

Effektivisering av saneringsprojekt

En jämförelse av taktidsplanering och traditionell
tidsplanering

Benjamin Hongell

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningen för byggnads- och samhällsteknik

Vasa 2024

EXAMENSARBETE

Författare: Benjamin Hongell
Utbildning och ort: Byggnads- och samhällsteknik, Vasa
Inriktning: Byggnadsproduktion
Handledare: Kimmo Koivisto, Novia
Sabine Hiilloste, Peab Oy

Titel: Effektivisering utav saneringsprojekt

Datum: 23.05.2024 Sidantal: 38

Abstrakt

Detta examensarbete har utförts åt beställaren Peab Oy. Syftet med detta examensarbete har varit att undersöka möjligheten till förkortad projekteringstid med användningen utav taktidsproduktion på de inre arbetsmomenten vid ett saneringsprojekt.

Teorin i detta examensarbete behandlar tillvägagångssättet vid allmän tidsplanering, lean filosofins tankesätt samt tillämpningen och planeringen utav taktidsproduktion. Denna teori har tillämpats vid skapandet av taktidsplanen för projektet.

Till saneringsprojektet skapades det en taktidsplan för de inre arbetsmomenten med programvaran Excel. Den skapade taktidsplanen jämfördes med den ursprungliga tidsplanen för projektet och resultatet presenteras i slutet av examensarbetet. Denna skapade taktidsplan är endast en teoretisk uppskattning och har inte tillämpats på projektet.

Slutligen presenteras det i examensarbeten en diskussion, där det framgår att användningen av taktidsproduktion kan vara aktuellt för de som vill fungera som föregångare inom byggnadsproduktion dock att tillämpningen kräver intern skolning.

språk: Svenska

nyckelord: Taktidsplanering, Lean, Tidsplanering

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Benjamin Hongell
Koulutus ja paikkakunta: Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka
Ohjaaja(t): Kimmo Koivisto, Novia
Sabine Hiilloste, Peab Oy

Nimike: Korjausrakentamisen tehostus

Päivämäärä: 23.05.2024 Sivumäärä: 38

Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on toteutettu tilaajalle Peab Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena on ollut tutkia mahdollisuutta lyhentää korjausrakentamisen hankkeiden läpimenoaikaa käyttämällä tahtituotantoa sisävalmistustyövaiheessa.

Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee yleisen aikataulusuunnittelun menetelmiä, lean-filosofian ajattelutapaa sekä tahtituotannon soveltamista ja suunnittelua. Tätä teoriaa on sovellettu projektin tahtiaikataulun luomisessa.

Korjausrakentamisen projektiin luotiin sisäisiä työvaiheita koskeva tahtiaikataulu Excel-ohjelmistolla. Luotua tahtiaikataulua vertailtiin projektin alkuperäiseen aikatauluun, ja tulokset esitetään opinnäytetyön lopussa. Tämä luotu tahtiaikataulu on vain teoreettinen arvio, eikä sitä ole sovellettu projektiin.

Lopuksi esitetään keskustelua, jossa käy ilmi, että tahtituotannon käyttö voi olla ajankohtaista niille, jotka haluavat toimia edelläkävijöinä rakennustuotannossa, mutta sen soveltamisen vaatii sisäistä koulutusta.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: tahtituotanto, Lean, aikataulusuunnittelu

BACHELOR'S THESIS

Author: Benjamin Hongell
Degree Programme: Bachelor of Engineering, Civil and Construction Engineering, Vaasa
Specialisation: Construction Management
Supervisor(s): Kimmo Koivisto, Novia
Sabine Hiilloste, Peab Oy

Title: Efficiency Improvement of Sanitation Project

Date: 23.05.2024 Number of pages: 38

Abstract

This thesis has been carried out for the client Peab Oy. The purpose of this thesis has been to investigate the possibility of shortened project time by using takt time production for the internal work phases in a sanitation project.

The theory in this thesis addresses the approach to general scheduling, the thinking of lean philosophy, and the application and planning of takt time production. This theory has been applied in the creation of the takt time schedule for the project.

For the sanitation project, a takt time schedule for the internal work phases was created using the software Excel. The created takt time schedule was compared with the original schedule for the project, and the results are presented at the end of the thesis. This created takt time schedule is only a theoretical estimate and has not been applied to the project.

Finally, the thesis presents a discussion, that reveals the use of takt time production that may be relevant for those who want to act as pioneers in construction production, although its application requires internal training.

Language: Swedish

Key words: Takt time planning, Lean, Time planning.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte och mål.....	1
1.2	Avgränsning.....	1
1.3	Uppdragsgivare	1
2	Allmänt om tidsplanering	2
2.1	De olika stegen i tidsplanering	2
3	Olika tidsplaner inom ett byggnadsprojekt	3
3.1	Projekttidsplanen (Hankeaikataulu).....	4
3.2	Allmänna tidsplanen (Yleisaikataulu)	5
3.2.1	Den preliminära tidsplanen (Alustava yleisaikataulu).....	5
3.2.2	Kontraktstidsplanen (Sopimusyleisaikataulu)	5
3.2.3	Arbetstidsplanen (Työaikataulu).....	6
3.3	Planeringstidsplanen (Suunnitelma-aikataulu).....	6
3.4	Anskaffningstidsplanen (Hankinta-aikataulu).....	6
3.5	Produktionstidsplanen (Rakentamisvaihe-aikataulu).....	7
3.6	Veckotidsplanen (Viikkoaikataulu)	7
4	Olika sorters tidsplaner	8
4.1	Gantt-schema (Janakaavio).....	8
4.2	Platstidsdiagram (Paikka-aika kaavio).	9
4.3	Produktionstidsdiagram (Tuotantoaikakaavio).....	10
5	Lean	11
5.1	Historia	11
5.2	Lean-produktion	12
5.2.1	TPS	14
5.2.2	7+1 slöserierna	15
5.3	Lean-metoder.....	16
5.3.1	5S.....	17
5.3.2	Kaizen	18
5.3.3	JIT (Just in time).....	20
5.3.4	Jidoka	20
5.3.5	Heijunka.....	22
6	Lean inom byggnation.....	23
6.1	Takttidsproduktion.....	23
6.2	Tillämpning utav takttidsproduktion på byggprojekt.....	24
6.2.1	Strategisk taktplanering	25
6.2.2	Operativ taktplanering.....	25

6.2.3	Taktstyrning.....	26
6.2.4	Ständig förbättring	27
6.3	Takttidsplanering.....	28
6.4	Utmaningar	29
7	Objektet.....	30
7.1	Objektets entreprenadform.....	31
8	Tervahovis takttidsplan.....	32
9	Resultat	34
10	Diskussion	36
11	Litteraturförteckning.....	37

1 Inledning

Genom att titta tillbaka på det gångna året 2023 ser man att det har skett en minskning på nybyggnation i Finland på -22,4 % enligt statistikcentralen samt mängd konkurser inom byggnadsföretag.¹ Detta väcker intresse för företag att försöka spara pengar genom att förkorta projekteringstiden. Därmed har jag fått uppdraget att jämföra en traditionell tidsplan mot en taktidsplan.

1.1 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete var att skapa en taktidsplan och reflektera över resultatet. Är det lönt att använda sig utav taktidsproduktion på ett så här komplext saneringsprojekt och framför allt är det möjligt?

Målet var då att skapa en taktidstabell för den inre skedet till projektet och undersöka ifall man i någon mån skulle kunna teoretiskt sett minska projekteringstiden.

1.2 Avgränsning

Eftersom objektet där taktidstabellen kommer att tillämpas på är så stort, har man med uppdragsgivaren kommit överens om att avgränsa byggnaden till delarna A-D med fokus på det inre skedet. Det vill säga ytskikten som: målning, innertak, golv och så vidare. Dessa kommer att redovisas i tidtabellen.

1.3 Uppdragsgivare

Som uppdragsgivare för detta examensarbete står Peab Oy. Det är ett företag som är grundat 1955 i Sverige och har en slogan som är följande: Nordens samhällsbyggare. Något som beskriver dem rätt bra eftersom de verkar i fyra olika nordiska länder: Sverige, Norge, Finland och Danmark. Företaget har fyra olika affärsområden med totalt 15 000 medarbetare. Till de fyra olika affärsområden hör bygg, anläggning, industri och projektutveckling. Med en omsättning på 5,1 miljarder euro (2022).²

¹ Boende och byggande, *Statistikcentralen*.

² Peab talous, *Peab Oy*.

Under min företagsförlagda utbildningsperiod har jag jobbat för affärsområdet bygg och via det fått möjligheten att göra detta examensarbete för dem.

2 Allmänt om tidsplanering

En väl planerad tidsplan lägger grunden för ett lyckat byggnadsprojekt. För att uppnå målen i olika byggprojekt måste vi planera och styra arbetet på ett bra sätt. Olika tidsplaner ger oss mål att sträva efter. Dessa mål når vi genom att skapa rätta förutsättningar, hålla koll på projektets gång och genom att se till att arbetet rör sig mot det gemensamma målet.³

Tidsplanen är som en karta över projektet. När vi planerar när olika saker ska göras och hur lång tid det tar letar vi efter en realistisk tidsplan baserad på den information vi har. I tidsplanen sätter vi mål för projektet och dess olika delar. I de olika delarna uppgår när olika uppgifter ska börja och sluta samt hur mycket arbetskraft eller då resurser som behövs. Dessa mål ska vara realistiska och mätbara, alltså kopplade till tid och resultat.⁴

2.1 De olika stegen i tidsplanering

Då man skall påbörja en tidsplanering till ett projekt finns det följande steg som skall planeras och beaktas. Kommer att redovisa följande steg nedanom:

- Bestämning utav projekteringstid (Hankkeen kesto ja ajoitus).

Då man skall börja en tidsplanering måste man först bestämma hur länge projekteringen skall ta. Det finns flera faktorer som påverkar projekteringstiden som byggnadsläget, val av konstruktion med mera. Därför måste dessa faktorer beaktas och planeras noggrant.

- Platsuppdelning (Kohteen osittelu).

Projektet delas upp i områden och mindre delområden för att underlätta projekteringen. Man bestämmer också projekteringsföljden för de olika områden. Ett vanligt sätt att dela upp projektet i är vånings och bostadsvis.

- Produktions uppdelning (Tuotannon jakaminen tehtäviin).

³ RATU KI-6036, *Rakennustieto*, 10-12.

⁴ RATU KI-6036, 10-12.

Uppdelning utav produktionen till arbetsuppgifter. Produktionens olika arbetsuppgifter samt deras mängd presenteras.

- Arbetsuppgifternas dimensionering (Tehtävien mitoitus).

Beräkning utav de olika arbetsuppgifternas längd beroende på mängd, åtgång och resurs. Man kan stöda sig på utav Ratu:s dokument om arbetsåtgång.

- Bestämning utav arbetsuppgifternas ordning (Työjärjestyksen määrittäminen).

De beräknade arbetsuppgifternas arbetsordning bestäms och deras beroende till varandra.

- Bestämning utav arbetsmomentens takt (Tehtävien tahdistus ja rytmitys).

Granskning och planering utav arbetstakten mellan de olika arbetsmomenten samt arbetsgrupperna. Man strävar efter att få en så jämn produktion som möjligt och att inte flera olika arbetsuppgifter utförs samtidigt på samma plats.

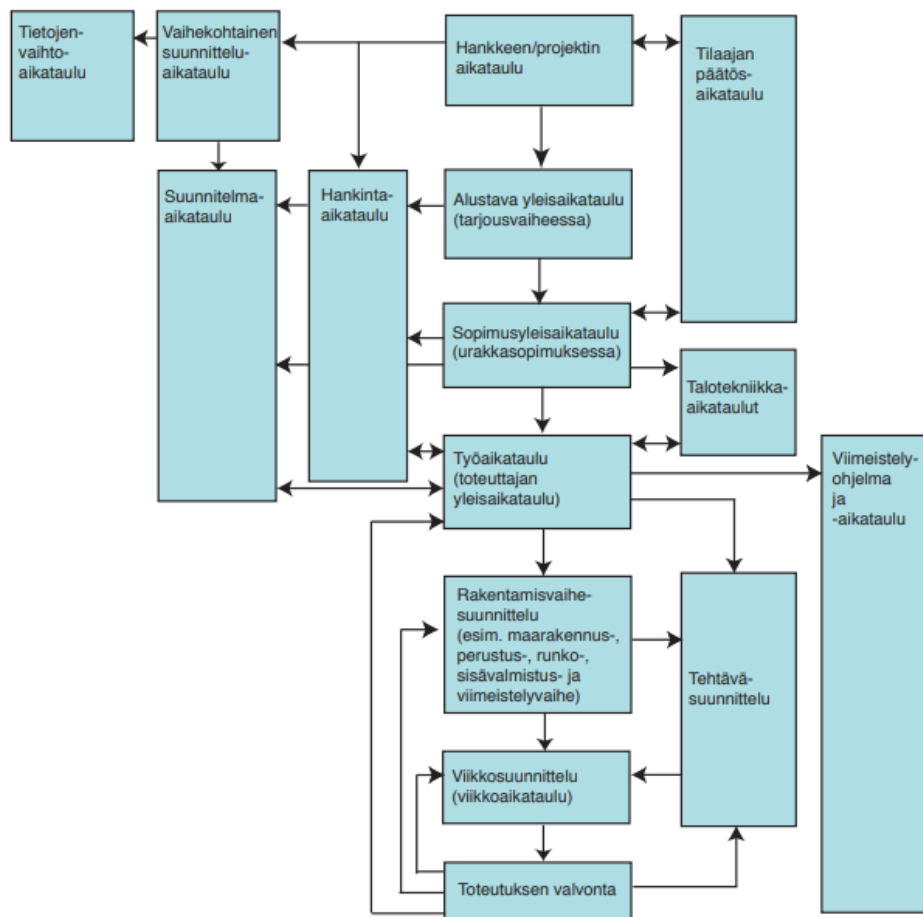
- Skapande utav tidsplan (Aikataulun laadinta).

Efter att dessa olika steg har planerats och granskats kan man utifrån denna information skapa en tidsplan. Att kunna visualisera tidsplaner på olika sätt kommer jag nu att berätta om i nästa kapitel.⁵

3 Olika tidsplaner inom ett byggnadsprojekt

I ett byggnadsprojekt ingår flera olika tidsplaner. För att få en helhetsblick hur ett projekt tar sig från idé till projekteringen har jag valt att skriva om de olika tidsplanerna man använder sig under ett projekt. Genom att kolla på den bifogade bilden Figur 1 får man en bra helhetsbild över hur dessa tidsplaner hänger ihop med varandra.

⁵ RATU KI-6031, 62-87.



Figur 1. Framstegen i tidsplaneringen av byggprojekt. (RATU KI-6031), 40.

3.1 Projekttidsplanen (Hankeaikataulu)

Skapandet utav projekttidsplanen ansvarar byggnadsherren för. Den beskriver hela byggnadsprocessen från början till slut. Projekttidsplanen måste ha tydliga mål och vara noggrant planerad. En dåligt planerad projekttidsplan kan öka kostnaderna för projektet snabbt och försämra kvaliteten avsevärt.⁶ I projekttidsplanen uppgår följande faser:⁷

- Utredning utav behovet.
- Finansiering.
- Projektering.

⁶ RATU KI-6031, 41-42.

⁷ Byggläsnings Projektering, *Studentlitteratur*, 315.

- Bygglov.
- Upphandling.
- Byggnadsarbete.
- Slutbesiktning.
- Maskininstallation.
- Inredning.
- Driftsättning.

3.2 Allmänna tidsplanen (Yleisaikataulu)

Den allmänna tidsplanen skapar huvudentreprenören. Syftet med denna tidsplan är att ge en översikt över projektets väsentligaste arbetsmoment och deras arbetsgång. Denna tidsplan är alltså grunden för hela projekteringstiden. Man kan dela upp den allmänna tidsplanen i tre olika moment.⁸ Dessa är:

3.2.1 Den preliminära tidsplanen (Alustava yleisaikataulu)

Första momentet utav den allmänna tidsplanen skapas före byggnadsbeslutet har getts. Alltså man skapar denna ”grova” tidsplan före anbudsgivningen eller beslutet att bygga.

I denna tidsplan uppgår bara de huvudsakligaste arbetsmomenten som kommer att ske under projekteringen. Genom att skapa denna preliminära tidsplan får man en aning om hur resurs krävande projektet i fråga är.⁹

3.2.2 Kontraktstidsplanen (Sopimusyleisaikataulu)

Efter att den preliminära tidsplanen har skapats och byggnadsbeslutet eller anbudsgivningen är klar, går man vidare i förhandlingarna och då skapar byggherren tillsammans med

⁸ RATU KI-6036, 25-27.

⁹ RATU KI-6031, *Rakennustiето*, 43-44.

huvudentreprenören Kontrakts tidsplanen. Här justeras oftast datum som byggstart och när byggnaden kommer att överlätas.¹⁰

3.2.3 Arbetstidsplanen (Työaikataulu)

Efter förhandlingarna justerar huvudentreprenören kontrakts tidsplanen till en arbetsplan. Denna arbetsplan är det man på bygget kallar till den allmänna tidsplanen (Yleisaikataulu).

Här uppgår alla arbetsmoment, resurser till de olika arbetsmomenten samt deras längd. Som tidigare nämnt är denna tidsplan grunden för de andra tidsplanerna under projekteringen.¹¹

3.3 Planeringstidsplanen (Suunnitelma-aikataulu)

Även kallad ritningstidsplanen, fastställer datum när arkitekt-, konstruktions- och andra ritningar skall vara klara. Denna tidsplan är beroende utav Anskaffningstidsplanen (Hankinta-aikataulu) och skapas samtidigt innan entreprenadavtalet har avtalats.

Planeringstidsplanen granskas efter att den allmänna tidsplanen har färdigställts och godkänts. De ansvariga planerarna sköter styrningen och övervakningen utav planerna genom gemensamma besök på byggarbetsplatsen. Övervakningen skall ske minst varannan vecka.¹²

3.4 Anskaffningstidsplanen (Hankinta-aikataulu)

Skapandet utav en anskaffnings tidsplan (Hankinta-aikataulu) görs för att man skall få rätt produkter/material levererade i rätt tillfälle till byggarbetsplatsen. Man skapar denna tidtabell ur den allmänna tidsplanens (Yleisaikataulu) behov. Genom att skapa en sådan här tidsplan kan man minska på tiden olika material ligger och tar utrymme på byggarbetsplatsen samt oväntade leveranstider.¹³

¹⁰ RATU KI-6031, 45.

¹¹ RATU KI-6031, 45-47.

¹² RATU KI-6031, 48-50.

¹³ RATU KI-6031, 51-53.

3.5 Produktionstidsplanen (Rakentamisvaihe-aikataulu)

Denna tidsplan skapar man ur den allmänna tidsplanen. Tanken med produktions tidsplanen är att skapa en noggrannare tidsplan för de viktigaste arbetsmomenten samt deras resurser och arbetsprestationer.¹⁴¹⁵

Vanliga arbetsmoment som presenteras i denna tidtabell är:

- Mark och grundarbeten.
- Stomme och vattentaksarbeten.
- Inre arbeten.
- Färdigställande arbeten.

3.6 Veckotidsplanen (Viikkoaikataulu)

Veckotidsplanen är en tidsplan som man använder för att kunna styra den vardagliga verksamheten på ett byggnadsprojekt. Målen som läggs upp i veckotidsplanen tas ur den Allmänna tidsplanen (Yleisaikataulu) eller produktions tidsplanen (Rakentamisvaihe-aikataulu).¹⁶

I denna tidsplan framgår vilka arbetsmoment som görs, längden på arbetsmomenten samt vilka resurser som används. Arbetsledarna skapar oftast denna tidsplan med stöd utav den ansvarige arbetsledaren. Den visualiseras oftast som ett gantt schema och är en till tre veckor lång.¹⁷

¹⁴ RATU KI-6031, 55-56.

¹⁵ RATU KI-6036, 28-31.

¹⁶ RATU-KI-6031, 58-60.

¹⁷ RATU KI-6036, 31-35.

VIKKOAIKATAULU														
Tehtävä	Tekijä	Vah- vuus	vko 43					vko 44					vko 45	
			MA	TI	KE	TO	PE	MA	TI	KE	TO	PE	MA	TI
C LOHKO														
Anturat, laudoitus	Alpo aliurakoitsija	2												
Routasuojaus, asennus	GM-yritys	1												
Anturat, raudoitus	MaiKa	3												
Anturat, valu ja tartunnat	Alpo aliurakoitsija	3												
Purku ja siivous	Alpo aliurakoitsija	1												
Täytöt	Maa-aliurakoitsija	kone												
VS-nostojen laudoitus	Alpo aliurakoitsija	2												

Figur 2. Exempel på veckotidsplan. (RATU-KI-6036), 60.

4 Olika sorters tidsplaner

Det finns flera olika sätt att visualisera en tidsplan på och de alla har sina för och nackdelar. För att underlätta projekteringen skapar man därför olika sorters tidsplaner beroende på användningsändamålet.¹⁸

Inom byggnation i Finland använder man vanligtvis dessa olika sorters tidsplaner:

- Gantt schema (Janakaavio)
- Platstidsdiagram (Paikka-aikakaavio)
- Produktionstidsdiagram (Tuotantoaikakaavio)

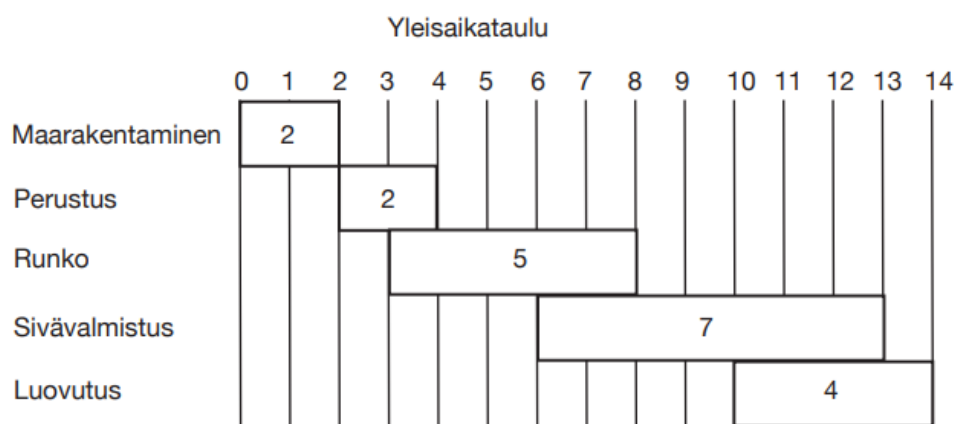
4.1 Gantt-schema (Janakaavio)

Är ett väldigt lätt förstått schema eller tidsplan. Det är även en utav de äldsta och vanligaste sätten att visualisera en tidsplan på. För att kunna använda detta schema på ett projekt måste områden och arbetsmoment delas upp i ordningsföljd. Nackdelen med att endast använda sig utav ett gantt schema är att man inte kan uppfölja projekterings gång i tid och plats.

¹⁸ RATU KI-6031, 21.

Därför brukar man använda gantt schemat ihop med platstidsplanen som fungerar bättre för uppföljningen utav projekteringen.¹⁹ Följande saker presenteras i gantt-schemat:

- Tidtabellsuppgift.
- ”Artikelnummer/löpnummer” för uppgiften.
- Mängd/enhet.
- Arbetsinsats/prestation.
- Arbetsgrupp.
- Uppgiftens längd.
- Uppgiftens timing och beroende utav varandra.



Figur 3. Exempel på Gantt-schemat (RATU KI-6036, 19).

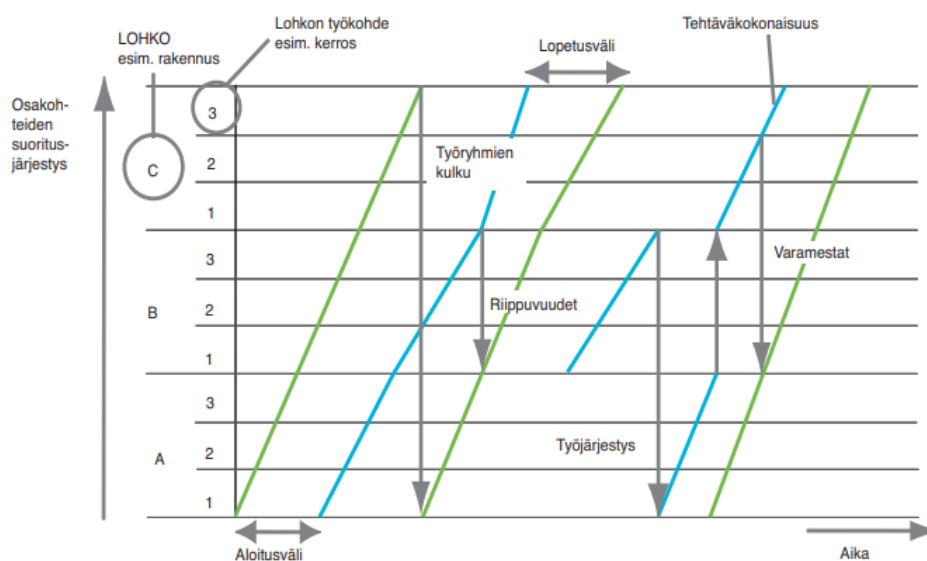
4.2 Platstidsdiagram (Paikka-aika kaavio).

Både platstidsdiagrammet (Paikka-aika kaavio) och produktionstidsdiagrammet (Tuotantoaikakaavio) är så kallade ”snedsträcks” (Vinoviiva) tidsplaner. Båda tidsplanerna

¹⁹ RATU KI-6031. 21-24.

presenteras nästan på samma sätt med de snedsträckade linjerna. De båda används för att övervaka framgången utav projektet.²⁰

I platstidsdiagrammet presenteras produktionens framgång i förhållande till tid och plats. I den vertikala axeln på platstidsplanen presenteras byggnadens delar, som tillexempelvis våningar. I den horisontella axeln presenteras tiden antingen i veckor eller arbetsdagar.²¹



Figur 4. Exempel på platstidsdiagrammet (RATU KI-6031, 25).

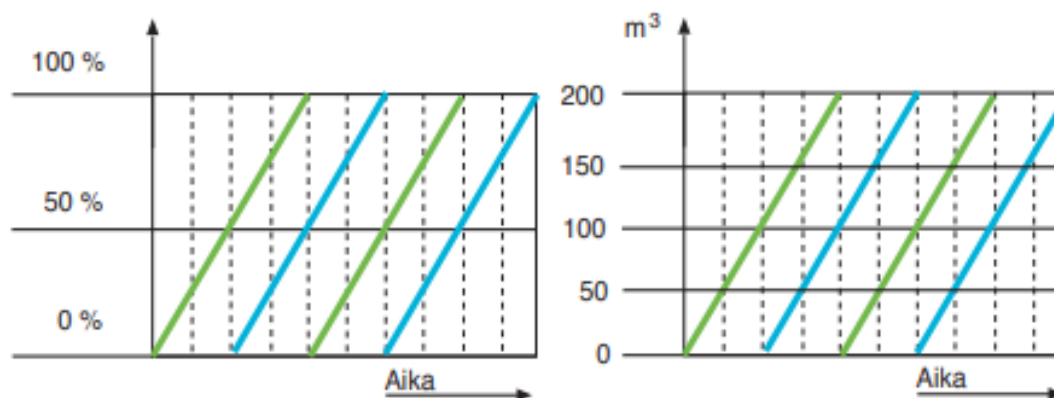
4.3 Produktionstidsdiagram (Tuotantoaikakaavio)

Även i produktionstidsdiagrammet presenteras produktionens framgång. Men i stället för i förhållandet till tid och plats, presenteras det i denna tidsplan i förhållandet till tid och mängd. Oftast mäter man produktionens framgång procentuellt och kan därför med hjälp av detta övervaka produktionens hastighet.²²

²⁰ RATU KI-6031, 25.

²¹ RATU KI-6031, 25-26.

²² RATU KI-6031, 27.



Figur 5. Exempel på produktionstidsdiagrammet (RATU KI-6036, 27).

5 Lean

Lean är en filosofi och företagsstrategi som grundar sig på att ha kundens värde i fokus. Tanken är att allt onödigt arbete som inte kunden värderar skall elimineras. Genom att minska på onödigt arbete och öka effektivitet kan vi ge mera värde till våra kunder. På grund av den allt hårdare konkurrensen tar allt fler företag runt om i världen hjälp utav Lean-filosofin och allt fler försöker implementera den i sin verksamhet.²³

5.1 Historia

Tankegången om ett effektivt tillverknings sätt började redan på 1400-talet i Venedig. Men det var först på 1900-talet som Henry Ford revolutionerade tillverkningsprocessen. Ford kombinerade utbytbara delar, standardiserat arbete och rörlig transport för att skapa en bra produktionslinje. Det var stora framsteg inom tillverkningsindustrin. Henry Ford följde en linje där varje tillverkningssteg var ordnat i rätt följd. Han använde specialmaskiner för att snabbt och med stor precision kunna tillverka delarna till bilarna. Genom denna metod kunde Ford skapa en stor mängd bilar på en kort tid. Trots dess framgång hade Fords system en brist: Variation. Alla bilar som byggdes, som den berömda Modell T var i princip likadana och erbjöd inte olika valmöjligheter för kunderna.

²³ What is lean?, *The lean way*, Nawras Skhmot.

Andra biltillverkare ville erbjuda mer variation. De satsade på att producera flera olika bilmodeller med olika funktioner och stilar. Problemet var att deras tillverkningsätt blev ofta långsamma och ineffektiva.

Efter andra världskriget år 1950 åkte Eiji Toyoda, brorsonen till Toyota grundaren Sakichi Toyoda samt ingenjören Taiichi Ohno till Fords största tillverkningsfabrik i Dearborn Michigan. Under 50-talet producerade denna fabrik 8000 bilar per dygn, och under kommande tre månader studerade Eiji Toyoda och Taiichi Ohno Fords tillverkningsätt noga. Efter att ha återvänt till Japan med lärdomar skapade Eiji Toyoda och Taiichi Ohno det välkända Toyota produktionssystemet även kallat kort för TPS.

Det här nya produktionssystemet fokuserade sig på att få produkterna att röra sig smidigt genom hela tillverkningsprocessen. Genom att använda maskiner som passade produktionen och genom att införa självövervakning för att säkerställa produktkvalitet, lyckades Toyota minska kostnaderna och öka variationen.^{24 25}

5.2 Lean-produktion

Hela tanken med Lean och Lean produktion är att minska slöseriet. För att kunna minska slöseriet måste man förstå vad egentligen slöseri är? Inom Lean brukar man säga att allt som inte skapar ett mer värde för kunden kan klassas som slöseri. Det kan handla om massa olika saker, men inom företag handlar det oftast om ineffektiva produktionsprocesser.

För att kunna skapa så mycket värde som möjligt för kunden måste det finnas ett bra produktionssystem i grunden. Det märkte Toyota på 50 talet och skapade därför det som man oftast refererar till då man nämner Lean produktion, alltså TPS: Toyota production system. Nuförtiden finns det flera olika produktionssystem som använder samma koncept och filosofi för att minska slöseriet och skapa ett effektivt produktionssystem. Oberoende om man talar om TPS eller ett motsvarande produktionssystem så följer det alltid samma Lean koncept.^{26 27}

²⁴ A brief history of lean, *Lean enterprise institute*.

²⁵ What is lean?, *The lean way*, Nawras Skhmot.

²⁶ Introduction to lean manufacturing principles, *Medium*, Johan Persson.

²⁷ The 5 lean principles: reduce waste and drive growth, *Businessmap*.

1) Värdefokusering:

Identifiera vad är det som skapar oss värdet i den tjänst eller produkt vi säljer? Eftersom kunden är den som skapar oss pengar måste vi fokusera på vad som är viktigt för kunden. Genom att fokusera oss på vad kunden värdesätter kommer vi att få nöjdare kundkretsar och skapa mervärde.

2) Värdeström:

Analysera och kartlägg hela processen där du skapar produkten eller tjänsten för kunden. Allt onödigt arbete som inte bidrar till kundens värde skall tas bort, genom detta ökar vi produktiviteten och får en bättre produktionsprocess.

3) Dragprincip:

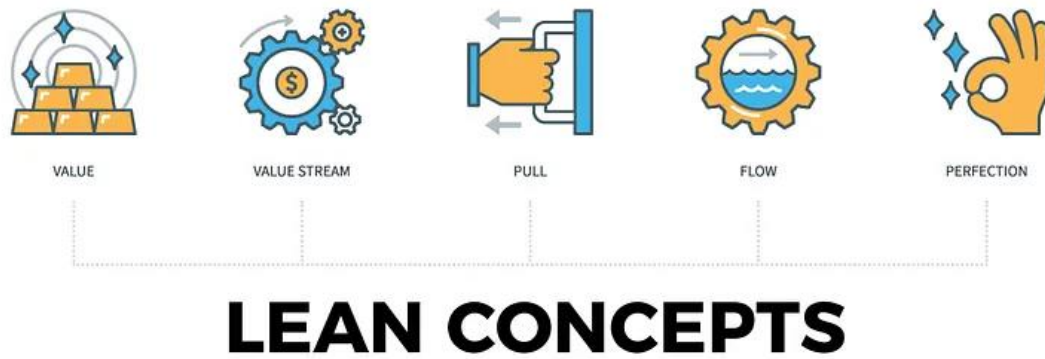
Skapa endast produkter eller tjänster efter kundens efterfrågan. Överproduktion är slöseri och genom att använda sig utav Lean metoden JIT (Just in time) minskar man på det.

4) Flöde:

Skapa ett stadigt flöde i produktionsprocessen. Genom att ha jämn takt under hela produktionsprocessen minskar man på flaskhalsar som förekomma under en produktionsprocess.

5) Strävan efter perfektion:

Genom kontinuerlig förbättring skapar man alltid mervärde åt kunden. Produkten eller tjänstens kvalitet kommer att förbättras även om produktionen effektiveras. Kaizen metoden brukar man referera till inom Lean då man talar om ständig eller kontinuerlig förbättring.



Figur 6. Lean-konceptet (Businessmap).

5.2.1 TPS

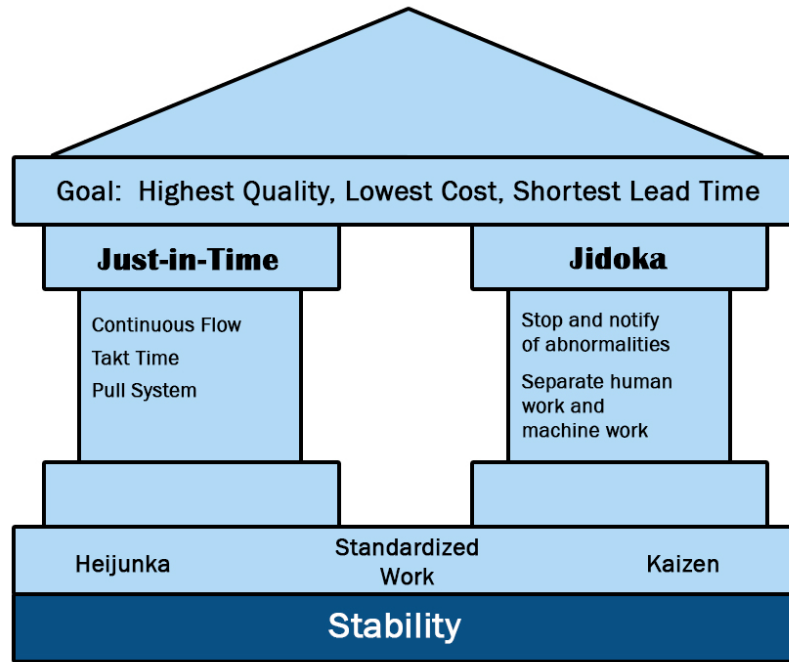
Toyota production system eller kort TPS är det första produktionssystemet som använde sig utav Lean filosofins tankesätt. Taichi Ohno skapade de två huvudpelarna till produktionssystemet, JIT och Jidoka.

Genom att använda sig utav detta produktionssystem klarade Toyota sig bättre än de andra biltillverkarna under 70 talets oljekris. Detta väckte ordentligt intresset för Lean tankesättet bakom produktionen för första gången hos de andra västerländska biltillverkarna.

Toyotas produktionssystem består utav flera olika Lean metoder som skapar en produktionsprocess som är effektiv från början till slut. Som tidigare nämnt finns huvudpelarna JIT och Jidoka. Tanken är att skapa bästa kvaliteten med snabbaste genomföringstid och billigaste pris. Grunden till detta är en stabil fördelning mellan Heijunka, Standardiserat arbete (5S) och Kaizen. Genom att kolla på figur 7 under får man en bra överblick på hur de olika Lean metoderna hänger ihop och skapar detta vinnande produktionssystem.^{28 29}

²⁸ Toyota production system, *Toyota forklifts eu*.

²⁹ Toyota production system, *Lean enterprise institute*.



Figur 7. TPS-huset (Lean enterprise institute).

5.2.2 7+1 slöserierna

Inom produktionssystemet TPS brukar man tala om Muda. Det är en japansk term som betyder slöseri och inom detta produktionssystem beaktas det 8 eller 7+1 olika sorters slöserier.^{30 31} De olika slöserierna är:

1) Överproduktion:

Produktion utav produkter som det inte finns efterfrågan av.

2) Väntan:

Väntetid mellan produktionens olika moment.

3) Transport:

Onödig eller lång transport till produktionen.

4) Överarbete:

³⁰ The 8 wastes of lean, *The lean way*, Nawras Skhmot.

³¹ 8 Wastes of lean, Lean construction institute.

Komplicerade processer inom produktionen som inte skapar mervärde.

5) Lager:

Onödigt lagrande utav produkter som inte inventeras.

6) Rörelser:

Onödig förflyttning av personer eller maskiner inom produktionen.

7) Defekta produkter:

Produktion utav defekta produkter som slängs.

8) Outnyttjad kompetens:

Oskolad personal inom produktionen.



Figur 8. De 8 slöserierna (The lean way).

5.3 Lean-metoder

När man väljer sig att använda sig utav Lean filosofins tänk finns det flera olika metoder eller redskap man kan använda sig utav. Metoderna härstammar från Toyota ingenjören Taiichi Ohno som utvecklade dessa under 50-talet till Toyotas egna produktionssystem. De vanligaste Lean metoderna / redskapen är 5S, Kaizen, JIT, Jidoka och Heijunka. Kommer nu att förklara kort om deras syfte och funktion.

5.3.1 5S

När ett företag väljer att använda sig av Lean produktion är 5s en utav de första redskapen som implementeras i deras produktion. Tanken med 5s är att få ordning och reda på arbetsplatsen och minska all sorts slöseri. Ursprungligen har 5s använts inom industri men numera används det inom alla möjliga olika områden. 5s har utvecklats av Toyota och är en av deras grundpelare i produktionen. De 5: sen är ursprungligen fem Japanska ord men då man översätter dessa till svenska talar man om att: Sortera, systematisera, städa, standardisera och att skapa vana. Kommer nu att förklara meningen med dessa 5s.^{32 33}

1) Sortera:

Börja med att inventera och sortera igenom arbetsplatsen. Endast nödvändig utrustning skall finnas, man kan tänka sig att när har denna sak senast blivit använd?

2) Systematisera:

All utrustning som behövs för att utföra ett arbete skall finnas inom kort räckvidd och på rätt ställe. Man kan pröva sig fram genom att låtsas utföra arbetet och genom det ta reda på var utrustningen skall vara placerad. När man hittat ett fungerande koncept skall man dokumentera det till exempel via ett foto.

3) Städa:

Efter att ha städat arbetsplatsen noggrant lägger man en standard på hur det skall se ut vid arbetsplatsen under och efter arbetet.

4) Standardisera:

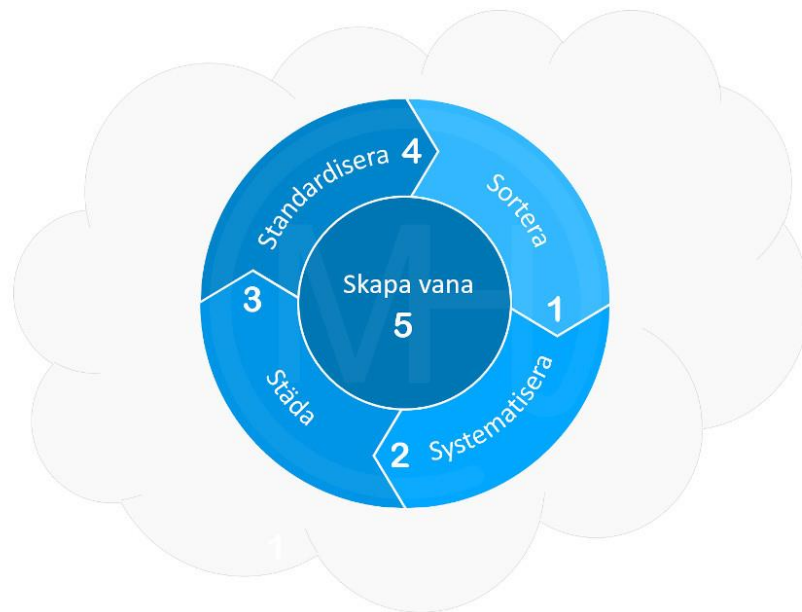
Efter att ha sorterat bort onödig utrustning, systematiserat arbetet och städat arbetsplatsen ordentligt är det dags att göra denna arbetsordning till en vana. Genom att göra checklistor eller motsvarande kan man enkelt lägga upp olika standarder. I dessa checklistor kan man även tillägga service utav arbetsredskap eller dylikt.

5) Skapa vana:

³² 5s standardiserar och skapar ordning, *Mh produktionsteknik*, Mats Högman.

³³ 5s, *Lean production*.

När arbetsplatsen är standardiserad skall man fortsätta att hålla ordningen och förbättra rutinerna. Korta och intensiva arbetsuppföljningsmöten kan vara bra att hålla före arbetsdagens början.



Figur 9. De fem olika s:en (Mh produktionsteknik).

5.3.2 Kaizen

Kontinuerlig förbättring eller Kaizen på japanska är en grundprincip inom Lean. Tanken är att långsiktigt förbättra produktionen genom små förbättringar i det vardagliga arbetet och med det uppnå högre effektivitet, produktivitet och kvalitet. Vid implementering utav Kaizen metoden följer man denna process:^{34 35}

1.) Identifiera problemen eller förbättringsmöjligheterna:

Börja med att hitta det som behöver förbättras. I en produktionsprocess kan det handla om ”flaskhalsar” som gör att produktionen blir mer ineffektiv.

2.) Analysera processen:

³⁴ Kaizen, *Lean enterprise institute*.

³⁵ What is kaizen? Philosophy, implementation & more, *Twi institute*, Patrick Graupp.

Kartlägg hela processen som skall förbättras och sätt upp mål för förbättringen.

3.) Hitta en förbättring:

Då processen är analyserad är det dags att komma på förbättringsidéer. Genom att involvera medarbetare så finner man lättare förbättringsalternativ.

4.) Implementera förbättringen:

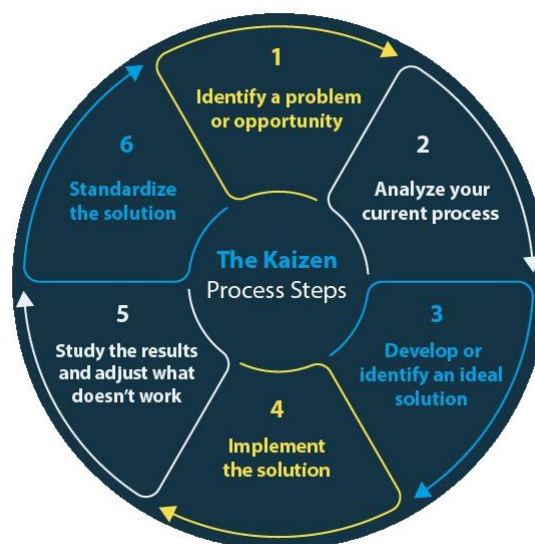
De skapade förbättringsmöjligheterna implementeras i processen.

5.) Utvärdera och justera resultatet:

Den nya och implementerade processen utvärderas. I praktiken är det viktigt att samla in data och information om den nya processen för att kunna kolla om man har skapat en smidigare process.

6.) Standardisera lösningen:

Slutligen standardiseras förbättringen i processen. Det är viktigt att fortsätta göra små förbättringar och justeringar på daglig basis. Genom regelbundna utvärderingar följer man upp och identifierar potentiella förbättringar.



Figur 10. Kaizen-processen. (Twi institute).

5.3.3 JIT (Just in time)

Tanken med JIT är att minimera lagring utav produkter samt material och öka lönsamheten i produktionsprocessen. I praktiken skall materialet eller produkterna anlända produktionen i precis rätt tid. På detta vis minimerar man lagringskostnader och maximerar utrymmet. Vid ångrande utav köp av kund blir inte producenten kvar med onödigt material.

För att få en välfungerande JIT-lagerhantering implementerad i sin produktionsprocess är det viktigt att ha en bra leverantör som har möjlighet att leverera produkterna i rätt tid efter produktionens behov.³⁶



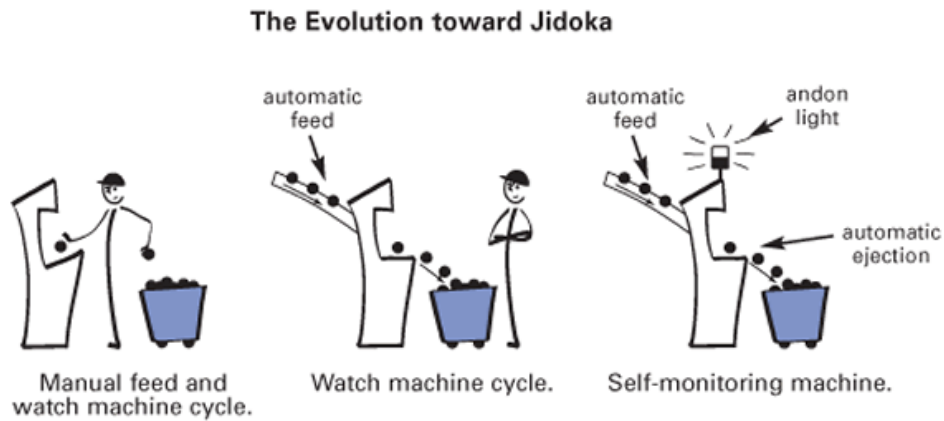
Figur 11. JIT-lagerhantering. (amsco).³⁷

5.3.4 Jidoka

Ordet Jidoka betyder automation, men inom företaget Toyota brukar man beskriva Jidoka som ”automation med en mänsklig touch”. Med detta försöker man uppnå att en människas intelligens skulle överföras till maskinen för att kunna upptäcka fel och automatiskt stoppa produktionsprocessen då ett fel upptäcks.

³⁶ Just in time tillverkning, *Skyplanner*.

³⁷ Just in time inventory management: What it is and how it works, *Ams-usa*.



Figur 12. Jidokas framsteg (Lean enterprise institute).

Innebörden med Jidoka är dock att skapa processer som har en inbyggd kvalitetssäkring inom produktionen. Det finns flera olika moment inom Jidoka som: poka yoke, andon och kamishibai. Tanken med dessa olika moment är att ha olika metoder för att tillsammans skapa ett kvalitetssäkringssystem. I grunden bygger dessa olika moment samt Jidoka ändå på två principer: Inbyggd kvalitet och stopp vid fel.³⁸

1) Inbyggd kvalitet:

Att göra något rätt från början är en grundprincip inom Lean. Med inbyggd kvalitet strävar man efter att kunna göra arbetet rätt från början så enkelt som möjligt. För att kunna uppnå kvalitet måste personalen inom produktionsprocesserna vara kompetenta och följa de arbetsstandarderna som finns.

2) Stopp vid fel:

Vad man menar med stopp vid fel är exakt vad det låter som, då ett fel upptäcks inom produktionen stoppas produktionen direkt. Felet åtgärdas direkt i stället för att producera defekta produkter. Tanken med detta är att säkerställa att motsvarande fel inte sker på nytt och att möjligheten till felsökning blir större.

³⁸ Jidoka, *Relean*.

The Jidoka Process

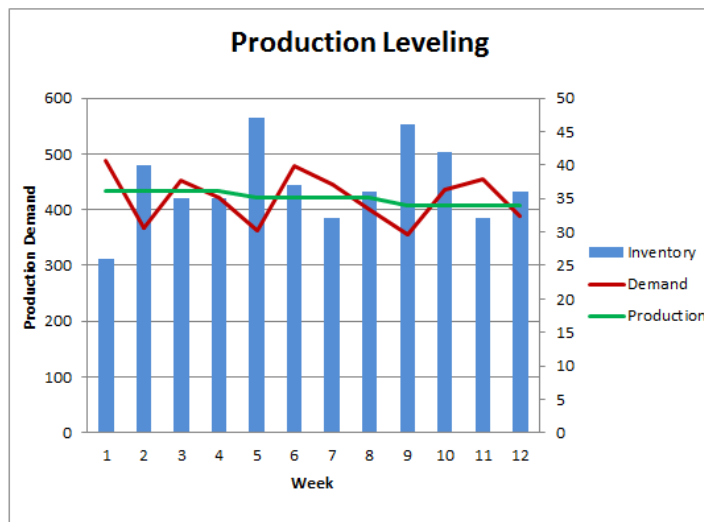


Figur 13. Jidoka-processen (Kunzite group).

5.3.5 Heijunka

Den sista Lean metoden som jag kommer att ta upp i detta examensarbete är Heijunka. Det översatta ordet från Japanska betyder utjämning. Med detta syftar man på utjämning i produktionen, till exempelvis volym eller motsvarande.

För att undvika en överbelastad produktion med massa arbete under första veckan för att sedan vara mycket lugnare nästa vecka bör man balansera arbetsbelastningen. För att få en jämnare produktion och arbetsgång kan man använda sig utav taktid.³⁹



Figur 14. Produktionsutjämning/balansering (leanlab).

³⁹ Heijunka, *Lean enterprise institute*.

6 Lean inom byggnation

I detta kapitel kommer det att redovisas om planeringen, tillämpningen och styrningen av taktidsproduktion på olika byggnadsprojekt.

6.1 Taktidsproduktion

Taktidsproduktion på svenska eller Tahtituotanto på finska är ett relativt nytt begrepp inom Finlands byggnadsbransch. Då kan man fråga sig vad är taktidsproduktion inom bygg egentligen?

Det är en projekteringsmetod för byggprojekt. Tanken är att tillämpa olika Lean principer som till exempelvis ständig förbättring och ökad effektivitet på byggprojektet. Lätt sagt är målet att för snabba projekteringstiden på byggarbetsplatsen genom taktplanering, taktstyrning och ständig förbättring.

I andra delar utav världen har man implementerat Lean tänk och taktidsproduktion på byggnadsprojekt redan länge. I Finland började intresset öka då man märkte att i andra europeiska länder som Tyskland kunde de förkorta projekteringstiden med detta ”nya” tänk.

Om man bestämmer sig för att använda taktidsproduktion på ett byggnadsprojekt är det viktigt att förstå att den skall användas för att uppnå projektets mål och inte ses som något separat del från resten utav projektets tidtabeller.

För att förstå hur en taktidsproduktions tidtabell/schema är uppbyggd bör man förstå följande begrepp som jag nu kommer att redovisa. Kolla den bifogade figuren för en bättre helhetsblick.⁴⁰

Takttid (Tahtiaika).

Tiden det tar för att utföra en eller fler arbetsuppgifter inom en takt. Takten är oftast från fyra timmar till en arbetsvecka (5 dagar).

Taktområde (Tahtialue).

Taktområdet är var arbetet inom takten sker. Det kan vara våningsvis eller uppdelat i mycket mindre delar, beroende på vad som fungerar bäst till projektet.

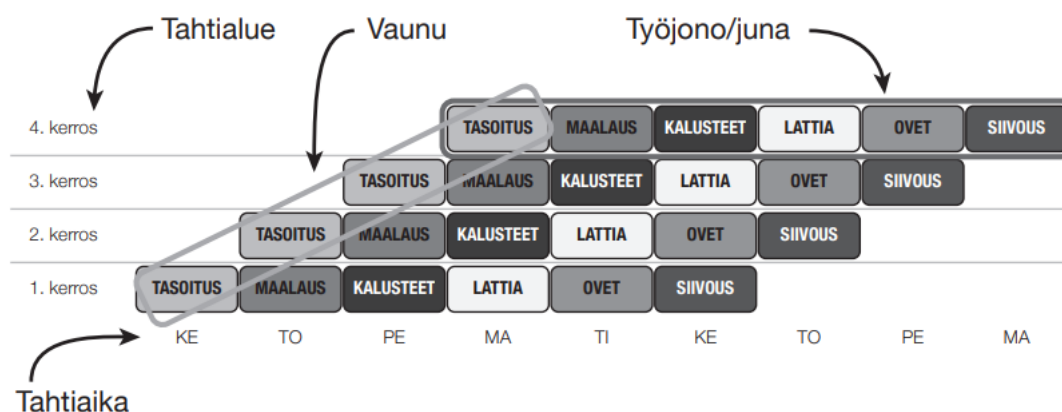
⁴⁰ RATU KI-6036, 36.

Taktvagn (Tahtivaunu).

I en taktvagn ingår en eller flera arbetsuppgifter.

Takttåg (Tahtijuna).

Utifrån taktvagnarna bildas det en arbetsföljd som man kallar till takttåg. Den kan till exempel innehålla fem taktvagnar med helt olika arbetsuppgifter.



Figur 15. Takttidsplanens uppbyggnad (RATU KI-6036, 36).

6.2 Tillämpning utav takttidsproduktion på byggprojekt

Då man bestämmer sig för att använda takttidsproduktion på ett byggnadsprojekt kommer följande fyra steg att beaktas före och under projekteringen. Kommer nu att systematiskt gå igenom de olika stegen.



Figur 16. Takttidsproduktionens olika steg (RIL RY).

6.2.1 Strategisk taktplanering

Användningen utav taktidsproduktion på ett projekt börjar med den strategiska taktplaneringen. Man kan tänka sig att den strategiska taktplaneringen har samma funktion som en vanlig allmän tidsplan (yleis-aikataulu) och lägger då grunden för hela taktidsproduktionen.

Detta steg börjar med att nyckelaktörerna inom projektledningen tar beslutet om användning utav taktidsproduktion på projektet. Det är viktigt att man lägger fram i tidigt skede vilka arbetsmoment som kommer att tillämpas och taktplaneras för att kunna skapa goda taktplaner med eventuella underentreprenörer.⁴¹

Den operativa taktplaneringen kommer att bygga på den strategiska taktplaneringen, därför bör följande saker uppgå i denna:

- Projekteringens tidsram
- Arbetsmoment
- Taktindelning
- Takttid
- Resurser

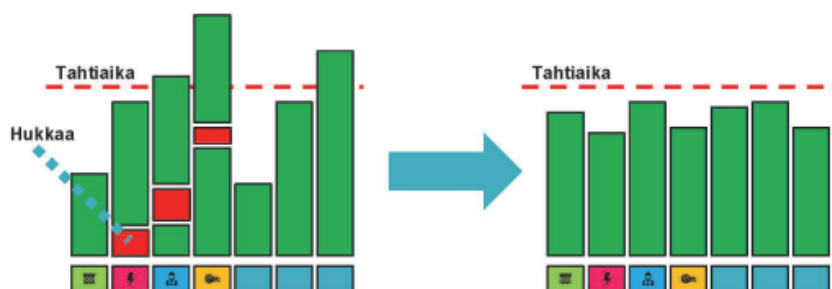
6.2.2 Operativ taktplanering

Den operativ taktplanen bygger som tidigare nämnt på den strategiska taktplaneringen. Ur de uppgifter som listats i den strategiska taktplanen skapar man nu med projektets deltagare den noggrannare operativa taktplanen.

Målet med denna taktplanering är att skapa en jämn och förutsägbar projekteringsgång. Detta åstadkommer man genom noggrann planering med de andra deltagarna inom projektet, till exempelvis underentreprenörerna. Tillsammans försöker man minska på riskerna under projektet och projekteringstiden. Den operativa taktplaneringen kan se olika ut beroende på projektets omständigheter, tankegången kommer dock att vara den samma.⁴²

⁴¹ Tahtituotanto opas 2, *RIL RY*, 24-25.

⁴² Tahtituotanto opas, 25-27.



Figur 17. Exempel på hur man försöker minska slöseri (RIL RY).

6.2.3 Taktstyrning

Då taktplaneringen är klar är det då dags att ta i bruk taktidsplanen eller schemat. På samma sätt som vid användningen utav en traditionell tidsplanering kräver den vardagliga produktionen arbetsledning. Inom taktidsproduktion talar man då om taktstyrning. Detta är den vardagliga arbetsledningen som har målet att skapa bästa förutsättningar för varje arbetsgrupp att kunna lyckas så bra som möjligt under varje takt och göra rätt från början.

Tankesättet att göra rätt från början är något som ligger i lean filosofins grundprinciper. Jidoka är tankesättet man brukar referera till inom lean, en metod som man även använder sig av i taktidsproduktion på byggnadsprojekt.

Innan man då kan påbörja taktidsproduktionen på projektet måste man delegera arbetsledningsansvaret, kontrollera ritningar / planer, bestämma kvalitetssäkringssystemet och planera överlåtelse systemet mellan de olika taktvagnarna. Här är det även viktigt att man beaktar olika taktstyrningsmetoder, som ändring utav takttiden eller tillfälligt stopp utav produktionen. Då man har klargjort dessa saker kan produktionen starta. För att kunna lyckas så bra som möjligt med taktidsproduktionen finns det följande centrala saker som man skall beakta⁴³:

- Dagliga arbetsledningsmöten

Korta och intensiva vardagliga arbetsledningsmöten med personalen.

⁴³ Adjustment mechanisms for demand oriented optimisation in takt planning and takt control, *IGLC.NET*, 5-7.

- Rätta förutsättningar till nästa arbetsmoment

Ritningar, material, verktyg mm, skall finnas färdigt på plats för arbetsgruppen vid nästa takt. Före taktbytet skall kvalitetsgranskningar och annat vara färdiga så att det finns några hinder för nästa arbetsgrupp.

- Tydliga arbetsmål

Alla har ett tydligt arbetsmål och vet vad de skall göra inom takten.

- Överlämning av taktområdet

Taktområdet överlämnas helt färdigt till nästa taktvagn.

- Upptäckta problem

Upptäckta problem lyfts fram och presenteras för alla. Grunden till problemet löses.⁴⁴

6.2.4 Ständig förbättring

Ständig förbättring är ett känt begrepp inom lean och taktidsproduktion. Användningen utav taktidsproduktion på ett byggnadsprojekt är en process som kräver mycket planering och ledning. På samma gång skapar det förutsättningarna att lättare upptäcka problem i processer. Målet är att tillsammans hitta grundorsakerna till påstötta problem och sträva efter ständig förbättring. Lärdomarna ur detta kan tas med till nästa projekt och tillämpas. På detta vis kommer man att skapa smidigare produktionsprocesser som medför möjligheterna till att avkorta projekteringstiden.⁴⁵

⁴⁴ Tahtituotanto opas, 27-30.

⁴⁵ Tahtituotanto opas, 31.

6.3 Taktidsplanering

Beroende på hur byggnadsprojektet ser ut som man kommer att tillämpa taktidsproduktion på, behöver man ta olika saker i beaktande när man planerar taktidsplanen. Man kan dela in taktplaneringen i huvudsakligen två olika sorters byggnadsprojekt: Ett där utrymmen är upprepande och i ett där utrymmen är icke upprepande. Vanliga exempel på dessa två olika sorters byggnadsprojekt är ett höghus och ett sjukhus. I höghuset är utrymmena upprepande däremot i ett sjukhus är utrymmena vanligtvis helt olika.

Därför kommer taktidsplaneringens gång se lite olika ut i den operativa taktplaneringen beroende på från projekt till projekt. Taktstyrningen och strävan efter ständig förbättring kommer däremot att tillämpas på samma sätt oberoende projektets omständigheter. Kommer nu att förklara planeringsgången i den operativa taktplaneringen beroende på om projektet består utav upprepande eller icke upprepande utrymmen.⁴⁶

1) Upprepande utrymmen:

- Välj de område som taktidsplaneras (Tillexempelvis bostadsutrymmen).
- Dela in området i olika taktområden (Tillexempelvis 7 våningens bostäder).
- Bestäm de arbetsmoment som behövs utföras på utrymmet och skapa ett taktåg.
- Beräkna tidsåtgången och resurserna för varje taktvagn.
- Beskriv taktvagnarnas arbetsinnehåll noggrant.
- Bestäm takttiden.
- Balansera taktvagnarna.
- Kopiera de skapade taktvagnarna och granska balansen i taktvagnarna om det finns stora variationer mellan utrymmena.
- Upprepa och granska anpassningen för alla områden som taktidsplaneras.^{47 48}

⁴⁶ Tahtituotanto opas, 33-35.

⁴⁷ Tahtituotanto opas, 35-37.

⁴⁸ Technical takt planning and takt control in construction, *IGLC.NET*, 3-7.

2) Icke-upprepande utrymmen:

Planeringsgången mellan de icke och upprepande utrymmena skiljer sig åt endast vid de första fyra stegen. Då man skall taktidsplanera ett projekt med icke upprepande utrymmen måste man beakta:

- Välj de område som taktidsplaneras (Tillexempelvis sjukhusutrymmen).
- Bestäm områdets alla arbetsmoment och deras arbetsgång, skapa sedan taktområden ur detta.
- Märk ut taktvagnarnas arbetsbelastning så noggrant som möjligt.
- Bestäm taktområdena så att den totala arbetsbelastningen är så jämn som möjligt.
- Beskriv taktvagnarnas arbetsinnehåll noggrant.
- Bestäm takttiden.
- Balansera taktvagnarna.
- Kopiera de skapade taktvagnarna och granska balansen i taktvagnarna om det finns stora variationer mellan utrymmena.
- Upprepa och granska anpassningen för alla områden som taktidsplaneras.⁴⁹

6.4 Utmaningar

Samtidigt som användningen utav taktidsproduktion har flera fördelar har det även sina utmaningar. I de första projekten där man tillämpar taktidsproduktion kan det vara utmanande att komma in i taktens rytm. Det kan bero på oväntade utmaningar som väder, ofullständiga planer eller dylikt. Man kan starta produktionen lättare genom att tilldela mer resurser och tid än normalt till de första takterna.⁵⁰

Då man försöker tillämpa taktidsproduktion på byggnadsprojekt måste man komma ihåg att stor del utav de taktplanerade arbetsmomenten utförs utav underentreprenören. I nuläget finns det ingen kontraktsmodell som direkt stöder användningen utav taktidsproduktion, i stället brukar man använda sig utav alliansmodellen. För att kunna tillämpa

⁴⁹ Collaborative takt time planning of non repetitive work, *IGLC.NET*, 5-8.

⁵⁰ Tahtituotanto opas, 28.

takttidsproduktionens starka sidor kan det vara fördelaktigt att nämna i alliansens kontraktmodeller att projektet kommer att utföras med takttidsproduktion för att enklare kunna binda och inkludera underentreprenörer.^{51 52}

7 Objektet

Takttidsplanen kommer att planeras till Vasa universitets huvudbyggnad Tervahovi. Byggnaden är belägen vid campusområdet på Brändö och har blivit byggt år 1994. Eftersom byggnaden är cirka 200 meter lång, har fyra våningar och en total areal på 8510 kvadratmeter har man valt att dela upp det i fem delar från A-E för att underlätta projekteringen.

Delarna A-D består utav kontorsutrymmen för personalen, klassrum samt studierum/aulor. Medan E delen består utav skolans storkök samt matsal. Utav den totala arean består denna sanering utav 5120 kvadratmeter. Alla delar har genomgått någon form utav sanering och E delen har även fått en tillbyggnad på cirka 300 kvadratmeter.

Tanken med detta saneringsprojekt har varit att förnya tekniken, täthetskorrigera hela byggnaden samt förnya alla utrymmen med en ytlig sanering utifrån universitets behov. I samband med den ytliga saneringen har man valt att delvis ändra rum och dess användningsändamål.



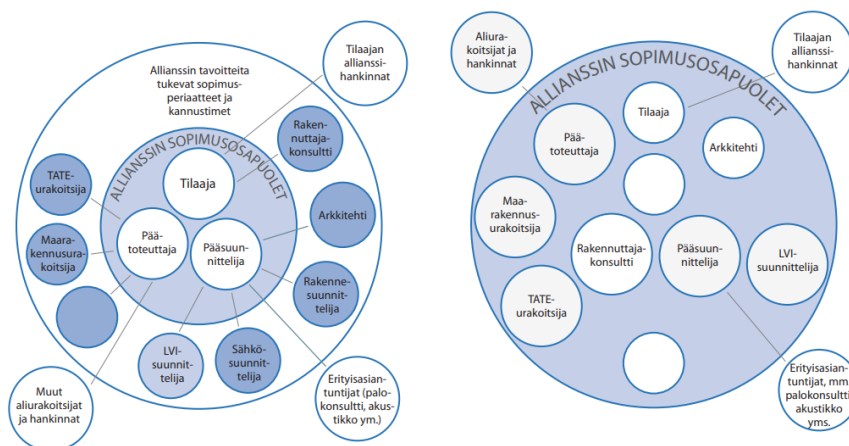
Figur 18. Bild på Brändös campusområde samt Vasa Universitets huvudbyggnad Tervahovi (STT-INFO).

⁵¹ Kohti tahtituotantoa, *Tahcon*.

⁵² Onko tahtituotantoa työmaalle riski?, *Rakennuslehti*.

7.1 Objektets entreprenadform

Projektet har utförts enligt en alliansmodell, med fokus på universitetets krav och önskemål. Inom alliansen har Vasa universitet fungerat som byggnadsherre, Peab som huvudentreprenör, K2S architects som huvudplanerare, Ramboll som konstruktionsplanerare, Grandlund som geoplanerare, Bravida som vvs/el entreprenör samt Automaatio TN som automations entreprenör.



Figur 19. Alliansmodellens struktur (RT-103239).

Alliansmodellen är en entreprenadform som tillämpar sig bra på projekt där man vill sträva efter innovation och möjligt godast slutresultat för beställaren (Byggnads herren). Oftast innehåller projektet risker som man vill dela upp på flera parter och genom uppdelning klara bättre.

Vad man menar med möjligt godast slutresultat är att alla beslut görs för projektets bästa och alla delar riskerna. Det betyder att det ställs höga krav på öppen kommunikation och förtroende mellan parterna. I praktiken betyder det att alla måste vara uppdaterade och väldigt engagerade i projektet under hela projekteringen. Bara genom det kan alliansmodellens starka sidor tillämpas.

Till de starka sidorna inom alliansmodellen hör att maximera och använda sig utav de olika parternas expertis och kompetens för att bilda ett så bra slutresultat som möjligt. Genom ett samarbete med delade risker finner det parterna ofta mer inspiration till innovation än vid användning utav andra entreprenadformer.^{53 54}

⁵³ RT-103239, *Rakennustieto*, 2-3.

⁵⁴ Allianssimalli, *YIT*

8 Tervahovis taktidsplan

Denna taktidsplan som jag har skapat för projektet består som tidigare nämnt utav arbetsmomenten för det inre skedet. Har använt mig utav programvaran Excel för att skapa denna taktidstabell. Kommer nu att berätta hur jag har gått till väga för att skapa denna taktidsplan.

Datainsamling:

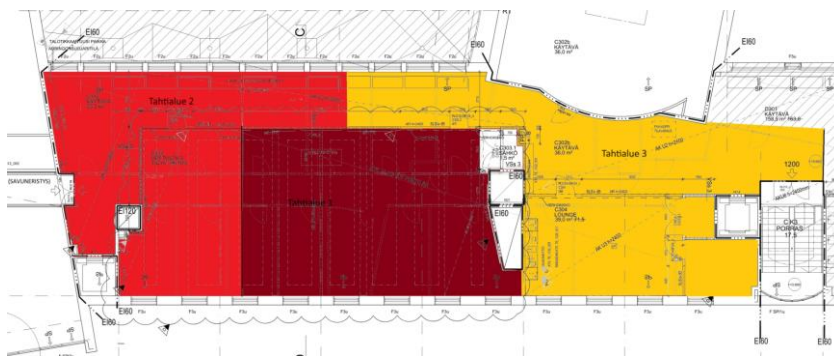
Började med att samla och granska information om projektet som: Storlek på utrymmen, tidigare indelning utav projektet och redan skapade tidsplaner.

Val av arbetsmoment:

Sedan granskade och planerade jag vilka arbetsmoment samt utrymmen som kommer att tillämpas i taktidstabellen.

Taktindelning:

Eftersom projektets utrymmen var rätt så komplexa delade jag in projektet i separata taktområden enligt våning och del.



Figur 20. Exempel på hur taktområdena är indelade, 3 våningen del C.

Skapande utav taktåtg:

Utifrån de arbetsmoment som valts skapade jag taktåtg. Här bestämmer man de olika arbetsmomentens arbetsordning.

Päiväntahti	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	
C	Tahtialue 1	Rakentamisen alku	Puskuri	Pintamaalaus	Puskuri	Sivous	Materiaalien haalaukset	Metallin k. Alakatto	Alakattole vyty	Sivous	Materiaalien haalaukset	Lattiapinn noitus	Sivous + Suojaus	Materiaalien haalaukset	Ovi Aseennus	SLS	Listotus	Sivous + Suoja polsto						
	Tahtialue 2		Rakentamisen alku	Puskuri	Pintamaalaus	Puskuri	Sivous	Materiaalien haalaukset	Metallin k. Alakatto	Alakattole vyty	Sivous	Materiaalien haalaukset	Lattiapinn noitus	Sivous + Suojaus	Materiaalien haalaukset	Ovi Aseennus	SLS	Listotus	Sivous + Suoja polsto					
	Tahtialue 3			Rakentamisen alku	Puskuri	Pintamaalaus	Puskuri	Sivous	Materiaalien haalaukset	Metallin k. Alakatto	Alakattole vyty	Sivous	Materiaalien haalaukset	Lattiapinn noitus	Sivous + Suojaus	Materiaalien haalaukset	Ovi Aseennus	SLS	Listotus	Sivous + Suoja polsto				
D	Tahtialue 4			Rakentamisen alku	Puskuri	Pintamaalaus	Puskuri	Sivous	Materiaalien haalaukset	Metallin k. Alakatto	Alakattole vyty	Sivous	Materiaalien haalaukset	Lattiapinn noitus	Sivous + Suojaus	Materiaalien haalaukset	Ovi Aseennus	SLS	Listotus	Sivous + Suoja polsto				
	Tahtialue 5				Rakentamisen alku	Puskuri	Pintamaalaus	Puskuri	Sivous	Materiaalien haalaukset	Metallin k. Alakatto	Alakattole vyty	Sivous	Materiaalien haalaukset	Lattiapinn noitus	Sivous + Suojaus	Materiaalien haalaukset	Ovi Aseennus	SLS	Listotus	Sivous + Suoja polsto			
	Tahtialue 6					Rakentamisen alku	Puskuri	Pintamaalaus	Puskuri	Sivous	Materiaalien haalaukset	Metallin k. Alakatto	Alakattole vyty	Sivous	Materiaalien haalaukset	Lattiapinn noitus	Sivous + Suojaus	Materiaalien haalaukset	Ovi Aseennus	SLS	Listotus	Sivous + Suoja polsto		
	Tahtialue 7						Rakentamisen alku	Puskuri	Pintamaalaus	Puskuri	Sivous	Materiaalien haalaukset	Metallin k. Alakatto	Alakattole vyty	Sivous	Materiaalien haalaukset	Lattiapinn noitus	Sivous + Suojaus	Materiaalien haalaukset	Ovi Aseennus	SLS	Listotus	Sivous + Suoja polsto	
	Tahtialue 8							Rakentamisen alku	Puskuri	Pintamaalaus	Puskuri	Sivous	Materiaalien haalaukset	Metallin k. Alakatto	Alakattole vyty	Sivous	Materiaalien haalaukset	Lattiapinn noitus	Sivous + Suojaus	Materiaalien haalaukset	Ovi Aseennus	SLS	Listotus	Sivous + Suoja polsto

Figur 21. Taktlåget för projektet.

Beräkning utav resursbehov och tid:

Utifrån den allmänna tidsplanens mängder beräknade jag resursbehovet samt tidsåtgången för de olika arbetsmomenten. Arbetsprestationerna har jag tagit ur databasen Ratu.

Bestämning utav takttid:

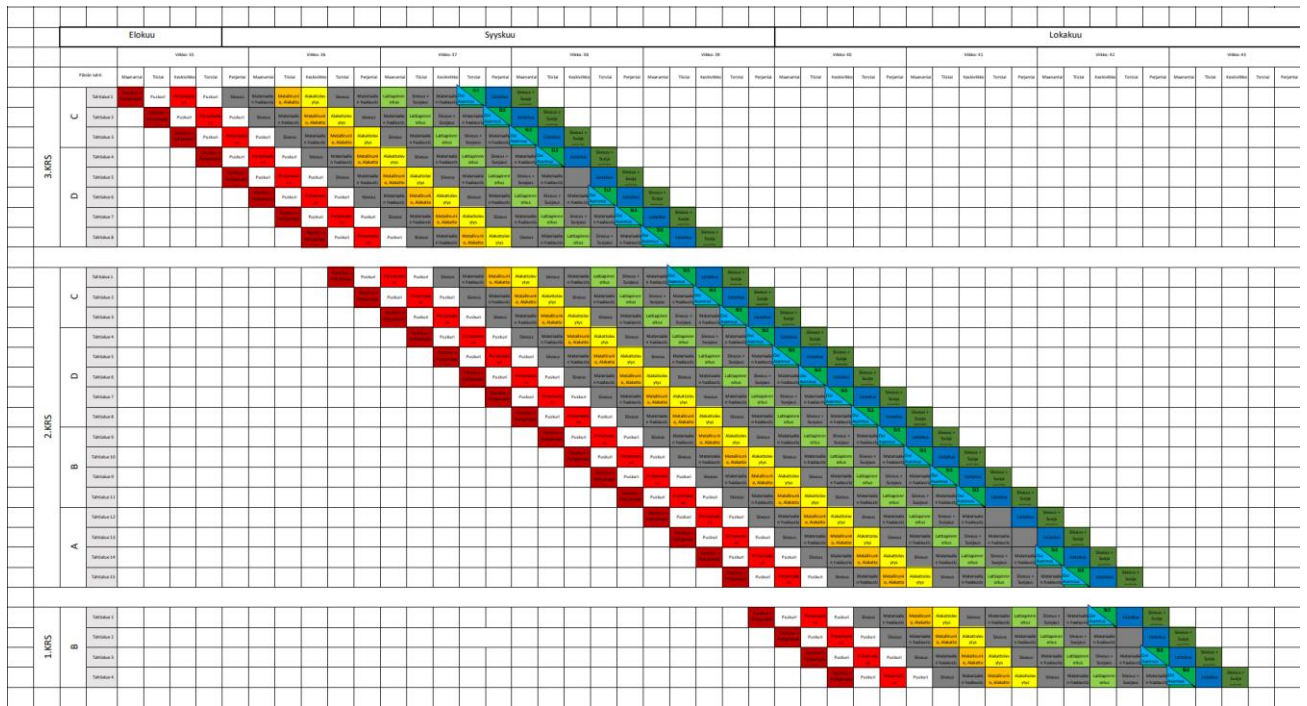
Beroende på till vilket skede takttidsplanen skapas för i projektet kan takttiden vara olika. Genom att ha beräknat arbetsmomentens resurser samt tidsåtgång har jag valt att ha 1 dags takttid.

Resursbalansering:

Genom att planera in resurser och buffrar till de olika taktvagnarna har jag strävat att få en jämnare arbetsgång.

Skapandet utav takttidsplanen:

Efter att ha kontrollerat och planerat resursbalanseringen skapade jag den slutliga takttidsplanen.



Figur 22. Den slutliga taktidsplanen.

9 Resultat

I detta kapitel kommer jag att redovisa hur mycket tid man skulle kunna ha sparad teoretiskt sett genom att tillämpa taktidsplanering på projektet. Kommer endast att jämföra de arbetsmoment ur den ursprungliga allmänna tidsplanen som har använts i taktidsplanen.

Beräkning utav genomförandetid:

T: Totala genomföringstiden

N: Antalet taktområden

Ta: Takttid

K: Antalet taktvagnar

$$T = (N + K - 1) * TA$$

$$T = (27 + 16 - 1) * 1 = 42 \text{ arbetsdagar}^{55}$$

⁵⁵ RATU KI-6036, 39.

Genom att beräkna genomförandetiden ur taktidsplanen ser man att den har en total genomförande tid på 42 arbetsdagar. Den uppskattade genomförandetiden ur den allmänna tidsplanen med dessa arbetsmoment skulle vara cirka 75 arbetsdagar.

Jämförelse:

$$\text{Procentuell skillnad} = \frac{33}{75} \times 100 \approx 44\%$$

Genom att beräkna den procentuella skillnaden ser man att projekteringstiden skulle ha kunnat avkortas med 44 %. Eftersom detta är endast en teoretisk uppskattning, skulle man med stödet av riskanalysen estimerar att den mer realistiska avkortningen skulle ha varit cirka 30 %.

Orsaken till min uppskattning på 30 % beror på flera faktorer, blanda annat att de tidigare beräknade mängderna som har tagits ur den allmänna tidsplanen inte nödvändigtvis har varit 100% korrekta samt projektets komplexitet. Vad menas med projektets komplexitet är att skapa en taktidsplan för ett projekt i denna skala som det första projektet man planerar en taktidsplan för finns sannolikheten att man inte lyckas med det till 100% utav de teoretiskt beräknade möjligheterna.

		6-7	24-35	2-36				
		3-5	12-23	12-23				
		1-2	<11	<11				
Utmaningar med taktidsproduktion		Sannolikhet (1-7)	Inverkan (1-7)	Totalt (prioritet)	Klargörande utav problemet	Hanteringsstrategier		
1	Problem med att komma in i taktens rytm	5	6	24	Vid start utav produktionen kan det vara svårt att komma in i taktens rytm, speciellt vid pilotprojekt.	Tilldela mer resurser och tid till de första takterna, kontrollera eventuellt den valda taktidens lämplighet.		
2	Logistik	2	7	20	JIT lagerhantering och taktidsproduktion kräver att materialleveranserna ankommer i tid för att hålla takten.	Beställ endast material utav pålitliga återförsäljare/producenter.		
3	Underentreprenörens resursbrist	4	5	28	Många arbetsmoment inom en takt kommer utföras utav en underentreprenör, för att hålla takten får det ej bli resursbrist.	Använd endast seriösa underentreprenörer med tillräckliga resurser, vägled även underentreprenörerna i resursbehovs utredningen.		
4	Dålig kontakt mellan huvudentreprenören och underentreprenörerna	2	3	12	Vid användning utav taktidsproduktion är det ytters viktigt att alla parter i projektet är engagerade i projektet.	Dagliga korta arbetsledningsmöten där dagens arbetsmål presenteras, veckovisliga möten dit underentreprenörerna uppmanas att delta.		
5	Huvudentreprenörens oerfarenhet utav taktidsproduktion	4	6	10	Vid pilotprojekt kan det uppkomma olika motgångar under taktidsproduktionen.	Tilldela mer resurser för styrningen och uppföljningen utav taktidsproduktionen, sträva efter ständig förbättring.		
6	Ofullständiga planer	3	7	15	Planer/ritningar måste vara klara före start utav taktidsproduktionen.	Informera planerarna om användningen utav taktidsproduktion.		
7	Arbetsmängd	2	5	14	Underskattad storlek på taktområdet och dess arbetsmängd.	I stället för att planera taktområden ur planlösningen, beräkna och granska mängderna även med rumshöjden beaktad.		
8	Plötslig implementering utav taktidsproduktion	1	5	18	Implementeringen utav taktidsproduktion mitt i pågående projektering minskar dess potential.	Användningen utav taktidsproduktion skall tas i ett tidigt skede och inte ses som en separat del utav projekteringen.		

Figur 23. Riskmatris.

10 Diskussion

Syftet med detta examensarbete var att skapa, undersöka och jämföra skillnaden mellan en traditionell tidsplan och en taktidsplan. I examensarbetet tas det upp om tidsplanering, projektering, lean och taktidsproduktion.

Under examensarbetet har jag fått lära mig om tidsplanering, tillämpningen utav taktidsproduktion och tankegången bakom det. Har även skapat en taktidsplan för projektet i undersökningssyfte.

I Finland är vi föregångare inom byggnadsproduktion på flera håll ändå är ordet taktidsproduktion något främmande för många inom byggnadssektorn. Tanken om att minska projekteringstid och sträva efter ständig förbättring är något som alla företag vill. Användningen utav taktidsproduktion kan vara möjligheten till att uppnå dessa mål.

Taktidsproduktion är även ett nytt koncept för Peabs enhet i Österbotten. På flera andra enheter runt om i landet har man redan beprövat eller implementerar taktidsproduktion i sin verksamhet. Eftersom enheten i Österbotten även är en föregångare inom byggnadsproduktion är det troligen endast en tidsfråga före deras första pilotprojekt startas. Till det pilotprojektet skulle jag rekommendera att man använde sig av en taktids konsult samt interna skolningar om taktidsproduktion. På detta vis skulle man stärka intresset och fördjupa förståelse bakom hela produktionssättet.

Slutligen vill jag personligen tacka Peabs arbetschef och andra involverade från företaget för möjligheten att göra detta examensarbete för dem.

11 Litteraturförteckning

- Amsc-usa . (u.d.). *Just in time inventory management*. Hämtat från <https://www.amsc-usa.com/blog/just-in-time-inventory-management/>
- Binninger, M., Dlouhy, J., & Haghsheno, S. (Juli 2017). *Technical takt planning and takt control in construction*. Hämtat från <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/iglc-c9034a25-fd80-471c-90d3-c6c657b6d864.pdf>
- Businessmap. (u.d.). *The 5 lean principles, Reduce waste and drive growth*. Hämtat från <https://businessmap.io/lean-management/implementing-lean-principles>
- Graupp, P. (u.d.). *What is Kaizen? Philosophy, implementation & more*. Hämtat från Twi institute: <https://www.twi-institute.com/kaizen-process-methodology/>
- Hansson, B., Aulin, R., Landin, A., Olander, S., & Persson, U. (2021). *Bygglärdning projektering*.
- Högman, M. (den 25 6 2020). *5s standardisera och skapa ordning*. Hämtat från Mh produktionsteknik: <https://mhproduktionsteknik.se/5s-standardiserar-och-skapar-ordning/>
- Lean construction institute. (u.d.). *8 wastes of lean*. Hämtat från <https://leanconstruction.org/lean-topics/8-wastes-of-lean/>
- Lean enterprise institute. (u.d.a). *Heijunka*. Hämtat från <https://www.lean.org/lexicon-terms/heijunka/>
- Lean enterprise institute. (u.d.b). *Kaizen*. Hämtat från <https://www.lean.org/lexicon-terms/kaizen/>
- Lean enterprise institute. (u.d.c). *A brief history of lean*. Hämtat från <https://www.lean.org/explore-lean/a-brief-history-of-lean/>
- Lean enterprise institute. (u.d.d). *Toyota production system*. Hämtat från <https://www.lean.org/lexicon-terms/toyota-production-system/>
- Lean production . (u.d.). *5s*. Hämtat från <https://www.leanproduction.com/5s/>
- Leanlab. (u.d.). *What is leveling-Heijunka* . Hämtat från <http://www.leanlab.name/what-is-leveling---heijunka>
- Marco Binninger, . J., Steuer, D., & Haghsheno, S. (Juli 2017). *Adjustment mechanisms for demand oriented optimisation in takt planning and takt control*. Hämtat från <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/iglc-1e9a5242-dcae-41b9-8bb7-9e5fd86f1156.pdf>
- Mölsä, S. (den 7 November 2019). *Onko tahtituotanto työmaalle riski? – 25 mestarin kokemukset kertovat joustavuudesta ja laadun paranemisesta*. Hämtat från Rakennuslehti : <https://www.rakennuslehti.fi/2019/11/onko-tahtituotanto-joustamaton-riskikokeilu-building-2030-testasi-asian-pilottiprojekteissa/>
- Peab Oy. (den 20 Mars 2023). *Peab talous* . Hämtat från <https://peab.fi/peab/talous/>

- Persson, J. (den 24 April 2023). *Introduction to lean manufacturing principles* . Hämtat från Medium: https://medium.com/@johanpersson_38486/introduction-to-lean-manufacturing-principles-85426f183145
- Rajapuro, M. (den 6 Mars 2024). *Kohti tahtituotantoa – huomioi nämä asiat sopimuksissa*. Hämtat från Tahcon .
- Rakennustieto. (den 16 Juni 2017). *RATU KI-6031 Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus*. Hämtat från <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6031>
- Rakennustieto. (2020). *RT-103239*.
- Rakennustieto. (den 29 November 2023). *RATU KI-6036 Aikataulukirja 2024*. Hämtat från <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6036>
- Relean.se . (u.d.). *Jidoka* . Hämtat från <https://www.relean.se/jidoka>
- RIL RY . (den 2 Januari 2024). *Tahtituotanto opas 2/2024* . Hämtat från <https://www.ril.fi/kirjakauppa/erikoisjulkaisut/tahtituotanto-p-853.html?hsCtaTracking=729d7e25-4cc8-4f00-b0e5-5ce1f3b7623a%7C86fdc170-8883-4257-a4c3-a0e142542add>
- Skhmot, N. (den 5 8 2017). *The 8 wastes of lean*. Hämtat från The lean way: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>
- Skhmot, N. (den 5 Augusti 2017). *What is lean?* . Hämtat från The lean way : <https://theleanway.net/what-is-lean>
- Skyplanner. (u.d.). *Just in time tillverkning*. Hämtat från <https://skyplanner.ai/sv/resurser/just-in-time-tillverkning/>
- Statistikcentralen. (den 20 Mars 2023). *Boende och Byggande*. Hämtat från <https://stat.fi/aihe/asuminen-ja-rakentaminen>
- Tommelein, I. D. (Juli 2017). *Collaborative takt time planning of non repetitive work*. Hämtat från <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/iglc-2d3daed4-f094-4d84-a3f6-911960870186.pdf>
- Toyota forklifts Europe. (u.d.). *Toyota production system*. Hämtat från <https://toyota-forklifts.eu/about-toyota/toyota-production-system/>
- YIT. (u.d.). *Allianssimalli* . Hämtat från https://www.yit.fi/infra/allianssimalli?creative=580946405438&keyword=allianssi%20rakentaminen&matchtype=b&network=g&device=c&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwxyxBhC7ARIsAC7dS38qnJUS00uHAg2qK07XtKsX3myVPrAGhT23Q_31YtUmgvqa8ZzQ0LlaArAtEALw_wcB