



AKADEMIN FÖR TEKNIK OCH MILJÖ
Avdelningen för industriell utveckling, IT och samhällsbyggnad

Analys och tillämpning av håltaktsprincipen

Oskar Sulin

2015

Examensarbete, kandidatnivå, 15 hp
Industriell ekonomi

Examensarbete inom Industriell Ekonomi 15,0 hp
Industrial management and logistics

Handledare: Stefan Eriksson
Examinator: Göte Olsson

Förord

Detta examensarbete är det avslutande arbetet för kandidatexamen i Industriell ekonomi och logistik vid Högskolan i Gävle.

Examensarbetet har varit ett mycket roligt och givande arbete att utföra och vid datainsamlandet har många möten med nya spännande människor skett. Detta arbete har även varit en bra introduktion för mig då jag vid examensarbetets slut kommer att fortsätta som produkttekniker på Scania i Södertälje.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Patrik Johannesson och närmsta chef Gabriel Malki på Scania för god handledning och många bra diskussioner. På Högskolan i Gävle vill jag rikta ett stort tack till min handledare Stefan Eriksson och examinator Göte Olsson för många bollade idéer under min utbildningstid.

Kom ihåg att ingen process är fulländad!

Oskar Sulin

Södertälje 20 mars 2015

Sammanfattning

Dagens omvärld är en ständigt utmanande och konkurrensutsatt miljö vilket kräver att en affärsorganisation måste klara av att anpassa sin verksamhet till nya strategiska förhållanden. Det finns olika typer av produktionssystem där detta volymmässigt delas in som enstycks- eller småpartiproduktion, serie- eller massproduktion samt processproduktion. För att kunna möta den ständigt utmanande och konkurrensutsatta miljön är det viktigt att ha en flexibel produktion vad gäller volym- och produktmix. Det är även viktigt att ha en personalflexibilitet där personalen kan flera olika arbetsmoment för att snabbt kunna möta nya förhållanden.

Scania är ett globalt företag med ungefär 38 000 anställda över hela världen. Scania tillverkar lastbilar, bussar, motorer och tillhandahåller tjänster runt sina produkter med målet att erbjuda sina kunder den bästa driftsekonomi. På Scantias motortillverkning i Södertälje har en flexibel produktion skapats genom att implementera en håltaktsprincip.

Syftet med detta examensarbete är att utreda tillämpning av håltaktsprincipen. Ett förslag till implementering av håltaktsprincipen utformas för Scantias busschassitillverkning i Södertälje och genom detta undersöka de teoretiska frågeställningarna:

- Vad innebär håltaktsprincipen och när är den tillämpningsbar
- fördelar och nackdelar med håltaktsprincipen jämfört med traditionellt linaupplägg

Några av slutsatserna som framkommit ur detta examensarbete är:

- *”Håltaktsprincipen innebär att det sker en kontinuerlig produktion längs en produktionslina där håll stoppas in med en bestämd frekvens, för att skapa flexibilitet”.*
- Håltaktsprincipen är applicerbar på alla typer av produktioner med löpandebandsprincip med förutsättningen att anställda kan flera olika arbetsuppgifter
- Kapitalbindningstiden är kortare då taktiden måste vara kortare när en verksamhet kör med håll än om samma output körs med en konstant volym
- Håltaktsprincipen ger stor och snabb volymflexibilitet under förutsättning att personal med rätt kompetens snabbt kan tillsättas samt att ombalanseringsarbetet kan undvikas
- Håltaktsprincipen är lämplig att införa vid busschassitillverkningen i Södertälje

Abstract

Today's business environment is a constantly challenging and competitive environment which requires that a business organization must be able to adapt to new strategic relationships.

There are different kinds of production systems, these are by volume divided into one-piece- or small particle production, serial- or mass-production and process production. To be able to meet the constantly challenging and competitive environment the companies need to be flexible with the volume- and product mix. It's also important to have a labor flexibility where the employees are able to do different kind of operations to quickly meet new conditions.

Scania is a global company with about 34 000 employees around the world. Scania produces trucks, buses, engines and provides services related to the products with the target to offer the best total economy. At the engine production in Södertälje a flexible production has been created by implementing a hole takt principle.

The purpose of this thesis is to investigate an application of the hole takt principle. A suggestion for implementation of the hole takt principle for the bus chassis production in Södertälje is made and by this suggestion investigate the theoretical issues which are:

- What is meant by the hole takt principle and when is it applicable?
- Advantages and disadvantages with hole takt principle vs traditional line concept

Some of the conclusions some of the conclusions of the thesis:

- *“The hole takt principle means a continuous production along a conveyor belt where holes are inserted to the production with a specific frequency, to provide flexibility”.*
- The hole takt principle is applicable on all kind of productions with a conveyor belt with the presumption that the employees can do several duties.
- Time when capital is tied up is shorter because the takt time is shorter when using the hole takt principle than producing the same output with traditional line production.
- The hole takt principle gives the company big and fast volume flexibility provided that employees with right competence can be added and rebalancing can be avoided
- The hole takt principle suitable to implement at bus chassis production in Södertälje

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	4
Abstract	5
1 Introduktion	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Teoretiska frågeställningar	2
1.4 Praktiska frågeställningar	2
2 Metod	3
2.1 Genomförande	3
2.2 Kvantitativ och kvalitativ metod	4
2.3 Primär- och sekundärdata	5
2.4 Intervjuer	6
2.5 Observationer	7
2.6 Litteraturstudier och litteratursökning	8
2.7 Reliabilitet	8
2.8 Validitet	9
2.10 Kritisk granskning av metod	9
3 Teori	11
3.1 Produktionssystem	11
3.1.1 Enstycksproduktion	11
3.1.2 Funktionell layout	12
3.1.3 Produktion enligt löpande band	12
3.1.4 Styrande och flytande band	13
3.1.5 Balans och balansering	14
3.1.6 Kundorienterad produktion	14
3.1.7 Flexibilitet – Agility	15
3.1.8 Takt- Cykeltid	16
3.1.9 Håltaktsprincipen	17
3.1.10 Flaskhals	17
3.1.11 Kapitalbindning	17
3.1.12 Layoutflödesschema	18
3.2 Organisation	19
3.2.1 Funktionsorganisation	19
3.2.2 Förändring	19

3.2.3 Leda och driva en förändring.....	20
3.3 Lean.....	21
3.3.1 5S.....	22
3.3.2 Kanban – push och pull.....	24
3.3.3 Just in time (JIT).....	25
3.3.4 Muda.....	26
3.3.5 Värdskapande och icke värdskapande aktiviteter.....	27
3.3.6 Standardisering.....	27
3.3.7 Jidoka.....	28
3.3.8 Genchi genbustu – gå till grundkällan.....	28
3.3.9 Andontavla.....	28
3.3.10 Poka-Yoke.....	28
3.3.11 Heijunka – flödesutjämning.....	29
3.3.12 Kaizen – ständiga förbättringar.....	30
4 Nulägesbeskrivning.....	31
4.1 Företagsbeskrivning.....	31
4.2 Håltaktsprincipen tillämpad på motormontering.....	31
4.2.1 Bakgrund.....	31
4.2.2 Så fungerar håltaktsprincipen på motormontering.....	33
4.2.3 Nulägesbeskrivning av busschassilinan.....	35
4.2.4 Tillverkningsprocessen i korthet.....	36
4.2.5 Materialleveranser och poka-yoke.....	38
4.2.6 Tekniska flaskhalsar på busschassilinan.....	38
4.2.7 Tillverkning av förarplatser.....	40
5 Analys och diskussion av nuläge.....	42
5.1 Analys av motortillverkning.....	42
5.1.1 Implementeringsarbetet.....	44
5.1.2 Fördelar och nackdelar.....	44
5.2 Analys av nuläge på buss.....	45
5.3 Analys av nuläge på förarplatslinan.....	47
6 Förslag till tillämpning av håltaktsprincipen.....	49
6.1 Koncept förarplatslinan.....	49
6.1.1 Teoretiska och praktiska problem.....	49
6.1.2 Implementering.....	52
6.1.3 Efterarbete.....	52
6.2 Koncept busschassilinan.....	54
6.2.1 Förstudie buss.....	54

6.2.2 Balansering och layout med avdelningar och gränser.....	56
6.2.3 Avdelningar och gränser	57
6.2.4 Implementering	58
6.2.5 Efterarbete	59
7 Reflektioner.....	60
8 Slutsats	61
8.1 Teoretiska frågeställningar	61
8.2 Praktiska frågeställningar	62
8.3 Vidare studier	63
Referenslista	64
Bilaga 1	66
Bilaga 2	67
Bilaga 3	68
Bilaga 4	69
Bilaga 5	70
Bilaga 6	71
Bilaga 7	72
Bilaga 8	73

1 Introduktion

I detta kapitel presenteras bakgrund till examensarbetet samt vilket syfte som det har. Dessutom presenteras vilka frågeställningar som undersökningen ska ge svar på.

1.1 Bakgrund

Dagens omvärld är en ständigt utmanande och konkurrensutsatt miljö. Detta kräver enligt Beer et al. (2005) att en affärsorganisation måste klara av att anpassa sin verksamhet för nya strategiska förhållanden.

Ett produktionssystem hävdar Aniander et al. (1998) är ett samlingsnamn för hur ett företag väljer att producera sina produkter. Volymmässigt kan ett produktionssystem delas in i enstycks- eller småpartiproduktion, serie- eller massproduktion eller processproduktion. För kunna variera sin produktion för att möta svängningar i konjunkturen menar Olhager (2013) att det är viktigt att vara flexibel i sin volym- och produktmix samt att företagen måste ha en personalflexibilitet genom att personalen behärskar flera olika arbetsmoment i produktionen. Den konkurrensutsatta miljön slår hårt när ett företag inte producerar mot lager utan när det är en kundorderstyrd produktion som Aniander et al. (1998) och Olhager (2013) menar betyder att en kund måste ha beställt en produkt innan den sätts i produktion. När företag har arbetat med flexibel produktion har företaget enligt Andrew och Carlson (2003) mestadels fokuserat på att skära ner i de fasta kostnaderna och inte i de rörliga.

Som en konsekvens av behov av flexibilitet i ett produktionssystem har ett förslag från industrin framkommit som benämns håltaktsprincipen.

Scania har producerat bussar sedan 1902 i Södertälje (Scania, 2014). Företaget har länge arbetat med Lean och ett standardiserat arbetsätt vilket enligt Miltenburg (2001) betyder att det sker en sekvensläggning av en montörs arbetsuppgifter. Finns det betydande tidsvariation i ett arbetsmoment tyder detta enligt Won et al. (2014) på att arbetet inte är standardiserat. De senaste åren har konjunkturen varit instabil, orderingången för bussar har därför varit ojämn vilket slår hårt mot busstillverkningen i Södertälje eftersom det är den enda enheten i Europa som tillverkar bussar. Det betyder att Södertälje får ta hela svängningen av konjunkturen. Svängningar i konjunkturen har lett till att enheten i Södertälje har varit

tvungen att ändra sin produktionstakt och göra ombalanseringar vilket lett till att arbetsmoment flyttats mellan stationer som i sin tur resulterat i att standarder måste göras om. Ombalanseringsprocessen har pågått 50 arbetsveckor av de senaste två åren då varje ombalansering tar 10 till 12 veckor att genomföra vilket i sin tur lett till att produktionen har blivit väldigt ryckig. Ombalanseringsprocessen har därför varit tids- och resurskrävande för verksamheten med risk för att speglas i

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att utreda tillämpning av håltaktsprincipen. Ett förslag till implementering av håltaktsprincipen utformas för Scantias busschassitillverkning i Södertälje.

1.3 Teoretiska frågeställningar

- Vad innebär håltaktsprincipen och när är den tillämpningsbar?
- Fördelar och nackdelar med håltaktprincipen jämfört med traditionellt linaupplägg?

1.4 Praktiska frågeställningar

- Vilka fördelar och nackdelar finns med håltaktsprincipen gentemot dagsläget?
- Vad är en lämplig bastakt för tillämpning av håltaktsprincipen?
- Hur ofta ska ett hål införas i produktionslinan?
- Hur ska avdelningar delas in?
- Hur många fasta montörspositioner som måste finnas för varje bestämd bastakt?

2 Metod

I detta kapitel presenteras vilka metoder som används för insamlandet av data samt en kritisk granskning av metoden.

2.1 Genomförande

Examensarbetet startade med att drygt två månader innan starten av själva uppdraget gjordes ett besök på Scania i Södertälje där uppdraget presenterades. Det var då redan definierat vad Scania ville ha hjälp att undersöka. De frågeställningar som Scania ville ha svar på diskuterades och godkändes av handledare och examinator på högskolan.

Examensarbetet har gått ut på att undersöka hur en håltaktsprincip ska kunna implementeras på busschassilinan på Scania i Södertälje. Den metod som används genom arbetet är att en fallstudie har utförts. Fallstudien startade med att första veckan av examensarbetet bestod i att en verkstadspraktik gjordes för att skapa förståelse för hur montering av ett busschassi går till. Detta tillsammans med internutbildning under en vecka var introduktion för examensarbetet.

Examensarbetet inleddes med att definiera problemformuleringen, förstå problemen samt vad examensarbetet skulle ge svar på. Med hjälp av de frågeställningar som Scania givit har relevant data insamlats, detta material har insamlats genom studiebesök på Scantias motormontering där ostrukturerade intervjuer skedde. För att få material om de balanseringar som görs idag samt montörstider har även där ostrukturerade intervjuer skett på busschassilinan med montörer.

Vid framarbetning av konceptet för införande av håltakt har data insamlats för att skapa en bild av vilka produktionstakter som historiskt varit. Dessa data har handlat om vilka bastakter som har producerats sedan 2007. Datauppgifterna har sedan resulterat i taktstegstrappor för att se vilken som bäst överensstämmer med den produktionsvolym som har varit.

Håltaktstrappor har utarbetats genom manuell simulering där bastakten lagts ut i lika många små pappersbitar i olika färger för vad som är en produkt och vad som är ett hål. Detta för att kunna räkna ut hur många chassin som kommer ut ur produktion med en bestämd bastakt med

en bestämd frekvens på håll då det visade sig att beroende av bastakt och frekvens på håll varierade outputen.

Därefter har det kontrollerats för alla tänkbara scenarion med den hålfrekvensen. Från detta har sedan takttrappor gjorts där fortsättningen varit att det gått att kontrollera hur många anställda som behövs vid given bastakt med olika antal håll. Denna uträkning har skett linjärt från dagens bemanning. Genom detta har ett teoretiskt koncept för både busschassilinan och förarplats kunnat framarbetas.

Litteraturstudien som har gjorts i detta examensarbete har gjorts efterhand som olika saker har behövts. Till denna studie har många relevanta kursböcker legat till grund. Många av de kursböcker som använts i tidigare kurser har ansetts vara mycket relevanta för undersökningen som gjorts i examensarbetet.

För att spetsa till litteraturstudien har även ett antal vetenskapliga artiklar använts. Några av artiklarna har plockats från tidigare kurser, nya artiklar har hittats fortlöpande genom sökning inom relevanta områden. Enligt litteraturstudien som gjorts finns det inte så mycket relevanta artiklar inom området.

Rapportskrivning påbörjades redan dag ett, i början av arbetet skedde rapportskrivning i form av teori när tillfälle gavs innan uppdraget hade dragit igång på allvar. Examensarbetet avslutades med presentationer inför olika ledande befattningar och organisationer inom Scania i Södertälje samt att en presentation hölls på skolan för studenter, handledare och examinator.

2.2 Kvantitativ och kvalitativ metod

Inom forskningen används vanligen två olika metoder vilka är kvantitativ metod och kvalitativ metod. En kvantitativ metod enligt Bjereld et al. (2010) går ut på att försöka kvantifiera resultatet för att kunna hitta ett samband eller mönster mellan olika kategorier av företeelser. Enligt Bjereld et al. (2010) kan frågor som ”hur många”, ”hur mycket” eller ”i vilken utsträckning” först besvaras för att sedan kunna uttrycka dessa svar i siffror. Detta leder i sin tur till att siffrorna kan bearbetas med statistiska metoder. Detta menar även Andersen (1994) som skriver att det som i de kvantitativa metoderna studeras ska göras mätbart och att

undersökningens resultaten ska presenteras i siffror. Andersen (1994) menar också att ”Kvantifiering är en fråga om graden av precision vid observerandet”(sid, 70).

Kvalitativ metod är enligt Bjereld et al. (2010) ett samlingsnamn för angreppssätt som inte är kvantitativa där deras enda gemensamma nämnare är att de inte är kvantitativa. Här ingår metoder som till exempel djupintervjuer, deltagande observationer och fältstudier. Eftersom det heter kvalitativa metoder menar Bjereld et al. (2010) att det är underförstått att forskaren är intresserad av kvaliteter eller egenskaper hos en specifik företeelse. När forskaren får kunskap om denna hjälper det denne att förstå företeelsen. Detta styrks även av Andersen (1994) som menar att varje fenomen i en kvalitativ metod består av en unik kombination av egenskaper eller kvaliteter vilket gör det omöjligt att mäta eller väga dem.

I detta examensarbete har både kvalitativa metoder och kvantitativa metoder använts. De kvalitativa metoderna är när data angående takttider, beläggning av stationer samlats in. De kvalitativa metoderna har används till att se förutsättningar, fördelar och nackdelar.

2.3 Primär- och sekundärdata

Det finns enligt Dahmström (2011) två olika sorters data som kan användas vid en undersökning. Den ena är primärdata som då syftar till sådana data som måste samlas in för att kunna göra studien. Sekundärdata är data som finns insamlad sedan tidigare men fortfarande är relevant för studien. Enligt Dahmström (2011) är den data som finns i den officiella statistiken som till exempel i vanliga publikationer och på internet sekundärdata. Dahmström (2011) menar att det blir billigare och lättare för datainsamlaren att använda sekundärdata. Fördelen med att använda primärdata är att datauppgifterna är aktuella och de kan anpassas efter uppdraget.

Inom ramen för detta examensarbete har både primär- och sekundär data använts. Exempel på sekundärdata är hur långa arbetstider det är för varje station i dagsläget. Detta är data som klassas som sekundärdata då den fanns sedan tidigare. Data för till exempel vissa av de tekniska flaskhalsarna fanns det ingen given tid för och därför har det behövts göras mätningar för detta och dessa data kan klassas som primär.

2.4 Intervjuer

Intervjuer är ett bra sätt att samla in data på och det vanligaste sättet enligt Ejvegård (2003) är i forskningssammanhang att en intervjuare frågar ut en respondent åt gången. Det är bara i specialfall som det är flera intervjuare eller respondenter samtidigt. En intervju tar tid att både förbereda och bearbeta vilket leder till att innan en intervju kan ske bör det göras en noggrann avvägning av vem eller vilka om ska intervjuas för att se att det är den information man får ut som man är ute efter vilket också styrks av Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013). Gör grundarbetet ordentligt inför intervjun behöver inte den intervjuade bli kontaktad för följdfrågor. Är inte intervjuaren tillräckligt förberedd med distinkta frågor kan en oerfaren intervjuare enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) hamna i en ostrukturerad intervju vilket kan vara svårt för den oerfarne. En erfaren intervjuare kan enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) sätta sig i en sådan situation med vilje för att komma in på djupet på den som blir intervjuad. Det kan vara praktiskt att använda sig av en bandspelare för att intervjuaren då får med hela intervjun och på efterhand kan lyssna på allt som sagts. Enligt Ejvegård (2003) kan det dock hämma den som blir intervjuad genom att den som blir intervjuad uttalar sig mer försiktigt.

Det finns enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) olika typer av intervjuer att göra, dessa är besöksintervjuer, telefonintervjuer eller postenkäter. I detta examensarbete kommer endast besöksintervjuer att vara aktuella. Några fördelar med dessa är enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) att:

- De går snabbt att genomföra
- Det är en kontrollerad intervjusituation
- Intervjuaren kan följa upp frågor
- Ett förtroende mellan intervjuaren och den intervjuade kan skapas

Några nackdelar med att använda besöksintervjuer är enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) att:

- Det kan bli höga kostnader på grund av att intervjuaren oftast måste besöka den som ska bli intervjuad
- Den så kallade intervjuareffekten kan förekomma, vilket menas att den som intervjuar och den intervjuade kan påverka varandra

- Eftersom intervjun inte blir anonym kan det vara svårt att ställa känsliga frågor

Under examensarbetets gång har besöksintervjuer utförts på motormonteringen och på busschassilinan. Vid besöket på motormonteringen fanns det förberedda frågor såsom (Vilka hinder och förutsättningar som motormonteringen sett? Hur lanserades projektet till berörda? Hur ni gjorde för att det skulle bli en smidig implementering?). Det blev ganska stora diskussioner och utsvävningar från dessa. Därför kan slutsatsen dras att de i slutändan blev en ostrukturerad intervju. De intervjuer som skett ute på chassitillverkningen är också ostrukturerade då det snarare varit samtal kring de frågor som uppstått. För att inte påverka den som är intervjuad har inte bandspelare används vid dessa ostrukturerade intervjuer.

2.5 Observationer

Enligt Andersen (1994) är en observation när någon iakttar ett socialt agerande direkt. Det betyder alltså att den som undersöker något står i direktkontakt med det som denne ska observera. Andersen (1994) menar att det finns både för- och nackdelar med denna typ av metod men att i vissa fall är det den enda metod som är användbar. Enligt Andersen (1994) är det i synnerhet när det gäller observationer av mindre grupper. Vid undersökning av en grupp där språkkunskaper sätter gränser för kommunikation eller om det är en liten grupp med stora kulturella skillnader menar Andersen (1994) att observationer är en bra metod.

Enligt Ejvegård (2003) finns det några nackdelar med en deltagande observation och en av dem är att observatören lätt kan bli känslomässigt påverkad och ser händelsen från en subjektiv utgångspunkt. Ejvegård (2003) menar att det blir svårt att säkerställa att det blir en objektiv beskrivning av observationen. Både Ejvegård (2003) och Andersen (1994) menar att en nackdel med observationer är att observatören kan påverka händelseförloppet. En annan nackdel enligt Ejvegård (2003) är att observatören omöjligt på förhand kan veta vad resultatet av den pågående processen blir och därför finner observatören att den inte hade någon nytta av observationen.

Under examensarbetet har det skett många observationer ute på busschassilinan, dessa har skett för att kunna återge och beskriva hur processen fungerar. Många av dessa observationer har varit följdobservationer där undersökaren har kommit på att någonting missats och då gått ut på busschassilinan igen och ställt frågor och gjort fler observationer.

2.6 Litteraturstudier och litteratursökning

Litteratur är i forskningssammanhang enligt Ejvegård (2003) i stort sett allt tryckt material som essäer, uppsatser, rapporter, artiklar och böcker. Vid ett projektarbets start menar Andersen (1994) att det är väldigt viktigt att veta vilken litteratur som finns inom det ämne som ska undersökas. För att hitta den litteratur som söks är databaser lämpliga att använda och i dessa menar Ejvegård (2003) att sökord som är nyckelord är lämpligt att använda sig av.

En forskare samlar väldigt snabbt på sig litteratur som är relevant men enligt Ejvegård (2003) är det omöjligt att ha tid att läsa allt utan forskaren måste leta sig fram till det som denne vill använda sig av. Ejvegård (2003) menar att det finns hjälpmedel att tillgå i form av innehållsförteckning, register, sammanfattning och nyckelord. Ejvegård (2003) sammanfattar detta som bokens hjälpmedel.

I detta examensarbete har litteratur från databaser i form av vetenskapliga artiklar samt kurslitteratur använts. Vid sökning i artikeldatabaser som har varit Google scholar och Discovery har sökord som till exempel: ”flexible production”, ”agile production” och ”flexible manufacturing” använts. Denna sökning har varit inriktad på det specifika område som examensarbetet har undersökt. Mycket av den grundteori som använts i examensarbetet har kommit från kursböckerna, denna har inte varit lika specifik mot det område som undersökts utan har använts mer som bakgrundfakta.

2.7 Reliabilitet

När man i forskningssyfte pratar om reliabilitet pratar man om hur saker och ting mäts. Med detta menas enligt Andersen (1994) att olika forskare ska kunna studera samma fenomen och genom sin studie komma fram till ungefär samma sak. För att stärka reliabiliteten i sin studie bör metoden av undersökaren vara oberoende samt bör de undersökta enheterna vara oberoende Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013). Enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) är reliabiliteten ett stort problem när de handlar om tolkande utredningar, till exempel kan kockmätningar, vägning eller mätningar med måttband vara felaktig. Eriksson och

Wiedersheim-Paul (2013) menar även att tolkning av sifferuppgifter kan ge en felaktig bild då de kan tyckas vara exaktare i studien än vad de är i verkligheten.

Reliabiliteten i detta examensarbete bör betraktas som god, undersökaren har varit oberoende gentemot uppdragsgivaren. Samma undersökning hade kunna gjorts av någon annan och samma resultat hade uppnåtts. Det som hade kunna stärka reliabiliteten hade varit om intervjuerna hade varit strukturerade med förberedda frågor där samtalen även hade spelats in. Intervjuerna har inte dokumenterats mer än att den information som getts av intervjun har använts till rapporten. Alla källor som har varit sekundära har innan användning granskats för att bedöma om materialet varit trovärdigt.

2.8 Validitet

Pratar en forskare om validitet i en undersökning menar den enligt Ejvegård (1994) i vilken utsträckning som forskaren mäter det som är avsätt att mätas. Detta styrks även av Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) som säger att validitet är ett mätinstruments förmåga att mäta det som ska mätas. Ejvegård (1994) menar även att detta inte blir något problem om den som utför mätningarna har väldefinierade mått och klara mätmetoder, det är även viktigt om mätvärdena ska jämföras att de är likadant framtagna.

För att hålla validiteten uppe i detta examensarbete har fokus legat på att besvara frågeställningarna som var angivna för examensarbetet. Är dessa besvarade är det god validitet.

2.10 Kritisk granskning av metod

Metoden som valdes för detta examensarbete var att genom intervjuer/diskussioner och observationer undersöka nuläget på motormonteringen hur de använder sig av håltaktsprincipen. Det är den metod som ansågs vara den som bäst lämpade sig för att skapa förståelse om nuläget på motormonteringen. Något som kan ha haft inverkan på vilken information som fås ur dessa intervjuer är att intervjuaren var oerfaren. Dessutom svävade dessa intervjuer iväg och blev ostrukturerade vilket enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) kan vara svårt att hantera vilket i detta fall ledde till att det mer blev en diskussion kring olika frågeställningar.

En styrka med att rätt många observationer med samtal har gjorts är att det ger en ärlig bild om vad montörerna tycker och tänker. Eriksson och Wiedersheim-Paul (2013) menar att ett förtroende skapas mellan intervjuaren och den som bli intervjuad vid en besöksintervju vilket undertecknad tror skett vid samtal ute på busschassilinan med olika montörer. Nackdelen med en observation är enligt Ejvegård (2003) att det är lätt att bli känslomässigt påverkad och observationen därför inte blir helt objektiv. I detta examensarbete är uppfattningen att det som har observerats också blivit objektivt beskrivet.

En svaghet med detta examensarbete är att det har utförts av en student vilket krävt en hel del handledning både från Scantias sida samt skolans sida. Det som är en stor nackdel med ett stort ensamarbete är att det inte finns någon mer än handledare att bolla idéer med. Arbetet hade eventuellt varit enklare att utföra för då hade det varit två som kunnat se till att håll rätt riktning mot målet, samt finna nya vägar att nå dit.

3 Teori

I detta kapitel beskrivs teorin som använts för att ge en bakgrundsförståelse samt specifik förståelse för examensuppgiften och som stöd för analys m.m.

3.1 Produktionssystem

Produktionssystem är enligt Aniander et al. (1998) ett samlingsnamn för ett antal klassiska begrepp för hur tillverkning brukar bedrivas. Tillverkning bedrivs genom att det finns en arbetsorganisation som är kombinerad med en layout. Enligt Aniander et al. (1998) brukar företagets volymer definieras genom att de delas in i enstycks- eller småpartiproduktion, storserie- eller massproduktion samt en egen kategori för processproduktion.

Aniander et al. (1998) nämner att företag utsätts för krav från omvärlden men att kundernas krav är de som är viktigast. Detta på grund av att företaget måste framställa produkter i den takt som kunderna efterfrågar dem, de måste även kunna uppfylla rätt kvalitet, leverera dem i rätt tid till rätt plats och till sist uppfylla kundernas krav på att de är framställda på ett så miljövänligt sätt som möjligt.

För att minimera kostnader för att producera produkter vill företagen enligt Aniander et al. (1998) producera så stora volymer som möjligt för att kunna fördela sina kostnader på så många enheter som möjligt. Eftersom kunderna har krav på korta leveranstider och kundanpassningar av produkten som ska tillverkas är det viktigt att snabbt kunna ställa om tillverkningen mellan olika produkter. Alla lösningar och organisationsformer på hur ett företag tillverkar en produkt är ett sätt att hantera avvägningen mellan flöde och flexibilitet. Kort sagt betyder detta att alla företag eftersträvar att tillverkningen ska ha så hög flexibilitet som möjligt (ibid.).

3.1.1 Enstycksproduktion

Vid tillverkning av så kallad enstycksproduktion eller också kallad småpartiproduktion är det enligt Aniander et al. (1998) utvecklandet av själva produkten som är det kritiska. Vid denna typ av produktion lever företaget i fråga på att effektivt kunna utveckla och skräddarsy varje

produkt för sin kund. Det är karakteristiskt för denna typ av produktion att produkten marknadsförs och säljs innan företaget har färdigutvecklat den (ibid.). Mattsson (2004) beskriver att vid ett enstycksflöde är det endast en produkt som flyttas mellan stationerna åt gången. Detta ger även en god möjlighet att reducera genomloppstiderna på ett effektivt sätt. Enligt Miltenburg (2001) är det fem stycken parametrar som gör en enstycksflödesproduktion till ett distinkt sätt att producera. Dessa är:

- Takttid
- Flödestillverkning
- Standardiserat arbete
- Pull-tillverkning
- Jidoka

3.1.2 Funktionell layout

Vid produktion enligt en funktionell layout har maskiner som gör samma sak grupperats på samma ställe. På detta vis får produkten besöka olika avdelningar för att nå sitt slutresultat som färdig produkt. Aniander et al. (1998) anser att funktionell layout varit det vanligast sättet att producera om man har en blandad tillverkning. En fördel med detta sätt att producera är att det har stor flexibilitet (ibid.). Enligt Lumsden (2012) ger det ofta långa mellanlagringstider för att produkterna måste mellanlagras mellan sina bearbetningar. Ett klassiskt grunddrag för en funktionell layout är att det finns en strävan efter att ha så hög maskinbeläggning som möjligt. På grund av att materialflödet är komplext finns det inget annat bra sätt att transportera produkterna på än med vagn eller truck. Detta är ett bra bidrag till att produktionen får en hög flexibilitet men det gör också att det blir svårt att få en bra överblick över materialflödet (ibid.).

3.1.3 Produktion enligt löpande band

När produktion sker enligt den löpande bandsprincipen innebär detta att produktionsenheten flyttar fram produkterna längs bandet i den takt som de ska framställas, alltså efter marknadsbehovet. Denna typ av tillverkning kallar Becker och Scholl (2006) för en monteringslina. Becker och Scholl (2006) definierar en monteringslina eller löpande band som en lina som består av stationer längs ett transportband. På varje station finns det en

förutbestämd mängd arbete som görs under en given tid (ibid.). Detta arbete ska enligt Aganovic och Jonsson (2006) vara fördelat så arbetet har ungefär samma tidsåtgång på varje station.

En monteringslina som har en bestämd takt definierar Becker och Schholl (2006) som att tiden för arbetsstycket i varje station är begränsad till takttiden. Om fallet är att det inte finns en gemensam takttid utan varje station har en individuell finns ett problem med väntetider för den station som ska leverera och den som ska få material levererat. För att inte skapa onödiga väntetider för stationer kan buffertar mellan stationer användas (ibid.).

Fördelar med ett löpande band är enligt Aganovic och Jonsson (2006) att det blir en rationell materialhantering samt att det är enkelt att införa arbetsmetoder som är effektiva samt att det är enkelt att automatisera arbetet. Nackdelarna med ett löpande band är att det är ett mycket stelt produktionssätt och att det är mycket komplicerat att göra förändringar i detsamma. Det är ett mycket störningskänsligt system för när en station får ett stopp stannar alla de andra också. Operatören är dessutom bunden till sitt arbete eftersom det endast förekommer planerade stopp. Företagen måste ha en större bemanning än vad arbetet egentligen kräver för att klara frånvaro. Denna arbetsform med korta moment med hög repetition samt det oergonomiska arbetstempot medför ofta utslitningsskador (ibid.).

Enligt Anlander et al. (1998) monteras ofta konsumentprodukter ihop på ett löpande band, det kan vara produkter som till exempel kylskåp och tv-apparater. Vid ett löpande band är de olika operationerna placerade i den ordning som produkten ska bearbetas. Om likadana operationer behöver göras på fler ställen måste samma typer av maskiner finnas på flera ställen utefter det löpande bandet.

3.1.4 Styrande och flytande band

Ett styrande band beskrivs av Olhager (2013) som en transportanordning som är styrd och där det finns en direkt koppling till nästkommande station. Denna typ av lina gör också att det inte finns någon möjlighet till buffertar.

Ett flytande band menar Olhager (2013) är att det är manuellt reglerat vilket leder till att det finns möjlighet att ha materialbuffertar mellan arbetsstationerna. Detta leder till att linan blir mindre störningskänslig samt att bundenheten i arbetet på linan minskar.

3.1.5 Balans och balansering

Olhager (2013) menar att linabalansering är när en produktionslina framställs och arbetet fördelas mellan stationer med de arbetsuppgifter som behövs för att kunna framställa en produkt. Detta är enligt Won et al. (2014) arbetsbelastningen mellan olika arbetsstationer längs en monteringslina. Fördelningseffektiviteten är förhållandet mellan den station som har den längsta cykeltiden gentemot den genomsnittliga cykeltiden. För att få en effektiv lina med högt resursutnyttjande ska en lina som har obalans mellan stationer effektiviseras genom att arbete omfördelats till stationer som inte har en lika hög beläggning (Won et al., 2014). För att uppnå en perfekt balansering anser Olhager (2013) att alla stationer ska vara lika med den givna cykeltiden, vilket är väldigt svårt att uppnå.

Även Rekiek et al. (2002) påtalar (men som har definierat cykeltid som processtid och takttid som cykeltid) att företaget får se sin takttid som sin kapacitet. Rekiek et al. (2002) menar att problemet är att samordna alla operationer så dess cykeltider inte överstiger den totala takttiden. För att kunna göra en långsiktig balansering hävdar Andrew och Carlson (2003) att det behövs en översyn av fysiska anläggningar, kapitalkrav, teknologier samt utbildning och deras program.

3.1.6 Kundorienterad produktion

När ett företag använder sig av kundorienterad produktion betyder det enligt Aniander et al. (1998) att ingen tillverkning sker innan en kund har lagt en order på en på den produkt. Olhager (2013) har en annan benämning för samma sak och den är produktion mot kundorder.

Kundorienterad produktion kombineras ofta med lagerorienterad produktion som enligt Aniander et al. (1998) betyder att företaget tillverkar standardkomponenter mot ett lager. Dessa slutmonteras dock inte på en bil förrän en kund lagt en beställning på den (Aniander et al., 1998).

3.1.7 Flexibilitet – Agility

Företag måste i dagsläget klara av att hantera en värld som ständigt förändras, detta beror enligt Lumsden (2012) på att det blir allt svårare att sja om framtida efterfrågan samt att produkters livscyklar blir kortare och kortare. Företagen lever i en utmanande och konkurrensutsatt miljö vilket kräver att företagen måste klara av att anpassa sin verksamhet till nya strategiska förhållanden (Beer et al., 2005).

Detta är en anledning till att det idag är så viktigt att klara av att ha en volymflexibilitet i sin produktion samt att försöka hålla ner antalet produkter i arbete (ibid.). Det finns olika definitioner av flexibilitet och Olhager (2013) menar att långsiktig flexibilitet innebär att ett företag måste klara av att snabbt utveckla nya produkter och produktionssystem samt kunna införa dem tillsammans med befintliga produkter och system. Arbetar ett företag med flexibilitet i ett kortare perspektiv är detta genom att volym och produktmix förändras. För att kunna arbeta med det kortare perspektivet måste företaget ha korta tider för att göra maskinella förändringar, byta verktyg och produkt att producera i produktionen. Det måste även finnas en personalflexibilitet som är de olika individernas kompetens och hur många olika arbetsmoment som samma arbetare klarar av att utföra (ibid.).

För att uppnå en flexibel och snabbriörlig produktion anser Katayama och Bennet (1999) att sju problem som måste lösas är:

- Göra snabba design/konstruktionsförändringar
- Kunna göra produktintroduktioner snabbt
- Klara av att göra snabba volymförändringar i produktionen
- Kunna göra snabba förändringar i den planerade produktmixen
- Ge kunden snabb leverans
- Se till att produkten finns tillgänglig på ett enkelt sätt
- Kunna göra kundanpassningar av produkten

Tidigare har företag som jobbat med att få en flexibel produktion enligt Andrew och Carlson (2003) mest fokuserat på de fasta kostnaderna och inte på de rörliga kostnaderna. Detta har de gjort genom att trycka organisationen mot en kostnadsanpassningsförmåga och därigenom sänkt break-even punkten.

För att få en rörlig produktion ska företagen begränsa sina varianter som skall produceras. Att färre modeller produceras leder även till att det är enklare för planeringsavdelningarna att göra beräkningar på vilket material som ska användas (ibid.).

3.1.8 Takt- Cykeltid

Ska Lean praktiseras är det viktigt att bestämma en taktid som ska hållas, taktid är kundefterfrågan, alltså hur ofta en produkt måste lämna produktion för att möta kundernas efterfrågan (Pettersson et al., 2009). Definitionen av takt är enligt Pettersson et al. (2009) som även Mattsson (2004) styrker ett bestämt antal enheter som tillverkas under ett bestämt tidsintervall som är kopplat till marknadens efterfrågan. Detta styrks också av Singh et al. 2010 och Miltenburg (2001) som båda har definierat taktid som:

$$Taktid = \frac{\text{Tillgänglig arbetstid per dag}}{\text{Kundens efterfrågan per dag}}$$

Takttiden kan enligt Miltenburg (2001) ändras ganska frekvent vilket beror på kundernas efterfrågan, denna svängning går att möta genom att justera den tillgängliga arbetstiden per dag/skift minskas. Pettersson et al. (2009) menar att cykeltiden är den maximala tid som de tekniska begränsningarna tillåter att producera efter.

Kan takttiden synkroniseras hävdar Olhager (2013) att tillverkaren undviker över- och underproduktion. Vidare avgörs flödes hastigheten genom produktion av takttiden vilket också gör det möjligt att räkna ut hur mycket produktionen ska klara av att producera. Takttiden optimerar även produktionen genom att slöseri reduceras för att produktionen undviker fördröjningar eller överproduktion (ibid.).

Pettersson et al. (2009) menar dock att taktid kan vara svårt att applicera på produktioner som har en lång taktid. Detta beror på att varje takt då har så mycket arbetsinnehåll att det inte ger tillräckligt med information om det slöseri som finns inom takten.

3.1.9 Håltaktsprincipen

Enligt litteraturundersökningen som gjorts i detta examensarbete har håltaktsprincipen endast funnits beskriven i en internetkälla där det beskrivs så här: håltaktsprincipen definieras som att samma taktid behålls och att hål skapas i tillverkningsflödet vilket gör att arbetsrutiner på varje enskild station bibehålls. Detta system ska användas när ett företag har ett taktat flöde med ett behov av att sänka tillverkningsvolymen. Det vanligaste felet som företag gör istället för att använda håltaktsprincipen är att takttiden ökas. Detta leder till stora problem när ett företag sedan vill återställa takttiden till vad den var från början (www.Leanproductions.se).

3.1.10 Flaskhals

Lumsden (2012) beskriver att en flaskhals är en begränsning som gör att flödet inte är i balans. Det finns tre saker enligt Lumsden (2012) som är viktiga att tänka på vid arbete med flaskhalsar vilka är:

- Om en timme går förlorad i en flaskhals är detta en tappad timme för hela processen
- Om en timme arbetas in i en station före flaskhalsen ökar den inte outputen då den ändå måste igenom flaskhalsen
- I den bästa av världar tillförs material till en resurs i den takt som behov uppstår

Lumsden (2012) menar med detta att flaskhalsen alltid styr outputen från tillverkningen vare sig det är en känd begränsning eller en okänd.

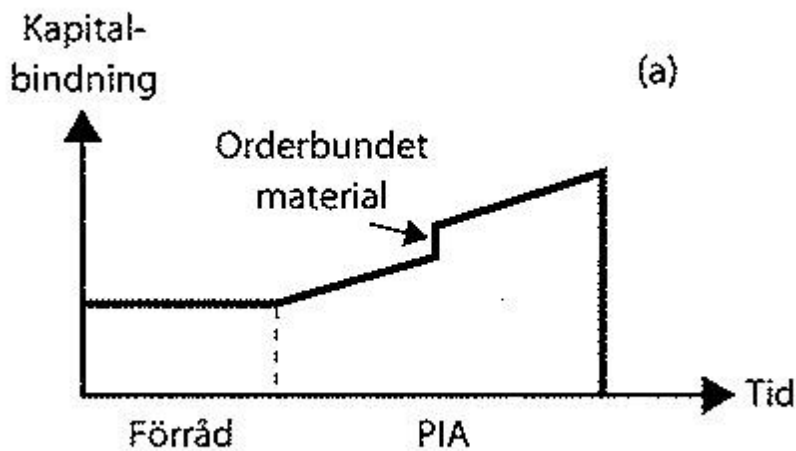
När en flaskhals ska identifieras menar Olhager (2013) att det oftast är den resurs som har samlat på sig störst buffert. Flaskhalsen är alltså den resurs som styr takten i produktionen (ibid.).

3.1.11 Kapitalbindning

Enligt Olhager (2013) är kapitalbindning kapital som binds i lagervaror, produkter i arbete eller i ett färdigvarulager. Vilken kostnad som kapitalbindningen får beror först och främst på hur insatsvarorna är finansierade. Det finns också några andra parametrar att räkna i

kapitalbindningen. Dessa är kostnader för lageryta, materialhanteringsutrustning, personal, inkurans och försäkring för lagerförda varor (ibid.).

Enligt Olhager (2013) kommer kapitalbindningen att öka ju längre i produktionsprocessen som en produkt har kommit. Detta illustreras i figur 1, att detta fenomen uppstår beror på att produkten förädlas mer och fler resurser hinner användas. Sin maxpunkt gällande kapitalbindning når produkten som slutprodukt i lager eller när den ska leveras till kund (ibid.).



Figur 1 Illustration av kapitalbindning (Källa:Olhager, 2013)

3.1.12 Layoutflödesschema

Det som enligt Olhager (2013) definieras som en layout är den fysiska placeringen av företagets resurser. Det kan vara olika saker som lager, maskiner, arbetsstationer och kontrollstationer. I denna typ av schema framgår det hur maskinerna eller avdelningarna är placerade i förhållande till varandra. Vinsten med att framställa ett layoutflödesschema är att utföraren får en tydlig överblick över transportvägar mellan olika stationer, detta visar också den totala transporten för en produkt från att den sätts i produktion till att den är färdig (ibid.).

3.2 Organisation

Det finns olika sätt att definiera begreppet organisation och enligt Bruzelius och Skärvad (2011) definieras en formell organisation som *”ett antal individer som utför olika arbetsuppgifter på ett samordnat sätt för att uppnå vissa mål”* (s, 26). Bruzelius och Skärvad (2011) förklarar också att det finns några huvudfaktorer som spelar in när en organisation ska välja sin form. Det är viktigt att definiera arbetsfördelning och specialisering samt hur företaget ska vara samordnat, styrt och vilken form av ledarskap som ska användas. Ett annat organisationsuttryck som används är social organisation. När detta uttryck används åsyftar det vilket samspel som människor inuti och utanför en formell organisation har med varandra.

3.2.1 Funktionsorganisation

En funktionsorganisation är en organisationstyp där företaget enligt Bruzelius och Skärvad (2011) samt Aniander et al. (1998) har delat upp arbetsuppgifter och ansvar utefter sina huvudfunktioner, till exempel inköp, tillverkning, ekonomi och försäljning. Dessa funktioner kan sedan ytterligare delas upp i olika nivåer. Att samordna arbetet på detta sätt hävdar Bruzelius och Skärvad (2011) leder till en automatisk specialisering inom företaget, därför är det viktigt att samordna för att alla medarbetare ska arbeta mot samma mål. Det finns dock vissa problem enligt Aniander et al. (1998) och Bruzelius och Skärvad (2011) med detta sätt att samordna arbetet och det är att medarbetarna kommer att se på arbetet från sin funktion vilket leder till att de utvecklar egna uppfattningar om vad företaget har för uppgift och mål. När företaget sedan växer är det viktigt att det anpassar sig till sina nya marknader och regioner där det ska arbeta och verka (ibid.).

3.2.2 Förändring

Det finns olika sorters förändringar och de drivs ofta, framhåller Bruzelius och Skärvad (2011), av olika anledningar, de gäller olika saker, varar olika länge och de är av olika omfattningar. En förändring kan till exempel gälla organisationskultur, organisationsform eller att ändra sin affärsidé. Dessa förändringar kan komma på grund av att de drivs fram av självinsikt eller att det är påtryckningar utifrån, förändringarna kan bli lång- eller kortvariga (ibid.).

Bruzelius och Skärvad (2011) skiljer på två olika typer av förändringar vilka är inkrementella förändringar och strukturella förändringar

Inkrementella förändringar förklarar Bruzelius och Skärvad (2011) är när en organisation fokuserar på att förfina och finslipa på det som redan finns i en organisation medan en strukturell förändring är när verksamheten omskapas.

Bruzelius och Skärvad (2011) menar att oberoende storlek på förändringen möter den nästan alltid någon form av motstånd, dessa kan te sig på olika sätt som förlöjligande skämt om förslagen till att det är en kraftig motståndsrörelse. Motståndet är ett psykologiskt tillstånd och en naturlig reaktion mot någonting som känns avvikande eller oväntat (ibid.).

3.2.3 Leda och driva en förändring.

Vid ledning av ett förbättringsarbete handlar detta enligt Bruzelius och Skärvad (2011) att få medarbetarna att förstå och acceptera förändringsbehovet och förhoppningsvis blir medarbetarna engagerade att delta i förändringsprocessen. Trots förändringsmotståndet är medarbetarna ofta beredda att stödja förändringar som de bedömer vara begripliga och hanterbara samt viktiga och meningsfulla. Omorganisationen sker lättare om medarbetarna kan få inflytande och vara med och påverka och i så fall kan förändringen till och med bli rolig och spännande (ibid.).

Det finns enligt Bruzelius och Skärvad (2011) tre olika modeller förändring då medarbetarna kan få vara med och påverka förändringen. Dessa tre är:

- Expertmodellen
- Förankringsmodellen
- Processmodellen

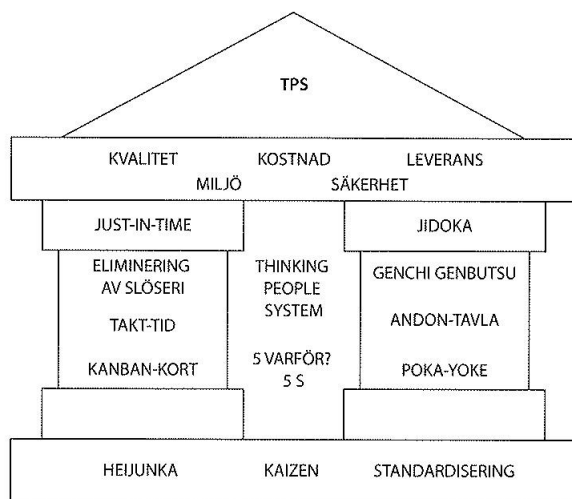
Expertmodellen är när beslutet om förändringen har fattats och de berörda får inflytande, inflytandet är dock litet i expertmodellen. Detta leder till att beslutsfattarna ofta stöter på motstånd.

Förankringsmodellen är när de som är berörda av förändringen får inflytande över den tidigare i beslutsprocessen. Tanken med denna modell är att besluten som ska fattas och förändringsförslagen ska kommuniceras ut till de berörda. Hur de sedan får vara med i beslutsprocessen kan te sig på olika vis och de berörda kan till exempel få ta ställning till olika handlingsalternativ som är framlagda, eller arbetar själva fram olika alternativ att ta ställning till (ibid.). Tillämpning av modellen sker enligt Bruzelius och Skärvad (2011) ofta genom att de anställda får en eller flera principlösningar presenterade för sig. Därefter sker val av lösning, praktiska detaljer tas fram, lösningar och det slutgiltiga genomförandet sker med ett nära samarbete med de anställda.

I *Processmodellen* förklarar Bruzelius och Skärvad (2011) att de berörda är involverade redan när problemformuleringen ska skrivas. Detta är därför den modell som har det största inflytandet från de anställda. Diagnos- och beslutsfasen kan bli längre vid arbete av denna modell då de anställda får inflytande i så tidigt stadium. Dock är det oväsentligt att prata om längden på olika faser i förändringen utan det är totala tiden för förändringsprocessen som ska ligga i fokus (ibid.). Enligt Bruzelius och Skärvad (2011) är detta en process att förorda men passar inte bra i krissituationer, vid enkla problem och när man bedömer att de anställda inte har tillräckligt med kunskap. Processmodellen påminner till viss del om den japanska modellen för problemlösning, hur beslut fattas och hur förändringen slutgiltigt genomförs (ibid.).

3.3 Lean

Lean production myntades nämner Olhager (2013) för första gången 1988 av Krafcik då MVP gjorde en studie om den internationella bilindustrin. Olhager (2013) förklarar att Lean står för att ett företag ska använda alla sina resurser effektivt och inte använda fler resurser än vad de behöver använda för att ha en effektiv produktion. Olhager (2013) förklarar även att detta inte är samma sak som att ett företag ska minimera sina resurser utan bara se till att de utnyttjas effektivt. I detta begrepp bakas effektivitet in för alla typer av resurser så som personal, insatsmaterial, maskin och anläggning, produktionsresurser, tid och energi. Enligt Olhager (2013) är Lean inte längre direkt kopplat mot produktivitsrelationer då det har blivit ett samlingsnamn för olika sorters förbättringsarbete. I figur 2 kan TPS-huset studeras och delar av detta hus kommer beskrivas nedan i kapitlet.



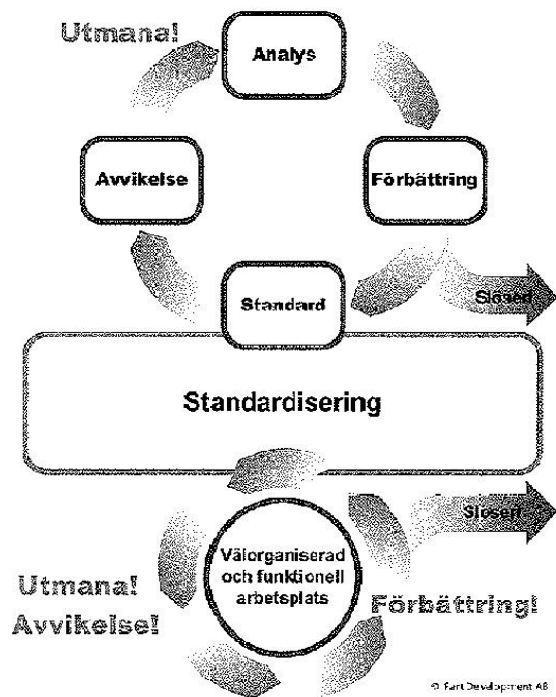
Figur 2 TPS-huset (Källa: Olhager 2013)

Idag används Lean ofta som en synonym till flexibilitet eller enligt Olhager (2013) begreppet ”agile” som står för kvick och snabbriktig.

Bhasin och Burcher (2006) hävdar att det finns vissa svårigheter med att införa Lean vilka är att projektet ofta saknar riktning och att planeringen brister. Det som enligt Bhasin och Burcher (2006) är ett måste för en lyckad implementering är att företaget som ska implementera Lean måste klara av att använda minst fem av de tekniska verktygen inom Lean. Det är viktigt att se Lean arbetet som en lång resa där ledningen kan få arbetarna att tänka i banor om ständiga förbättringar.

3.3.1 5S

När ett företag börjar sitt arbete med Lean är det enligt Pettersson et al. (2009) ofta genom att införa 5S. Detta är en arbetsmetod som är enkel att ta till sig och förstå, ett annat resultat som kommer med metoden är att den skapar ordning och reda. 5S brukar ofta förknippas med ordning vilket i sin tur sedan förknippas med städaktiviteter. Denna bild är inte helt rättvis. Metoden är egentligen ett verktyg i att skapa en arbetsplats som är välorganiserad och funktionell. Detta är ett grundkrav menar Pettersson et al. (2009) för att ett företag ska kunna arbeta med att standardisera alla arbetsmoment. Att arbeta standardiserat är i sin tur ett grundkrav för att kunna göra sig av med slöserier. För att lyckas med detta finns det fem steg som ska genomgåas för att kunna arbeta med 5S. I figur 3 finns en illustration av arbetssättet som vill uppnås med 5S.



Figur 3 Illustration av arbetssättet 5S (Källa: Pettersson et al., 2013)

Seiri – Sortera

Detta är det första steget i metoden och går ut på att sortera alla föremål som finns på en arbetsplats för att det som steget ska åstadkomma är att skilja verktyg och material som används ofta från sådana som sällan eller aldrig används (Pettersson et al., 2009).

Seiton – Strukturera

I steg två av 5S ska arbetsplatsen organiseras så varje verktyg och material får sin bestämda plats. Detta för att den som arbetar på platsen inte ska behöva leta efter de verktyg och material som ska användas för att kunna utföra arbetet. Detta är också viktigt för att avvikelser snabbt ska kunna upptäckas (Pettersson et al., 2009).

Seiso – Systematisk städning

Detta steg har egentligen fel betydelse då under denna punkt är egentligen uppgiften att se till att allt är i rätt ordning på arbetsplatsen samt kontrollera att allting fungerar som det ska. Pettersson et al. (2009) framhåller att ett bra upplägg kan göra att själva städningen inte tar så lång tid vilket leder till att mer tid kan läggas på att kontrollera att all utrustning är som den ska.

Seiketsu – Standardisera

När de tre första stegen är genomförda är det dags att standardisera arbets sättet. Detta är en överenskommelse mellan berörda parter om upplägget som medarbetarna skapat för sin arbetsplats. Här anges till exempel vilka föremål som ska finnas på arbetsplatsen, vilka rutiner för städning som ska finnas, vilken gång information har när nya verktyg ska beställas. För dessa moment är det viktigt att standarderna är enkla att förstå och följa. Pettersson et al. (2009) menar att om upplägget av detta är administrationskrävande kommer det att bli svårt att uppdatera, vilket i längden kommer leda till att det blir svårt att upprätthålla arbetet.

Shitsuke – Självdisciplin

Pettersson et al. (2009) menar att detta är det svåraste momentet i arbetet med 5S, detta beror på att det till störst förändra medarbetarnas attityder och beteende. Eftersom det handlar om att medarbetarna själva ska söka efter och driva sina förbättringar kan det i vissa fall ta flera år innan arbets sättet har satt sig och börjar fungera riktigt bra.

3.3.2 Kanban – push och pull

Kanban fungerar enligt Oskarsson et al. (2009) genom att ett visuellt kort ligger placerat på ett bra ställe i lastbäraren. Detta ska motsvara den beställningspunkt som finns på varan och produkten. När detta kort sedan blir synligt ska det sändas till den som levererar produkten till dig. På kortet finns information som artikelnummer, kvantitet och en leveransadress. Användningen av Kanbansystem är att producera enligt ett pullsystem (Lumsden, 2012).

När man använder sig av ett pullsystem menas det att en station ”drar” material från stationen innan. Enligt Miltenburg (2001) betyder detta att ingenting produceras innan de har fått en signal om att det finns ett behov för produkten. Pullsystem genererar färre produkter i arbete än vid produktion med ett pushsystem (Savsar och Al-Jawini, 1995).

Ett pushsystem är enligt Lumsden (2012) alltså när man har bestämt att en hel partistorlek ska tillverkas sammanhållet. Då trycks detta genom produktion vare sig det finns en efterfrågan eller inte.

3.3.3 Just in time (JIT)

Just in time principen är ett sätt att producera där producenten undviker att ha produkter i lager. JIT fungerar genom att producenten får den mängd material att kunna producera det den behöver produceras i rätt mängd och vid rätt tillfälle (Oskarsson et al., 2009). Om detta kan uppnås framhåller Pettersson et al. (2009) att väntetid undviks vilket klassas som en typ av slöseri. Detta kan även tillämpas på en produktion från sin underleverantör då företaget vill ha det som den behöver i rätt mängd i precis rätt tid när behovet uppstår. Detta är för att tillverkaren ska kunna ha en låg nivå av lager för produkter i arbete (PIA) samt ha låga råvarulager. En annan fördel enligt Olhager (2013) är att om en tillverkare använder sig av JIT kommer en obalans mellan arbetsstationer lösas istället för att döljas.

Olhager (2013) förklarar att ett pullsystem vilket också Christopher (2011) gör är ett system som drar information och material från stationen innan. För att förmedla detta till stationen innan menar Olhager (2013) att ett kanbansystem är lämpligt att använda. Olhager (2013) beskriver att denna typ av produktionssätt ställer väldigt höga krav på förutsättningarna för produktionen, det krävs korta led- ställtider, små partier, ett flödesorienterat produktionssystem, personal som är flexibel och att ett kvalitetsarbete som är decentraliserat används. JIT kan även enligt Bergman och Klefsjö (2010) ha positiv påverkan på den interna kvaliteten vilket också är en förutsättning för att JIT ska vara applicerbart.

Oskarsson et al. (2009) beskriver olika sätt att få leveranser på när ett företag tillämpar JIT, dessa är materialsatser som även kallas kittning, sekvensleveranser och att produktion försörjs direkt från en leverantör.

- Materialsatser – är när exakt det material som behövs för att producera en viss produkt plockas ihop till en materialsats och levereras sedan så tight in på att det ska användas som möjligt. Oskarsson et al. (2009) menar att det ”nästan” är tvång på ett materialplaneringssystem som kan bryta ned varje order till en lista över vad som är ingående material.
- Sekvensleveranser – Denna typ av leveranser används menar Oskarsson et al. (2009) vanligen vid löpandebandstillverkning, framförallt i bilindustrin. Där är varje bil en kundspecifik produkt som det ska hållas reda på vilka komponenter som ska monteras

på just den bilen. Detta betyder att bilarna identitetsmärks i början av flödet. Vid sekvensleveranser levereras de produkter som ska monteras på till exempel de tio nästkommande bilarna i den ordningen som bilarna kommer. Enligt Oskarsson et al. (2009) påminner materialsatser och sekvensering väldigt mycket om varandra men att vid sekvensering levereras komponent till fler order samtidigt samt att detta sker med högre frekvens då tidsramen säger att komponenten används oftare.

- Leverantörsförsörjning av produktion – Materialsatser och sekvensering hävdar Oskarsson et al. (2009) fungerar även när ett företag väljer att låta en leverantör direkt försörja produktionsbufferten eller produktionslinan. Men eftersom det ställs stora krav på tiden vid försörjning har en leverantör ofta svårt att hålla dem. Trenden är ändå enligt Oskarsson et al. (2009) att leverantörerna försörjer produktion direkt och detta beror på att företagen då slipper ha eget lager.

3.3.4 Muda

Muda är ett Japanskt uttryck som betyder slöseri, och med det menas aktiviteter som inte tillför något värde för varken slutprodukt eller kund. Inom Muda nämner Olhager (2013), Sörqvist (2008) och Pettersson et al. (2012) åtta stycken slöserier som är:

- Överproduktion – Detta är när ett företag producerar fler enheter än vad det finns efterfrågan för.
- Väntan – Detta är när någon typ av resurs inte finns tillgänglig när den behövs.
- Onödiga transporter – Detta är när en produkt måste förflyttas en kort sträcka mellan moment som skulle kunna göras samtidigt.
- Onödig lagerhållning – Mer lager än vad man behöver för att möta efterfrågan.
- Onödiga rörelser – Operatörer som får förflytta sig för att hämta material eller verktyg, kan även vara arbete som måste utföras med dålig rörelse- ergonomi och ekonomi.
- Defekter – Felaktiga elementblad som leder till defekta enheter i tillverkning och leverans
- Onödig tillverkning – Aktiviteter som är komplexa som skulle kunna ersättas av en enklare lösning detta är även om någonting bearbetas i felaktig utrustning.

- Outnyttjade kompetenser – Detta är när inte hela människan utnyttjas, alltså att företaget inte tar tillvara på den kunskap och kompetens som medarbetarna besitter.

3.3.5 Värdeskapande och icke värdeskapande aktiviteter

En värdeskapande aktivitet beskriver Olhager (2013) och Pettersson et al. (2009) som en aktivitet som på något sätt förädlar eller skapar en förändring av produkten i riktning mot att den kommer närmare sitt färdigställande. Olhager (2013) menar att till de aktiviteter som inte är värdeskapande hör lagring och transporter. Vissa menar dock att detta är värdeskapande på grund av att det gör att produkten är tillgänglig mot kunden. Tester är någonting som Olhager (2013) hävdar är en icke värdeskapande aktivitet för att detta förlänger produktens genomloppstid vilket leder till att de ökar produktens kostnad.

Pettersson et al. (2009) menar att det finns aktiviteter som med givna förutsättningar är nödvändiga och därför inte kan tas bort. Exempel på sådana aktiviteter är paketering av produkter i emballage som skyddar den vid transport och rengöring av utrustning. Pettersson et al. (2009) påtalar att ibland tolkas värdeskapande och slöseri väldigt strikt och i dessa fall kan alla aktiviteter som utförs kategoriseras under någon av dess beteckningar.

3.3.6 Standardisering

Ett standardiserat arbete är enligt Miltenburg (2001) en sekvensering av operatörens och maskinens arbete samt över operatörens rörelsemönster som krävs för att ett arbete på en produkt ska bli utfört. Detta är en överenskommelse som enligt Pettersson et al. (2009) beskriver de gällande reglerna för tillfället. Pettersson et al. (2009) menar också att den bör vara en utgångspunkt som är naturlig i arbetssättet. För att undvika att olika människor utför arbetet på olika ska det bästa arbetssättet identifieras för att sedan visas för de som utövar detta arbete (Sörqvist 2008). Won et al. (2014) framhåller att om det finns betydande tidsvariationer i en arbetsuppgift pekar detta på att den inte är standardiserad. Att denna tidsskillnad uppstår beror på att arbetet inte utförs likadant varje gång, därför måste arbetet identifieras och standardiseras för att få bort onödiga rörelser (ibid.) Vid ett standardiserat arbete ska detta arbetsmoment studeras kontinuerligt för att se om det går att föra förbättringar (Miltenburg, 2001).

3.3.7 Jidoka

Med jidoka menas att produktionen ska synliggöra problem, den här principen bygger in kvalitetskontroll i de olika stegen i produktionsprocessen. Med jidoka ska det garanteras att alla processer är synliga för att alla avvikelser ska synliggöras och genast åtgärdas. Varje arbetare övervakar och är ansvarig för sin kvalitetskontroll före att produkten överlämnas till nästa station. Upptäcks det att någon enhet är defekt eller har något fel ska detta genast uppmärksammas trots att det kan leda till tillfälligt stopp i produktionen (Olhager, 2013). Detta är i enlighet med vad Miltenburg (2001) menar att Jidoka är, Miltenbuer (2001) påtalar att linan ska ges förutsättningar att upptäcka fel och brister för att sedan kunna rätta till dem. Miltenburg (2001) menar att det enda sättet att kontrollera produkterna längs en lina är att kontrollera varje produkt under sin rörelse längs linan.

3.3.8 Genchi genbustu – gå till grundkällan

En förbättring görs allt som oftast efter att någon har upptäckt ett problem, men enligt detta japanska talesätt måste den som ska göra förbättringen förstå grundproblemet för att det ska bli en bra lösning. Därför betyder genchi genbustu att problemlösaren måste gå och se problemet med egna ögon för att få förståelse (Olhager, 2013).

3.3.9 Andontavla

En andontavla är en elektronisk tavla som visar status för produktionen, där kan det stå hur mycket som är kvar på varje takt, hur många enheter som är producerade. Uttrycket andon betyder i sig enligt Pettersson et al. (2009) lampa eller hjälpresurs. Om någon trycker på knappen stoppas produktionen för att det finns ett problem som då kommer upp på tavlan, detta ska då hjälpresursen springa dit och lösa innan produktionen kan startas igen. Hjälpresursen är en person med odefinierade arbetsuppgifter och ska hoppa in och hjälpa till vid problem (Olhager, 2013; Pettersson et al., 2009).

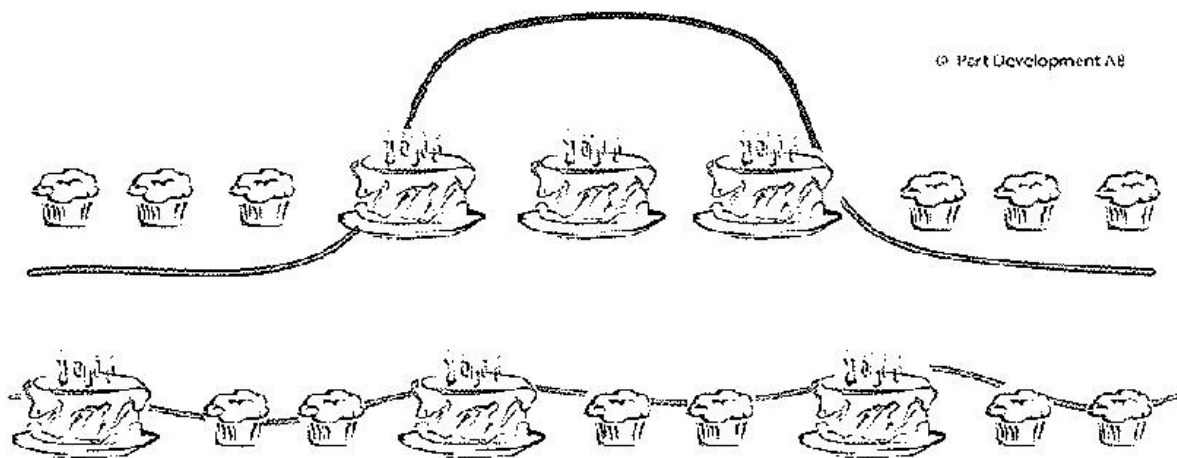
3.3.10 Poka-Yoke

Poka-yoke är ett uttryck som betyder felsäkring, detta menar att företaget ska bygga in system som gör att det för en arbetare ska vara svårt eller omöjligt att göra fel. Enligt Olhager (2013)

är detta ett enkelt, kreativt och tillförlitligt sätt att minska felen och att kvaliteten ska upprätthållas. Ett sätt att utnyttja detta system på är att man märker upp alla verktyg för att användandet av dem ska bli lika lätt för alla medarbetare.

3.3.11 Heijunka – flödesutjämning

Betydelsen av det japanska uttrycket Heijunka är utjämnt flöde och är enligt Pettersson et al. (2009) en förutsättning för att arbeta med Lean, utjämningen är också viktig om man tittar på produktion ur ett flödes- och kvalitetsperspektiv. Heijunka innebär att produktionen balanseras för att få ett så jämnt flöde som möjligt både vad det gäller volym och mix av produkter. I och med Heijunka framhåller Olhager (2013) att man får en process där det är enkelt att byta produkt, detta innebär att processen kan tillverka det som behövs i rätt tid. När produktfloran varierar i volym görs en balansering efter den genomsnittliga efterfrågan. Detta innebär att de order som finns under en period fördelas på ett sådant sätt att produktionen får producera samma volymer och med samma produktmix varje dag. Detta leder enligt Olhager (2013) till att produktionen får en jämn beläggning och den har ett jämt flöde ut till kund. Har produktionen en obalans i sin arbetsbelastning brukar detta tituleras Mura, och det är detta som Heijunka syftar till att undanröja. Att producera på detta sätt är motsatsen till massproduktion. Vid produktion med Heijunka undanröjs även Muri som Olhager (2013) påtalar är överbelastning eller påfrestande vilket också kan leda till säkerhets- och kvalitetsproblem. Mura och Muri är olika sorter av tidigare benämnda slöserier Muda. I figur 4 ges en illustration hur Heijunka fungerar i verkligheten.



Figur 4 Illustration av heijunka (Källa: Pettersson et al. et al. 2012)

3.3.12 Kaizen – ständiga förbättringar

Enligt Olhager (2013) finns det ingen process som är perfekt och därför finns det alltid ett behov och utrymme för att göra förbättringar. Kaizen är inom Lean den grundläggande filosofin ständiga förbättringar, detta uttryck används i praktiken genom att alla på hela företaget på alla nivåer är med och hjälper till i förbättringsprocessen. Sörqvist (2008) styrker detta och menar att företaget ska engagera alla medarbetare i sitt förbättringsarbete. Detta menar Sörqvist (2008) ska vara anpassat för att bli en naturlig del av en medarbetares arbetstid.

I Japan finns en annan kultur av strävan efter disciplin, lydnad och harmoni vilken Kaizen bygger på. Detta är ett helt annat sätt att arbeta efter mot vad västerlänerna är vana vid, därför saknas de regler och strukturer som är vanliga i de västerländska förbättringsprocesserna. Grunden till Kaizen är att ha en ledare som är synlig och delaktig, vilket betyder att dessa ledare ska visa vägen och skapa förutsättningar för ständiga förbättringar. Sörqvist (2008) nämner att det anses att en japansk företagsledning bör använda 50 % av sin arbetstid till att vara med och ge sitt stöd till förbättringsarbetet.

4 Nulägesbeskrivning

I detta kapitel kommer nulägesbeskrivning för motormontering, busschassitillverkning samt tillverkning av förarplatser att beskrivas.

4.1 Företagsbeskrivning

Scania är ett globalt företag som tillverkar lastbilar, bussar, motorer och tillhandahåller tjänster runt sina produkter. Scania vill erbjuda sina kunder den bästa driftsekonomi och på så vis vara det ledande företaget i sin bransch. Scania har kärnvärden som är inriktade på sina arbetsmetoder och att utveckla engagerade medarbetare. I dagsläget arbetar det ungefär 38 000 anställda på Scania runt om i världen. Scanias huvudkontor finns i Södertälje och det finns åtta produktionsorter i världen varav tre är i Sverige. De andra ligger i Polen, Frankrike, Nederländerna, Argentina och Brasilien. Utöver detta finns Scanias produktcentra i ytterligare sex länder (Scania, 2014).

Scania har i många år arbetat med Lean vilket har lett till att allt arbete som utförs är standardiserat, alla arbetsplatser ute på linan är strukturerade utifrån 5S. För att veta hur länge det är kvar på varje takt har linorna andontavlor där det står hur lång tid det är kvar på takten samt hur många enheter som är producerade under dagen. För att hålla en jämn produktion använder Scania sig av Heijunka vilket i Scanias fall betyder att det finns lokala regler för hur ofta vissa modeller får produceras då det är arbetstunga modeller. Detta för att hålla en så jämn produktion som det är möjligt.

4.2 Håltaktsprincipen tillämpad på motormontering

4.2.1 Bakgrund

Anledningen till att motormonteringen började tänka i håltaktsbanor var att de hade en vikande efterfrågan på motorer vilket ledde till att de skulle ha behövt balansera om sin lina. Detta är mycket kostsamt och tar upp mycket tid i form av planering, att stationer fysiskt måste byggas om samt att montörer måste tränas i sin nya arbetsvariation. Att det blir nya arbetsrutiner och elementblad leder till att det kan bli kvalitetsbrister. En annan aspekt är att när efterfrågan ständigt svänger behövs ett system för att kunna möta detta utan att behöva

anställa och sedan säga upp personal. Att säga upp personal betyder att tränad personal som besitter kompetens går förlorad, detta är ett steg som vill undvikas då det tar tid att träna upp ny personal när efterfrågan ökar. Genom Håltaktsprincipen skapade motormonteringen ett flexibelt system där de kunde ändra volym utan att göra förändringar i kärnprocessen. I och med att motormonteringen slipper lägga ner tid på stora ombalanseringar kan de istället lägga mer tid på att arbeta med ständiga förbättringar. Vid balanseringsarbete är det viktigt att inte få för lågt belagda stationer, när de är för lågt belagda blir det oviktigt att följa monteringsstandard då arbetet hinns med oberoende monteringsordning. Det är viktigt att följa monteringsstandard ur kvalitetssynpunkt, då avvikelser kan uppstå om inte arbetet utförs på samma sätt varje gång. Vid högt belagda stationer måste standard följas annars riskerar arbetet att ta för lång tid.

För att motivera detta för motortillverkningens ledning las konceptet fram med motiveringen *”vi vill köra verksamheten med förlust men den tror vi är mindre än balanseringskostnaden”*.

Fördelar som motormonteringen sett med håltaktsprincipen är:

- Snabba förändringar utan att göra förändringar i verksamhetens kärnprocess, det räcker med att ändra halfrekvensen och då behöver inte arbetet göras från början varje gång.
- Hålla nere kostnaden per motor.
- Stor volymflexibilitet, takten kan höjas redan samma dag om kompetens på bemanning finns.
- Är applicerbar på alla typer av verksamheter som tillverkar med löpandebandsprincip.
- Produktionslinan får ett normalläge att utgå ifrån.

Nackdelar som sågs med att använda håltaktsprincipen:

- Svårigheter med att justera bemanningen linjärt med volymen
- Svårighet med att montörerna måste kunna fler stationer för att kunna rotera
- Vad ska anställda som plockas bort göra när halfrekvensen ökar till den stund att frekvensen minskar igen.

- Antalet montörer måste balanseras för när det är som mest jobb på linan, detta leder till att när det är som minst jobb kommer montörer bli utan monteringsjobb.
- Lockande att köra ikapp tappad produktion med hjälp av att låta bli att producera hål. Att inte följa hålfrekvensen kan leda till att avvikelser gömmer sig i systemet.
- Alla former av lucksystem innebär förluster.

Vid implementeringen av håltaktsprincipen på motormonteringen gick de som arbetade fram konceptet ut ett halvår innan det implementerades och pratade med team leaders. Dessa var därför tidigt med i processen med framarbetningen av detta koncept. När konceptet sedan lanserades tog det drygt en vecka från beslutande till praktisk tillämpning.

Implementeringen kunde göras fort efter beslutet för att montörerna var införstådda med varför detta gjordes samt vilka vinningar det skulle komma att ha på hela monteringslinan. Montörerna var glada att slippa det stora ombalanseringsarbetet då de tycker att det är mycket arbetsamt och slitsamt. Montörerna var också införstådda med att detta är ett arbetssätt för att bygga långsiktigt och i denna långsiktighet var det viktigt att förstå att processen måste följas slaviskt. Om den inte följs slaviskt kan detta leda till att montörer tjuvar och sätter en motor i produktion för att ta igen förlorad tid. Detta kan leda till kvalitetsbrister på motorn, att problem inte lyfts upp till ytan och de bara löses för stunden.

4.2.2 Så fungerar håltaktsprincipen på motormontering

På Scantias motormontering sker monteringen längs ett löpande band och är av typen styrande band. En motor färdigställs genom att monteringsarbete sker på 22 olika stationer. Allt arbete på varje station sker på en bestämd takttid som i dagsläget är sju minuter och 20 sekunder, när takttiden är slut flyttas materialet fram till nästa station. Denna framflyttning av material kallas framtaktning.

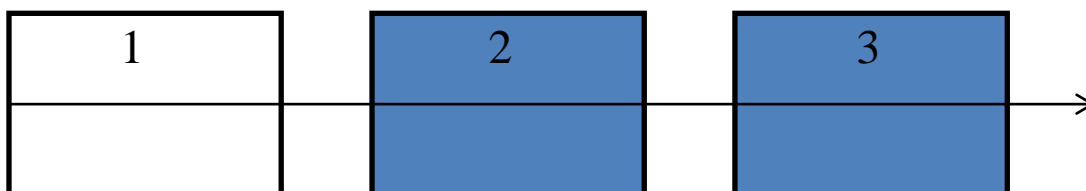
Scantias V8-lina på motormonteringen är idag balanserad för att klara av att producera x antal motorer om dagen. Hur många motorer som faktiskt produceras är y antal. Med detta koncept innebär det att motormonteringen har infört ett hål på var fjärde station för att slippa minska takttiden mot den vikande efterfrågan.

Håltaktsprincipen fungerar praktiskt genom att på station 1 sätts en motor i produktion två taktter i rad. När detta är gjort och en tredje motor egentligen ska sättas i produktion sätts

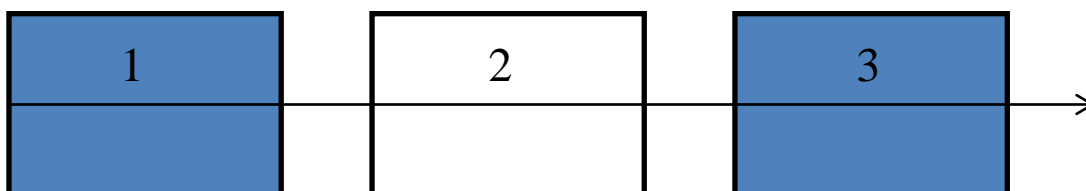
istället ett hål i produktion. Transportören går då tom igenom produktionen vilket leder till att montörerna kommer behöva göra en viss rotation till andra monteringspositioner än den position som de brukar stå på. Dels krävdes rotation inom den egna MO:t (monteringsområde) samt en rotation in på första stationen på nästkommande MO. På motormonteringen finns det även stationer som är till för att kontrollera produkternas kvalitet. Scania vet med sig att detta är klassat som icke värdeskapande tid och slöseri men väljer ändå att använda detta koncept för att säkerställa att rätt kvalitet hålls ut mot kund.

I grundläget innan införandet av håltaktsprincipen på motormonteringen fanns det tre olika avdelningar eller som det kallas MO. När motormonteringen undersökte förutsättningarna insåg motormonteringen att dessa avdelningsgränser var tvungna att bli utsuddade. Med det menas att när hålet kom var montören på den sista stationen på ett MO tvungen att följa med till första stationen på nästa MO. De faktorer som de tog hänsyn till var motormonterings OPE (overall process efficacy som är tillgänglig arbetstid med stopptid inräknat), taktid, kapacitet och den önskade volymen.

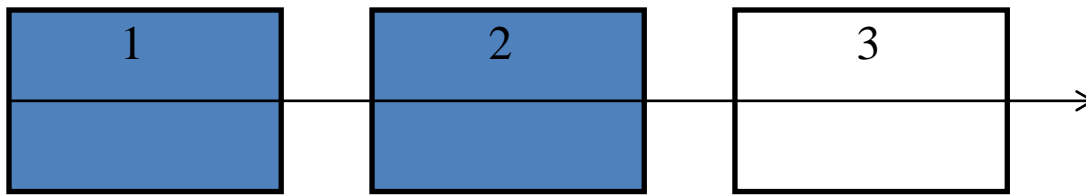
För att skapa en förståelse för hur håltaktsprincipen fungerar i praktiken kan figur 5 till och med figur 7 studeras. Där visas det visuellt hur hålet dras fram genom produktion vid framtaktning. De fyllda rutorna symboliserar produkt och den ihåliga rutnan symboliserar hål



Figur 5 hålet befinner sig på station 1



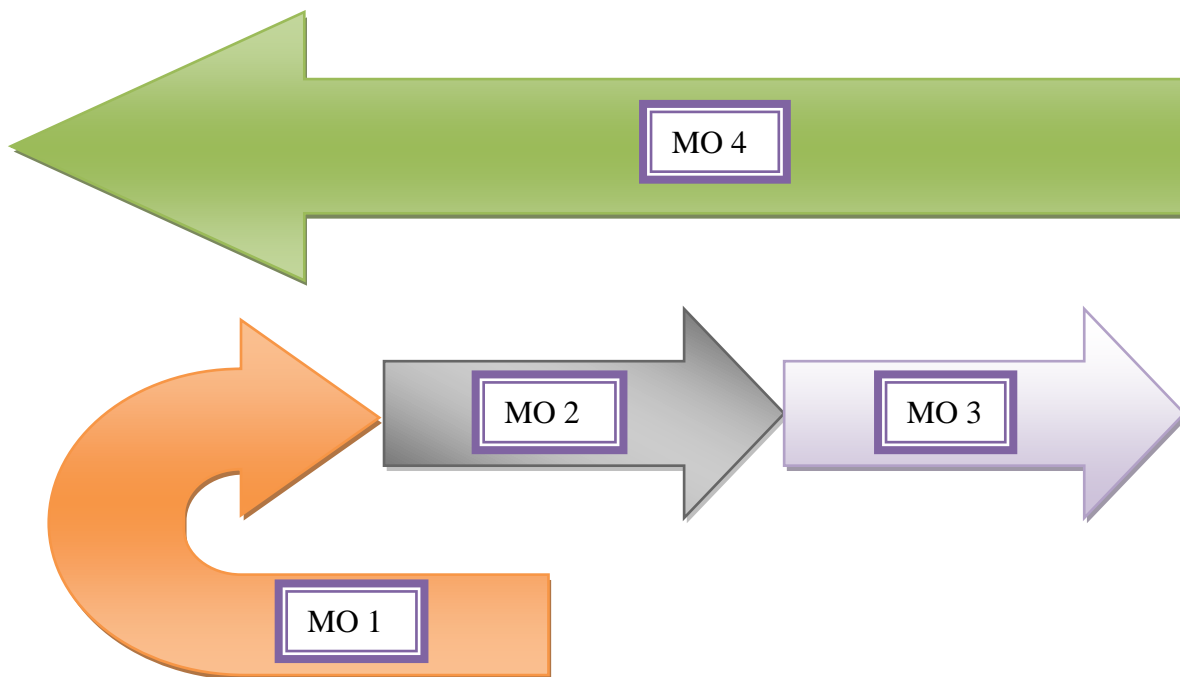
Figur 6 hålet befinner sig på station 2



Figur 7 hålet befinner sig på station 3

4.2.3 Nulägesbeskrivning av busschassilinan

I dagsläget tillverkas chassit längs en lina. Det är en lina som tillämpar löpandebandsprincipen vilket betyder att busschassiet står still på varje station. Längs med linan finns det 20 stationer men i dagsläget används bara 18 stationer. Station 1 till och med 10 kallas för ben ett och station 11 till och med 20 kallas för ben två. Denna uppdelning mellan olika ben finns för att de avgränsas av en truckgång som går mellan de olika benen. Alla stationer används fysiskt men Scania har valt att slå ihop stationer då det inte finns tillräckligt med volym att producera. Stationer har därför slagits ihop till att utföras under en takt. Station 1 och 2 görs under en takt, likaså station 3 och 4. Sedan i ben två har station 14 och 15 slagits ihop till en station samt att en montör utför arbete på station 16, 19 och 20. Att Scania valt att göra på det här sättet beror på att busschassilinan inte går för fullt. I dagsläget är linan balanserad för att ha en takttid på 40 minuter per buss och historiskt sett sedan 2007 har den lägsta takttiden varit 24 minuter. En förenklad layout för hur en buss flödar genom produktionen ses i figur 8. För en mer detaljerad beskrivning se bilaga ett till och med fyra.



Figur 8 Förenklad layout av busslinan

4.2.4 Tillverkningsprocessen i korthet

Chassitillverkningen startar på stationen för bakramen där denna monteras ihop för att sedan skickas vidare till station 1. Här stansas chassinumret in i ramen samt att framdelen monteras ihop med den bakre delen. På station 2 monteras jordförband och på station 3 dras viss el samt alla hydrauliska rör. Detta arbete fortsätts på station 4 där alla trycktankar och ventiler monteras. När chassit kommer till station 5 monteras alla pvc-rör som finns på chassit, här monteras även bränslerören. Chassit skjuts fram till station 6 där alla elektronikkablar och ledningar monteras. På station 7 kommer framaxeln att monteras, här monteras även stödaxeln om chassit är av sådan modell som ska ha stödaxel. Därefter på station 8 monteras bakaxeln på plats för att monteras ihop med motor och växellåda efter att dessa dockats i chassit på station 9. På station 10 monteras förarplatsen som kommer helt färdigmonterad från förarplatslinan.

Efter station 10 skjuts chassit över i ben två som ligger på andra sidan truckgången, här ska hjulen monteras på station 11 samt att en fästram som är förmonterad med glykoltank, servobehållare och luftfilter ska påmonteras. Station 12 monterar kylaren med tillhörande utrustning och fyller luftsystemet med luft för att trycktesta detta för att identifiera läckor. När chassit kommer till station 13 är detta en Q-zon där det bara är kvalitetspunkter som

kontrolleras, här sker alltså ingen montering. Därefter rullas chassit in på station 14 där alla medium som till exempel diesel, glykol och servoolja ska fyllas på. När detta är gjort kommer chassit att provstartas, samtidigt som detta görs testas programvaran med en indockad dator. När chassit är provstartat ska det köras in i dynahuset som i dagsläget är samma station. Här görs bromsprov samt landsvägsprov. Efter dynahuset kommer station 16 där bullerkåpor och AC hylla monteras, därefter kommer chassit att rullas fram till kundfiltret som är station 18. Här har en kontrollant till uppgift att kontrollera ett visst antal punkter på chassit för att de ska motsvara kvalitetskrav som ställs. När det är kontrollerat rullas chassit in i tectyleringsrummet där chassit tectyleras för att sedan placeras i torkboxen där chassits tectyl torkas. Därefter körs chassit ut och ställs på en lagerplats innanför stängslet.

Alla dessa monteringsstationer är i sin tur indelade i olika monteringsområden (MO), hur det är uppdelat i dagsläget mellan monteringsområden och stationer redovisas i figur 9.

Monteringsområde	Station
MO1	Station 1 till och med station 4
MO2	Station 5 till och med station 7
MO3	Station 8 till och med station 10
MO4	Station 11 till och med station 20

Figur 9 Områdesöversikt

För varje monteringsområde finns det idag från kontorssidan en områdeschef (GP), produkttekniker (Prt) och en processtekniker (Pt). GP är ansvarig chef, Prt och PT är stödfunktioner för att verksamheten ska flyta på så bra som möjligt.

Nulägeslayout inklusive antal montörer i dagsläget finns att beskåda i bilaga ett till och med fyra. Idag finns det 18 stycken fasta montörspositioner längs linan, det finns även 17 stycken fasta montörspositioner som står på förmonteringarna och monterar. Fasta positioner har fått den benämningen för att det är en position som alltid gör detta jobb.

Det finns även någonting som kallas för variantposition, dessa går in och gör specialjobb på vissa tunga varianter, detta för att det är omöjligt för de fasta positionerna att hinna med detta då varje buss är kundspecifik vilket betyder att även om det är samma modell av buss kan det skilja väldigt mycket i arbetsbörda. Det finns även en person som kallas för Team Leader (TL). Den som arbetar som TL har inget bestämt monteringsarbete utan denna fungerar som en andonperson, i Scania's fall tillämpas detta genom att om montören eller varianten får

problem trycker de på en knapp och en lampa börjar blinka. I detta läge vet andonpersonen att den ska gå dit och avhjälpa felet för att processen ska kunna fortskrida.

4.2.5 Materialleveranser och poka-yoke

För att få rätt material till rätt chassi har Scania's busschassilina valt att använda sig av både materialbuffertar och kittade sekvensleveranser. Detta är en tillämpning av JIT där rätt material ska leveras i rätt tid till rätt plats där de ska monteras. För material som är standardkomponenter och sitter som standard på ett busschassi står dessa på en lastpall eller i ett pallställ. När dessa är på väg att ta slut skjuter montören som tar komponenter ur stället eller pallen ut en flagga som sitter fast på sidan av stället eller pallen. Detta gör att logistikavdelningen som kör kontrollrundor med truckar ser detta på sin rundtur vilket i sin tur gör att de sedan kommer och byter ut den tomma pallen. För material som inte är standard utan är speciellt på ett busschassi kommer detta i en kittad sekvenserad leverans, detta betyder att just det material som behövs till just det chassit kommer i rätt tid. För att busschassilinan ska kvalitetssäkra att de dragit alla moment på ett förband läses en chassiorder in med en streckkod gentemot dragaren. Detta görs för att dragaren ska veta hur många förband och hur många skruvar som ska dras på detta chassi. När montören drar förbandet lyser det grönt i dragarens hållare för hylsor för att rätt hylsa ska användas, När skruven/bulten uppnått rätt moment står det ok på en display. När detta är gjort ställer montören tillbaka hylsan i sin hållare och det lyser grönt på nästa hylsa för att det är denna som ska användas. När alla förband och moment är dragna på chassit kommer en vit lampa att lysa på dragaren som talar om att chassit är färdigt.

4.2.6 Tekniska flaskhalsar på busschassilinan

För att kunna få fram ett resultat med ett liknande koncept som för förarplatsen måste förutsättningar för vad som är 100 % takt för busschassilinan definieras. Förutsättningarna för detta är att hitta den tekniska flaskhalsen på busschassilinan. Det är den som sätter vilken tid som är den maximala produktionshastigheten. Detta beror på att de andra förutsättningarna för hur fort det går att montera sätts utefter hur många anställda som det finns längs linan. Vid studier av busschassilinan identifierades sju stycken tekniska flaskhalsar utefter linan. De tekniska flaskhalsarna som identifierats längs linan var:

- Station 5 Pvc-rörskapen – 10 min
- Station 7 Axelmätning – 5 min
- Station 8 Axelmätning – 4 min
- Station 11 Hjulmutterdragaren – 5 min
- Station 14 Påfyllningen – 9 min
- Dynahuset med broms och landsvägsprov – 11 min
- Tectyleringen – 30 min

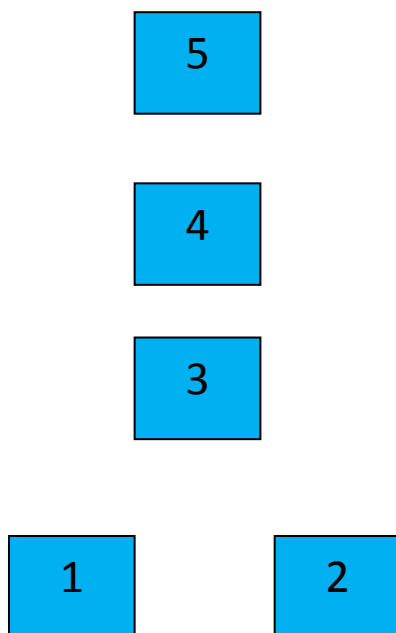
På station 5 i flödet identifierades pvc-rörskapen som har en processtid på tio minuter. Det som pvc-rörskapen gör är att den skapar pvc-rörsrullar som hopbuntas med rör till specifika chassin på linan. Därefter på station 7 och 8 sker en så kallad axelmätning. Detta tar fem respektive 4 minuter och görs för att hjulen ska ha rätt vinkel under transporten. På station 7 görs inställning av framaxeln och på station 8 mäts bakaxeln och ställs in samt att de chassin med stödaxel också mäts samt ställs in.

Efter axelmätningen är hjulmutterdragaren nästa flaskhals längs linan. Denna station är lite beroende på hur många axlar chassit har. Det är tre axlar som det kan vara som mest, då måste hjulmutterdragaren dra 60 st hjulmuttrar då det är tio hjulmuttrar på varje hjul. Är det ett chassi med endast två axlar är det 40 hjulmuttrar som ska dras. Påfyllningen av chassit görs på station 14 där chassit/motorn fylls upp med de medium som tidigare inte är påfyllda. Det är till exempel diesel, kylarglykol, styrservo, bromsservo. Motorolja är redan påfyllt uppe på motormonteringen då de provstartar alla motorer innan de skeppas ut därifrån. I dynahuset kommer chassit sedan att provköras på valsrullar för att bromsar ska testas samt att hjulen på bakaxeln ska nå maxhastighet i ett så kallat landsvägsprov. Hastigheten enligt hastighetsmätaren på förarplats kontrolleras också mot valsen i 50 km/h att det överensstämmer.

Sista anhalten gällande tekniska flaskhalsar är tectyleringen där det sker tectylering samt att chassit får stå i en torkbox. I torkboxen ska chassit stå och torka i 15-30 minuter vid 25°C. Är det bra luftcirkulation och högre temperatur torkar tectylen fortare. Eftersom busschassilinan historiskt haft en taktid på 24 minuter och då använde samma tectyl går det att se till att den är torr på snabbare tid än 30 minuter som är maxtiden. Detta är något som måste undersökas för att kunna sänka taktiden under 30 minuter.

4.2.7 Tillverkning av förarplatser

På förarplats byggs den del av bussen där föraren sitter och manövrerar bussen. Detta är en egen lina med ett eget taktssystem för att det tillverkas förarplatser till busschassilinan samt knock down. En knock down är en färdig förarplats som paketeras i en låda som därefter skickas till andra monteringsanläggningar. En förarplats är aldrig den andra lik. Det finns en bred variantflora som gör det väldigt komplext att bygga en förarplats då det alltid beroende på vilken variant som ska byggas tar olika lång tid. Detta gör att det inte finns någon standardmodell av förarplats. Det finns så klart komponenter som är likadana men alla förarplatser är olika. Denna förmontering försörjer busschassilinan med förarplatser vilket betyder att förarplatsens utformning till viss del bestäms av vilken typ av buss som är beställd. Deras montering sätts alltså utefter bussens specifikationer. I figur 10 kan en nulägeslayout över förarplatsen studeras.



Figur 10 layout över förarplatsmonteringen

På förarplatsens station 1 och 2 är det speciella fixturer som används, och på de resterande stationerna används lyftbord som det totalt finns fem stycken av.

När en förarplats sätts i produktion börjar den på station 1 som på linan kallas elcentralen. Här monteras alla styrenheter, kretskort och relän på den ställning som de sitter på i bussen. Detta är bara en förberedelse för station 3 och 5.

På station 2 börjar montörens arbete på varje takt med att den sätter alla styrboxar i sina programmeringsstationer. Dessa leveras från denna montör programmerade och klara till station 1. Efter att montören satt dessa i sina programmeringsstationer bygger samma montör bromsen. På denna station byggs även kopplingen med dess pedalställ om bussen har en manuell växellåda.

När pedalerna är färdigbyggda plockar montören fram förarplatsens balkar, golv, stol, ratt, den hopmonterade bromsen och pedalplåt. Detta läggs på en förarplatsbärare som används till att förflytta förarplatsen mellan sina stationer.

När takten börjar hämtar montören på station 3 dessa komponenter från pedalbänken. På denna station monteras sedan de komponenter som stationen innan har lagt fram. Här monteras även styrklo, gaspedal och tempgivare för förarplats. Här läggs rattlås, spakar och kåpor fram för att nästa montör ska vara förberedd att montera.

Station 4 börjar med att montera de komponenter som station 3 har lagt fram. Här monteras sedan växelväljare och diagnosuttag. Gaspedalen dras åt och kopplingen kontrolldras om det är en modell med koppling. Montören på station 4 lägger upp instrumentpanelen på sin plats innan förarplatsen skickas vidare till nästa station.

På station 5 monteras instrumentpanelen ihop, när detta är gjort hämtar montören elcentralen och monterar denna. När elcentralen är monterad kopplas alla kablar in på sina platser. Montören drar fast batterikablar och sätter buntband på kablarna så de ska hålla ihop. Den sista uppgiften på station 5 är att göra ett så kallat SAAB-test. Detta test heter SAAB-test för det kommer ursprungligen från biltillverkaren SAAB. Här testats alla funktioner på förarplatsen, det vill säga ström kopplas in på förarplatsen och därefter säger datorn åt montören att trycka på olika knappar efter en instruktion på skärmen. Detta är bara för att säkerställa att allting är rätt kopplat och fungerar på förarplats. Därefter är förarplatsen färdig att monteras på busschassit på linan eller att skickas iväg som knock down.

5 Analys och diskussion av nuläge

I detta kapitel kommer nulägesanalysen jämföras med den insamlade teorin för att det ska leda till viktiga slutsatser angående håltaktsprincipen samt nuläget på busschassitillverkningen och förarplatslinan.

5.1 Analys av motortillverkning

På motortillverkningen hos Scania i Södertälje tillämpas löpandebandsprincipen med ett styrande band. För varje station finns det en given taktid som är gemensam för hela produktionslinan. Detta leder enligt Becker och Scholl (2006) till att onödig väntetid som skapas om stationerna skulle haft individuell taktid undviks. När en produktion sker längs en lina har varje station en förutbestämd mängd arbete vilket kallas linabalansering. För att detta ska göras så effektivt som möjligt menar Olhager (2013) att arbetsinnehållet på varje station inte ska överstiga den gemensamma taktiden och denna perfekta balansering är svår att uppnå.

Efter nulägesbeskrivningen kan håltaktsprincipen definieras som:

”Håltaktsprincipen innebär att det sker en kontinuerlig produktion längs ett löpandeband där håll stoppas in i produktion med en bestämd frekvens”.

Det som motormonteringen har lyckats skapa med hjälp av införande av håltaktsprincipen är i enlighet med vad Olhager (2013) menar är en volym- och produktflexibel produktion. Detta lyckas motormonteringen väldigt bra med då de under förutsättning att de har personal som har rätt kompetens kan ändra sin produktionsvolym från dag till dag om detta skulle krävas. Anledningen till att denna volymförändring är viktig att kunna göra beror på att det är en kundorienterad produktion.

Det är också precis hur volymminskning ska mötas, det är helt fel väg att gå genom att höja och sänka taktiden då det skapar mycket problem med balanseringsarbetet på de olika stationerna (www.Leanproductions.se).

Med håltaktsprincipen får motormonteringen en lägre kapitalbindningstid jämfört med om samma volym skulle produceras med ett traditionellt upplägg. Anledningen till denna slutsats

är att genomloppstiden blir kortare från första till sista station på linan än vid traditionellt upplägg. Detta på grund av att det krävs en lägre taktid om hål ska stoppas in i produktionen för att få rätt output jämfört med traditionell linaproduktion där arbetet är balanserat för en viss takt.

För att få motormonteringen att fungera med håltaktsprincipen var avdelningsgränserna tvungna att till viss del suddas ut, detta på grund av att rotationen inte skulle fungera om motormonteringen inte rörde sig över dessa gränser. Detta ledde även till att fler montörer var tvungna att läras och tränas i nya arbetsmoment och stationer. Detta är enligt Olhager (2013) en flexibilitet i att samma montör kan flera stationer och arbetsmoment. Personalflexibilitet är en förutsättning för att håltaktsprincipen ska vara applicerbar.

Det som motormonteringen sett som den största vinningen i att använda sig av håltaktsprincipen är att de kunde undvika ombalanseringsarbetet. En ombalansering medför att arbetsmoment måste flyttas, vilket kan leda till att en lina blir ineffektiv. Won et al. (2014) menar att en lina som är ineffektiv brukar omfördela arbete till stationer som inte har lika hög beläggning. Vid ombalansering kan obalans skapas utan att det är meningen. Ett arbetsmoment som till en början tar lång tid kan montören bli så pass tränad att den gör det på en kortare tid. Detta kan i förlängningen leda till att efter ombalanseringen blir det obalans mellan stationer. Den svårighet som finns med håltaktsprincipen är att beroende på antal hål som befinner sig på linan ger att det befinner sig olika mycket arbete på linan. Detta gör det svårt att balansera hur många montörer som ska finnas på linan, antal montörer måste balanseras utefter när det finns som mest arbete vilket leder till att personal blir arbetslösa under vissa takter. Detta är tvärt emot vad Sörqvist (2008), Olhager (2013) Pettersson et al. (2009) skriver om slöseri. De menar att väntan är onödig när resursen inte finns tillgänglig när den behövs. I detta fall är det omvänt och kan då definieras som slöseri i och med att människan får vänta samt att dess kapacitet inte utnyttjas.

Håltaktsprincipen som framkommit ur nulägesbeskrivningen är applicerbar på alla typer av löpandebandstillvekningsanordningar. Den fungerar inte när en verksamhet har sin tillverkningsprocess i en funktionell layout där strävan enligt Lumsden (2012) är att ha en så hög maskinbeläggning som möjligt vid produktion i den typen av verksamhet.

Någonting som motormonteringen sett som en risk i håltaktsprincipen är att det är lockande att hoppa över hål för att köra ikapp tappad produktion för att genom detta slippa använda sig av övertid. Detta är en slags standardisering som Pettersson et al. (2009) framhåller är en överenskommelse med vilka regler som gäller. Så länge det inte kommer beslut från högre instans på företaget ska processen med vilken hålfrekvens som gäller följas slaviskt. Följs inte detta kan det i slutändan leda till avvikelser som inte kommer upp till ytan för att problemen löses där och då för stunden.

5.1.1 Implementeringsarbetet

Vid implementeringen på buss kan denna förändring jämföras med en strukturell förändring. Då det blev en omorganisation av arbetsuppgifter, samt hur montörerna skulle rotera när hålet anlände till den station som de arbetade på. Den process hur detta lades fram kan liknas vid det som Bruzelius och Skärvad (2011) förklarar som förankringsmodellen då team leaders fick vara med och ge åsikter till detta redan när håltaktstankarna började komma.

5.1.2 Fördelar och nackdelar

Fördelar som framkommer ut analysen:

- Anställda ska kunna fler arbetsmoment vilket leder till en personalflexibilitet
- Volymförändring kan ske utan att stora ombalanseringar behöver göras
- Håltaktsprincipen ger stor och snabb volymflexibilitet under förutsättning att personal med rätt kompetens snabbt kan tillsättas samt att ombalanseringsarbetet kan undvikas
- Håltaktsprincipen är applicerbar på alla typer av produktioner med löpandebandsprincip med förutsättning att anställda kan flera olika arbetsuppgifter
- Kapitalbindningstiden är kortare med håltaktsprincipen gentemot att samma output ges med konstant volym

Nackdelar som framkommer ur analysen:

- Linan kan bli ineffektiv efter en ombalansering då obalans kan skapas av att olika montörer blir olika tränade på sitt arbetsmoment detta leder till att olika stationer tar olika lång tid att utföra.

- Om hålfrekvensen inte följs kan detta leda till att motorer sätts i produktion där det egentligen ska vara hål, då frångås produktionsplanen vilket i sin tur kan leda till att avvikelser inte lyfts till ytan. Detta har som resultat att kvaliteten sjunker.
- Att de anställda ska kunna fler moment än vad de gjort tidigare, kan möta motstånd och ovilja. Kan även vara svårt för vissa att lära sig fler arbetsmoment.

5.2 Analys av nuläge på buss

Produktionen på busschassilinan fungerar som ett löpande band men det är inget styrande band utan det har funktionen som ett flytande band. Chassit flyttas framåt med hjälp av handkraft, det är alltså montörerna som själva skjuter det framåt på vagnar eller luftkuddar. Busschassilinas produktion är en kundorderstyrd produktion vilket betyder att inget chassi tillverkas innan det är köpt av en kund. Produktion skulle därför kunna liknas med ett pullsystem som Miltenburg (2001) beskriver är när material dras från stationen innan. Alltså inget material levereras innan det har kommit en signal för ett behov. Hårdras detta kan man säga att kunden drar en buss ur produktion. Detta system genererar enligt Savsar och Al-Jawini (2006) färre produkter i arbete och överensstämmer bra med busschassilinan då det inte finns några buffertar mellan stationer utan det är endast de chassin som står på varje station som finns som produkter i arbete.

Med tanke på den kundorderstyrda produktionen gör det att busschassilinan är väldigt konjunktursberoende och därför beroende av att det kommer en jämn ström med kundorder. I och med att det inte gör det utan det finns variation i efterfrågan behöver därför busschassilinan vara flexibel i sin volym. I dagsläget tar det 10 till 12 veckor att ändra produktionsvolym vilket inte är i enlighet med vad Olhager (2013) är att vara volymflexibel. Kan busschassilinan lyckas med att efterlikna håltaktsprincipen från motormonteringen går det att skapa ett flexibelt produktionssystem även för busschassilinan.

En skillnad som busschassilinan har gentemot motormonteringen är att takttiden är mycket längre vilket gör det svårare för montörer att kunna flera stationer beroende på att arbetsinnehållet är väldigt stort. Detta påtalar Olhager (2013) är en del i att ha personalflexibilitet när de anställda klarar av att göra flera olika arbetsmoment eller stationer. En lång takttid som busschassilinan har är inte i enlighet med vad Pettersson et al. (2009) menar. Enligt Pettersson et al. (2009) är det svårt att applicera takttid på produktioner med

lång takttid då varje takt har ett stort arbetsinnehåll vilket leder till att det inte ger tillräckligt med information om det slöseri som finns i arbetet.

Att använda sig av takttid har dock andra fördelar som Olhager (2013) hävdar är att produktionen undviker slöserier i form av fördröjningar och överproduktion. Miltenburg (2001) menar vidare att det går att möta konjunktursförändringar med att justera den tillgängliga arbetstiden per dag.

Det som i dagsläget föreligger som ett hinder för att kunna implementera håltaktsprincipen är att det inte går att sätta in håll mot dagens produktion, detta kommer inte att generera tillräcklig output. Detta är skillnaden mellan busschassilinan gentemot motormonteringen då de hade en vikande efterfrågan medan busschassilinan vill använda håltaktsprincipen till att slippa göra ombalanseringar. Om takttiden sänkts och håltaktsprincipen implementeras kommer chassit få en kortare genomloppstid genom produktion vilket i sin tur leder till att kapitalbindningstiden per chassi minskar i produktionen. Håltaktsprincipen påverkar bara kapitalbindningen på busschassilinan då motortillverkningen lade in håll från sin grundtakt medan busschassilinan måste sänka sin takttid för att få rätt output per dag. Det betyder att de har en lägre kapitalbindningstid i dagsläget mot om de skulle gjort en traditionell ombalansering med höjd takttid.

Övergripande för hela Scania är att alla arbetar väldigt hårt med ständiga förbättringar och detta är i enlighet med Olhager (2013) som hävdar med att ingen process är perfekt och att det därför finns behov och utrymme för att göra förbättringar i densamma. Scania har lyckats göra detta till en naturlig del av varje arbetares vardag, detta är i enlighet med hur Sörqvist (2008) menar att arbetet med ständiga förbättringar måste fortlöpa.

I dagsläget finns det på busschassilinan två stycken stationer där det inte sker någon montering utan dessa är kvalitetsstationer, den ena är en Q-zon och den andra ett kundfilter där det sker kvalitetskontroller på busschassit. Olhager (2013) menar att kvalitetskontroll ska byggas in i processen. Detta överensstämmer med vad Miltenburg (2001) menar är jidoka, att montörer och arbetare längs linan kontrollerar sina produkter längs linans rörelse. Dessa två stationer är heller inte i enlighet med vad Pettersson et al. (2009) och Olhager (2013) menar är värdeskapande, dessa två förädlar inte produkten. Därför kan de betecknas som icke värdeskapande alternativt slöseri. Q-zon och kundfilter ställer till det i arbetet med

håltaktsprincipen, det är svårt att få till en bra rotation om dessa två stationer ska vara kvar som helt egna. Det skapa även problem med om en kontrollant ska vara bunden till den positionen. Dessa stationer kommer att ställa till rotationen om det ska vara en kontrollant som är bunden till just den stationen.

Det som Scantias busschassilina gör för att kvalitetssäkra sina produkter under deras färd från start till slut är att poka-yoke dragare används. Detta för att bygga bort risken för att en operatör ska göra fel. Detta är vad både Miltenburg (2001) och Olhager (2013) menar att jidoka är. Felsäkring har byggts in i systemet genom poka-yoke dragarna och fel bör därför upptäckas på plats under arbetets gång.

Vad gäller materialtillförseln till linan vid ett eventuellt införande av håltaktsprincipen är att logistikavdelningen på Scania kommer att påverkas genom att busschassilinan kommer behöva ha en kortare taktid. Detta kommer generera att logistikens turer kommer att vara tvungna att göras oftare.

Det är bara en av de tekniska flaskhalsarna som finns på busschassilinan som spelar in på håltaktsprincipen vilken är tectyleringen. Denna station måste det göras fortsatta studier på för att se till att den hinner utföras på rätt sätt med en lägre taktid.

Hinder som i dagsläget föreligger för en implementering av håltaktsprincipen:

- Alla montörer kan inte flera stationer.
- Taktiden måste sänkas, vilket leder till en större första ombalansering för att kunna implementera och använda håltaktsprincipen.
- Materialtillförseln måste säkras, vilket betyder att logistikavdelningen måste se över sina turer med den sänkta taktiden.
- Tectyleringens torktid måste utredas så den utförs enligt föreskrifter samt att den är lägre än tilltänkt taktid.

5.3 Analys av nuläge på förarplatslinan

Förarplatslinaan är en monteringslina som fungerar som en egen monteringslina i produktionen. Det är en kundorderstyrd produktion som försörjer busschassilinan och

monteringsanläggningar runt om i världen med förarplatser. För att kunna implementera håltaktsprincipen behöver takttiden sänkas för att annars ges inte rätt antal förarplatser i output per dag.

Produktionen på förarplatstillverkningen är av typ flytande band, det är samma sak här som på stora busschassilinan att förarplatserna flyttas fram med handkraft. På förarplatstillverkningen är det precis som på chassitillverkningen svårt med volymflexibiliteten vilket enligt Olhager (2013) och Katayama och Bennet (1999) är en av grundförutsättningarna för att kunna arbeta med en flexibel produktion. Det som är bra på förarplatsen och överensstämmer med vad Olhager (2013) säger är en förutsättning för personalflexibilitet är att av de fem montörerna som finns på förarplats kan fyra av dem alla stationer. Detta är en god förutsättning för att kunna implementera håltaktsprincipen då detta ansågs vara en svårighet på motormonteringen vid införande.

Det som skulle vara en styrka för förarplatslinan att införa håltaktsprincipen är att de har två parametrar som spelar in i hur många förarplatser de måste producera varje dag. De är beroende av både hur många chassin som ska tillverkas samt hur många knock downs som ska tillverkas under en dag. Detta för att det skulle var mycket bra att kunna vara flexiblare än i dagsläget med att ändra volym.

6 Förslag till tillämpning av håltaktsprincipen

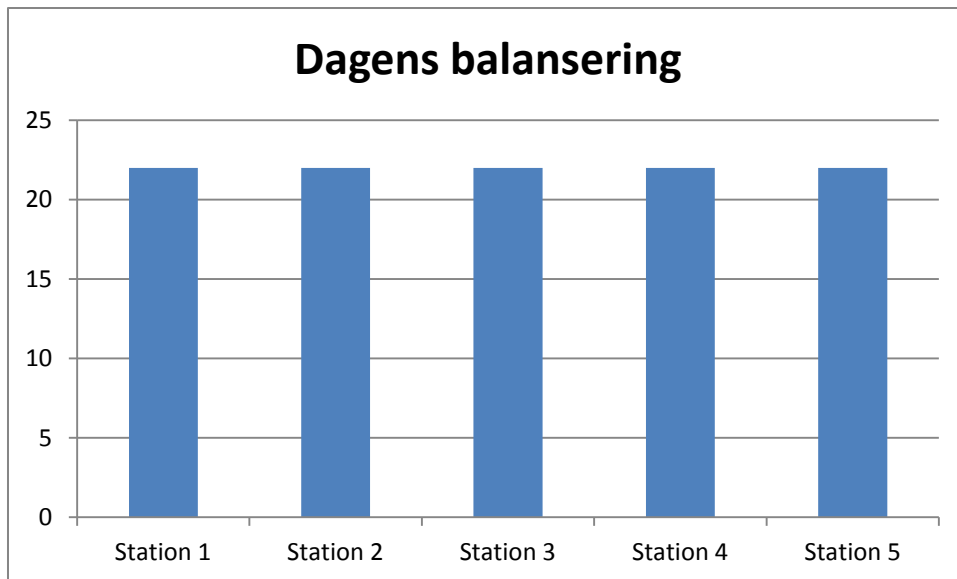
I detta kapitel kommer ett förslag för implementering av håltaktsprincipen på förarplatslinan och busschassilinan att föreslås.

6.1 Koncept förarplatslinan

Det finns tre dimensioner som behöver vara med om det ska vara möjligt att införa håltaktsprincipen på förarplatslinan. Dessa är en förstudie där det framkommer teoretiska och praktiska problem, hur detta ska implementeras samt vilket efterarbete som behöver göras. Det finns vissa teoretiska aspekter som framkommit under arbetet. Dessa är att det konstaterats att för att kunna införa håltaktsprincipen måste takttiden sänkas mot dagsläget för att linan ska få ut rätt antal förarplatser varje dag. Anledningen till att ett koncept har arbetats fram till förarplats är för att busschassilinas ledning vill provköra detta på förarplatslinan för att se om det fungerar innan det implementeras på busschassilinan. Detta betyder också att det finns en pilotavdelning som övrig personal kan gå och se på för att förstå konceptet. På förarplatslinan finns det två stycken tekniska flaskhalsar som måste tas i beaktning när takttiden ändras. Den första är programmeringen på station 2 som tar åtta minuter att göra. Den andra tekniska flaskhalsen är på station 5 där det är viss programmering samt SAAB-test, detta tar tio minuter att göra.

6.1.1 Teoretiska och praktiska problem

I stora drag betyder en taksänkning att en ombalansering måste göras. Balanseringen i dagens arbete visas i figur 11.

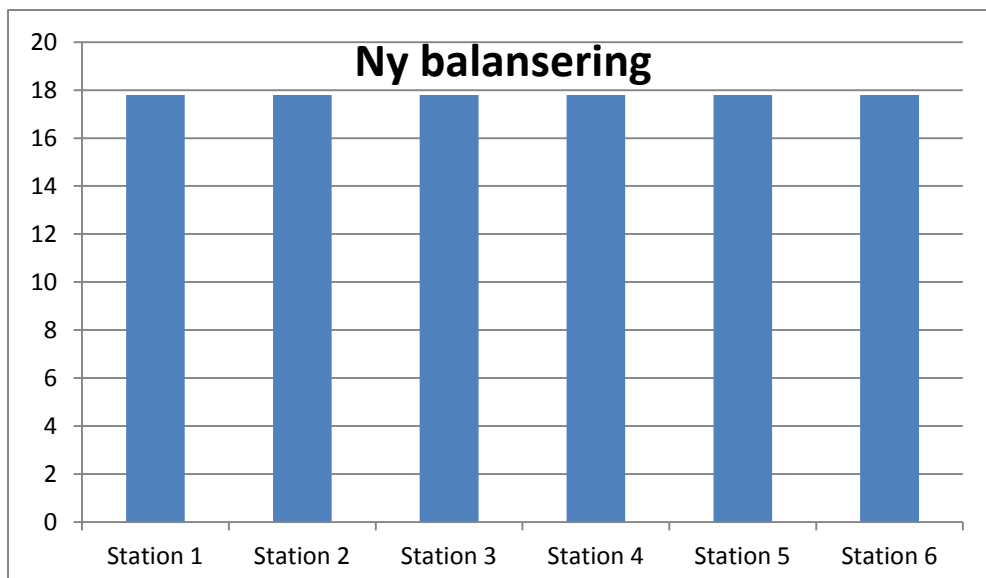


Figur 11 Dagens balansering

I dagsläget finns det 5 montörer fördelade på dessa fem stationer som alla har takttiden 22 minuter, men för att få rätt antal förarplatser varje dag måste takttiden sänkas till 17 minuter och 48 sekunder. Det beror på att om håll används i dagens produktion har inte kundens efterfrågan av förarplatser framställts. Lägg tiden på varje station ihop till en totaltid ges 110 minuter. Detta är alltså en förarplats genomloppstid.

För att klara av att producera på en lägre takttid utan att tillföra någon personal måste förarplats öppna en av de stationer som idag inte används. Det betyder alltså att det kommer finnas sex stationer på förarplatslinan istället för dagens fem stationer.

Det totala arbetet kommer då att spridas på sex stationer istället för fem. Delas totaltiden som är 110 minuter på sex stationer fås en takttid på 18 minuter och 19 sekunder. Detta är dock en för hög takttid för att få rätt output, den takttid som krävs är 17 minuter och 48 sekunder vilket leder till att förarplatslinan kommer att behöva genomföra en sekundjakt på ungefär en halvminut per station. Detta betyder att linan vrider ner takttiden och sedan löser problem som uppstår längs vägen. Den totala arbetstiden för att få en förarplats färdig blir med den nya takttiden 106 minuter och 48 sekunder. Detta skulle innebära att kapitalbindningstiden minskas med 3 minuter och 12 sekunder. Den nya balansering skulle därför behöva se ut som figur 12 visar.



Figur 12 illustrerar hur den nya balanseringen ska se ut

För att kunna använda sig av håltaktsprincipen på förarplatslinan utan att behöva tillföra personal måste utgångspunkten vara takttrappsstegen 22-takt eller 23-takt. Dessa två är teoretiskt genomförbara. I figur 13 visualiseras det vad outputen blir med olika antal hål längs linan.

	2:a	3:e	4:e	5:e	6:e
Dag 1	11	16	18	19	20
Dag 2	12	15	17	18	19
Dag 3		15	17	18	19
Dag 4			17	18	19
Dag 5				19	19
Dag 6					19

Figur 13 Visuellt Bild av output med 23-takt beroende av frekvens på hål

Här syns det tydligt att om grundtaktan är balanserad för 23-takt och ett hål stoppas in på till exempel varannan takt blir outputen den ena dagen 11 och nästkommande 12. Sedan fungerar trappan på samma vis för de andra hålstegen.

Efter busschefens önskemål om att det i möjligaste mån ska finnas en repetition i arbetet har detta resulterat i ett rotationsmönster när hålet inträffar på förarplatslinan, dessa kan studeras i bilaga fem till och med åtta. Fördelen med denna rotation är att den kommer automatiskt. Det finns en arbetsrotation idag också på grund av att på förarplats har de vissa moment som

utförs med en pistoldragare där montören får ta upp hela kraften med arm och handled när skruven når botten. Detta är ett icke ergonomiskt arbetsmoment och kräver därför i dagsläget arbetsrotation för att undvika förslitningsskador. Detta är någonting som skulle få en naturlig lösning om håltaktsprincipen skulle införas. Det skulle också bli en högre frekvens på rotationen än i dagsläget.

6.1.2 Implementering

För att det ska bli en lyckad implementering måste berörda parter informeras och få vara med och utforma detta från början. Därför måste ett möte hållas där konceptet presenteras för alla berörda på MO 3. De berörda på MO3:s är dess chef, processtekniker samt produkttekniker samt team leadern för förarplats. Att dessa fyra måste involveras är för att de tillsammans måste utföra ombalanseringen då undertecknad inte besitter tillräckliga kunskaper om detaljerna för att kunna planera och genomföra en ombalansering av förarplats.

Vid detta möte ska det presenteras vilken som kommer bli bastakten och att en station till kommer att slås upp. Det måste presenteras hur rörelsemönstret ser ut när hålet kommer till den station som montören arbetar på samt hur hög frekvensen på håll i produktionen kommer att vara. När detta sedan praktiskt ska genomföras tar genomföraren inspiration från Scania:s egen motortillverkning där detta koncept användes vid en kraftig nedgång. Där var berörd personal med ute på golvet och förklarade samt dirigerade montörerna till rätt station på produktionsgolvet. Detta för att minska förvirringen i startskedet av införandet av håltaktsprincipen.

6.1.3 Efterarbete

I efterarbetet av en implementering av håltaktsprincipen behöver en utvärdering göras för att ta med sig det som har varit bra med att prova detta koncept. Detta ska fungera som en utvärdering för om detta koncept är någonting som bör implementeras på busschassilinan. Fungerar det bra kan det även i fortsättningen användas på förarplats då det kommer öka volymflexibiliteten där. Det som efterarbetet bör ge svar på är dessa frågeställningar:

- Har håltaktsprincipen hjälpt oss att undvika stora ombalanseringar?
- Hur fungerade rotationen när hålet kom till din station?
- Var hålet tillräckligt visuellt?

- När ska ett hål sättas i produktion?
- Var detta tillräckligt tydligt?
- Var det tillräckligt med repetition i arbetsmomenten?
- Vad hände när det blev stopptid?
- Sköts arbetet fram till nästa station där det var hål och startades arbetet då för tidigt?
- Vad hände då?

Dessa frågor kommer ge ett bra svar på hur håltaktsprincipen fungerat samt hur implementeringsarbetet gick.

6.2 Koncept busschassilinan

6.2.1 Förstudie buss

För att kunna bestämma vilken bastakt som är den optimala att använda sig av har studier gjorts på hur många chassin som blir output vid olika bastakter och vid olika hålsekvenser. Dessa har fått benämningen takttrappor vilka presenteras i figur 14 till och med figur 18. I dessa figurer syns det även hur många fasta positioner som skulle behövas på linan för att klara av att producera respektive antal chassin. Antalet anställda har räknats ut genom att låta antalet öka linjärt med hur mycket takttidssänkningen blir från dagsläget.

13-takt	2:a	3:e	4:e	5:e	6:e
Dag 1	6	9	10	11	11
Dag 2	7	8	9	10	10
Dag 3		9	10	10	11
Dag 4			10	10	11
Dag 5				11	11
Dag 6					11
Anställda	17	19	22	23	25
Takttid	31,5				

Figur 14 Takttrappa för 13-takt

14-takt	2:a	3:e	4:e	5:e	6:e
Dag 1	7	10	11	12	11
Dag 2	7	9	11	11	11
Dag 3		9	10	11	12
Dag 4			10	11	12
Dag 5				11	12
Dag 6					12
Anställda	16	20	22	24	25
Takttid	29,2				

Figur 15 Takttrappa för 14-takt

15-takt	2:a	3:e	4:e	5:e	6:e
Dag 1	8	10	12	12	12
Dag 2	7	10	11	12	12
Dag 3		10	11	12	12
Dag 4			11	12	13
Dag 5				12	13
Dag 6					13
Anställda	16	20	22	24	25
Takttid	27,3				

Figur 16 Takttrappa för 15-takt

17-takt	2:a	3:e	4:e	5:e	6:e
Dag 1	9	12	13	13	15
Dag 2	8	11	13	14	14
Dag 3		11	13	14	14
Dag 4			12	14	14
Dag 5				13	14
Dag 6					14
Anställda	18	23	25	26	28
Takttid	24,1				

Figur 17 Takttrappa för 17-takt

18-takt	2:a	3:e	4:e	5:e	6:e
Dag 1	9	12	13	15	15
Dag 2	9	12	13	14	15
Dag 3		12	14	14	15
Dag 4			14	14	15
Dag 5				15	15
Dag 6					15
Anställda	20	23	26	27	29
Takttid	22,7				

Figur 18 Takttrappa för 18-takt

Givet resultaten från dessa takttrappor är den bastakt som valts att arbeta vidare med 15-takt. Detta beror på att det är den takt som har de jämnaste taktstegen, med jämnast taktsteg menas att den täcker in flest olika steg i output. Den har alltså den största flexibiliteten av de framtagna håtaktstrapporna.

Om bastaken är 15 st chassin per dag och busschassilinan därefter kör in håll i produktionen vart annat chassi kommer outputen att bli sju ena dagen och sedan åtta nästa. Om det istället används håll var 3:e takt kommer produktionen få ut 10st chassin varje dag, vid håll var 4:e chassi kommer produktion att få ut en bas av 11 chassin i tre dagar och sedan den 4:e dagen vinner produktion ett chassi.

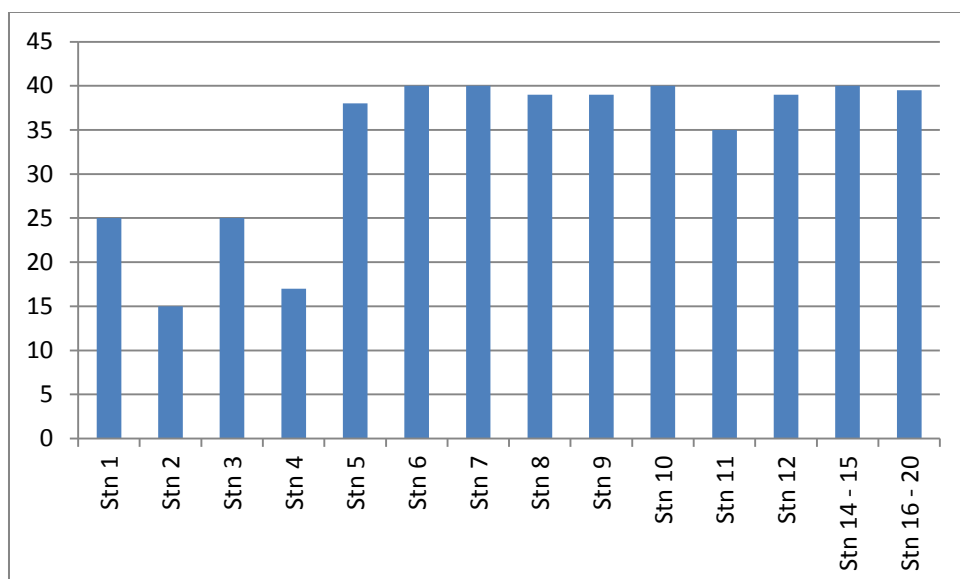
Vid håll vart 5:e kommer outputen att bli 12 chassin varje dag och vid håll vart 6:e blir det output 12 chassin i tre dagar och 13 chassin i tre dagar.

Det blir en skillnad i hur många chassin som blir output varje dag. Detta är en viktig aspekt för dem som gör planeringen för buss, att vissa dagar så vinnas ett chassi och andra dagar tappas ett. Att det skiljer mellan hur många som lämnar fabriken beror på hålstegen, för varje hålfrekvens finns det lika många scenarion på var någonstans i produktionen som hålet befinner sig. Skillnaden mellan output kommer sig genom om bastakten är jämt delbart med hålfrekvensen eller inte.

6.2.2 Balansering och layout med avdelningar och gränser

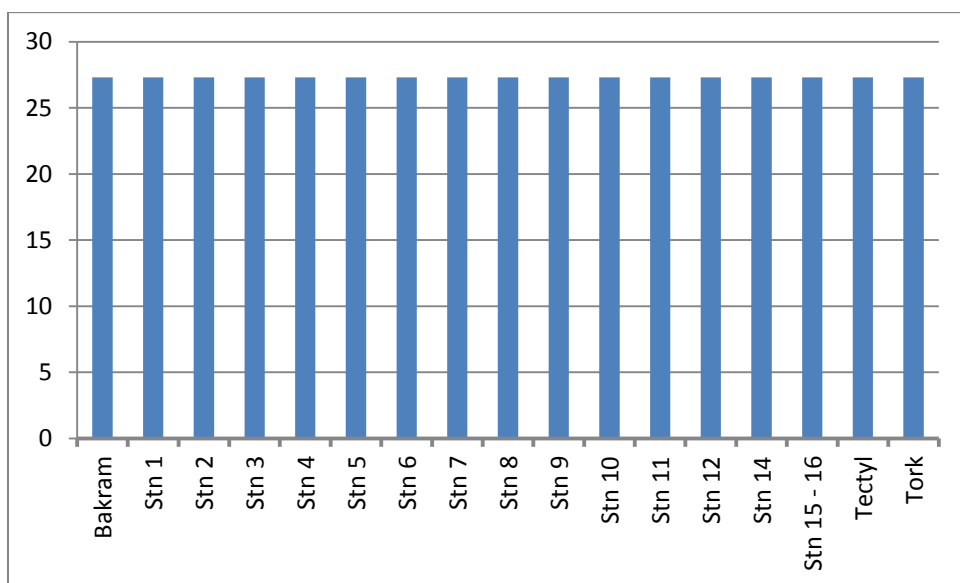
I dagens busslayout finns det två stycken stationer för kontroller, den ena är på station 13 och heter Q-zon och den andra är på station 18 och kallas för kundfilter. Dessa två kommer att rationaliseras bort i en ny busslayout som gör det lättare att använda håltaktprincipen. På Q-zon och kundfiltret sker det heller ingen montering vilket betyder att dessa inte skapar något värde för kunden utan är bara en kostnad som läggs på bussen vilket i slutändan leder till att bussen blir dyrare för kund. Dessutom är detta två stationer där bussen står totalt två takter vilket leder till en ökad kapitalbindning per buss med 80 minuter.

I dagsläget är linan balanserad för att producera med en takttid av 40 minuter. För att se balanseringen mellan stationerna finns detta i figur 19.



Figur 19 Dagens balansering av busschassilinan

I denna balansering syns det tydligt att mer arbete kan placeras på station 1, 2, 3 och 4. Att det är balanserat som det är i dagsläget beror på att ett och två samt tre och fyra är sammanslagna till två stationer och utförs under samma takt. I dagsläget betyder detta att ett busschassi har en genomloppstid inklusive Q-zon och kundfilter på 560 minuter. Vid ett införande av håltaktprincipen och vid utökande med två stationer kommer genomloppstiden för ett chassi med en takttid på 27,3 minuter bli totalt 436,8 minuter. För att det ska fungera att använda håltaksprincipen behöver linan balanseras om och denna balansering bör se ut som figur 20 visar.



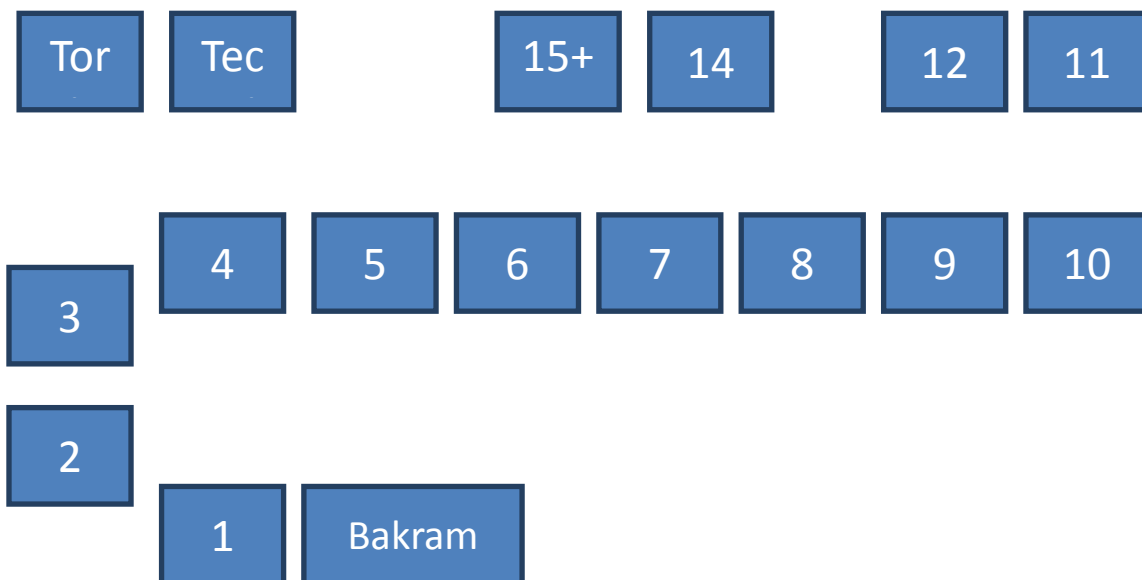
Figur 20 Ny balansering

6.2.3 Avdelningar och gränser

När studier har gjorts på rotationsmönster för när hålet kommer till respektive station har det lett till att det tydligt syns vilka avdelningsgränser som kommer att föreslås. Det kommer endast ska små korrigeringar mot dagsläget. Detta är att det som idag kallas för bakram kommer att bli den första stationen på linan. I dagsläget är detta en förmontering som inte tillhör linan utan den försörjer bara station 1 med rambalkar. Detta påverkar egentligen inte avdelningsgränderna då rambalk ligger inom MO 1 och även fortsättningsvis kommer att göra det.

Den andra förändringen som är föreslagen är att station 14 och 15 som är hopslagna i dagsläget splittras och station 15 slås ihop med station 16 istället. Detta är för att station 14 och 15 inte kommer hinna med allt sitt jobb när taktiden måste sänkas då det finns tekniska flaskhalsar på båda dem stationerna. Därför slås 15 och 16 ihop istället.

Tecktyleringen blir därmed också en egen station där montören i den nya layouten sköter denna. Den nya busschassilayouten kan studeras i figur 21.



Figur 21 Ny busslayout

6.2.4 Implementering

För att det ska bli en lyckad implementering på busschassilinan måste detta projekt implementeras på samma sätt som motormonteringen gjorde och som förslaget ligger för implementeringen till förarplats.

Detta är dock större, för att det ska bli en lyckad implementering på buss måste detta förankras långt innan det ska implementeras. Detta för att inte möta motstånd med snabba förändringar på produktionsgolvet. I och med en ombalansering för att implementera håltaktsprincipen bör de anställda på busschassilinan motta detta positivt då detta i förlängningen kan leda till att det stora ombalanseringsarbetet på 10-12 veckor kan undvikas och fokus istället kan läggas på att jobba med ständiga förbättringar.

För att förankra detta hos alla parter bör förankringen startas med att alla chefer för busschassilinan informeras om konceptet samt att de får vara med och tycka till om hur detta

koncept slutgiltigt utformas innan beslut tas. De måste också förstå och vilja använda håltaktsprincipen och se dess vinning.

När sedan beslut är taget bör detta lanseras till hela busschassilinan och motiveras med att det kommer göras en ombalansering nu för att slippa ombalansera så ofta som det har gjorts de senaste åren.

Att implementera håltaktsprincipen kommer att betyda att alla standarder kommer att behövas förnyas då arbete från olika stationer kommer bli tvunget till att flyttas om för att få en jämnare arbetsbörda på de olika stationerna.

Vid den praktiska implementeringsdagen bör busschassilins alla chefer och tekniker vara med ute på produktionsgolvet och dirigera montörer till rätt arbetsposition när de ska rotera. Detta för att undvika förvirring som kan uppstå när hålet kommer till den station som en montör står och arbetar på.

För att inte skapa förvirring i vart hålet befinner sig bör en kon ställas ut på de stationer där hålet befinner sig. Detta för att det ska bli visuellt att det inte finns något chassi där. Det är särskilt viktigt i början för att de anställda ska vänja sig. I jämförelse med motormonteringen där detta löser sig själv för en transportör går tom genom produktionen.

Vad gäller de sekvenserade materialleveranserna behöver man inte göra något åt dem på grund av att det som ska monteras på nästkommande chassi kommer alltid att ligga längst fram i lådan med komponenter

6.2.5 Efterarbete

Efter implementering av håltaktsprincipen bör busschassilinan göra samma reflektion som är föreslagen för förarplatslinan.

7 Reflektioner

I detta kapitel görs några allmänna reflektioner om resultatet i arbetet.

Håltaktsprincipen är ett väldigt bra sätt att använda sig av för att undvika ombalanseringar.

Det som undertecknad ser som största styrkorna med denna princip är att:

- Ombalanseringsarbetet kan undvikas
- En stor volymflexibilitet
- En stor personalflexibilitet

Det som blir en svårighet vid användandet av håltaktsprincipen på busschassilinan är att det kommer bli svårt få en helt optimal rotation då hålet kommer till de olika stationerna.

Anledningen till svårigheten är att det inte är en montör på alla stationer utan montörsantalet varierar mellan de olika avdelningarna. Andra svårigheter kommer att bli att träna alla montörer så de kan flera arbetsmoment samt att få alla att förstå hur håltaktsprincipen fungerar. Därför är det mycket bra om detta först testas på förarplatslinan då andra avdelningar och monteringsområden kan göra studiebesök där för att få en visuell bild över hur håltaktsprincipen fungerar.

8 Slutsats

I detta kapitel presenteras de slutsatser som framkommit från analysen av nulägesbeskrivningen i examensarbetet.

8.1 Teoretiska frågeställningar

Vad innebär håltaktsprincipen och när är den tillämpningsbar?

- Utifrån studien kan principen definieras enligt följande: ”*Håltaktsprincipen innebär att det sker en kontinuerlig produktion längs en produktionslina där hål stoppas in med en bestämd frekvens, för att skapa flexibilitet*”.
- Applicerbar på alla typer av produktioner med löpandebandsprincip med förutsättning att anställda kan flera olika arbetsuppgifter.

Fördelar och nackdelar med håltaktsprincipen jämfört med traditionellt linaupplägg?

Fördelar

- Anställda måste kunna fler arbetsmoment/stationer vid tillämpning av håltaktsprincipen.
- Kapitalbindningstiden är kortare då takttiden måste vara kortare när en verksamhet kör med hål än om samma output körs med en konstant volym.
- Håltaktsprincipen ger stor och snabb volymflexibilitet under förutsättning att personal med rätt kompetens snabbt kan tillsättas samt att ombalanseringsarbetet kan undvikas.

Nackdelar

- Om hålfrekvensen inte följs kan detta leda till att produkter sätts i produktion där det egentligen ska vara hål, då frångås produktionsplanen vilket i sin tur kan leda till att avvikelser inte lyfts till ytan. Detta har som resultat att kvaliteten sjunker.

- Att de anställda ska kunna fler moment än vad de gjort tidigare kan möta motstånd och ovilja. Det kan även vara svårt att träna alla i att kunna fler arbetsmoment.

8.2 Praktiska frågeställningar

Vilka fördelar och nackdelar finns med håltaktsprincipen gentemot dagsläget?

Fördelar

- Minskad kapitalbindningstid
- Fler montörer kan fler olika arbetsmoment
- Håltaktsprincipen ger buss en större volymflexibilitet med förutsättning att montörer kan fler olika arbetssätt.
- Ombalanseringsarbetet undviks vid nedgång och uppgång

Nackdelar

- Kan vara lockande att täppa igen hål för att ta igen tappad produktion vilket kan leda till allvarliga kvalitetsavvikelser.
- Kan möta motstånd i och med att montörer kan tycka att det är svårt att tränas i att kunna fler arbetsmoment.

Vad är en lämplig bastakt för tillämpning av håltaktsprincipen?

- Lämplig bastakt att balansera produktionen efter vid införande av håltaktprincipen är 15-takt detta på grund av att det är den bastakt som ger mest flexibilitet med output beroende på frekvens av hål.

Hur ofta ska ett hål införas i produktionslinan?

- Vilken hålfrekvens som ska användas beror på vilken output som eftersträvas men för att motsvara dagens output ska hålfrekvensen vara var 3:e.

Hur ska avdelningar delas in?

- Avdelningsgränserna ska behållas som idag med ett undantag och det är stationen bakram som ska tillhöra linan och inte vara en förmontering. Denna station är grunden för att Station 1 ska få material att montera ihop.

Hur många fasta montörpositioner måste finnas för varje bestämd bastakt?

- Hur många anställda ska finnas för en bastakt varierar beroende på vilken output och därmed vilken frekvens på håll som används. För att kunna använda alla hålfrekvenser med bastakten 15-takt behövs 25 st fasta montörpositioner på busschassilinan. Detta är framräknat med hjälp av att antalet montörer har ökat linjärt mot hur mycket takttiden sänkts och när det befinner sig som mest arbete på busschassilinan.

Generella slutsatser av håltaktsprincipen

- Vid införande av håltaktsprincipen måste det finnas bemanning för när det är så många chassin som är möjligt på busschassilinan vilket leder till att när det är som flest håll på busschassilinan blir det arbetare som står utan monteringsuppgifter.
- Går ej att höja produktionstakten mer än till att bastakten körs till 100%, därefter krävs ombalansering.

Hinder som måste lösas innan implementering på busschassilinan

- Alla montörer kan inte flera stationer.
- Takttiden måste sänkas, vilket leder till en större första ombalansering för att kunna implementera och använda håltaktsprincipen.
- Materialtillförseln och bemanning måste säkras, vilket betyder att logistikavdelningen måste se över sina turer med den sänkta takttiden.
- Tectyleringen måste utredas för att kunna göras snabbare.

8.3 Vidare studier

- Hur påverkas logistik med deras leveranser och turer på håltaktsprincipen.
- Hur löser busschassitillverkningen Q-zon och kundfilter.
- Göra fortsatta studier på tectyleringen för att arbeta bort denna tekniska flaskhals.

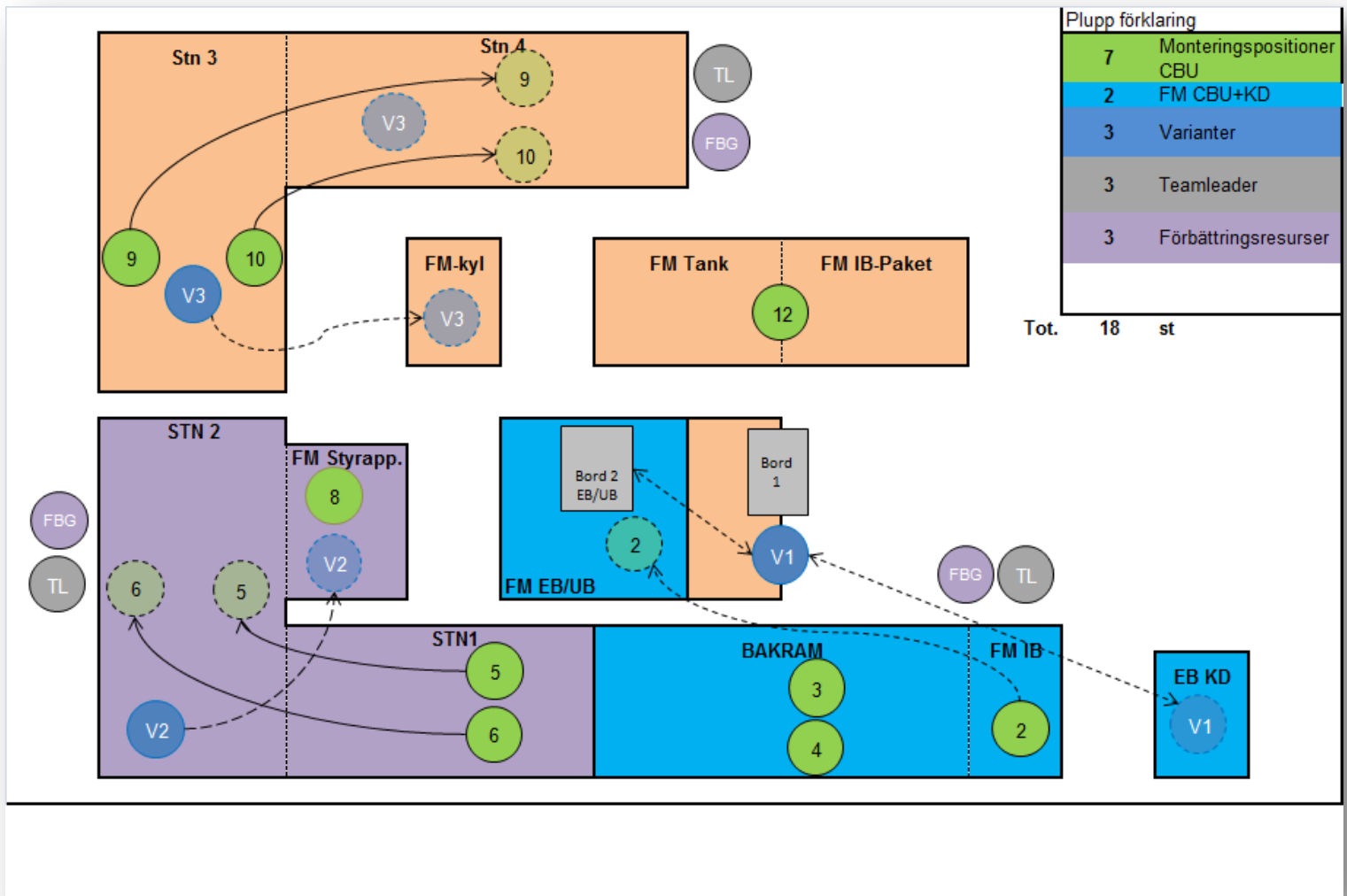
Referenslista

1. Aganovic D, Jonsson P, (2006). *Produktionsteknik / produktionsprocessen* Stockholm: Liber AB
2. Andersen H, (1994). *Vetenskapsteori och metodlära - En introduktion*. Lund: Studentlitteratur AB
3. Andrew C. Y, Carlson J.G.H. (2003). Agility and mixed model furniture production. *International Journal of Production Economics*. Vol 81-82. (p. 95-102)
4. Aniander M, Blomgren H, Engwall M, Gessler F, Gramenius J, Karlson B, (1998). *Industriell ekonomi*. Lund: Studentlitteratur AB
5. Becker C, Scholl A. (2006). A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing. *European Journal of Operational Research*. Nr 168 (p. 694-715)
6. Beer M, Voelpel S C, Leibold M, Tekie E B, (2005). Strategic Management as Organizational Learning – Developing Fit and Alignment through a Disciplined Process. *Long range planning journal*. Vol 38. (p. 445-465)
7. Bergman B, Klefsjö B, (2010). *Kvalitet – från behov till användning* (4:e uppl). Lund: Studentlitteratur AB
8. Bjereld U, Demker M, Hinnefors J, (2010). *Varför vetenskap? – Om vikten av problem och teori i forskningsprocessen* (3:e uppl). Lund: Studentlitteratur AB
9. Bruzelius L.H, Skärvad P.H, (2011). *Integrerad organisationslära*. Lund: Studentlitteratur AB
10. Bhasin S, Burcher P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology*. Vol 17. Nr 1 (56-72)
11. Christopher M, (2011). *Logistics & Supply Chain Management – creating value-adding networks* (4:e uppl). Harlow: Pearson Education
12. Dahmström K, (2011). *Från datainsamling till rapport – att göra en statistisk undersökning* (5:e uppl). Lund: Studentlitteratur AB
13. Ejvegård R, (2003). *Vetenskaplig metod*(3:e uppl). Lund: Studentlitteratur AB
14. Eriksson L T, Wiedersheim-Paul F, (2013). *Att utreda forska och rapportera* (9:onde). Stockholm: Liber AB

15. Katayama H, Bennett D. (1999). Agility, adaptability and Leanness: A comparison of concepts and a study of practice. *International Journal of Production Economics*. Vol 60-61. (p. 43-51)
16. Lean Productions. (2009). *Håltaktning - en del av Lean*. Hämtad 2015-03-02, från <http://www.Leanproductions.se/index.php/sv/taktat-flode-med-haltakt.html>
17. Lumsden K, (2012). *Logistikens grunder*. Lund: Studentlitteratur AB
18. Mattsson S.A, (2004). *Logistikens termer och begrepp*. Stockholm: PLAN föreningen för produktionslogistik
19. Miltenburg J. 2001. One-piece flow manufacturing on U-shaped production lines: a tutorial. *IIE Transactions*. Vol 33. Nr 4 (p. 303-321)
20. Olhager J, (2013). *Produktionsekonomi: Principer och metoder för utformning, styrning och utveckling av industriell produktion*. Lund: Studentlitteratur AB
21. Oskarsson B, Aronsson H, Ekdahl B, (2011). *Modern logistik – för ökad lönsamhet*. (3. Uppl). Malmö: Liber
22. Pettersson P, Johansson O, Broman M, Blücher D, Alsterman H, (2009). *Lean-gör avvikelser till framgång*. Bromma: Part Development AB
23. Pettersson P, Olsson B, Lundström T, Johansson O, Broman M, Blücher D, Alsterman H, (2012). *Ledarskap – Gör Lean till en framgång*. Bromma: Part Development AB
24. Rekiek B, Dolgui A, Delchambre A, Bratcu A. (2002) State of art of optimization methods for assembly line design. Vol 26. (p. 163-174)
25. Savsar M, Al-Jawini A. (1995). Simulation analysis of just-in-time production systems. *International Journal of Production Economics*. Vol 42. (p. 67-78)
26. Scania (2014) *Historia*. Hämtad 2015-02-01 från <http://www.scania.se/om-scania/historia/>
27. Singh B, Garg S.K, Sharma S.K, Chandandeep Grewal, (2010), "Lean implementation and its benefits to production industry", *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 1 (p. 157 – 168)
28. Sörqvist L, (2008). *Ständiga förbättringar*. Lund: Studentlitteratur AB
29. Won K, Ham and Sang C, Park. (2014) A framework for the continuous performance improvement of manned assembly lines. *International Journal of Production Research*. Vol 52. Nr 18 (p.5432-5450)

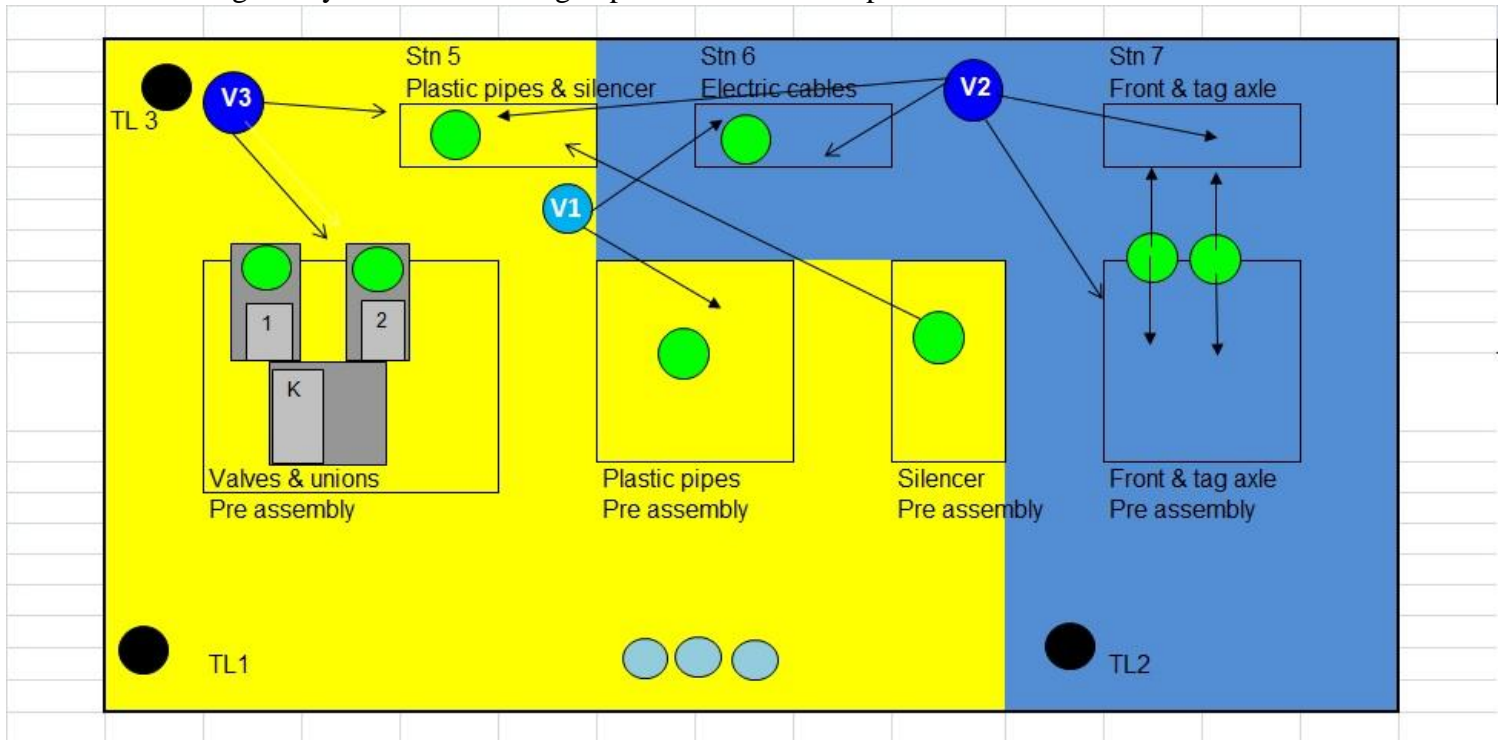
Bilaga 1

Dagens layout med hur många operatörer som finns på MO1.



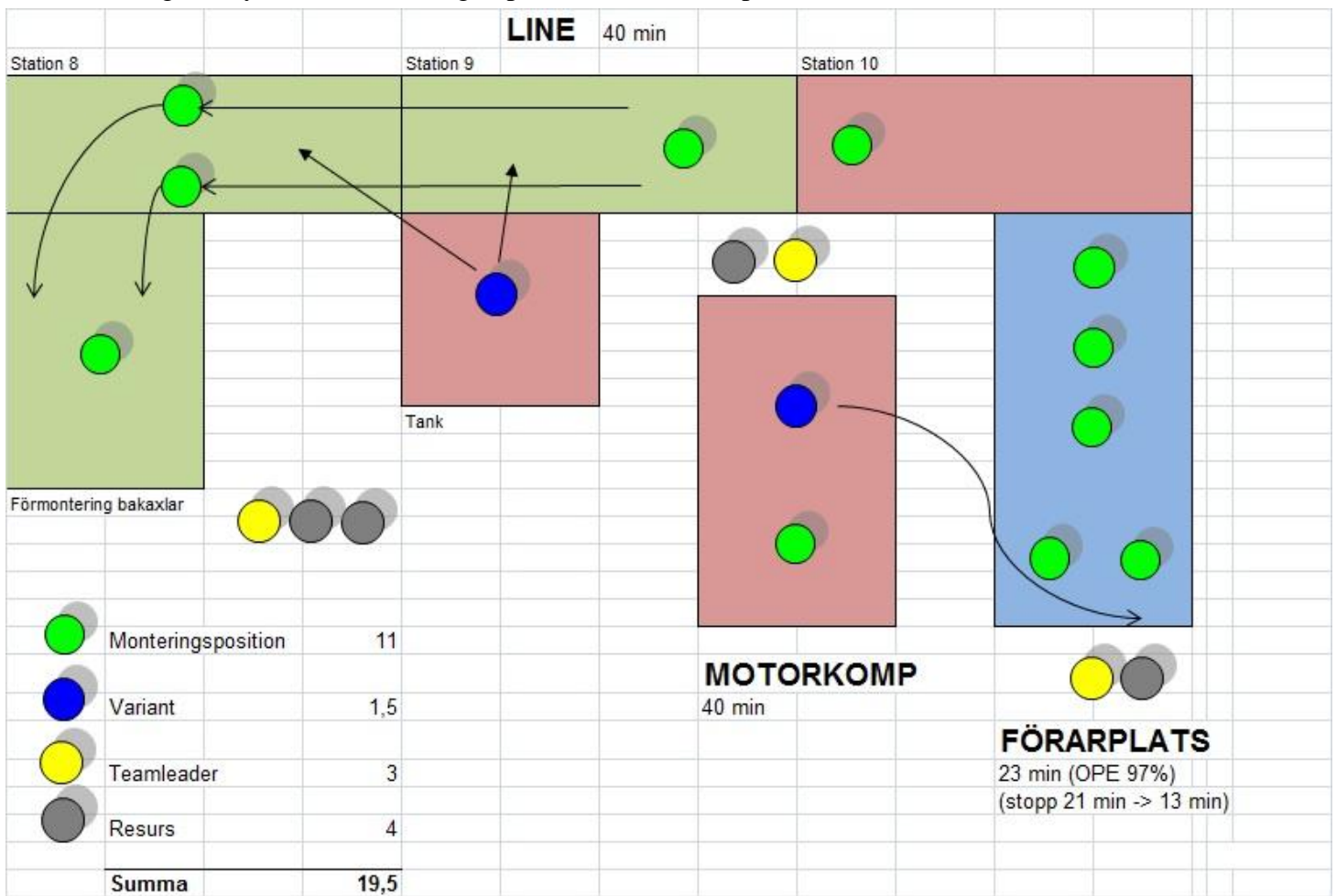
Bilaga 2

Dagens layout med hur många operatörer som finns på MO2.



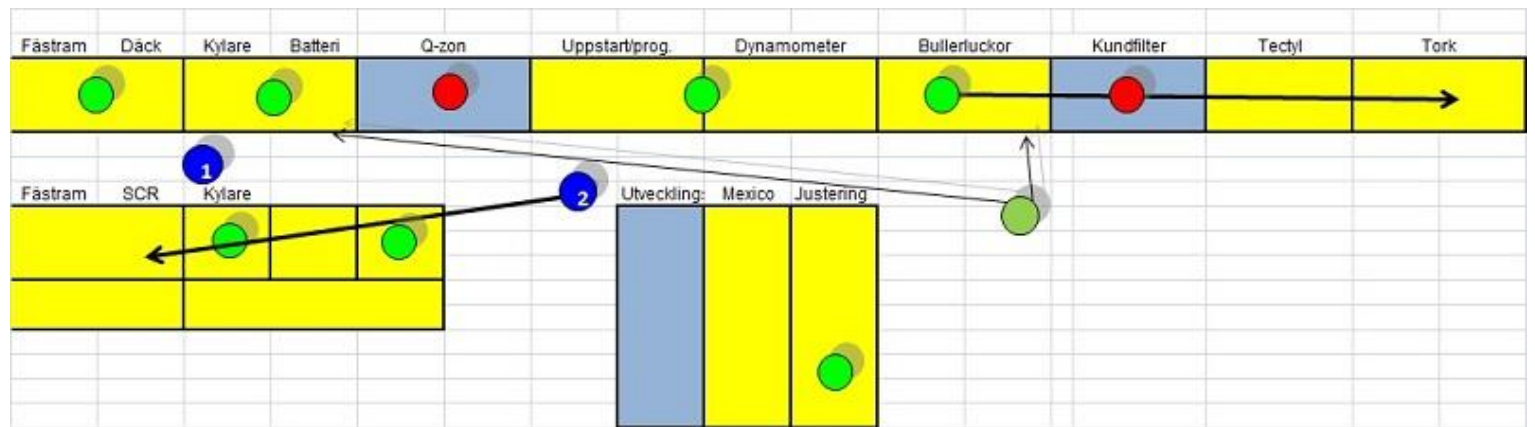
Bilaga 3

Dagens layout med hur många operatörer som finns på MO3.



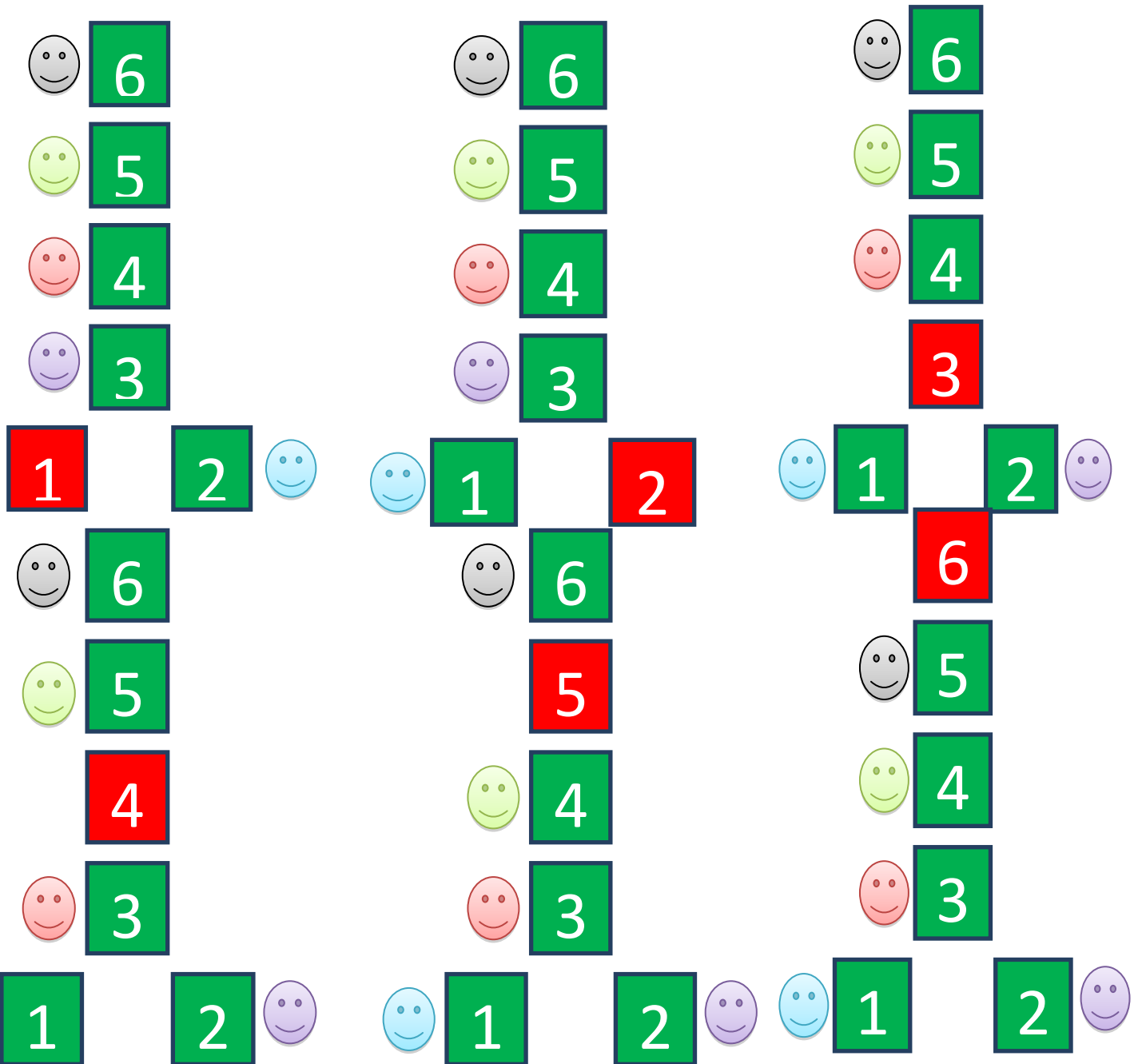
Bilaga 4

Dagens layout med hur många operatörer som finns på MO4.



Bilaga 5

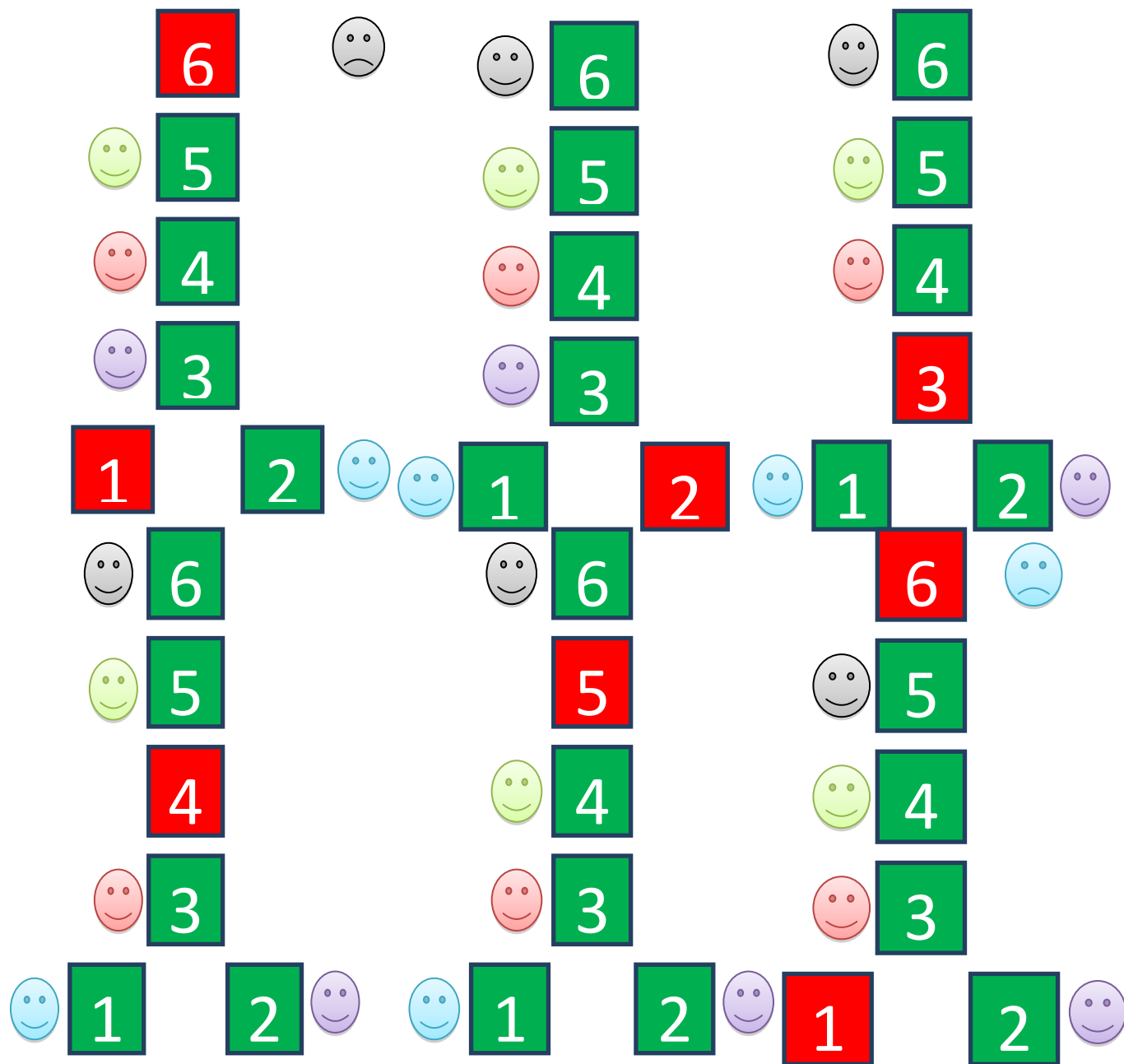
Rörelsemönster för håltakt på förarplats med hål var 6:e.



Det som sker i detta fall när det är sex stationer och endast ett hål åt gången på linan är att montören förflyttar sig ett steg bakåt när hålet kommer. Detta leder till att varje montör kommer att stå och göra samma arbete i fem gånger 17 min och 48 sek innan nästa rotation kommer att ske.

Bilaga 6

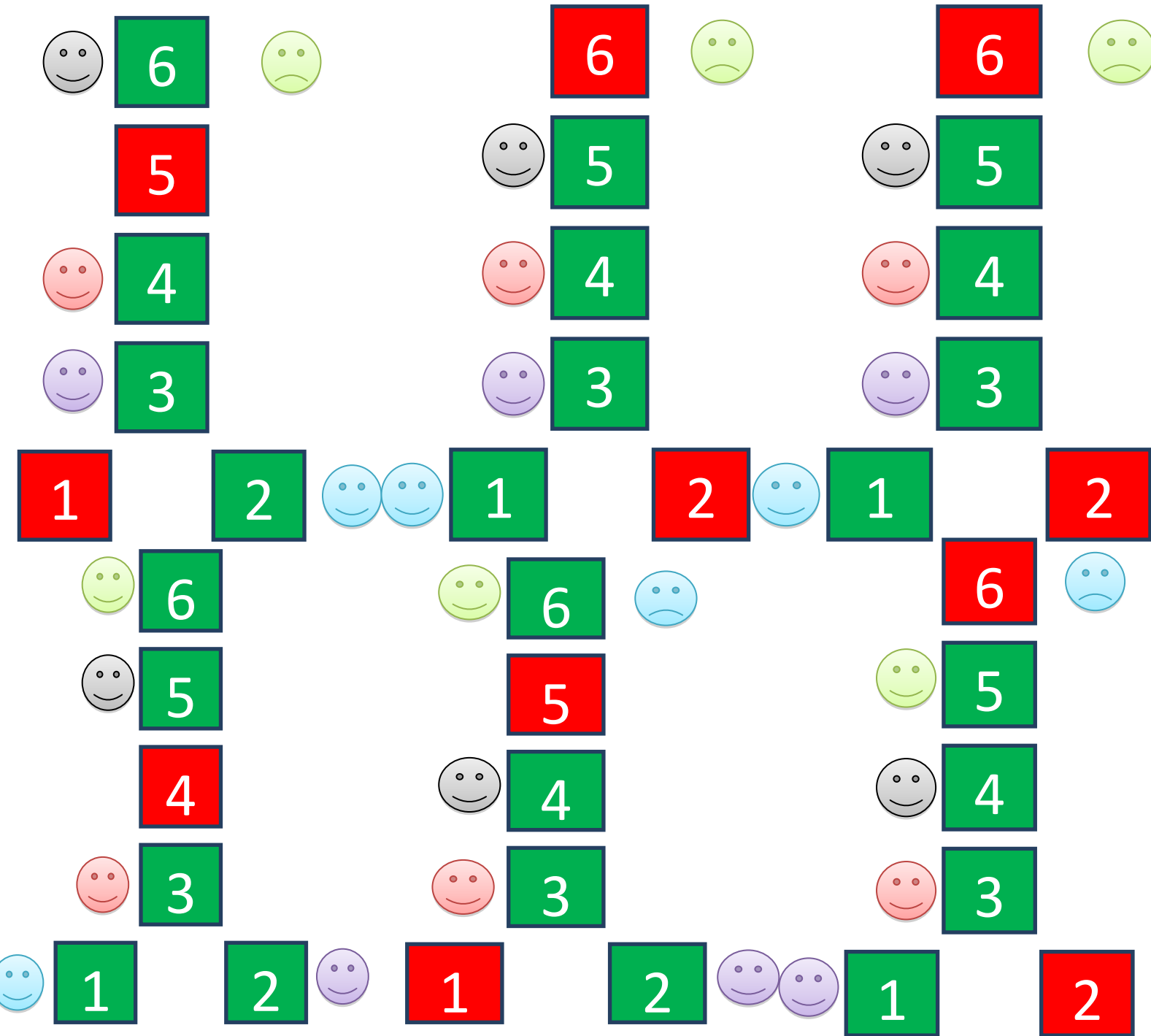
Rörelsemönster för håltakt på förarplats med hål var 5:e



Detta är en illustration hur det kommer se ut på förarplats om det införs att det ska vara hål var 5:e takt. Då kommer det vara en takt där det befinner sig två hål på linan vilket medför att det blir en montör som blir sysslös. Den sysslösa montören illustreras med gubbe med sur mun.

Bilaga 7

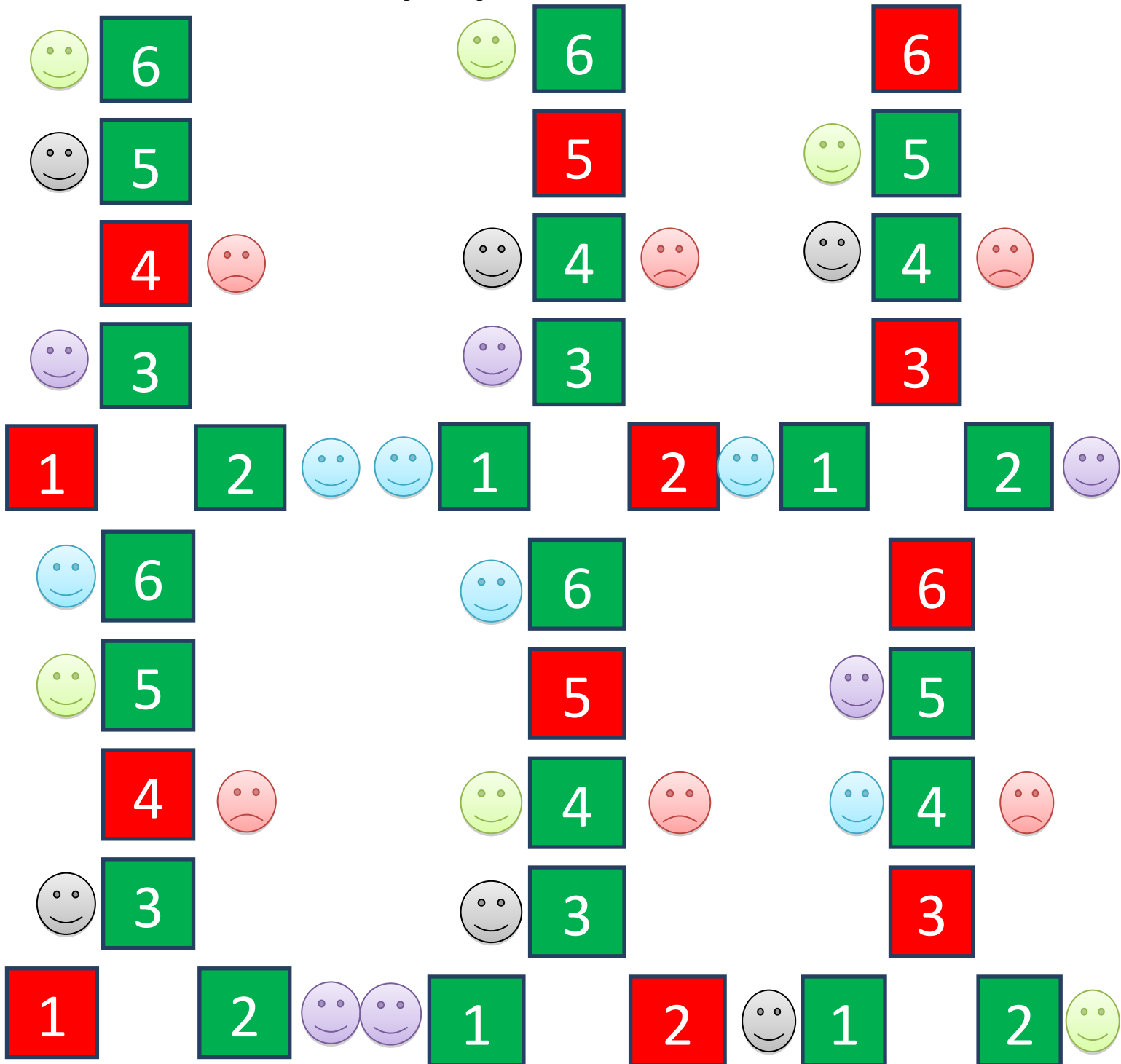
Rörelsemönster för håltakt på förarplats med hål var 4:e



Med hålfrekvens 4:e kommer det endast vara en av fyra takter då det inte befinner sig två hål på linan samtidigt. De montörer som står utan arbete illustreras med gubbe med sur mun.

Bilaga 8

Rörelsemönster för håltakt på förarplats med hål var 3:e



Vid hålfrekvensen var 3:e kommer det att befinna sig två hål på linan under alla takter. De montörer som står utan arbete illustreras med gubbe med sur mun.