisesti vasempaan pystysarakkeeseen. Aika on merkitty kuukausi- ja viikotasolla sekä ylä- että alareunaan. Aikataulussa on myös nähtävillä seurantaan käytettyä murtoviivaa esimerkiksi tasoitetyön kohdalla.

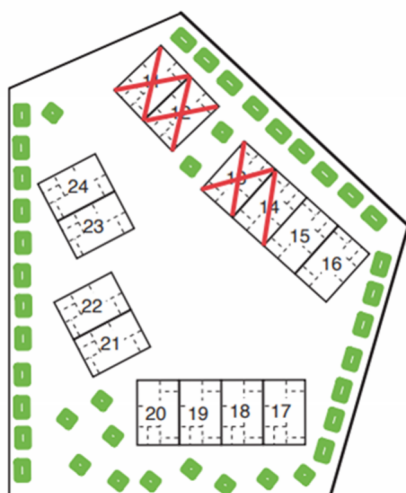


Kuva 7. Paikka-aikakaavio As Oy Turun Ritarin sisävalmistusvaiheen aikataulusta.

3.3 Valvontavinjetti

Valvontavinjetin toiminnan perustana toimii kuva, johon merkitään osakohteiden valmiustaso. Kuva voi olla pohjakuva, johon valmistuneen osakohteen päälle piirretään rasti ja väritetään se kokonaan tietyllä valitulla värillä. Osakohteen yli vedetään viiva, kun työt on aloitettu tai, kun saavutetaan 50 % valmiusaste kohteessa. Toinen viiva piirretään ruutuun muodostaen rastin, kun työt kyseisessä kohteessa valmistuvat. (Koskenvesa ym. 2011, 30.)

Kuvassa 8. on esimerkki aluesuunnitelmaan lisätystä valvonta vinjetistä. Kuten kuvasta voi nähdä kohteessa 14 ovat työt käynnissä ja 11–13 ovat jo seurattujen töiden osalta valmiit. (Koskenvesa ym. 2011, 30.)

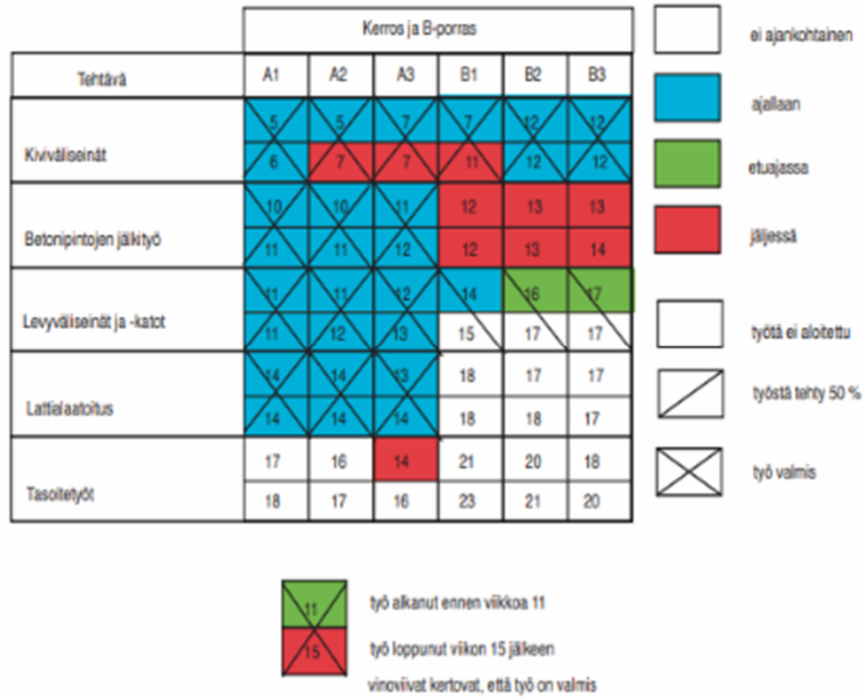


Kuva 8. Valvontavinjetti tehtynä aluesuunnitelman pohjakuvaan.

Matriisimuotoinen vinjetti on myös mahdollinen vaihtoehto. Kyseisessä tavassa on näkyvissä toteutettavat työt ja osakohteet. Matriisissa kerrotaan selvästi töiden aloitus- ja lopetusaika. (Koskenvesa ym. 2011, 30.)

Värien käytön ja matriisimuotoisen valvontavinjetin esimerkki on kuvassa 9. Tavallisimmin käytössä olevat värit ovat aikataulussa näkyvät työtä kuvaava sininen väri, aikataulussa oleva vihreä väri ja punainen, joka kertoo myöhässä

olevasta työvaiheesta. Kuvasta 9. nähdään hyvin tehtävien nimeäminen pysty palkkiin ja osakohteiden kirjaaminen vaakapalkkiin. Kuvassa on käytetty seurantaan, sekä värejä, että rasti menetelmää, joka selkeyttää lukemista. (Koskenvesa ym. 2011, 31.)



Kuva 9. valvontavinjetti, joka on tehty matriisi mallilla. Kuvassa on käytetty, sekä rasteja, että värejä.

4 Tahtiaikataulun laadinnan kokemukset

Tahtituotanto on Tuotannon ohjaus- ja suunnitteluratkaisu, jolla pystytään rakentamaan projekteille tasainen ja helposti ennustettava työn virtaus.

Tahtiaikataulussa otetaan huomioon työvaiheisiin ja niiden siirtymiin sisältyvät hukka-ajat ja näin parannetaan työn sujuvuutta. Tuottamattomia vaiheita ja odotteluaikoja voidaan ennakoida ja poistaa, ja näin saavuttaa parannusta läpimenoajassa. (Koskenvesa ym. 2023, 35.)

Tahtituotanto ohjaa rakentamista käsittelemään asioita entistä yksityiskohtaisemmalla tavalla. Suunnittelussa otetaan huomioon laajemmin myös vähäisiä aikataulun kohteeseen liittyviä asioita. (LCI 2024.)

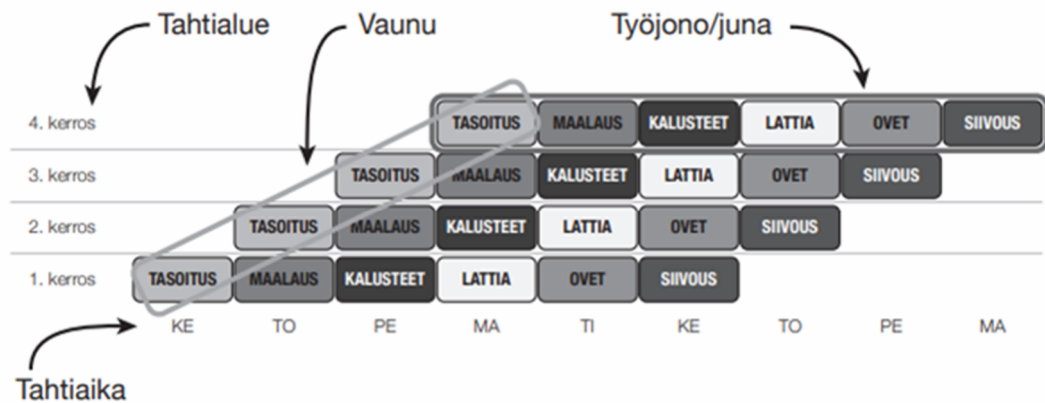
Tahtiaikataulu toimii aikataulumuotona parhaiten kohteessa, jonka sisällössä on samankaltaisia toisiaan seuraavia työvaiheita. Yksittäisten työtehtävien jakaminen pienempiin osa-alueisiin tukee helppoa hallittavuutta urakan kokonaisuudessa. Tahtituotannossa pyritään tuotannon tasaiseen etenemiseen, jolla saavutetaan yleisaikataulun mukainen työn suoritus aika. Töiden jakautumisen tasapaino on edellytys tahtituotannon onnistumiseen. (Mestamaster 2024.)

Koska tahtituotannon eri osat on ketjutettu toisiaan seuraaviksi lohkoiksi, voidaan edellisen virheistä oppia seuraavaan siirryttäessä. Tällöin tuotannon läpimeno aikaa on mahdollista parantaa entisestään jatkuvasti. (Rakennustieto 2024.)

Tahtiaikataulu perustuu LEAN-rakentamisen malliin. LEAN-rakentamisessa pyrkimys on ohjata koko rakennusaikaa, ei vain yksittäistä osaa siitä. Flow, eli tasaisesti kulkevat työvaiheiden siirtymät ja ennustukset niiden välillä on otettu tärkeäksi osaksi tuotantoprosessin seuraamista. LEAN-rakentamisen ajatuksen perusta on luoda yhteistyöllä ja luottamuksella ilmapiiri, jossa kaikki osallistuvat oppimiseen ja parantamiseen. (Koskenvesa ym. 2023, 35.)

Kaikessa LEAN- rakentamisessa tähdätään työn ajallisen hukan vähentämiseen. Tavoitteita saavutetaan käyttämällä hyväksi erilaisia työkaluja,

kuten tahtituotannon mallia. Lean ajattelussa parannetaan työn ennustettavuutta ja näin ajallista saadaan etua. Ohjauksen työkaluilla seuranta ohjataan visuaaliseen suuntaan käytettyjen ohjelmistojen avulla (LCI 2024b).



Kuva 10. Tahtiaikatauluun sisältyvät termit.

Tahtituotanto sisältää neljä eri käsitettä, jotka muodostavat aikataulun rakenteen. Kuvassa 10. voidaan havaita kaikki tuotantoon liittyvät termit. Tahtiaika on työsuorituksen tekemiseen käytettävissä oleva aika. Tahtialueet, eli mestat ovat työntekemisen suoritusalueet, joiden koko ja sijainnit määritellään ennen työn aloitusta. Tahtivaunuksi kutsutaan yhtä erillistä työpakettia. Tuotantojuna taas on tahtivaunujen muodostama työjono. (Koskenvesa ym. 2023, 36.)

Suunnittelun alussa päätetään tahtiajan kesto. Tähän vaikuttavat kaikki tahtituotannon osa-alueet. On tärkeää, ottaa huomioon kaikkien tahtiin sisältyvien työvaiheiden kestot, koska ajan pitää riittää kaikkien tehtävien suoritukseen. Kestoon vaikuttavat myös urakoitsijoiden resurssit, eli työmenekit. Työnsujuvuuden kannalta realistinen lähestymistapa suunnittelussa on tärkeää. Työmäärien kapasiteetti on hyvä olla alle 70–80 % suunnitelluista resursseista, jotta vältetään turhilta haasteilta. (Koskenvesa ym. 2024, 38.)

Työpakettien määrittämisessä otetaan huomioon, mitkä työvaiheet otetaan mukaan tahtituotannon toteutukseen. Työpaketti on esimerkiksi maalaus- tai

väliseinätyö. Suunnittelussa täytyy päättää mitkä työvaiheet eivät ole tahdistavia, tai eivät sovellu aikataulumuotoon. Esimerkiksi hyvin pienet työvaiheet, jotka ovat ajallisesti paljon pienempiä, kuin määritelty tahtiaika pidentäisivät aikataulua merkittävästi. On mahdollista yhdistää monta pientä tehtävää tehtäväksi yhdessä vaunussa. Kyseisiä tehtäviä voivat olla esimerkiksi palokatkot ja eristystyöt. Työpaketteja ja työaikaa mietittäessä otetaan huomioon mahdolliset poikkeamat tai häiriöt suorituksissa varaamalla tahtijunaan puskurivainuja, jotka antavat lisäaikaa mahdollisten ongelmien ratkaisuun. (Koskenvesa ym. 2024, 38.)

Tehtävänä oleva alue jaetaan tahtialueisiin eli mestoihin, joka tarkoittaa yhden tahdin aikana toteutettavaa aluetta. Alue voi olla esimerkiksi yksi asuinkerros, tai kerros voidaan jakaa pienempiin osiin. Määrittäessä on otettava huomioon kaikkien työpakettien työt ja niiden kesto, on esimerkiksi oltava vastaava määrä väliseiniä ja esimerkiksi keittiöitä kaikissa alueissa, muuten tahtiaika ei riitä toteutukseen. (Koskenvesa ym. 2023, 35.)

Tahtituotanto vaikuttaa parhaimmillaan positiivisesti läpimenoaikaan. Jotta suurin hyöty saavutetaan, täytyy töiden etenemistä seurata tarkasti. Työnjohdon päivittäisen seurannan lisäksi seuranta tehdään kokouksissa urakoitsijoiden kanssa. Tällä varmistetaan, että kaikilla tuotantoon osallistuvilla on ajantasainen kuva projektin tilanteesta. (Koskenvesa ym. 2023, 40.)

Jotta tahtityöskentely on sujuvaa, täytyy tahtikontrollin olla tarkasti hallinnassa. Käsitteenä tahtikontrolli sisältää kaiken jokapäiväisen seurannan ja johtamisen. Hyvin hoidettu seuranta tukee jatkuvan parantamisen tavoitetta, johon tahtituotannolla tähdätään. Aikataulun jatkuva päivittäminen pitää tilanne kuvan ajantasaisena ja auttaa hallitsemaan ongelmia. Rakentamisen aikana ilmenevien ongelmien nopea korjaaminen parantaa selvästi myös lopullista laatua. (rakennuslehti 2023.)

4.1 Tahtiaikataulun laadinta kohteeseen As Oy Turun Vouti

Tahtituotannon kohde oli As Oy Turun Vouti. Kyseessä on 8-kerroksinen täyselementtitalo. Kohteessa on yksi porrashuone. Rakennuksen 7. ja 8. kerroksessa on kummassakin kahdeksan asuntoa. Kerroksissa 2.–6. on yhdeksän asuntoa. Asuntoja on yhteensä 61 kappaletta. Kohteessa on elementtinä asennetut kylpyhuoneet. Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat tekniset tilat, väestönsuoja ja irtainvälinevarastot. Tahtiaikatauluun sisällytettiin vain asuintilat.

Tahtiaikataulu toteutettiin jana-aikataulun pohjalta. Koska kohde oli ensimmäinen, jossa tahtia käytettiin, laatimisen apuna oli Mestamasterin edustaja tekemässä aikataulua yhdessä työmaan edustajien kanssa (Mestamaster.fi. 2024). Kuvassa 11. on osa Excel-ohjelmistolla toteutettua aikataulupohjaa. Ylimmällä rivillä on esitetty viikot ja vasemmalla pystyrivillä ensin kerros ja seuraavana mestat A, B ja C.

kerros		28	29	30	31	32	33	34	35			
8	8.A	LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto	Osittelu ja suojaus	Tasoitus	Maalaus	haalaus, kaluste	kalusteennus	lattia
	8.B	LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto	Osittelu ja suojaus			haalaus, kaluste	kalusteennus	
	8.C	LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto	haalaus, kaluste					
7	7.A		LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto	Osittelu ja suojaus	Tasoitus	Maalaus		
	7.B		LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto	Osittelu ja suojaus				
	7.C		LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto					
6	6.A				LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto	Osittelu ja suojaus	Tasoitus	
	6.B				LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto	Osittelu ja suojaus		
	6.C				LVI + palokatkot + eristys	Enklaus	Tate väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto			

Kuva 11. Osa tahtiaikataulun lopullista versiota.

Yksitahtivaunu on 2,5 päivän mittainen. Tyhjät valkoiset vaunut ovat puskureita. Tahtivaunujen määrä suhteutettiin työvaiheiden keston: tasoitukseen varattiin aikaa kolmen tahtivaunun verran, eli 7,5 päivää.

Tahtiaikataulun työvaiheen kokonaispituus oli viikolta 28 viikon 48 puoliväliin asti, eli yhteensä 20 viikkoa.

Kuvasta 12. voi nähdä jatkoa kuvan 11 tahtiaikataululle. Tässä kuvassa on esitetty viikot 34–45. Kuvassa on samat kerrokset, kuin kuvassa 11 eli ylhäällä on 8. A, B ja C. Kuvista voi nähdä tahtikokonaisuuden keston. Kaikkien tahtiin sisältyvien työvaiheiden loppuun saattaminen kesti 8 kerroksen osalta siis viikosta 28 viikkoon 45 asti. Kokonaisuudessaan tahtiaikataulun voi nähdä liitteessä 1.

34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
haalaus, kaluste	kalusteasennus	lattia	oviasennus ja listoitus			kodinkoneet				maalauksen petrauskierron varusteet	loppusivostus
haalaus, kaluste	kalusteasennus	lattia	oviasennus ja listoitus			kodinkoneet				maalauksen petrauskierron varusteet	loppusivostus
haalaus, kaluste		kalusteasennus	lattia	oviasennus ja listoitus		kodinkoneet				maalauksen petrauskierron varusteet	loppusivostus
Maalaus	haalaus, kaluste	kalusteasennus	lattia	oviasennus ja listoitus		kodinkoneet				maalauksen petrauskierron varusteet	
	haalaus, kaluste		kalusteasennus	lattia	oviasennus ja listoitus	kodinkoneet				maalauksen petrauskierron varusteet	
	haalaus, kaluste			kalusteasennus	lattia	oviasennus ja listoitus	kodinkoneet			maalauksen petrauskierron varusteet	
Tasoitus		haalaus, kaluste	kalusteasennus	lattia		oviasennus ja listoitus		kodinkoneet			maalauksen petrauskierron varusteet
		haalaus, kaluste		kalusteasennus	lattia	oviasennus ja listoitus		kodinkoneet			maalauksen petrauskierron varusteet
		haalaus, kaluste			kalusteasennus	lattia	oviasennus ja listoitus		kodinkoneet		maalauksen petrauskierron varusteet

Kuva 12. Toinen osa excel-kaaviosta.

Aikataulun rakentaminen aloitettiin määrittämällä siihen sisältyvät työvaiheet. Sisävalmistusvaihe oli rakennusvaihe, jossa tahti otettiin käyttöön. Tahtiin sisältyvät tahtivaunut valittiin siis kyseisen rakennusvaiheen sisällöstä. Kokouksessa päätettiin lisätä suunnitelmaan seuraavat työvaiheet: LVI, palokatko ja eristys, enklauus, TATE väliseinän väliin, tuplaus, osittelu ja

suojaus, pohjatasoite, pintatasoite, hionta + pohjamaali, pintamaali, kalustetoimitus, kalusteasennus, lattia, ovi-asennus ja listoitus, kodinkoneet, varusteet, maalauksen petrauskierros sekä viimeisenä loppusiivous.

Kuvassa 13. on kyseisen kohteen tehtävän jako. Kaikki tehtävävaunut väritettiin lukemisen helpottamiseksi eri väreillä. Jokainen vaunu on 2,5 päivän pituinen.

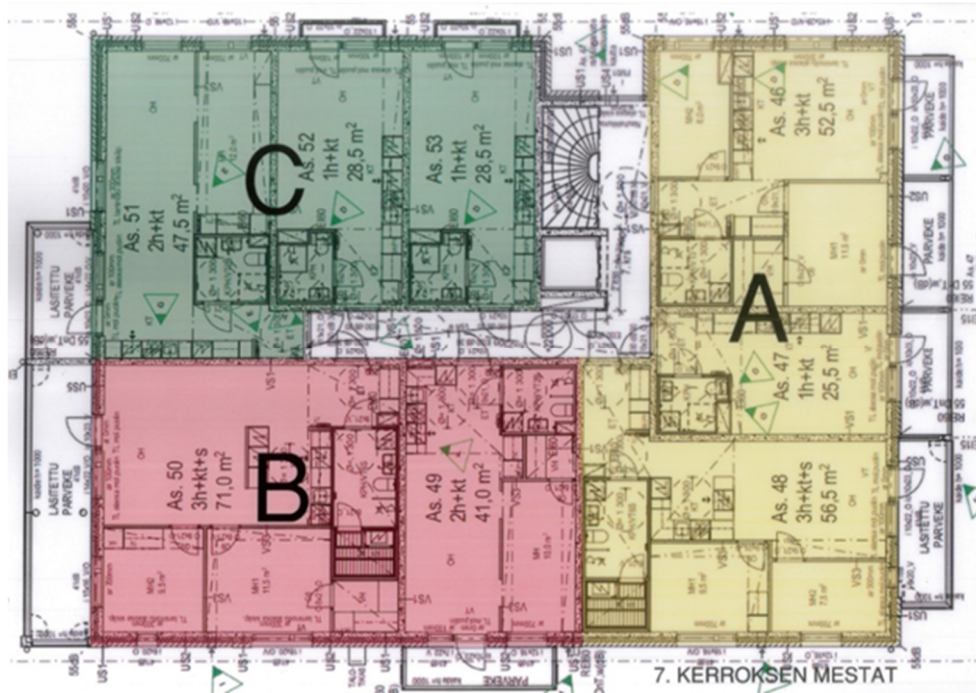
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
	kerros	ma-ke	ke-pe	ma-ke	ke-pe																		
		28		29		30		31		32		33		34		35		36		37		38	
	2.1	LVI + palokatio t+eristys	Enkläus	Täite väliseinän sisään	Tuplaus	Alakatto		Ositteilu ja suojaus	pohjatasoite	pintatasoite	hionta + pohjamaali	pintamaali			kalustetoimitus	kalusteasennus	lattia	ovi-asennus ja listoitus	kodinkoneet	varusteet	maalauksen petrauskierros	loppusiivous	
	2.2												pintamaali		kalustetoimitus		kalusteasennus						
	2.3												pintamaali		kalustetoimitus		kalusteasennus						
	3.1																						

Kuva 13. Tehtävien jako.

Käytännössä tällä jaolla toteutus ei aivan täysin toteutunut. Rakennustyön aikana poistettiin listalta varusteet, kodinkoneet ja maalauksen petrauskierroksen, koska nämä eivät tahdistaneet mitään seuraavaa työvaihetta ja koimme ne turhaksi aikataulun etenemisen kannalta. Näiden työvaiheiden seuranta lisäsi nokkapalavereiden kestoja, koska niiden tahtivaunut piti tietysti myös klikata valmiiksi ohjelmistoon. Kyseiset työvaiheet eivät myöskään ajallisesti olleet tahtiajan, eli 2,5 päivän mittaisia vaan merkittävästi lyhyempiä. Koimme myös, että kyseiset työvaiheet eivät toteutuksen kannalta tarvitseet omaa mestaa, vaan samassa paikassa oli mahdollista työskennellä turvallisesti muitakin.

Ensimmäisen kokouksessa määritettiin kerroksien jako työkohteisiin eli mestoihin. Kerros jaettiin kolmeen mestaan, jotka nimettiin lohkoiksi A, B ja C. Jokaiselle lohkolle määriteltiin oma selvästi toisistaan erottuva väri. Tämän ansiosta pystyimme värien avulla merkitsemään mestat rakennuksen sisällä. Kuvassa 14. on esimerkki 7.kerroksen jaosta. Mestojen jaossa otettiin

huomioon keittiöiden, rakennettavien väliseinien ja lattioiden määrät. Tärkeää on, että työmäärät mestojen välillä olisivat urakoitsijoille toisiinsa nähden suunnilleen samat.



Kuva 14. Mestajako kohteen pohjakuvassa.

Kuten kuvasta 14. havaitaan, A-lohkossa on kolme pientä yksiötä ja kolmio. Lohkossa B taas on kaksio ja kolmio, ja C-lohkossa kaksio ja kaksi yksiötä. Kohteessa käytettiin valmiita kylpyhuone-elementtejä, joten niihin liittyi tahdin kannalta hyvin vähän työvaiheita. Kylpyhuoneiden asunnon puoleisiin seiniin tehtiin talotekniikkaa ja seiniin tuli kaksinkertainen kipsilevykerros.

Väliseinien määrät aiheuttivatkin muutoksen työjärjestykseen, koska A-lohkossa väliseinätyötä oli vähän verrattuna muihin lohkoihin. Lohkon sisältämien yksiöiden takia väliseinätyötä oli vain valmiin kylpyhuone-elementin ympärillä ja pienessä alakatossa. Käytännössä tämä tarkoitti, että väliseinän sisäisen talotekniikan takia muutettiin asennusjärjestystä aloitettavaksi C-lohkosta väliseinien ja talotekniikan kohdalla. Tällöin sähkö- ja putkimiehet pääsivät

tekemään ensin työläiden väliseinien talotekniikat Lohkoissa C ja B ja väliseinäurakoitsija pääsi aloittamaan seinärunkojen tuplauksen järkevästi, ilman odottelua.

Mestamasterin edustaja antoi meille neuvon merkitä lohkojen värit ja numerot selvästi näkyviin työmaalle. Tämä ratkaistiin maalaamalla kynnyksen kohdat kyseisillä väreillä kuten kuvasta 15. näkyy. Värit auttoivat urakoitsijoita hahmottamaan lohkojaot myös ilman pohjakuvaa. Pohjakuva lohkojaolla ja väreillä oli tämän lisäksi näkyvillä jokaisessa kerroksessa.



Kuva 15. Mestojen värien merkintä kohteessa.

Asunnon numero ja lohkonkirjain kirjoitettiin selvästi näkyviin myös ovenpieliin. Urakoitsijoille yritettiin tehdä mahdollisimman helpoksi töiden teko tahtiaikataulun vaatimassa järjestyksessä. Tärkeänä koettiin, että

tahtiaikataulun mukaan työskentely ei lisäisi kenenkään työn määrää, tai tekisi siitä epäselvää, ja tahdin mukainen toteutus kävisi helposti.

Värien näkyvyys on haastavaa töiden edetessä. Maalaustyön ja lattioiden asennuksen jälkeen alkuvaiheen merkit jäivät tietysti piiloon ja ratkaisu ei enää toiminut. Tässä vaiheessa näkyvissä oli enää lattiasuojiiin kirjoitettu asunnon numero. Jatkossa tähän voisi miettiä paremman ratkaisun. Esimerkiksi värillisellä fontilla kirjoitetut paperit, jotka laitettaisiin näkyviin. esimerkiksi A47, B49 ja C52 teipattaisiin oven pieleen tai ovilehteen.

Tärkeä osa tahtituotantoa ovat nokkapalaverit. Voudin toteutuksessa palavereita järjestettiin kerran viikossa. Palaverin idea on käydä nokkamiesten kanssa läpi työn eteneminen ja päivittää ohjelmistoon jokaisen urakoitsijan kanssa työn alla olevat ja valmistuneet lohkot. Palaverissa ohjelmisto on näkyvillä ja kaikki työvaiheet keskustellaan läpi järjestyksessä päivä kohtaisesti. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lohko merkitään ensin työnalla olevaksi, jolloin se muuttuu siniseksi. Tämän jälkeen valmiiksi, jolloin väri muuttuu vihreäksi. Kuvassa 16. näkyy seurantasivu ja kyseinen näkymä väreineen. Näkymässä valitaan näkyvissä oleva ajankohta. Yleensä kokouksessa katsotaan kuluvan viikon tilanne ja päivitetään se ajantasaiseksi. Seuraava tahti ja etenemisen edellytykset ovat myös käsitleyissä. Ilmenneet ongelmat kirjoitettiin tussitaululle kokouksen aikana. Tämä lisäsi urakoitsijoiden luottamusta siihen, että ongelmat kuullaan ja ne tulee hoidettua kuntoon.

NYT Tahti 41 ma 00:00 - ke 11:59 (27.11.-29.11.)		Mistä? 1	TÄNÄÄN 41	Mihin?	<input type="checkbox"/> Näytä rästit	Suoda		
		PUTKI	SÄHKÖ	IV	LEVYSEINÄ	RAM	TASOITUS	MAALAUUS
Tahti 1 (mennyt) ALOTETTU ma / 10.07. / 00:00 PÄÄTTYY ke / 12.07. / 11:59	8.A-20 H VESIJOHTOHOAJOTUKSET (VII MEISTÄÄN) Teemu Setälä Valmis			8.A-0 H IV KANAVAT (VII MEISTÄÄN) Mikko Heil Valmis				
	8.A-6 H LÄMPÖLINJAT JA JAKOTUKIN KYTKENTÄ (VIIMEISTÄÄN) Teemu Setälä Valmis							
	8.A-4 H ERISTYKSET (IV TULO LVV) (VIIMEISTÄÄN) Teemu Setälä Valmis							
Tahti 2 (mennyt) ALOTETTU ke / 12.07. / 12:00 PÄÄTTYY pe / 14.07. / 23:59	8.B-20 H VESIJOHTOHOAJOTUKSET (VII MEISTÄÄN) Teemu Setälä Valmis			8.B-0 H IV KANAVAT (VII MEISTÄÄN) Mikko Heil Valmis	8.A-10 H VÄLISEINIEN RUNKO JA 1. PUOLI Saija Järvelä Työn alla			
	8.B-6 H LÄMPÖLINJAT JA JAKOTUKIN KYTKENTÄ (VIIMEISTÄÄN) Teemu Setälä Valmis							
	8.B-4 H ERISTYKSET (IV TULO LVV) (VIIMEISTÄÄN) Teemu Setälä Valmis							

Kuva 16. Työvaiheiden seuranta.

Oranssi väri kertoo, että kyseinen työvaihe on vaarassa myöhästyä, jolloin siihen on helppo ottaa kantaa ajoissa. Jos tahtivaunua ei merkitä valmiiksi ajoissa aikatauluun nähden, sen väri muuttuu punaiseksi.

Viikoittaiset tapaamiset edistivät työn sujuvuutta, koska ongelmat tulivat selville ajoissa. Töiden viivästymisiltä vältytään, kun asioihin voidaan puuttua välittömästi. Hienoa on myös se, että urakoitsijat pysyvät itse perillä kaikkien töiden etenemisestä, ja he pystyvät suunnittelemaan omaa työtään, tahtiaan ja työryhmänsä vahvuutta.

Voudissa työskennelleet urakoitsijat osallistuivat nokkapalaveriin koko urakkansa ajan. Palaverit kestivät 10–15 minuuttia. Osallistuminen oli kiitettävällä tasolla ja kaikki tulivat tunnollisesti mukaan kokouksiin.

Jokainen urakoitsija sai vuorollaan kertoa missä vaiheessa hänen työnsä on. Jokaiselle urakoitsijalle annettiin mahdollisuus käydä itse päivittämässä aikataulun työn etenemisen mukaan. Tämä todettiin hyväksi tavaksi varsinkin maalausurakoitsijan kanssa. Tasoitemiehet ja maalarit olivat tässä kohteessa

kaikki vieraskielisiä, joten heidän työnjohtajansa päivitti itsenäisesti tahdin tilanteen ohjelmistoon.

4.2 Kokemukset ja hyödyt tahtituotannosta

Tahtituotannosta toteutettiin kysely kaikille tuotantoon osallistuneille urakoitsijoille. Vastauksia saatiin neljältä eri taholta. Kyselyssä kysyttiin kokemuksia töiden etenemisestä tahtituotannon aikataulun mukaan.

Ensimmäinen kysymys oli, että miten tahtiaikataulun mukainen työskentely sujui kokonaisuudessaan urakoitsijan omasta näkemyksestä. Koonti kaikista vastauksista kertoo, että työskentely sujui kaikkien osalta hyvin, mutta aikataulu koettiin kiireiseksi. Hyväksi asiaksi mainittiin, se että ilmenneisiin ongelmiin pystyttiin tarttumaan heti (Liite 4). Seuraavana haluttiin tietää mitä etuja urakoitsijat näkivät menetelmässä. Palautteiden mukaan aikataulu oli selkeä. Positiivista palautetta saatiin mahdollisten ongelmien esiin tuomisen helppoudesta. Urakoitsijat arvostivat ajantasaista tiedonkulkua kaikkien osapuolten välillä. Mahdollisuus tietää missä vaiheessa eri työvaiheet etenivät, oli myös mainittu positiivisena asiana. (Liite 1.)

Etuna koettiin se, että kaikki urakoitsijat saivat työskennellä omassa lohkossaan rauhassa, koska heille on varattu oma työskentelyaikansa. Mestamasterin aikatauluohjelmalla tehdyn aikataulun selkeys sai myös kiitosta. Urakoitsijoiden oli helppo lukea missä lohkossa heidän tulee olla työskentelemässä, mutta oli myös helppo nähdä mitä muualla tehtiin samaan aikaan. Materiaalin tilaaminen työmaalle oikeaan aikaan on tällä aikataulumallilla helpompaa ja välttyään turhalta varastoinnilta. (Liite 4.)

Työvaiheiden seurannan sujuminen koettiin hyväksi (Liite 3). Tahtiaikataulun käytöstä ei löydetty haittoja kenenkään vastaajan kokemuksella. Kysyttiin myös, oliko tahdissa työskentelystä hyötyä työn sujuvuuden tai aikataulussa pysymisen suhteen. Tahdin koettiin olevan oikean kokoinen ja puskureita riittävästi, jolloin työn sujuvuus oli hyvä (Liite 4).

Erään kommentin mukaan työvoiman oikean määrän optimointi voi olla tulevissa kohteissa haasteellista, koska kerrotaikataulu on kaikilla urakoitsijoilla sama (Liite 3). Työn sujuvuuden kannalta koettiin eduksi, etteivät muut asentajat olleet missään vaiheessa edessä (Liite 4).

Viimeisenä pyysimme kehitysehdotuksia tulevia hankkeita ajatellen. Erään näkemyksen mukaan työ oli pilkottu liikaa ja tahdin osa oli liian pieni. Tämän seurauksena syntyi odottelua ja hukka aikaa (Liite 1). Kehitysehdotukseksi annettiin aikataulun tarkennus. Tämä tarkoittaisi esimerkiksi arkipyhien sisällyttämistä nykyistä paremmin mukaan aikataulun rakenteeseen. Myös yleisten tilojen mukaan ottamista ainakin jossain määrin ehdotettiin. (Liite 4.)

Annettujen palautteiden perusteella voidaan päätellä, että urakoitsijoille jäi positiivinen kokemus tahtituotannosta. Kaikkien sitoutuminen projektiin antoi hyvät mahdollisuudet onnistua kokeilussa.

5 Tahtiaikataulu kokemuksena

Tahtiaikataulun kokeilu Voudin kohteessa onnistui aikataulullisesti hyvin. Urakoitsijat pysyivät asetetussa tahtiajassa. Lohkojaossa ja tahtiajan määrittämisessä onnistuimme. Kaikkien urakoitsijoiden oli mahdollista toteuttaa kaikki alueensa annetussa ajassa.

Itse opin ymmärtämään rytmiä, jonka tahtituotanto vaatii. Lohkojakojen mukaan jaettu ajattelumalli oli helppo sisäistää. Järjestys oli selkeä ja jatkui saumattomasti läpi koko rakennusvaiheen. Syntyneisiin ongelmiin otettiin heti kantaa ja tehtiin tarvittavat muutokset toimintaan. Esimerkiksi väliseinätyön aiheuttamat haasteet saatiin nopeasti korjattua muuttamalla asennus järjestystä.

Ennakointi on tahtituotannon suuri etu. Esille tulleet ongelmat pystyttiin ennakoivasti korjaamaan seuraaviin mestoihin ja näin haittaa ei jatkossa esiintynyt. Ajallista etua syntyykin varmasti juuri näissä tilanteissa. Kun työvaiheet seuraavat toisiaan suunnitellusti on kaikilla mestoilla eteneviä työvaiheita koko ajan. Töiden eteneminen on selkeää ja vaivatonta. Tahtiaikataulussa työskentely turvaakin mielestäni urakan valmistumista yleisaikataulun mukaisessa ajassa.

Materiaalitoimitusten suunnittelu ja ajoitus onnistuivat hyvin tahtituotannon luoman tahdin mukaan. On selkeää, milloin tavaraa tarvitaan ja ennakkoinnille annetaan hyvät mahdollisuudet. Tahtityöskentelyssä suunnittelu onkin pääroolissa, varsinkin, jos halutaan ajallista hyötyä toteutuksesta. Verrattuna muihin aikataulumalleihin tahdissa seuranta on mielestäni mallin vahvuus. Käytössä ollut ohjelmisto tuki työnseuranta mahdollisuuksia. Helppokäyttöisyys oli suuri etu.

Tahtituotannossa tavoitteet ja niiden saavuttaminen on jaettu pieniin osiin ja jokaisen lohkon tavoiteajassa toteuttaminen oli pieni voitto jokaiselle. Koin, että jatkuva kehuminen hyvästä työstä ja tahdissa pysymisessä, loi hyvän ilmapiirin työntekijöille. He kokivat onnistumisen tunnetta, kun he pystyivät pitämään

saman tahdin koko työvaiheensa toteutus ajan. Vastoin käymisiin ja turhautumisiin pystytiin heti puuttumaan ja työntekijöille jäi mielestäni tunne, että heidän mielipiteitään arvostettiin.

Alussa mielipiteet olivat osittain kielteisiä, eikä tarvetta tahtituotannon kaltaiseen aikatauluun koettu tarpeelliseksi. Mutta ymmärrys tahtituotannon toiminnasta kasvoi urakan aikana. Oli hienoa todeta annetuista palautteesta, että kaikille osallistuneille jäi positiivinen kokemus kokeilusta.

Tahdin mukaan työskentely ei eroa liikaa tavallisesta rakennustyön rytmistä, ja urakoitsijat eivät joutuneet töidensä lisäksi opettelemaan täysin uutta tapaa toimia. Tahtituotannossa työjärjestys on tarkemmin määritelty kaikkien urakoitsijoiden osalta.

Lähteet

Franssila, J. & Junnonen, J. -M. 2023. Talotekniikka 2030-talotekniikan rooli rakentamisen arvoketjussa. Projektiraportti. Tampere: Tampereen yliopisto. Viitattu: 28.3.2024. https://www.aalto.fi/sites/g/files/flghsv161/files/2023-10/TH1.%20Talotekniikan%20rooli%20rakentamisen%20arvoketjussa_0.pdf

Koskenvesa, A. & Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. Tampere: Tammerprint Oy.

Koskenvesa, A., Mäki, T. & Peltola, A. 2023. Aikataulukirja 2024. Helsinki: Rakennustieto Oy.

LCI 2024. Menetelmä kuvaukset. Viitattu 26.3.2024. <https://lci.fi/lean-rakennusalalla/menetelmakuvaukset/>

LCI 2024b. Mitä on Lean. Viitattu 26.3.2024. <https://lci.fi/lean-rakennusalalla/mita-on-lean-rakentaminen/>

Mestamaster 2024. Rakennusprojektit aikataulussa tahtituotannolla. Viitattu 3.3.2024. <https://www.mestamaster.com/fi>

Mölsä, S.2019. Mistä puhumme, kun puhumme tahtituotannosta. Viitattu:26.3.2024. <https://www.rakennuslehti.fi/2019/12/mista-puhumme-kun-puhumme-tahtituotannosta/>

National library 2024. Sanasto. Viitattu: 28.3.2024. <https://data.nationallibrary.fi/bib/me/W00065608600#I00441126500>

Pohjola Rakennus Oy Suomi. Sisävalmistusvaiheen aikataulu As Oy Turun Ritari. Viitattu 4.3.2024.

Pohjola Rakennus Oy Suomi. Sisävalmistusvaiheen aikataulu As Oy Turun Vouti. Viitattu 5.3.2024.

Pohjola Rakennus Oy Suomi. Sisävalmistusvaiheen tahtiaikataulu As Oy Turun Vouti. Viitattu: 20.3.2024.

Puuinfo 2020. Väliseinä. Viitattu: 28.3.2024.

<https://puuinfo.fi/teeseitse/remontointi/valiseina/>

Rakennustieto 2024. Aikataulun suunnittelu. Viitattu: 27.3.2024.

<https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK040503.pdf>

Rakentaja 2024. Sanasto. Alakatto. Viitattu: 27.3.2024.

https://vanha.rakentaja.fi/sanasto/alakatto_38.htm

Rakennustieto 2024. Rt-kortisto. Viitattu: 4.7.2024.

<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortistot/rt-kortisto>

TEPA-termipankki 2024. Erikoisalojen sanastojen ja sanakirjojen kokoelma-sanastokeskus. Viitattu: 23.4.4024. <https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/lvi>

Liite 2. Palautekysely 1

LF - ELECTRIC

Palautekysely

1. Miten työskentely tahtiakataulun mukaan sujui?

ITÄ HYVI

ILPO keuhki joku 3vk aikataulun edeltä?

2. Mitä etuja menetelmässä oli?

Oli selkeä aikataulu, vaikeat sika hoidatettu.

3. Oliko menetelmässä haittoja?

eikai

4. Oliko tahdissa työskentelystä hyötyä työn sujuvuuden tai aikataussa pysymisen suhteen?

Hommat pilkotti, liikaa jollain tahdin osa oli liian pieni →
odottelua ja hukken-aikaa.

5. Onko kehitysehdotuksia tulevia hankkeita ajatellen?

Liite 3. Palautekysely 2

Palautekysely

1. Miten työskentely tahtiaikataulun mukaan sujui?

Kiire

2. Mitä etuja menetelmässä oli?

Tietää missä työmaa menee ja millainen aikataulu saa otettua esille mahdolliset ongelmat

3. Oliko menetelmässä haittoja?

4. Oliko tahdissa työskentelystä hyötyä työn sujuvuuden tai aikataussa pysymisen suhteen?

Ei ole muita asentajia edessä

5. Onko kehitysehdotuksia tulevia hankkeita ajatellen?

Liite 4. Palautekysely 3

Wiiva kaluste

Palautekysely

1. Miten työskentely tahtiakataulun mukaan sujui?

Ei oikeastaan eronnut normaalista, johtuen ehkä riittävästä työvoimasta. Varmastikin voi eroja riippuen eri työvaiheista.

2. Mitä etuja menetelmässä oli?

Kuten edellisessä, meidän kohdalla ei ollut suurtaakaan eroa...

3. Oliko menetelmässä haittoja?

Jos kerrosaikataulu on sama kaikilla aliyhteisöillä, niin optimaalisen työvoiman järjestäminen voi olla haasteellista. →

4. Oliko tahdissa työskentelystä hyötyä työn sujuvuuden tai aikataussa pysymisen suhteen?

Ei meidän kohdalla

5. Onko kehitysehdotuksia tulevia hankkeita ajatellen?

Tehyjen työmaiden perusteella, uskon, että Pohjolalla on edellytykset pärjätä ilman "Tahtiäin". Toki työvaiheiden seuranta on varmasti helpompaa. Varsinaiseen Tahtiin en osaa kehitysehdotuksia esittää...

3) Toki sama tilanne voi olla edessä ilman tahtiaikataulukin.

Liite 5. Palautekysely 4

Palautekysely

1. Miten työskentely tahtiaikataulun mukaan sujui?

Työskentely sujui oikein mallikkaasti, muutamia keskeytyksiä töiden osalta, mutta ne tulivat nopeasti ilmi ja saatiin korjatuksi.

2. Mitä etuja menetelmässä oli?

Etu tahtiaikataulutuksessa tulee siitä, että jokaiselle urakoitsijalle on varattu oma-aika tietyssä lohossa, jolloin työntekijä pääsee tekemään oman työnsä ilman, että muut urakoitsijat ovat samaan aikaan samassa lohossa. Myös Mestamasterin tekemällä tyyllillä tahtiaikataulusta on helppo lukea missä kohdassa pitäisi tehdä töitä ja mitä muita töitä on muualla käynnissä samalla hetkellä. Myös materiaalien tilaaminen onnistuu työmaalle tarkemmin tällä aikataululla.

3. Oliko menetelmässä haittoja?

Aikaisempaan aikataulukseen verrattuna ei tule mieleen haittoja mikä olisi jollain muulla aikataulutustavalla paremmin.

4. Oliko tahdissa työskentelystä hyötyä työn sujuvuuden tai aikataussa pysymisen suhteen?

Näkisin että työ oli sujuvaa nimenomaan, koska urakoitsijat pysyivät tahdissa mukana. Tahti pitää olla oikean kokoinen **esim. 2,5 pv/tahti ja puskureita pitää olla myös, jos jossain kohtaa tulee esimerkiksi kuivumisen kanssa ongelmia.**

5. Onko kehitysehdotuksia tulevia hankkeita ajatellen?

Kehitysehdotuksia voisi olla, että aikataulua tarkennetaan vielä paremmin esim. kaikki arkipyhät olisi suunniteltu aikatauluun ja yleiset tilat otettaisiin myös aikatauluun mukaan jossain määrin.