JÖNKÖPING UNIVERSITY

School of Engineering

KOPPLINGEN MELLAN LEAN OCH KRAFTERGONOMI INOM TILLVERKNINGSINDUSTRIN

THE CONNECTION BETWEEN LEAN AND PHYSICAL ERGONOMICS IN MANUFACTURING INDUSTRY

Mathilda Jonsson Egeman

Anna Pettersson

EXAMENSARBETE 2016

Industriell Organisation och Ekonomi med inriktning mot Logistik och Ledning

Postadress:
Box 1026
551 11 Jönköping

Besöksadress:
Gjuterigatan 5

Telefon:
036-10 10 00 (vx)

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom Industriell organisation och ekonomi med inriktning mot logistik och ledning. Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Examinator: Carin Rösiö

Handledare: Mats Thilén

Omfattning: 15 hp (grundnivå)

Datum: 2016-06-16

Abstract

Purpose – The purpose of this study is to increase the understanding of the connection between lean and physical ergonomics in manufacturing industry, and to investigate reasons why they, in certain research, are considered to be inconsistent. To fulfil this purpose the intersection between lean and physical ergonomics has been studied, as well as possible conflicts that may arise between lean and physical ergonomics in manufacturing industry.

Method – The theoretical framework is based on literature studies, focusing on the interaction between lean and physical ergonomics, supplemented by a case study at a company in manufacturing industry. Empirical data from completed interviews, from observations, and from a risk assessment of the case study company, have been analysed against the theoretical framework and generated the study's results.

Findings – The results of the study show a strong link between the principles and methods of lean and physical ergonomics, as they work together to support and improve each other. The common perception, that lean should cause repetitive work, is disproved through the principles of lean, such as work rotation, work enlargement and work enhancement, which all contribute to variation. Also, according to lean principles, work rate should be based on customer demand and not on shortest possible cycle time. Another evidence of lean and physical ergonomics supporting each other is the fact that quality defects mostly occur due to ergonomically demanding movements. Such movements reduce work efficiency, and should be considered as waste according to lean. In the study, one conflict has been identified between lean and physical ergonomics, regarding movements through walking. In lean, walking is considered a non-value adding activity, while it in physical ergonomics is seen as a vital factor for work variation.

Implications – The study contributes to research showing that lean principles and methods have a common intersection with physical ergonomics. The reason why many companies have experienced impaired physical ergonomics from lean, is supposed to be through incomplete implementations, lacking operational strategy overview. The results from the study will be useful for companies in all phases of lean implementation. The result may assist decisions when considering implementation, during implementation, and in continued monitoring and improvement efforts according to lean principles and methods. It is hoped that the results can help reduce sick leave through increased understanding of lean as an operational strategy. Each company must, however, bear in mind that the identified conflict between lean and physical ergonomics will have to be weighed up carefully by that particular company.

Limitations – Studied literature has included theory where both lean and physical ergonomics have been discussed. Through individual studies of lean and of physical ergonomics more information would most likely have been acquired, resulting in a more extensive result on the connection between the two.

Keywords – Lean, Ergonomics, Physical ergonomics, Manufacturing, Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSD)

Sammanfattning

Syfte – Syftet med denna studie är att öka förståelsen för kopplingen mellan Lean och kraftergonomi inom tillverkningsindustrin samt undersöka varför de, inom viss forskning, anses oförenliga. För att uppfylla syftet har det gemensamma snittet mellan Lean och kraftergonomi undersökts samt vilka konflikter som kan uppstå mellan Lean och kraftergonomi vid arbete inom tillverkningsindustrin.

Metod – Litteraturstudier, med fokus på samverkan mellan Lean och kraftergonomi, har utgjort ett teoretiskt ramverk. Litteraturstudier har kompletterats med en fallstudie på ett företag inom tillverkningsindustrin. Empirisk data, utgjord av genomförda intervjuer, observationer och en riskbedömning på fallföretaget, har analyserats gentemot det teoretiska ramverket och därmed genererat studiens resultat.

Resultat – Studiens resultat visar på en stark koppling mellan Lean och kraftergonomi, då de samverkar till att stödja och förbättra varandra. Den vanliga uppfattningen, att Lean skulle orsaka repetitivt arbete, motbevisas genom att Leans principer, såsom arbetsrotation, arbetsutvidgning och arbetsberikning, istället bidrar till variation. Att Lean orsakar repetitivt arbete motbevisas även genom att arbetets takt baseras på kundefterfrågan, istället för kortast möjliga cykeltid. Ett annat bevis för att Lean och kraftergonomi stödjer varandra är att kvalitetsbrister oftast beror på kraftergonomiskt krävande rörelser. Dessa rörelser ses som icke-värdeadderande aktiviteter enligt Lean och minskar effektiviteten i arbetet. En konflikt mellan Lean och kraftergonomi har dock identifierats i studien, vilket är rörelse i form av gång. Gång ses enligt Lean som en icke-värdeadderande aktivitet, medan det enligt kraftergonomi är en viktig faktor för ett varierat arbete.

Implikationer – Studien bidrar till den forskning som visar på att Leans principer och metoder ligger i ett gemensamt snitt med kraftergonomi. Anledningen till att många verksamheter upplevt en försämrad kraftergonomi på grund av Lean, tros därför bero på en ofullständig implementering utan helhetssyn över verksamhetsstrategin. Studiens resultat är behjälpligt för verksamheter i alla stadier av arbete med Lean. Resultatet kan användas som underlag för beslut före implementering, som stöd under implementering och vid fortsatt uppföljning och förbättringsarbete enligt Leans principer och metoder. Förhoppningen är att resultatet ska kunna hjälpa verksamheter att minska sjukfrånvaron, genom ökad förståelse för Lean som verksamhetsstrategi. Varje verksamhet behöver dock ha i åtanke att den identifierade konflikten mellan Lean och kraftergonomi kräver en avvägning för varje specifik arbetssituation.

Begränsningar – Studerad litteratur har innefattat teori, där både Lean och kraftergonomi behandlas. Genom enskilda studier av både Lean och kraftergonomi, hade mer information troligtvis erhållits och medfört ett mer omfattande resultat om kopplingen mellan de två.

Nyckelord – Lean, Ergonomi, Kraftergonomi, Tillverkning, Arbetsrelaterade belastningsskador (WMSD)

Innehållsförteckning

1 Introduktion 1
1.1 Bakgrund 1
1.2 Problembeskrivning 1
1.3 Syfte och frågeställningar 2
1.4 Omfång och avgränsningar 2
1.5 Disposition 3

2 Metod och genomförande 5
2.1 Koppling mellan frågeställningar och metod 5
2.2 Arbetsprocessen 5
2.3 Ansats 6
2.4 Strategi 6
2.5 Datainsamling 6
2.5.1 Litteraturstudier 6
2.5.2 Intervjuer 7
2.5.3 Observationer 7
2.5.4 Riskbedömning av repetitivt arbete 8
2.6 Dataanalys 8
2.7 Trovärdighet 9

3 Teoretiskt ramverk 11
3.1 Koppling mellan frågeställningar och teori 11
3.2 Leans principer och metoder 11
3.2.1 Slöseri 11
3.2.2 Takttid, cykeltid och enstycksflöde 12
3.2.3 Kaizen – Ständiga förbättringar 13
3.2.4 Jidoka – Inbyggd kvalitet 13
3.2.5 Arbetsrotation 13
3.2.6 Arbetsutvidgning och arbetsberikning 14
3.2.7 5S 14
3.3 Skaderisk och sjukfrånvaro 14

4 Empiri 17
4.1 Verksamhetsbeskrivning 17
4.1.1 Monteringsflödet 17
4.2 Leans påverkan på produktionsavdelningen 18
4.3 Kraftergonomin i monteringsflödet 19
4.3.1 Lyft och annan kraftansträngning 19
4.3.2 Arbetstekniska hjälpmedel 19
4.3.3 Hantering av det repetitiva arbetet 20
4.4 Skador och sjukfrånvaro 21
4.5 Riskbedömning 21

5 Analys 23
5.1 Leans principer och metoder 23
5.1.1 Slöseri 23
5.1.2 Takttid, cykeltid och enstycksflöde 24
5.1.3 Kaizen – Ständiga förbättringar 25
5.1.4 Jidoka – Inbyggd kvalitet 25
5.1.5 Arbetsrotation 25
5.1.6 Arbetsutvidgning och arbetsberikning 25
5.1.7 5S 26
5.2 Skaderisk och sjukfrånvaro 26

6 Diskussion och slutsatser 29

6.1 RESULTAT 29
6.2 IMPLIKATIONER 30
6.3 BEGRÄNSNINGAR 31
6.3.1 Resultat 31
6.3.2 Metod 31
6.4 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER 32
6.5 VIDARE FORSKNING 33

Referenser 34

Bilagor 37

Tabellförteckning

TABELL 1 ANVÄNDA SÖKORD 7
TABELL 2 GENOMFÖRDA INTERVJUER 7
TABELL 3 GENOMFÖRDA OBSERVATIONER 8
TABELL 4 TIDFÖRDELNING I ARBETSSTATIONERNA 18
TABELL 5 RESULTAT FRÅN RISKBEDÖMNINGEN 21

Figurförteckning

FIGUR 1 STUDIENS OMFÅNG 2
FIGUR 2 KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH METOD 5
FIGUR 3 STUDIENS ARBETSPROCESS 6
FIGUR 4 ANALYSPROCESS AV DATA 9
FIGUR 5 KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH TEORI 11
FIGUR 6 FALLFÖRETAGETS MONTERINGSLINA 18

1 Introduktion

Kapitlet ger en bakgrund till studien och det problemområde som studien byggts upp kring. Vidare presenteras studiens syfte och dess frågeställningar. Därtill beskrivs studiens omfång och avgränsningar. Kapitlet avslutas med rapportens disposition.

1.1 Bakgrund

Många företag inom tillverkningsindustrin använder verksamhetsstrategin Lean, vilken härstammar från japanska Toyota Production System (Petersson, Johansson, Broman, Blücher, & Alsterman, 2009). Uttrycket Lean myntades i boken ”The Machine that Changed the World” av Womack, Jones och Roos år 1990 och strategin kallas ofta för både Lean Production och Lean Manufacturing. Trots Leans popularitet upplever många företag att kostnader för arbetsrelaterade skador har ökat sedan Lean införts, då Lean bland annat har medfört en ökning av repetitiva arbetsmoment genom minskat slöseri (Kester, 2013). Minskning av slöseri används för att öka värdet för kunden med färre resurser, vilket leder till ökad produktivitet och effektivitet i företaget (Lean Enterprise Institute, u.å.). Arbetet riskerar att bli mer repetitivt, i och med att minskningen av slöseri leder till att arbetsmoment tar kortare tid att utföra (Finnsgård, Wänström, Medbo, & Neumann, 2011).

En risk vid repetitiva arbetsuppgifter är skador på kroppens rörelseapparat (García-Alcaraz, Maldonado-Macías, & Cortes-Robles, 2014), vilka går under beteckningen Work-related Musculoskeletal Disorders, WMSD (Arezes, Dinis-Carvalho, & Carvalho Alves, 2015). Symptom på WMSD kan vara smärta i muskler och leder, stickningar, kraftlöshet och nedsatt känsel (García-Alcaraz et al., 2014). WMSD är den ledande orsaken till sjukfrånvaro och skadeståndskrav i både Europa och USA (EU-OSHA, 2010; Hunter, 2002). Goda arbetsställningar, arbetsrörelser och kroppsliga belastningar går under samlingsnamnet kraftergonomi och är en del av tvärvetenskapen ergonomi - läran om människan i arbete (Ergonomi, 2016). Grundtanken med kraftergonomi är att anpassa arbetsmiljön efter människans förutsättningar utifrån biologisk och teknisk kunskap. Genom att använda effektiva kraftergonomiska lösningar och därmed undvika repetitiva kroppsrörelser i arbetet, kan antalet arbetsskador minska (Aqlan, Lam, Testani, & Ramakrishnan, 2013; Kester, 2013).

1.2 Problembeskrivning

En viktig byggsten inom Lean är att prioritera långsiktigt tänkande. För att få en långsiktigt hållbar verksamhet bör mänskliga resurser inte användas över sin kapacitet (Liker, 2009). En kraftergonomisk arbetsplats bör därför eftersträvas för att undvika arbetsrelaterade skador (Arbetsmiljöverket, 2015). Ett problem med Leans principer och metoder är att de inte uttryckligen involverar kraftergonomi, vilket gör det svårt att urskilja hur Lean och kraftergonomi kan samverka eller eventuellt hamna i konflikt med varandra. En stor del av forskningen ser Lean och kraftergonomi som separata delar, där en prioritering mellan de två krävs (Anderson-Connolly, Grunberg, Greenberg, & Moore, 2002; Dul & Neumann, 2009; Johansson & Abrahamsson, 2009; Kazmierczak, Winkel, & Westgaard, 2004; Winkel & Westgaard, 2008), medan senare forskning har börjat se en koppling (Arezes et al., 2015; Eswaramoorthi, Rajagopal, Prasad, & Mohanram, 2010; Gilkinson, 2007; Saurin & Ferreira, 2009; Walder & Karlin, 2007). En teorigenomgång visar att sambandet mellan Lean och kraftergonomi får begränsad uppmärksamhet i litteratur inom ämnet Lean, vilket medför en bristande kunskap om

detta samband bland utövande verksamheter. Vidare studier inom ämnet kan belysa och ytterligare styrka forskningen kring kopplingen mellan Lean och kraftergonomi.

1.3 Syfte och frågeställningar

I problembeskrivningen framgår att senare forskning har börjat se ett samband mellan Lean och kraftergonomi. Som ett bidrag till att styrka denna forskning är syftet med denna studie:

> *Att öka förståelsen för kopplingen mellan Lean och kraftergonomi inom tillverkningsindustrin samt undersöka varför de, inom viss forskning, anses oförenliga.*

Syftet har brutits ned i två frågeställningar och uppfylls genom att besvara dessa. För att finna en koppling mellan Lean och kraftergonomi behöver båda områdena studeras för att finna förenande faktorer. Därmed är studiens första frågeställning:

1. Var ligger det gemensamma snittet mellan Lean och kraftergonomi inom tillverkningsindustrin?

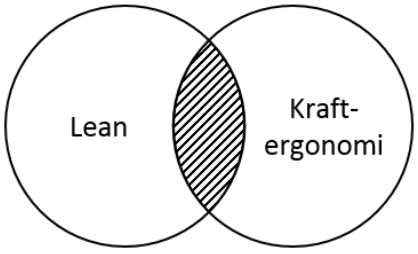
Då många företag anser att kraftergonomin har försämrats sedan Lean införts, bör det undersökas i vilka situationer Lean och kraftergonomi kan vara oförenliga. Detta leder fram till studiens andra frågeställning:

2. Vilka konflikter kan uppstå mellan Lean och kraftergonomi vid arbete inom tillverkningsindustrin?

För att besvara frågeställningarna och därmed uppfylla syftet har en fallstudie genomförts hos ett företag inom tillverkningsindustrin.

1.4 Omfång och avgränsningar

Studien syftar till att, utifrån ett fokus på Lean, studera och presentera kopplingen mellan Lean och kraftergonomi inom tillverkningsindustrin, vilket illustreras i Figur 1. Studien utgår därför från Leans principer och metoder ur ett tillverkningsperspektiv och undersöker hur de förhåller sig till arbetsplatsens kraftergonomi.



Figur 1 Studiens omfång

Det studerade området för den första frågeställningen ligger i det gemensamma snittet mellan Lean och kraftergonomi, vilket illustreras som det överlappande, streckade fältet i Figur 1. Den andra frågeställningen behandlar det område där Lean och kraftergonomi är oförenliga och konflikt uppstår, vilket är en del av de åtskilda fälten i Figur 1.

1.5 Disposition

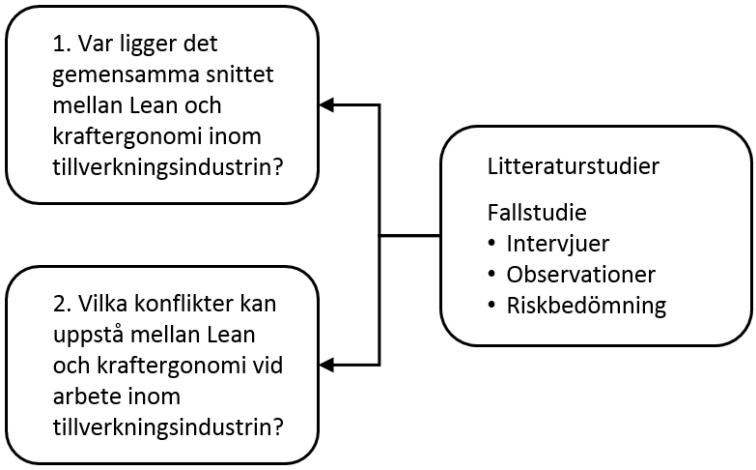
Innehållet i denna rapport är indelat i sex kapitel. Det inledande kapitlet *Introduktion* ger en bakgrund till studien och det problem studien utgår från. Syfte och frågeställningar för studien presenteras samt dess omfång och avgränsningar. Nästföljande kapitel *Metod och genomförande* ger en översikt över studiens arbetsprocess. Här presenteras även vilka metoder som använts för att besvara respektive frågeställning och studiens ansats samt strategi beskrivs. Vidare beskrivs studiens datainsamling och dataanalys. Kapitlet avslutas med en diskussion kring studiens trovärdighet. Det tredje kapitlet består av ett *Teoretiskt ramverk* för studien där teori, som inhämtats genom litteraturstudier för att besvara frågeställningarna, presenteras. Kapitlet *Empiri* ger en översiktlig beskrivning av verksamheten inom fallstudieobjektet. Vidare beskrivs empirin som samlats in för att ge svar på studiens frågeställningar. Empirin jämförs sedan med det teoretiska ramverket i kapitlet *Analys* för att besvara studiens båda frågeställningar. Vidare följer kapitlet *Diskussion och slutsatser* där studiens resultat presenteras samt dess implikationer och begränsningar. Avslutningsvis beskrivs studiens slutsatser och rekommendationer samt förslag på vidare forskning.

2 Metod och genomförande

Kapitlet ger en översiktlig beskrivning av studiens arbetsprocess. Vidare beskrivs studiens ansats och strategi. Därtill beskrivs studiens datainsamling och dataanalys. Kapitlet avslutas med en diskussion kring studiens trovärdighet.

2.1 Koppling mellan frågeställningar och metod

I följande kapitel beskrivs de metoder för datainsamling och dataanalys, som har använts för att besvara studiens frågeställningar. Figur 2 beskriver kopplingen mellan studiens frågeställningar och använda metoder, där genomförda litteraturstudier och en fallstudie ligger till grund för båda frågeställningarna.

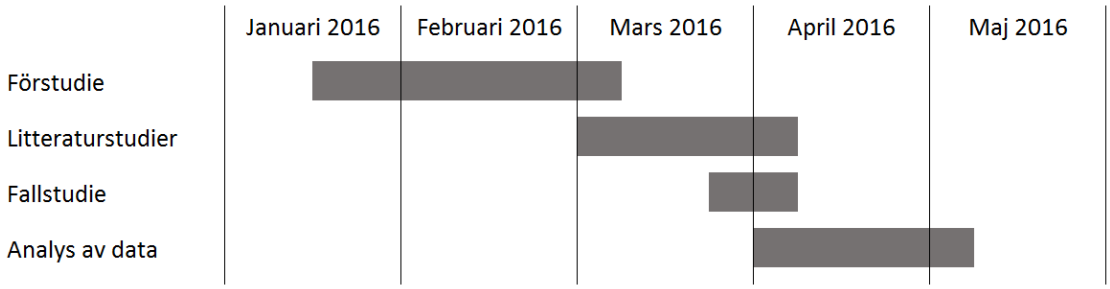


Figur 2 Koppling mellan frågeställningar och metod

För att uppfylla studiens syfte *"Att öka förståelsen för kopplingen mellan Lean och kraftergonomi inom tillverkningsindustrin samt undersöka varför de, inom viss forskning, anses oförenliga"* har litteraturstudier inom ämnesområdet kombinerats med en fallstudie på ett företag inom tillverkningsindustrin, härefter kallat fallföretaget. Studiens frågeställningar har besvarats genom litteraturstudier, där fokus legat på samverkan mellan Lean och kraftergonomi, samt genom empiri i form av intervjuer, observationer och en riskbedömning på fallföretaget. Empirin har samlats in för att komplettera teorin samt för att undersöka hur teorin appliceras på ett tillverkande företag. Riskbedömningen av repetition i monteringsarbetet har genomförts för att undersöka hur kraftergonomin har påverkats efter att fallföretaget utformat monteringen enligt Lean.

2.2 Arbetsprocessen

Studiens arbetsprocess har delats in i fyra faser: *Förstudie*, *Litteraturstudier*, *Empiriinsamling* och *Analys av data*. Arbetsprocessen visas i en tidplan i Figur 3.



Figur 3 Studiens arbetsprocess

I arbetsprocessens första fas, *Förstudie*, formulerades problembeskrivning och syfte. Den valda inriktningen för studien kräver att både teori och empiri samlas in, varför fallföretaget kontaktades för insamling av empirisk data. Teorin samlades in i nästa fas, *Litteraturstudier*. För att få djupare förståelse inom undersökningsområdet genomfördes en *Fallstudie* med empiriinsamling genom intervjuer och observationer samt genom en riskbedömning. *Analys av data* från teori och empiri gjordes fortlöpande och det teoretiska ramverket uppdaterades därefter.

2.3 Ansats

Studien har genomförts med en deduktiv ansats, då teorier först studerats genom litteraturstudier och sedan tillämpats på fallföretaget (Patel & Davidson, 2011). En deduktiv ansats valdes, då syftet med studien var att styrka befintlig forskning inom området. Studiens metodiska ansats utgår enligt Patel och Davidson (2011) från en kvalitativ datainsamling då endast en analysenhet ingår i fallstudien. Frågeställningarna har, utöver genom teori inhämtad från litteraturstudier, besvarats genom intervjuer med öppna svar, direkta observationer samt genom en riskbedömning, vilket styrker den kvalitativa ansatsen.

2.4 Strategi

Som forskningsstrategi för denna studie valdes en fallstudie, då en fallstudie enligt Patel och Davidson (2011) är lämplig då processer och förändringar studeras. Fallstudien bygger på ett flertal källor till empirisk data, såsom intervjuer, observationer samt en riskbedömning. Empirisk data har sedan, i enlighet med Yin (2007), sammanfogats på ett triangulerande sätt, vilket ökar studiens reliabilitet. Den genomförda studien har, enligt Yin (2007), en holistisk enfallsdesign, då endast ett fall har analyserats med en enskild analysenhet. Fallet var i denna studie ett fallföretag inom tillverkningsindustrin och analysenheten var en av fallföretagets monteringslinor, inklusive dess material-försörjning. Monteringsflödet hos fallföretaget valdes ut som ett exempel på hur Lean påverkar arbete inom tillverkningsindustrin.

2.5 Datainsamling

Studiens datainsamling bestod dels av litteraturstudier och dels av insamling av empirisk data från fallstudieobjektet. Litteraturstudier har genomförts för att utgöra en grund för det teoretiska ramverket. Empiri har samlats in genom intervjuer, observationer samt genom en riskbedömning av arbetet.

2.5.1 Litteraturstudier

För att bygga ett teoretiskt ramverk har litteraturstudier genomförts. Det litterära område som har undersökts, är där både Lean och kraftergonomi behandlas.

Litteratursökningar gjordes främst i den litterära databasen Scopus och genom sökverktyget Primo, för att finna både facklitteratur och referentgranskade vetenskapliga artiklar inom området. Använda sökord presenteras i Tabell 1, vilka valdes ut då de gav relevanta sökresultat för studien.

Tabell 1 Använda sökord

Område	Svenska söktermer	Engelska söktermer
Lean	Lean Monteringslina	Assembly line Lean Production
Kraftergonomi	Ergonomi Kraftergonomi	Ergonomics WMSD

För att undersöka det område där Lean och kraftergonomi behandlas, har söktermen *Lean* kombinerats med söktermerna *Ergonomi*, *WMSD* och *Monteringslina*. Monteringslinor har valts ut som sökområde för att underlätta mönsterpassning mellan teori och empiri, då det är den tillverkningsform som har studerats i fallstudien.

Begreppet *Kraftergonomi* används sällan i litteraturen, därför har den bredare söktermen *Ergonomi* använts vid insamlandet av teori. Andra aspekter än kraftergonomiska har därefter sållats bort under bearbetningen av materialet.

2.5.2 Intervjuer

Intervjuer med nyckelpersoner på fallföretaget har genomförts för att inhämta information om hur produktionsavdelningen och monteringsflödets kraftergonomi har påverkats sedan införandet av Lean. Sju intervjuer genomfördes under två tillfällen med arbetsledare och montörer samt med produktionstekniker, produktionschef och kvalitetschef. Personer från olika befattningsnivåer valdes till intervjuerna, för att få en nyanserad bild av fallet. Genomförda intervjuer presenteras i Tabell 2.

Tabell 2 Genomförda intervjuer

Datum	Syfte (Vad)	Roll	Metod (Hur)	Tid
2016-03-29	Hur Lean har påverkat produktionsavdelningen och monteringsflödets kraftergonomi	Arbetsledare	Semi-strukturerad	20 min
2016-03-29	”	Montör	”	15 min
2016-03-29	”	Montör	”	20 min
2016-03-29	”	Montör	”	20 min
2016-03-29	”	Produktionschef	”	15 min
2016-03-29	”	Produktionstekniker	”	25 min
2016-04-04	”	Kvalitetschef	”	20 min

Samtliga intervjuer var av semistrukturerad art, vilket Patel och Davidson (2011) definierar som intervjuer där forskaren ställer frågor från en lista över berörda områden och att respondenten har stor frihet att själv utforma sina svar. Därigenom kunde respondenterna utveckla sina svar och ge en mer omfattande bild av både fakta och egna åsikter.

2.5.3 Observationer

För att komplettera empirisk data inhämtad genom intervjuer, har ett flertal observationer på fallföretaget genomförts, se Tabell 3.

Tabell 3 Genomförda observationer

Datum	Syfte (Vad)	Metod (Hur)	Tid
2016-03-29	Deltagande i monteringsflödet	Deltagande observation	20 min
2016-03-29	Kraftergonomi vid monteringsflödet	Filminspelning	45 min
2016-04-04	Riskbedömning	Strukturerad observation	150 min

Den första observationen var av deltagande art, där observatörerna själva genomförde arbetsuppgifterna i monteringen. Deltagande observationer kan enligt Yin (2007) genomföras för att inte enbart få en yttre och objektiv bild av fallet. Deltagande observationer genomfördes i denna studie, för att få en djupare förståelse för monteringsarbetet samt för att underlätta kommunikationen vid intervjuerna. Under den andra observationen filmades monteringsförloppet med videokamera. Detta material har använts till att i efterhand studera detaljer i monteringen. Den tredje observationen gjordes utifrån en checklista för riskbedömning av repetitivt arbete. Riskbedömningen diskuteras vidare i kapitel 2.5.4.

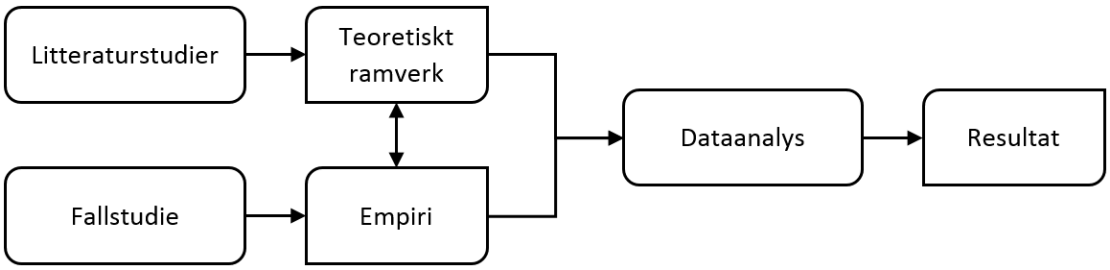
2.5.4 Riskbedömning av repetitivt arbete

För att bedöma kraftergonomin i fallföretagets monteringsflöde, har en riskbedömning genomförts enligt ”Key Indicator Method Manual Handling Operations, KIM III: Riskbedömning av repetitivt arbete med stöd av nyckelindikatorer” framtagen av Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2012). Riskbedömningen syftar till att bedöma sannolikheten för fysisk överbelastning och är rekommenderad av Arbetsmiljöverket. Mallen för riskbedömningen finns att hitta i Bilaga 1.

För att genomföra riskbedömningen användes filminspelningen av monteringsflödet på fallföretaget samt observationer beskrivna i kapitel 2.5.3. Bedömningen genomfördes på ett sådant sätt att varje arbetsstation analyserades för sig genom olika nyckelindikatorer: typ av kraftutövning i finger-/handområdet och varaktighet för denna per minut, kraftöverföring, hand-/armposition och rörelse, arbetsorganisation, arbetsförhållanden samt arbetsställning. Genom att bedömningspoäng från de olika nyckelindikatorerna summerades och multiplicerades med en tidspoäng, baserad på varighet för arbetsuppgiften per arbetspass, erhölls en slutgiltig riskpoäng. Skalan av riskpoäng är indelad i fyra olika riskområden, vilka anger sannolikheten för fysisk överbelastning. Riskområde 1 avser att fysisk överbelastning är osannolik medan Riskområde 4 innebär att fysisk överbelastning är sannolik och att arbetets och arbetsplatsens utformning måste ändras.

2.6 Dataanalys

Figur 4 visar hur studiens data tagits fram och lett till ett resultat. Datainsamling har skett dels genom litteraturstudier av facklitteratur och vetenskapliga artiklar och dels genom en fallstudie på fallföretaget bestående av intervjuer, observationer och en riskbedömning. Insamlad data från litteraturstudier har bildat ett teoretiskt ramverk, med information om Leans principer och metoder samt hur de förhåller sig till kraftergonomi. Genom fallstudien har insamlad data lett fram till empiri, med information om hur det studerade området relaterar till fallobjektet. Det teoretiska ramverket har jämförts med empirin i en dataanalys, för att besvara studiens två frågeställningar. Dataanalysen har därefter genererat ett resultat och därmed uppfyllt studiens syfte.



Figur 4 Analysprocess av data

För att undvika misstolkning av data har det empiriska materialet sammanställts och jämförts med det teoretiska ramverket direkt efter insamling. I och med detta skedde en mönsterjämförelse mellan teori och empiri, vilket innebär att det förväntade mönstret, som inhämtats genom teori, stämmer överens med det empiriska mönstret. Enligt Yin (2007) har detta stärkt studiens interna validitet.

2.7 Trovärdighet

Studiens objektivitet har stärkts genom att inhämtad teori har tagits från befintliga och beprövade källor, i enlighet med Patel och Davidson (2011). För att studien ska uppnå en hög kvalitet krävs även att validitet och reliabilitet uppnås (Patel och Davidson, 2011). Validitet innebär att det som avses undersökas faktiskt undersöks och reliabilitet innebär att studiens utförande kan upprepas med samma resultat (Yin, 2007). Validiteten i denna studie har stärkts genom en noga beskriven arbetsprocess. Genom att metoderna detaljrikt dokumenterats kan studien upprepas och reliabiliteten stärkas, i enlighet med Patel och Davidson (2011). Validiteten har, i enlighet med Yin (2007), även stärkts genom att den på fallföretaget insamlade empirin har kontrollerats av en nyckelperson på fallföretaget, för att undvika missförstånd och eventuellt felaktiga analyser.

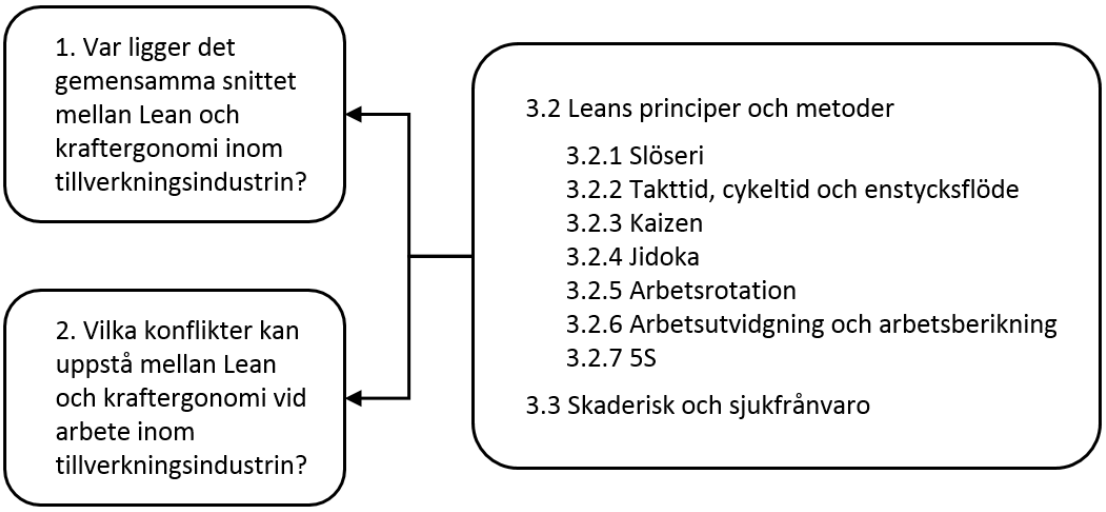
Fallstudien har genomförts med en enfallsdesign, vilket enligt Yin (2007) passar bra då fallet kan ses som representativt för liknande verksamheter. En enskild fallstudie kan betraktas som starkare än en flerfallstudie, då metoden tillåter att studien kan gå in på djupet i fallet. I studien har olika typer av datainsamling använts, såsom intervjuer, observationer och en riskbedömning, vilket enligt Yin (2007) kallas för triangulering. Trianguleringen har ökat studiens reliabilitet, då resultat och slutsatser är grundade på olika källor.

3 Teoretiskt ramverk

Kapitlet ger en teoretisk grund och förklaringsansats till studien och det syfte och frågeställningar som formulerats.

3.1 Koppling mellan frågeställningar och teori

I följande kapitel beskrivs teori, som ger en teoretisk grund för att besvara studiens frågeställningar. Figur 5 beskriver kopplingen mellan studiens frågeställningar och använd teori.



Figur 5 Koppling mellan frågeställningar och teori

För att ge en teoretisk grund till studien och besvara båda frågeställningarna, har Lean studerats utifrån hur dess principer och metoder påverkar och påverkas av kraftergonomi inom tillverkningsindustrin. Därtill har Leans inverkan på arbetsrelaterade skador studerats, för att undersöka det gemensamma snittet och möjliga konflikter mellan Lean och kraftergonomi.

3.2 Leans principer och metoder

Lean är en verksamhetsstrategi där företagskultur, värderingar och grundläggande principer genomsyrar hela verksamheten (Petersson et al., 2009). Att låta en befintlig verksamhet arbeta utifrån en ny verksamhetsstrategi medför ofta motstånd från de anställda, då motstånd är en naturlig inställning till förändring (Hughes, 2010). Kraftergonomi kan därför med fördel vara det första steget vid implementering av Lean, eftersom motstånd mot förändringen reduceras om de anställda får engagera sig i förbättringar av sin arbetsmiljö (Heston, 2006; refererad i Maia, Alves, & Leão, 2012). Grunderna inom Lean består av ett antal principer och metoder, vilka samverkar för att skapa en effektiv verksamhet i ständig förbättring. Nedan presenteras de utifrån sin koppling till kraftergonomi.

3.2.1 Slöseri

Inom Lean finns tre typer av slöseri, baserade på de japanska begreppen Muri, Mura och Muda (Liker, 2009). Muri betyder överbelastning av människans och maskinens kapacitet. Mura står för ojämnhet i till exempel produktionstakt. Muda innebär slöseri i form av, för kunden, icke-värdeadderande aktiviteter.

Muri – överbelastning

När arbetskraven överstiger kapaciteten hos personalen ökar risken för WMSD (Occupational Health and Safety Council of Ontario, 2007). Verktygens vikt och arbetsytans höjd är enligt Eswaramoorthi et al. (2010) nyckelfaktorer till kraftergonomisk påfrestning. En felaktigt utformad arbetsplats leder därför till orimlig fysisk belastning, vilket utifrån Leans principer kopplas till Muri. Aktiviteter som att böja sig ner för att arbeta, trycka hårt, lyfta tunga föremål och repetera tröttsamma aktiviteter ses därför som slöseri enligt Muri och bör elimineras (Arezes et al., 2015).

Mura – ojämnhet

Ojämnhet i produktionstakt leder till fluktuationer i kapacitetsbehov för både människa och maskin (Petersson et al., 2009). För att skapa en jämn produktionstakt bör därför en långsam och konsekvent tillverkning prioriteras över en snabb och ryckig (Liker, 2009). Även läran om kraftergonomi förespråkar en jämn produktionstakt utan kraftmässiga toppar, då dessa annars ökar risken för arbetsrelaterade skador (Hultgren, 1995). Genom att undvika Mura kan därför en kraftergonomisk arbetsplats upprättas. Standardiseringar av arbetet bidrar till förbättringar inom hälsa och säkerhet, eftersom fokus läggs på designen och utformandet av arbetsmoment. Genom att specificera en standard undviks oväntade kapacitetsbehov, vilket förebygger slöseri enligt Mura, förbättrar säkerhet samt hjälper till att förebygga WMSD (Arezes et al., 2015).

Muda – icke-värdeadderande aktiviteter

Rörelse är en av de sju typer av icke-värdeadderande aktiviteter som utgör slöseri i form av Muda. Rörelse som inte ger värde för kunden, exempelvis att gå en sträcka för att hämta verktyg, ses inom Lean som en icke-värdeadderande aktivitet och bör därför elimineras (Petersson et al., 2009; Finnsgård et al., 2011). Varierande arbetsställningar och arbetsrörelser, såsom kortare gångsträckor, är dock en fördel vid kraftergonomiskt arbete då promenader minskar risken för blodpropp i benen, stärker benstommen, sänker kolesterolet samt ger ett friskare hjärta (Arezes et al., 2015). Målet inom kraftergonomisk design är att skapa starka, effektiva kroppsställningar samt att minska kraftbehovet för arbetsuppgifter. Ur en kraftergonomisk synvinkel är det dåligt att sträcka sig långt för att plocka upp något (Aqlan et al., 2013; Kester, 2013), samtidigt som det enligt Lean ses som en icke-värdeadderande aktivitet (Petersson et al., 2009). Att behöva använda stor kraft tar tid, ökar risken för skador och reducerar produktiviteten (Kester, 2003). En kraftergonomiskt säker arbetsmiljö kan även bidra till en påtaglig reducering av produktionsfel, vilket även det är en icke-värdeadderande aktivitet enligt Muda. Komplicerade tillverkningsförutsättningar och arbets-förhållanden ökar risken för att fel ska uppstå i tillverkningen (Karlsson, 2010). Defekta produkter leder till ödslande av både material och arbete, då produkterna antingen kasseras eller kräver ändringsarbete (Eswaramoorthi et al., 2010; Hendrick, 2003; Petersson et al., 2009). Sammantaget visar detta på att en kraftergonomiskt designad arbetsplats även uppfyller målen för en Lean arbetsplats (Kester, 2013).

3.2.2 Takttid, cykeltid och enstycksflöde

Inom Lean bestäms tempot i produktionen av en takttid, medan tempot inom tillverkande företag traditionellt sett bestäms av cykeltid (Petersson et al., 2009). Skillnaden mellan takttid och cykeltid är att takttid utgår ifrån ett kundbehov medan cykeltid innebär kortast möjliga tid för ett arbetsmoment. Takttid kombineras ofta med ett enstycksflöde, där varje steg i tillverkningsprocessen följer tempot för att inte överproducera eller bilda en flaskhals (Liker, 2009). Därigenom kan ett taktat

enstycksflöde eliminera icke-värdeadderande aktiviteter såsom lager, väntan och överproduktion.

Eklund och Berglund (2007), Genaidy och Karwowski (2003) samt Mehri (2006) beskriver studier där det antas att Leans princip om att reducera inaktiv tid riskerar att göra arbetet mer repetitivt. En uppgift kan definieras som repetitiv om cykeltiden är mindre än 30 sekunder, vilket kallas 30-sekundersregeln. 30-sekundersregeln berör i första hand rörelser i hand, handled, rygg och skuldror (Konz, 1990), där mycket repetitivt arbete rapporteras ha 2,8 gånger högre skaderisk än samma arbetsuppgift med längre cykeltid (Smith, 1994). Rörelser i rörelseapparatens ytterlägen kombinerat med hög kraft har dessutom upp till 30 gånger så hög skaderisk vid korta cykeltider än vid långa. Cykeltid är en kritisk aspekt med stor inverkan på utvecklandet av WMSD (Finnsgård et al., 2011). Trots att flera studier tidigare använt cykeltid för att förutspå WMSD, visar dock senare forskning på att enbart cykeltid inte är tillräckligt för att mäta handrepetition och efterföljande påfrestning på muskler eller annan mjukvävnad (Latko et al., 1997; refererad i Womack, Armstrong, & Liker, 2009).

3.2.3 Kaizen – Ständiga förbättringar

Ett arbetssätt inom Lean är ständiga förbättringar, även kallat Kaizen. Att engagera de anställda i förbättringsarbete anses på ett naturligt sätt utgöra ett komplement till kraftergonomiska initiativ (Monroe, Fick, & Joshi, 2012; Vieira, Balbinotti, Varasquin, & Gontijo, 2012; refererade i Arezes et al., 2015), då dessa förbättringsförslag kan leda till kontinuerliga förbättringar av kraftergonomin i deras arbetsmiljö (Womack et al., 2009). Om ledningen gör uppriktiga försök till att ständigt förbättra säkerhet och kvalitet på arbetsplatsen, leder det till ett ökat engagemang hos de anställda i organisationen (Hendrick, 2003).

3.2.4 Jidoka – Inbyggd kvalitet

Inbyggd kvalitet kallas inom Lean för Jidoka. Kvalitet är ett ledord inom Lean och ska byggas in i processen för att undvika omarbetning. Uppskattningsvis kommer 50 procent av alla produktionsfel från dåliga arbetsförhållanden (Baraldi & Kaminski, 2011). Kraftergonomiska problem i monteringsprocessen kan därför i stor utsträckning ses som potentiella kvalitetsrisker. Ur denna synvinkel finns goda anledningar till att integrera kraftergonomi i verksamhetens kvalitetsprogram. Genom att förbättra komponenters passform förenklas tillverkningsarbetet, tack vare att onödig hantering och rörelse elimineras (Maia et al., 2012). En förbättrad passform av komponenter leder därför till både minskad risk för felaktigheter och förbättrad kraftergonomi (Womack et al., 2009).

3.2.5 Arbetsrotation

Arbetsrotation innebär att de anställda roterar mellan olika arbetsuppgifter, för att undvika långa perioder av repetitivt arbete (Arbetsrotation, 2016). Arbetsrotation är vanligt förekommande inom Lean (Arezes et al., 2015), medan det i traditionell tillverkning endast sker sporadiskt (Womack et al., 2009). Enligt Balasubramanian, Adalarasu och Regulapati (2008) rapporterar maskinoperatörer, montörer och andra liknande arbetsroller inom tillverkningsindustrin ofta om problem relaterade till långvarigt stående arbetspositioner, vilket stärker tron att det är viktigt att variera arbetsuppgifter vid dessa typer av arbeten. Arbetsrotation enligt ett schema rekommenderas därför för att undvika skador på grund av repetitivt arbete (Womack et al., 2009).

3.2.6 Arbetsutvidgning och arbetsberikning

En risk med att eliminera icke-värdeadderande aktiviteter i arbetet och på så sätt skapa en effektivare process, är att de frigjorda resurserna används till att utöka den tid som spenderas på tillverkningsarbetet och gör därigenom arbetet mer repetitivt. För att undvika att det repetitiva arbetet bidrar till en ökning av WSMD behöver strategier för arbetsutvidgning och arbetsberikning implementeras, så att fördelarna från en effektivare process utnyttjas utan att skaderisken för operatörerna ökar (Finnsgård et al., 2011). Arbetsutvidgning innebär att den anställda får en utökning av antalet olika arbetsuppgifter att utföra, vilket gör arbetet mindre repetitivt och minskar risken för WMSD (Arbetsutvidgning, 2016). Arbetsberikning innebär att arbetet utökas med mer ansvarsfulla uppgifter, vilket medför ett minskat repetitivt arbete samt ett ökat arbetsengagemang (Arbetsberikning, 2016). Lean involverar både arbetsutvidgning och arbetsberikning i sin strategi, vilket ger positiva effekter på kraftergonomin (Hunter, 2002).

3.2.7 5S

Ett annat verktyg inom Lean är 5S, vilket består av fem olika moment för att skapa en välorganiserad och funktionell arbetsplats: sortera, strukturera, systematisk städning, standardisera samt självdisciplin (Petersson et al., 2009). I 5S ingår ett systematiskt förbättringsarbete för att finna bakomliggande orsaker och åtgärda grundproblemen (Prevent, 2015). Förutom en effektivare tillverkning leder detta även till att riskfyllda arbetsmoment kan åtgärdas. Arbetet med 5S kan enligt Prevent (2015) liknas vid det systematiska arbetsmiljöarbete som enligt svensk lagstiftning måste genomföras av arbetsgivaren för att förebygga olycksfall och ohälsa. Exempelvis är en riskbedömning, som innebär att identifiera risker och upprätta en handlingsplan över åtgärder, vad som sker i stegen sortera, strukturera samt systematisk städning.

3.3 Skaderisk och sjukfrånvaro

Människan har en central roll inom Lean. Trots detta visar studier på negativa effekter gällande kraftergonomiska aspekter efter implementering av Lean (Arezes et al., 2015). Dul och Neuman (2008) menar att även om nya arbetssätt, Lean inkluderat, sägs leda till förbättringar i arbetsförhållanden, syns flera negativa tendenser till att antalet långtidssjukskrivningar på grund av arbetsrelaterade skador ökar. Landsbergis, Cahill och Schnall (1999) föreslår att Lean och liknande verksamhetsstrategier borde inkludera kostnader för kroniska sjukdomar, som exempelvis WMSD, utöver nuvarande jämföranden av produktivitet, kvalitet och effektivitet. Om kostnaderna för arbetsrelaterade skador och sjukskrivningar ökar efter en implementering av Lean, finns det ett ekonomiskt incitament att begränsa de påfrestande egenskaperna.

I motsats till Dul och Neumann (2008) samt Landsbergis et al. (1999), visar annan forskning att Lean har positiva effekter på kraftergonomi. De nackdelar som har rapporterats vid implementering av Lean tros istället komma från missförstånd av Leans principer, då Leans principer, per definition, inte leder till försämringar på arbetsplatsen (Arezes et al., 2015). Enligt Maia et al. (2012) minskar skaderisken vid Lean, tack vare en minskning av onödig hantering och rörelse. Sharma (2003) menar att kostnader för skador orsakade av problem med kraftergonomi, kan sjunka genom att involvera kraftergonomi i Lean och på så sätt eliminera riskfaktorer för skador. Även Kester (2013) menar att en applicering av koncept för kraftergonomisk design kan minska riskfaktorer för WMSD samt reducera dyra fel. I flera fall där kraftergonomiska förbättringar genomförts för att minska risken för WMSD, har resultaten även visat på

tydliga förbättringar i produktivitet (Aqlan et al., 2013; Hendrick, 2003; Kester, 2013; Maia et al., 2012; Sharma, 2003). Investeringar i kraftergonomi ger enligt Baraldi och Kaminski (2010) fördelar åt både de anställda och företaget. De anställda undviker långsiktiga skador och företaget skapar konkurrensfördelar, tack vare kortare monteringstid samt minskade kostnader kopplade till arbetsskador och skadestånd.

Inom litteraturen finns ett flertal studier som jämför traditionell tillverkning med Lean, avseende kraftergonomisk påverkan. Womack et al. (2009) har mätt maximal handkraft vid olika avdelningar inom biltillverkning, där resultaten visade att lägre krafter krävdes vid arbete planerat efter Lean än vid traditionella tillverkningsmetoder. När kraft och repetition kombinerades, visade sig Lean-arbetet dessutom ha minst andel arbetsmoment över American Conference for Governmental Industrial Hygienists rekommenderade värden. Womack et al. (2009) visar dock på att graden av repetition och risken för WMSD var högre i en av fabrikerna som arbetade utifrån Lean. I en studie av Hunter (2002) jämförs arbete enligt Lean med traditionell tillverkning utifrån kilokaloriförbrukning, potentiellt skadliga hållningar samt skador på arm, handled, överarm och axel på grund av repetitiva rörelser. I samtliga tre analyser visade sig arbete utformat enligt Lean vara överlägset traditionell tillverkning, vad gäller analyserade kraftergonomiska och fysiologiska faktorer. Finnsgård et al. (2011) beskriver en fallstudie där materialförsörjning till en monteringslina studerades och ändrades enligt Leans principer. Beslutet att förändra materialförsörjningen grundade sig i brist på utrymme i produktionsanläggningen. Resultaten visade dock att den största relativa förbättringen skedde inom området kraftergonomi, med en minskning på 92 procent av potentiellt skadliga plockrörelser och nästan total eliminering av kroppsrörelser med risk för skador på rygg och axlar.

4 Empiri

Kapitlet ger en översiktlig beskrivning av verksamheten inom fallstudieobjektet. Vidare beskrivs empirin som samlats in för att ge svar på studiens frågeställningar.

4.1 Verksamhetsbeskrivning

Fallstudien är genomförd hos ett företag inom tillverkningsindustrin. Fallföretaget har i produktionsavdelningen arbetat med Lean i fyra år och övergick genom detta från ett flerstycksflöde till ett enstycksflöde. På produktionsavdelningen sker montering av medelstora komponenter på en formgjuten aluminiumstomme, där den mest producerade produktvarianten väger cirka ett kilogram. I och med att monteringen innehöll ett flertal lyft, vilka påverkade montörernas fysiska belastning och ledde till skador, införskaffades monteringslinor med transportband för att förbättra kraftergonomin. Fallföretaget har dock fortsatt hög sjukfrånvaro, vilket utöver oidentifierade orsaker kan kopplas till monteringsarbetet.

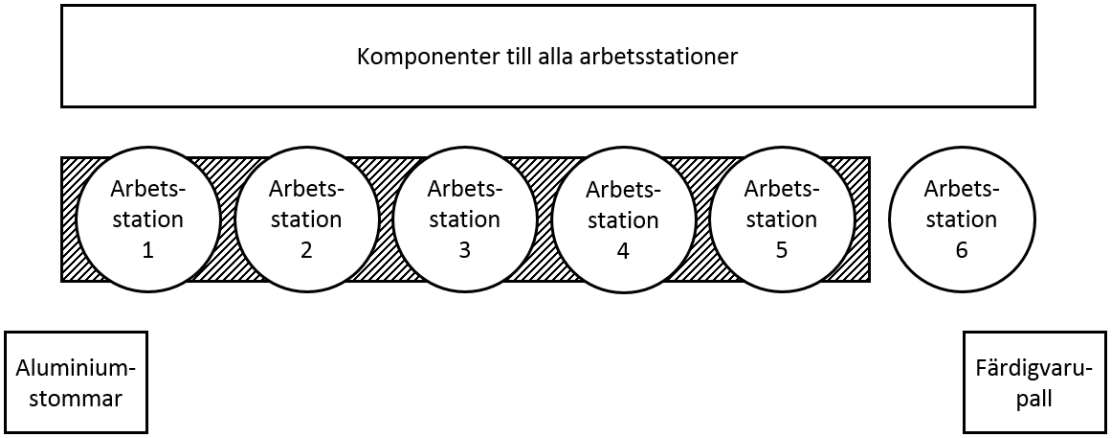
Fallföretaget befinner sig i en tillväxtfas där försäljningsvolymen ökar. Produktionsanläggningen, som just nu består av två monteringslinor, är därför planerad att utökas med ytterligare fyra monteringslinor. Ett mål med de nya monteringslinorna är att de ska vara bättre kraftergonomiskt anpassade än de föregående.

4.1.1 Monteringsflödet

Innan fallföretaget började använda taktade monteringslinor, skedde monteringen i batcher om cirka tolv produkter vid fristående arbetsstationer. Montörerna ansvarade för sina egna arbetsstationer, där de fyllde på material och monterade produkterna från början till slut. Varje delmoment repeterades över alla tolv produkter innan nästa påbörjades. Ett delmoment tog mellan fem till sex minuter att färdigställa för tolv produkter. I nuläget sker monteringen i ett enstycksflöde på en taktad monteringslina med transportband, med undantag för den sista arbetsstationen, vilken ligger utanför transportbandet. Monteringsflödet som har studerats i denna fallstudie omfattar den mest belagda monteringslinan och dess materialförsörjning. Monteringslinan har sex arbetsstationer och bemannas med lika många montörer samt en så kallad resurs, vilken fyller på material till monteringslinan och byter av montörerna vid behov. Takttiden vid monteringen är 37 sekunder och montörerna roterar arbetsstation varje halvtimme. Materialförsörjningen är manuellt hanterad, där materialet ligger i lådor runt arbetsstationen. Inför varje omställning byter montörerna själva ut materialet till det som ska ingå i den nya produkten. Om materialet tar slut under pågående monteringscykel, fyller resursen på materialet för att inte avbryta det pågående arbetet. Resursen agerar även som arbetsledare och har därigenom andra arbetsuppgifter, såsom planering och styrning. Därför hinner materialet ibland inte fyllas på i tid, vilket medför att flödet behöver avbrytas.

Den i fallstudien studerade monteringslinan är illustrerad i Figur 6 och består av sex arbetsstationer. Arbetsstation 1 till och med 5 följer ett transportband, vilket illustreras som det streckade fältet i Figur 6. Arbetsstation 6 utförs vid en separat arbetsbänk. Monteringslinan har ett manuellt inflöde av material, vilket innebär att montören vid Arbetsstation 1 lyfter över en aluminiumstomme från en materiallåda till transportbandet. Lyftet sker med en 90 graders vridning, då materiallådan står vid sidan om montören. Vid Arbetsstation 1 till och med 5 monteras därefter medelstora komponenter på aluminiumstommen, vilka plockas från materiallådor framför monteringslinan. Montören vid Arbetsstation 6 lyfter sedan över produkten till

arbetsbänken för slutgiltig montering, kvalitetskontroll och paketering. Slutligen lyfts produkten över till en färdigvarupall, vilken står cirka en meter bort, snett bakom arbetsbänken. Figur 6 visar en illustration över monteringslinans layout och är ej skalenlig.



Figur 6 Fallföretagets monteringslina

Monteringslinan hanterar ett tiotal olika produkter som i sin tur finns i ett tiotal olika varianter. Det innebär ett produktsortiment på ett hundratal olika produkter. Monteringen av de olika produkterna skiljer sig dock inte avsevärt åt, vilket medför att monteringen kan räknas som jämbördig för produkterna i denna studie.

4.2 Leans påverkan på produktionsavdelningen

Fallföretaget har valt ut och anammat de delar utav Leans filosofi de tycker passar in i verksamheten. Den största förändringen som gjorts utifrån Lean, är övergången från flerstycksflöde till enstycksflöde. Enstycksflödet har lett till ett jämnt flöde i monteringen, där supportsystem byggts upp runt monteringslinan. I supportsystemet ingår bland annat resursen för att flödet ska kunna fortskrida utan avbrott, bortsett från produktomställningar och raster. Monteringen sker efter kundorder och takten på monteringslinan är anpassad efter detta. Inom takttiden finns en bufferttid inlagd, för att monteringsflödet inte ska behöva avbrytas på grund av tillfällig tidsbrist.

Vid observation av monteringslinan framgår att flödet inte är jämt balanserat mellan arbetsstationerna. Montören vid Arbetsstation 1 har inte någon tid för vila medan montörer vid Arbetsstation 2, 3 och 4 endast utför arbete cirka hälften av takttiden. Tabell 4 visar hur fördelningen av tid ser ut vid de olika arbetsstationerna.

Tabell 4 Tidfördelning vid arbetsstationerna

Arbetsstation	Arbete (sekunder)	Vila (sekunder)
1	37	0
2	18	19
3	18	19
4	15	22
5	32	5
6	30	7

Fallföretaget har genom Lean standardiserat arbetssättet i monteringen och involverar personalen i att utveckla arbetet genom ständiga förbättringar. Produktionsavdelningen

försöker genomföra en till två förbättringar varje vecka. De problem som inte kan lösas inom produktionsavdelningen tas med till veckomötena, där alla fallföretagets avdelningar samlas. Alla på fallföretaget får rapportera in problem de identifierat, där varje problem tilldelas ett slutdatum då det ska vara löst och vem på fallföretaget som är ansvarig för att lösa problemet. Uppföljningar görs sedan för att se hur arbetet med problemlösningen har fortskridit. Då personalen fått rutin på ständiga förbättringar, har kraftergonomiska problem kunnat lösas löpande.

4.3 Kraftergonomin i monteringsflödet

Fallföretaget arbetar aktivt med att förbättra kraftergonomin i monteringsflödet. Många förbättringar har genomförts sedan Lean implementerats, men det finns fortfarande problem att lösa.

4.3.1 Lyft och annan kraftansträngning

Monteringslinan togs fram dels i syfte att införa enstycksflöde i produktionen och dels för att minska antalet lyft för montörerna, då dessa moment identifierats som kraftergonomiskt krävande. Genom införandet av monteringslinan kunde sju av tolv lyftmoment elimineras. Ett av de kvarstående lyftmomenten är lyftet av aluminiumstommar vid Arbetsstation 1. I och med att materiallådan med aluminiumstommar står vid sidan om montören, måste montören vrida kroppen och samtidigt lyfta den tunga stommen, vilket blir påfrestande för kroppen. Fallföretaget vill förbättra inflödet av aluminiumstommar genom att placera lådan framför montören och därigenom minska påfrestningen i lyftet. Målet är även att låta den sista arbetsstationen, som i nuläget ligger utanför transportbandet, följa bandet och på så sätt eliminera ytterligare ett av de fem kvarvarande lyften. Det sista lyftet i monteringslinan ligger i nuläget efter Arbetsstation 6, där de färdiga produkterna lyfts över från monteringslinan till en färdigvarupall. Lyftet är krävande, då montören i lyftet vrider överkroppen och går ett par steg, varför det bör utföras med hjälp av en lyftanordning. Under en kort period fanns en lyftanordning på plats, men då den uppfattades som otillräcklig användes den inte av montörerna och togs därför bort. Fallföretaget vill nu införskaffa en snabbare, smidigare och mer användarvänlig lyftanordning.

Fallföretaget har identifierat materiallådornas storlek som ett potentiellt kraftergonomiskt problem. I nuläget är materiallådorna relativt breda, vilket gör att montörerna behöver sträcka sig för att nå material i den bortre delen av lådan. Genom att införskaffa smalare lådor vill fallföretaget kunna minska den kraftergonomiska belastningen samt tiden för att sträcka sig efter material. Smalare lådor hade även möjliggjort ett tvåbingesystem, där flödet inte skulle behöva avbrytas när materialet tar slut, även om resursen inte skulle vara tillgänglig just då.

I monteringen finns arbetsmoment där komponenter kräver kraft för att passas ihop. Sådana moment försämrar kraftergonomin i arbetsmomentet och riskerar att påverka kvaliteten på produkten. Om komponenterna passat ihop utan kraftansträngning hade det blivit lättare för montöreren att hålla god kvalitet på produkten, samtidigt som det hade underlättat det kraftergonomiska arbetet.

4.3.2 Arbetstekniska hjälpmedel

En fördel med Lean och införandet av monteringslinan är att större arbetstekniska investeringar har möjliggjorts. Arbetsflödet har blivit uppdelat till att en viss typ av moment görs på en avsedd plats och bättre kraftergonomisk utrustning har införskaffats,

såsom automatiska skruvdragare. I batch-produktionen skulle det ha krävts ett sådant verktyg till varje arbetsstation, medan det i nuläget endast krävs ett per monteringslina.

De flesta verktyg som används vid monteringslinan är fastsatta med avlastningsarmar, för att montörerna ska slippa lyft och handledsvridningar vid upplockande av verktygen. Vissa verktyg är dock fortfarande lösa, vilket leder till belastningar för montörerna.

4.3.3 Hantering av det repetitiva arbetet

De intervjuade är överens om att monteringsarbetet blivit mer repetitivt efter införandet av Lean och monteringslinan. En övervägande del av dem tycker ändå att monteringsarbetet har blivit bättre, då flödet och arbetet har blivit jämnare. För de flesta av montörerna har deras arbetsställningar blivit mer kraftergonomiskt riktiga. Enligt produktionschefen på fallföretaget går Lean och kraftergonomi hand i hand, då enklare arbetsuppgifter utförs mer effektivt med en lägre fysisk belastning för montören. Även kvalitetschefen anser att Lean och kraftergonomi måste samverka, för personalen skulle inte utföra arbete enligt Lean om dessa arbetsuppgifter var smärtsamma att utföra.

För att hantera det repetitiva arbetet i monteringslinan roterar montörerna arbetsstation varje halvtimme, vilket ökar variationen i arbetet. Tidigare låg två arbetsstationer med skruvmoment efter varandra, vilket blev påfrestande för montörerna. Problemet åtgärdades genom att vid rotationen hoppa fram två arbetsstationer i taget istället för en. Fallföretaget har nu installerat automatiska skruvdragare för att underlätta arbetet och rotationen har återgått till att endast flytta fram en arbetsstation i taget. Då produktionsanläggningen för tillfället endast har två monteringslinor betyder detta att montörerna repeterar samma arbetsstation flera gånger dagligen. När produktions-anläggningen utökats med fler monteringslinor, kommer montörerna rotera mellan de olika monteringslinorna. Förhoppningen med rotationen är att montörerna ska kunna arbeta vid de olika arbetsstationerna högst en gång per dag. För att öka arbetsvariationen ytterligare vill fallföretaget involvera rollen som resurs i rotationen, samt samla ihop vissa arbetsmoment och förlänga cykeltiden för att skapa högre variation inom arbetsstationerna.

Vid varje arbetsstation finns möjlighet för montörerna att sitta ner eller stå upp för att variera sin arbetsställning. Vissa arbetsstationer lämpar sig dock bättre att sitta vid, då montörerna kommer närmare objekten och lättare kan se små detaljer. Arbets-stationerna är även flexibla på det sättet att materialet delvis är flyttbart, vilket möjliggör för montörerna att flytta materialet så att det passar deras egna arbetssätt och kroppsmått. Vid införandet av de nya monteringslinorna planerar fallföretaget att anpassa dem efter olika produktgrupper, för att kunna standardisera placeringen av material. Genom att standardisera layouten för de olika arbetsstationerna skulle en optimalt planerad arbetsyta kunna uppnås och på så sätt förbättra den kraftergonomiska situationen. Standardiseringen skulle även innebära en minskning av kvalitetsfel orsakade av att fel material monteras på produkterna. Denna standardisering skulle dock minska möjligheten till individanpassning. Efter införandet av monteringslinorna är höjden på arbetsstationerna jämn över hela transportbandet och går därför inte att justera efter individuella behov. För att anpassa höjden krävs att höj- och sänkbara golvplatåer installeras, istället för de höj- och sänkbara bänkar som tidigare fanns i batch-produktionen. Arbetsstationernas höjd är en viktig fråga på fallföretaget, då montörernas kroppslängd varierar inom ett spann på ungefär 40 centimeter.

4.4 Skador och sjukfrånvaro

Fallföretaget upplever att de har en hög sjukfrånvaro och flertalet av de sjukskrivna har skador såsom karpaltunnelsyndrom samt besvär med rygg, nacke, axlar och fingrar. Vissa skador har gett sig till känna en lång tid efter att de uppkommit och beror därför inte på hur monteringen ser ut idag. Flertalet av montörerna påverkas dock negativt av monteringsarbetet, då de har minskad rörelseförmåga från tidigare skador. Fallföretaget har inte fört någon statistik över orsaker till sjukskrivningarna, vilket gör det svårt att se om det finns någon koppling mellan skadorna och monteringsarbetet.

4.5 Riskbedömning

Den genomförda riskbedömningen, som förklarats i kapitel 2.5.4, visar att samtliga 6 arbetsstationer tillhör Riskområde 2, då riskpoäng mellan 10 och upp till 25 på skalan klassas som detta. Resultat från riskbedömningen ges i Tabell 5.

Tabell 5 Resultat från riskbedömningen

Arbetsstation	Riskpoäng	Riskområde
1	21	2
2	13	2
3	15	2
4	15	2
5	16	2
6	18	2

Riskområde 2 innebär att arbetsstationerna har en måttlig belastningssituation och att fysisk överbelastning är möjlig för personer med lägre fysisk kapacitet. I och med att de flesta av montörerna har minskad rörelseförmåga på grund av tidigare skador, betyder detta att de ligger i riskzonen för fysisk överbelastning vid samtliga sex arbetsstationer. Enligt riktlinjer för riskbedömningen, är rekommendationen för arbetsmoment i Riskområde 2 att ändra arbetets och arbetsplatsens utformning.

5 Analys

Kapitlet ger svar på studiens frågeställningar genom att jämföra insamlad empiri med det teoretiska ramverket.

5.1 Leans principer och metoder

Forskning visar att involvering av kraftergonomiska initiativ i ett Lean-arbete kan skapa ett ökat engagemang i verksamheten och förbättra de anställdas arbetsmiljö (Arezes et al., 2015; Hendrick, 2003). Detta medför att motstånd till implementering av Lean kan reduceras, när de anställda ser de positiva effekterna Lean kan få på deras arbetsmiljö (Heston, 2006; refererad i Maia et al., 2012). Kvalitetschefen på fallföretaget har sett samma sak, att om arbetsuppgifterna är smärtsamma att utföra kommer de själva att anpassa utförandet av arbetet och frångå det standardiserade arbetssättet. Det gäller därför att standardisera arbetssätten på sådant sätt att de anställda kan arbeta och må bra. Ett för personalen skadligt arbetssätt kan, utöver en negativ inställning mot arbetssättet, även leda till att de anställda får en negativ inställning mot företaget.

5.1.1 Slöseri

På fallföretaget identifierades kraftergonomiska problem, vilka kan kopplas till samtliga av Leans tre typer av slöseri: Muri, Mura och Muda. Genom att eliminera dessa typer av slöseri kan fallföretaget förbättra kraftergonomin i monteringsflödet.

Muri – överbelastning

En felaktigt designad arbetsplats leder till överbelastning (Eswaramoorthi et al., 2010) och ökar därmed risken för WMSD hos de anställda (Occupational Health and Safety Council of Ontario, 2007). Arbetsmoment som enligt Arezes et al. (2015) hör till Muri, innefattar att böja sig ner för att arbeta, lyfta tunga föremål, behöva trycka hårt samt att repetera tröttsamma rörelser. På fallföretaget används i nuläget stora lådor till materialet i monteringen, vilket leder till både tunga lyft vid påfyllning av material och att operatörerna måste sträcka sig efter material i den bortre änden av lådan. Monteringen innehåller även moment där komponenter kräver kraft för att passas ihop, varför komponenternas passform behöver förbättras. Grundorsaker till kraftergonomisk påfrestning tycks ligga i verktygens vikt och arbetsytans höjd (Eswaramoorthi et al., 2010). Då de flesta verktyg vid fallföretagets montering är fastsatta i avlastningsarmar ses detta som tillräckligt för att undvika skador hos montörerna orsakade av verktygens vikt. Monteringslinan på fallföretaget ligger dock på en fastställd arbetshöjd, då hela transportbandet följer samma nivå. På grund av att montörernas längd skiljer sig åt med cirka 40 centimeter är detta ett arbetsmiljöproblem. För att kunna individanpassa höjden skulle höj- och sänkbara platåer behövas, då transportbandets höjd är konstant.

Mura – ojämnhet

En jämn produktionstakt ger ett jämnt kapacitetsbehov för både människa och maskin (Petersson et al., 2009), vilket bör eftersträvas enligt både Lean (Liker, 2009) och kraftergonomiska riktlinjer (Hultgren, 1995). På fallföretaget är det taktade flödet ojämnt balanserat mellan arbetsstationerna, vilket innebär en ojämn kraftansträngning för montörerna. Vid utveckling av de nya monteringslinorna vill fallföretaget förlänga cykeltiden och samla ihop vissa arbetsmoment, vilket medför en långsammare och mer konsekvent produktionstakt. Standardiseringar av arbetsmoment förbättrar dess kraftergonomi samt förebygger ojämnhet (Arezes et al., 2015). Fallföretaget har genom införandet av monteringslinan standardiserat arbetsmomenten och därmed förbättrat arbetsmiljön för de anställda. Efter den planerade utökningen av fler monteringslinor

kan arbetet i större grad standardiseras och därmed leda till en bättre kraftergonomi för de anställda i monteringen. Enligt Arezes et al. (2015) kan standardiseringar även hjälpa till att förebygga Mura genom att undvika felaktiga produkter, förbättra kvalitet samt förebygga WMSD.

Muda – icke-värdeadderande aktiviteter

Inom Muda finns sju olika typer av icke-värdeadderande aktiviteter som bör elimineras, då de inte ger något värde för kunden (Petersson et al., 2009; Finnsgård et al., 2011). Rörelse i form av gång ses enligt Lean som en sådan icke-värdeadderande aktivitet. Ergonomiskt sett minskar dock vissa skaderisker genom att variera mellan att stå och gå, då promenader stärker benstommen, sänker kolesterolet och ger ett friskare hjärta (Arezes et al., 2015). På fallföretaget står de ofta still vid monteringslinan. Att behöva hämta nytt material till monteringen bidrar till att få in promenader i arbetet, men det sköts i nuläget främst av resursen. En annan icke-värdeadderande aktivitet är produktionsfel, vilket även det kan minska vid en kraftergonomiskt säker arbetsmiljö (Karlsson, 2010). Om arbetsförhållanden och tillverkningsförutsättningar är komplicerade ökar risken att fel ska uppstå, med ödslande av material och arbete som följd (Eswaramoorthi et al., 2009; Hendrick, 2003; Petersson et al., 2009). Fallföretaget har länge arbetat med att förbättra arbetsförhållandena i monteringen. Exempelvis använder de avlastningsarmar för tunga verktyg, samt automatiska skruvdragare för att underlätta arbetet och minska skaderisken.

Enligt både Aqlan et al. (2013) och Kester (2013) finns ett samband mellan dålig kraftergonomi och icke-värdeadderande aktiviteter. Förbättringar av kraftergonomin medför att starka, effektiva kroppsställningar skapas och kraftbehovet för arbetsuppgifterna minskar. På fallföretaget har de sedan tidigare ansett att Lean och kraftergonomi är nära sammanhängande och de arbetar hela tiden med att förbättra kraftergonomin i arbetet, för att uppgifterna ska bli fysiskt lättare och effektivare att utföra. Vid Arbetsstation 1 på fallföretaget finns en tydlig icke-värdeadderande aktivitet i form av onödig rörelse, då aluminiumstommen måste lyftas över till transportbandet från montörens sida. Fallföretaget har själva identifierat att detta lyft är påfrestande för montören och försöker finna nya lösningar för att underlätta lyft och förflyttning av aluminiumstommen.

5.1.2 Takttid, cykeltid och enstycksflöde

Inom Lean ligger kundefterfrågan till grund för takttid i produktionen. I traditionell tillverkning ligger kortast möjliga tid för att genomföra ett arbetsmoment, till grund för cykeltiden (Petersson et al., 2009). Takttid kombinerat med ett enstycksflöde gör det enkelt att följa tempot, för att inte överproducera eller bilda en flaskhals. Därigenom undviks och elimineras icke-värdeadderande aktiviteter såsom lager, väntan och överproduktion (Liker, 2009).

Enligt Finnsgård et al. (2011) är cykeltid en kritisk aspekt med stor inverkan på utvecklandet av WMSD, men enbart cykeltid är enligt flera studier inte tillräcklig för att mäta handrepetition och påfrestning på musklerna (Latko et al., 1997; refererad i Womack et al., 2009). Fallföretagets takttid på 37 sekunder innebär därför ingen direkt skaderisk för montörerna, så länge arbetet är lätt att utföra och inte involverar höga krafter i rörelseapparatens ytterlägen. Enligt Konz (1990) räknas 30 sekunders cykeltid som repetitivt arbete. Utförs rörelser med hög kraft i rörelseapparatens ytterlägen blir skaderisken upp till 30 gånger högre under en kort cykeltid (Smith, 1994). Operatörerna

på fallföretaget anser dock att arbetet är repetitivt med en takttid på 37 sekunder. Att arbetet är repetitivt kan bekräftas genom den i studien genomförda riskbedömningen, vilken visar att arbetet i monteringslinan ligger i riskzonen för skadligt repetitivt arbete.

5.1.3 Kaizen – Ständiga förbättringar

Att arbeta med förbättringsarbete ger kontinuerliga förbättringar av arbetsmiljön (Womack et al., 2009) och utgör därför ett komplement till kraftergonomiska initiativ (Monroe et al., 2012; Vieira et al., 2012; refererade i Arezes et al., 2015). Fallföretaget arbetar med ständiga förbättringar, där alla på fallföretaget kan lyfta problemfrågor. En ansvarig för varje förbättringsprojekt utses med ett slutdatum för genomförandet, för att sedan följa upp hur det har fortskridit på ett veckomöte. Förbättringsarbete skapar engagemang hos de anställda, framförallt om även ledningen visar intresse för att förbättra de anställdas arbetssituation (Hendrick, 2003). Investeringar i nya lyftanordningar på fallföretaget skulle visa de anställda att ledningen tar deras arbetsmiljö på allvar samt göra arbetet kraftergonomiskt säkrare och mer effektivt. I nuläget finns dock ingen handlingsplan för någon sådan investering på fallföretaget.

5.1.4 Jidoka – Inbyggd kvalitet

För att uppnå en god kvalitet i produkterna bör kvalitet byggas in i processerna. Omkring 50 procent av alla kvalitetsproblem kommer enligt Baraldi och Kaminski (2010) ursprungligen från dåliga arbetsförhållanden, varför kraftergonomiska problem medför kvalitetsrisker. Genom att involvera kraftergonomiska initiativ i verksamheters kvalitetsprogram kan både högre kvalitet och eliminering av icke-värdeadderande aktiviteter uppnås, då reducering av onödig hantering och rörelse minskar risken för kvalitetsfel (Maia et al., 2012). På fallföretaget kan onödig hantering bland annat ses vid lyftet mellan Arbetsstation 5 och 6, där produkten flyttas från transportbandet till arbetsbänken. En annan kvalitetsrisk på fallföretaget är moment där komponenter kräver kraft för att passas ihop. Enligt Womack et al. (2009) leder bra passform på komponenter till förenklad montering, minskad skaderisk och förbättrad kraftergonomi, vilket i sin tur ökar kvaliteten. Fallföretaget kan alltså öka både produktivitet och kvalitet samt minska skaderisken i monteringen, genom att undvika tunga lyft och förbättra komponenternas passform.

5.1.5 Arbetsrotation

Att rotera mellan olika arbetsuppgifter enligt ett schema är vanligt förekommande inom Lean (Arezes et al., 2015), men sker inom traditionell tillverkning endast sporadiskt (Womack et al., 2009). Enligt operatörer och andra roller inom tillverkningsindustrin leder långvarigt stående arbetsuppgifter ofta till problem, vilket stärker tron att det är viktigt att variera mellan olika arbetsuppgifter (Balasubramanian et al., 2008). Fallföretaget roterar varje halvtimme för att öka variationen. De står dock still mycket i monteringen, så att enbart rotera mellan monteringens sex stationer är kanske inte tillräckligt. Att rotera mellan fler linor och att även inkludera rollen som resurs i rotationen skulle öka variationen ytterligare. Att gå och hämta nytt material är även bra för att få in rörelse och promenader i arbetet.

5.1.6 Arbetsutvidgning och arbetsberikning

Risken med eliminering av icke-värdeadderande aktiviteter är att de frigjorda resurserna enbart används till att utöka tiden för tillverkningsarbete och därmed göra arbetet mer repetitivt (Finnsgård et al., 2011). Genom att använda strategier för arbetsutvidgning och arbetsberikning kan detta undvikas. Arbetsutvidgning innebär en ökning av antalet

olika arbetsuppgifter (Arbetsutvidgning, 2016) och arbetsberikning innebär mer ansvarsfulla uppgifter (Arbetsberikning, 2016). Eftersom takttiden på fallföretaget har kortats ned, vill företaget nu gruppera ihop vissa moment för att göra arbetet mindre repetitivt. Att gruppera fler moment till samma station och arbeta under en längre takttid skulle ge en arbetsutvidgning med större variation. Om rollen som resurs skulle rotera mellan fler i personalstyrkan skulle arbetet berikas med ett större ansvar, mer variation och ett ökat engagemang i organisationen, likt definitionen av arbetsberikning (Arbetsberikning, 2016). Lean inkluderar både arbetsutvidgning och arbetsberikning i sina principer och ger därför positiva effekter på kraftergonomin (Hunter, 2002).

5.1.7 5S

5S består av fem olika moment: sortera, strukturera, systematisk städning, standardisera samt självdisciplin (Petersson et al., 2009). Genom att arbeta utifrån dessa moment utförs ett systematiskt förbättringsarbete där grundorsaker och grundproblem undersöks och åtgärdas (Prevent, 2015). Även riskfyllda arbetsmoment involveras och 5S kan därför liknas vid det systematiska arbetsmiljöarbete som enligt lag måste göras på varje arbetsplats. En riskbedömning innefattar exempelvis samma analyser och åtgärder som stegen sortera, strukturera samt systematisk städning. Genom att standardisera arbetsstationerna i de kommande monteringslinorna blir det lättare att undvika fel, då grundorsaker blir lättare att finna och åtgärda genom en ny standard. I nuläget flyttar de anställda själva om materialet så att det passar deras egna förutsättningar. Med hjälp av en standard som ska passa alla, kan riskmoment åtgärdas och därefter undvikas.

5.2 Skaderisk och sjukfrånvaro

Då långtidssjukskrivningar på grund av arbetsrelaterade skador, såsom WMSD, tycks öka efter införandet av Lean (Dul & Neuman, 2008), menar Landsbergis et al. (1999) att kostnader för skador bör räknas med, utöver produktivitet, effektivitet och kvalitet, vid mätningar av resultat efter en Lean-implementering. Fallföretaget har problem med hög sjukfrånvaro, som delvis beror på WMSD. På grund av att fallföretaget inte fört någon sjukskrivningsstatistik går det dock inte att dra några slutsatser till om sjukskrivningarna blivit fler efter att arbetet övergick från att ske i batch-produktion till monteringslinor, eller ifall skadorna hos de anställda först gett sig till känna under arbetet vid monteringslinan.

Enligt Arezes et al. (2015) leder en implementering av Lean per definition inte till försämringar av kraftergonomin, i sådant fall har principerna missförståtts. På fallföretaget har de valt ut de delar av Lean de tycker passar in i deras organisation och får därför inte alla fördelar som kommer genom en fullständig implementering av Lean. Fallföretaget har dock valt detta själva och är medvetna om att det finns utrymme för förbättringar. Genom att endast anamma vissa delar av Lean kan inte en optimal verksamhet utan slöseri uppnås. Eftersom arbetet med Lean är ett kontinuerligt projekt som tar lång tid att uppnå, går det inte att säga att Lean leder till sämre kraftergonomi då Lean-arbetande verksamheter antagligen inte anammat hela Leans filosofi fullt ut än.

Enligt Maia et al. (2012) kan skaderisken och de ergonomiska kostnaderna minska och produktiviteten öka vid arbete utefter Lean principer och metoder. Utan sjukskrivnings-statistik går det dock inte att göra en rättvis bedömning av det finansiella läget, eller av hur arbetet med att förbättra kraftergonomin har fallit ut. I linje med Baraldi och Kaminski (2010) vill fallföretaget investera i kraftergonomiska lösningar, för att skapa

konkurrensfördelar och ge de anställda bättre livskvalitet. Fallföretaget har identifierat riskfyllda arbetsmoment, vilka kan leda till skador hos montörerna, och jobbar aktivt med att eliminera dessa. Tack vare enstycksflödet har fallföretaget kunnat göra fler investeringar som gynnar kraftergonomin i produktionen. Lean och det enstycksflöde som bör medfölja, kan därför göra både en ekonomisk och en kraftergonomisk skillnad.

Vid en jämförelse mellan arbete utformat enligt Lean och traditionell tillverkning, visade sig Lean-arbetet vara överlägset avseende kraftergonomiska och fysiologiska faktorer (Hunter, 2002). I en studie gjord av Womack et al. (2009), visades att arbete utefter Lean krävde lägre krafter från de anställda än vid traditionell tillverkning. Även Finnsgård et al. (2011) visade i sin studie att en förändring gjord enligt Lean gav kraftergonomiska resultat. I samma studie övergick verksamheten till ett tvåbingesystem, vilket visade på positiva resultat på både produktivitet och kraftergonomi. Fallföretaget har förutsättningarna att införskaffa ett tvåbingesystem, vilket de hoppas ska förbättra både kraftergonomin för montörerna och produktiviteten i monteringen. Kraftergonomin skulle då förbättras genom minskad storlek på materiallådorna och produktiviteten skulle öka genom snabbare och smidigare materialpåfyllnad.

6 Diskussion och slutsatser

Kapitlet ger en sammanfattande beskrivning av studiens resultat. Vidare beskrivs studiens implikationer och begränsningar. Dessutom beskrivs studiens slutsatser och rekommendationer. Kapitlet avslutas med förslag på vidare forskning.

6.1 Resultat

Studiens resultat presenteras nedan utifrån de två frågeställningarna.

1. *Var ligger det gemensamma snittet mellan Lean och kraftergonomi inom tillverkningsindustrin?*?

En koppling mellan Lean och kraftergonomi har upptäckts i Muri. Muri innebär överbelastning av människa och maskin, vilket visar på att kraftergonomiska aspekter bör integreras i Lean. Rörelser, som att trycka hårt och lyfta tungt, är dåliga ur ett kraftergonomiskt perspektiv och räknas även till slöseri enligt Muri. Genom att designa arbetsuppgifter med enkla tillverkningsförutsättningar, minskar risken för överbelastning. Fallstudien visar att fallföretaget utvecklat och förenklat konstruktionen av sina produkter, för att minska kraftergonomisk påfrestning i monteringen. Därigenom krävs även mindre tid för monteringen, vilket visar på att både de anställda och företaget vinner på en kraftergonomiskt säker arbetsmiljö. Onödigt komplicerade rörelser är även en bidragande faktor till kvalitetsrisker. Om en rörelse är kraftergonomiskt ansträngande att genomföra, är risken större att den utförs på ett felaktigt sätt. Felaktigt utförande leder till produktionsfel, vilket medför ödslande av både material och arbete. Fallföretaget har investerat i maskiner för att förbättra kraftergonomin i monteringen, vilket även minskar risken för felaktigheter. Både produktivitet och kvalitet ökar genom kraftergonomiska initiativ, samtidigt som onödig hantering och rörelse minskar. Kraftergonomi är därför viktigt även utifrån Jidoka, som innebär att bygga in kvalitet i processer och produkter.

Ojämnhet i takt och volym, Mura, har inverkan på människans kraftansträngning. En jämn produktionstakt utan höga krafter, är lättare att hantera än ansträngande moment som kräver tid för återhämtning. Inom Lean baseras takttiden på kundefterfrågan, vilket ger ett jämnt tempo över hela arbetsdagen. Då traditionell tillverkning ofta använder cykeltid med kortast möjliga tid för ett moment, är det en vanlig uppfattning att Leans princip att eliminera icke-värdeadderande aktiviteter leder till kortare takttider. Eftersom takttiden inom Lean styrs av kundefterfrågan är detta ett missförstånd. Lean handlar snarare om att berika och utvidga arbetet än att korta ned cykeltiden för arbetsmomenten. Mura kan förebyggas genom att standardisera arbetet, vilket kan göras med 5S, där grundorsaker till problem undersöks, åtgärdas och standardiseras. Användandet av metoden 5S liknar det systematiska arbetsmiljöarbete företag enligt svensk lagstiftning måste genomföra och leder till att kraftergonomiska problem upptäcks och förbättras. Fallstudien visar att ständiga förbättringar hjälpt fallföretaget att synliggöra och förbättra kraftergonomiska problem. Enligt 5S bör varje arbetsredskap och material ha en bestämd plats, vilket hos fallföretaget lett till att kraftergonomiska investeringar kunnat genomföras. Där används avlastningsarmar till tunga verktyg, tack vare att de hela tiden används i samma arbetsstation.

En risk vid högintensivt arbete är skador hos de anställda. Om skadorna leder till sjukfrånvaro minskar produktiviteten i arbetet. Det är därför viktigt att ha fokus på kraftergonomi i design och utformning av arbetsprocesserna, för att undvika sådana

skador. Produktivitet minskar även vid ineffektiv materialpåfyllning. Ett sätt för att undvika detta är användning av tvåbingesystem, då flödet kan fortgå även om ena lådan med material tagit slut. Tvåbingesystemet möjliggör även färre icke-värdeadderande aktiviteter i form av rörelse, då de anställda inte behöver sträcka sig lika långt efter material. På fallföretaget hanteras materialpåfyllning av en resurs, vilken fallföretaget i framtiden vill involvera i arbetsrotationen. Efter utökandet av de nya monteringslinorna är förhoppningen att montörerna även ska kunna rotera mellan olika monteringslinor. Arbetsrotation är ett bra sätt att variera arbetet enligt Lean och minskar risken för arbetsskador. Lean inkluderar även arbetsutvidgning och arbetsberikning i sina principer, vilka båda ger positiva effekter på kraftergonomin. Arbetsutvidgning och arbetsberikning gör arbetet mindre repetitivt och genom att de anställda ges mer ansvar över arbetet, ökar detta även engagemanget i organisationen. Eftersom Lean är en kultur där alla i verksamheten involveras, är det viktigt att de anställda känner engagemang för sitt arbete. Om ledningen visar intresse för att förbättra de anställdas arbetsmiljö, skapar även det ett ökat engagemang i organisationen.

2. *Vilka konflikter kan uppstå mellan Lean och kraftergonomi vid arbete inom tillverkningsindustrin?*

I samverkan mellan Lean och kraftergonomi finns en konflikt, där de två har olika synsätt: rörelse i form av gång. Gång ses inom Lean som en icke-värdeadderande aktivitet, då det är en aktivitet där inget värde tillförs åt kunden. Enligt kraftergonomi ses gång å andra sidan som en del i ett varierande arbetssätt och som en viktig faktor för att minska skador, genom att stärka benstommen, sänka kolesterolet och ge ett friskare hjärta. Gång är därför en oförenlig faktor mellan Lean och kraftergonomi.

En annan möjlig konflikt mellan Lean och kraftergonomi är sjukfrånvaro, vilket tycks öka vid arbete enligt Lean. Resultatet av den första frågeställningen visar att en fullständig implementering av Lean involverar goda förutsättningar för kraftergonomi. Den ökade sjukfrånvaron företag sett vid arbete enligt Lean, tros därför bero på en ofullständig implementering av Lean.

Ytterligare en möjlig konflikt mellan Lean och kraftergonomi ligger i att Lean anses innebära ensidiga och repetitiva arbetsmoment, där även resultat från fallstudien visar på ett ökat repetitivt arbete vid arbete med Lean. Arbetsrotation, arbetsutvidgning och arbetsberikning, vilka alla är förespråkade arbetssätt inom Lean, möjliggör dock variation i arbetet. Om frigjord tid, utvunnen genom eliminering av icke-värdeadderande aktiviteter, används till att lägga mer tid på tillverkningsarbetet, utan att anamma de befintliga möjligheterna till varierat arbete, kan arbetet bli repetitivt.

Arbetshöjd är en viktig faktor med inverkan på kraftergonomi. Användning av monteringslinor vid tillverkning är därmed ett problem, då arbetshöjden i en monteringslina inte går att individanpassa utan ytterligare investeringar i arbetshjälpmedel. Lean förespråkar dock enstycksflöde, inte monteringslinor. Monteringslinor ses ofta som en lösning för att skapa enstycksflöden, men det är, som tidigare sagts, inget Lean förespråkar.

6.2 Implikationer

Studien styrker forskningen om att Leans principer och metoder ligger i ett gemensamt snitt med kraftergonomi, då de i enlighet med denna fallstudie stödjer och förbättrar varandra. En vanlig uppfattning är att Lean bidrar till repetitivt arbete genom kortare

cykeltider och mer monotont arbete än andra verksamhetsstrategier. Denna uppfattning kan motbevisas, då Lean baserar takttid på kundefterfrågan istället för kortast möjliga cykeltid. Enligt Lean bör arbetet varieras genom arbetsrotation, arbetsutvidgning och arbetsberikning, vilket förebygger repetitivt arbete. Kunskapen om Lean och kraftergonomi som lyfts genom denna studie, kan bistå som ett beslutsunderlag för verksamheter som är tveksamma till att implementera Lean på grund av dessa felaktiga uppfattningar. Försämrad kraftergonomi på grund av Lean kan istället kopplas till ofullständig användning av verksamhetsstrategin, då endast delar av teorin implementerats i verksamheten utan helhetssyn över strategin.

Kunskaperna från denna studie är behjälpliga för verksamheter i alla stadier av arbete med Lean, då de underlättar vid implementering av Lean samt vid en redan existerande användning av Lean. Förhoppningen är att studien kan hjälpa till att minska sjukfrånvaro, genom att uppmärksamma de principer och metoder inom Lean som främjar kraftergonomi. Sammanställningen av information från teori och empiri kan även ligga till grund för framställning av framtida läromedel för utbildning inom Lean, genom att ge en ökad förståelse för hur Lean och kraftergonomi samverkar. Den enda funna konflikten mellan de två ligger i rörelse i form av gång, vilket kräver en avvägning för varje verksamhet att göra.

Fallföretaget kan använda studiens resultat i sitt vidare arbete med Lean och framförallt vid utvecklingen av de nya monteringslinorna. Riskbedömningen ger fallföretaget information om risker i de nuvarande arbetsmomenten och visar på var förbättringar behöver göras.

6.3 Begränsningar

I nästföljande delkapitel diskuteras studiens resultat och metod utifrån dess tillämpbarhet, trovärdighet samt brister och begränsningar.

6.3.1 Resultat

Studiens resultat är tillämpbart på andra verksamheter än fallföretaget inom tillverkningsindustrin, då dess monteringsflöde anses vara representativt för liknande verksamheter. Resultatet är även applicerbart på verksamheter inom andra branscher, då Leans principer och metoder samt vetenskapen om kraftergonomi inte är begränsade till tillverkningsindustrin.

6.3.2 Metod

Arbetsprocessen är noga beskriven genom hela studien, vilket stärker studiens reliabilitet. Litteraturstudiernas sökord och litterära databaser har redovisats, där litteraturen främst bestod av engelska artiklar där termen *Ergonomics* använts. *Ergonomics* är en bredare term än *Kraftergonomi*, vilket innebär en risk att andra ergonomiska aspekter avsetts och därför misstolkats i studien. En positiv effekt från användandet av en bredare term, var att sökandet resulterade i fler artiklar och därmed ett bredare resultat. Studerad litteratur innefattade teori där både Lean och kraftergonomi behandlas. Genom enskilda studier av både Lean och kraftergonomi, hade mer information troligtvis erhållits och medfört ett mer omfattande resultat om kopplingen mellan de två. Det teoretiska ramverket bestod av både böcker och referentgranskade vetenskapliga artiklar. Artiklarna bygger på varandras forskning och flera av författarna refererar därigenom varandra, vilket även det tyder på att artiklarna är tillförlitliga.

Utöver litteraturstudier har en fallstudie genomförts. Fallstudien tillför ett forskningsvärde till studien, vilket ökar studiens akademiska och praktiska bidrag. Fallstudiens enfallsdesign möjliggjorde att det enskilda fallet kunde undersökas på ett djupare plan, än om den utförts i en flerfallsdesign. Fler fallobjekt hade möjliggjort en jämförelse mellan fallen och därmed öka tillförlitligheten. Enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (2011) kan dock en jämförelse mellan teori och empiri, vilket gjordes i denna studie, även användas för att öka tillförlitligheten.

Empiriinsamlingen på fallföretaget skedde genom intervjuer, observationer och en riskbedömning. Empirin kontrollerades av fallföretaget för att säkerställa att den var korrekt. Intervjuerna genomfördes individuellt för att respondenterna inte skulle påverkas av varandras åsikter, varför gruppintervjuer valdes bort som intervjumetod. Personal i olika befattningsnivåer på företaget valdes ut för att ge en bredare bild av situationen. Den deltagande observationen ledde både till en ökad förståelse för arbetsmomenten i monteringen samt till att information från intervjuerna kunde bekräftas. Riskbedömningen baserades på observationer under en och samma monteringscykel, med en montör i vardera arbetsstation. Tillförlitligheten i riskbedömningen hade ökat om olika montörer studerats i varje arbetsstation, eller om en och samma montör studerats i samtliga arbetsstationer. Observationerna till riskbedömningen genomfördes av utomstående personer, som därför inte har full vetskap om den kraft och rörelse som krävs i de olika arbetsstationerna samt som saknar tidigare erfarenhet av riskbedömningen. De fyra riskområdena har dock stora marginaler vid summering av riskpoäng, vilket gör att arbetsstationerna antagligen tillhört samma riskområde även vid bedömning genomförd av andra observatörer. Utöver den insamlade empirin hade dokumentstudier kunnat bidra till en stärkt triangulering genom fler insamlingsmetoder i studien. Statistik över sjukfrånvaro hade med fördel ingått som en dokumentstudie, för att avläsa eventuella samband mellan Lean och sjukfrånvaro, men detta saknades på fallföretaget.

Analys av data, inhämtad genom litteraturstudier och en fallstudie, utmynnade i studiens resultat och genomfördes med hjälp av mönsterjämförelse. Det teoretiska ramverket anpassades därför under studiens gång för att matcha insamlad empiri, vilket säkerställer dess relevans för studien.

6.4 Slutsatser och rekommendationer

Studiens syfte har varit *”att öka förståelsen för kopplingen mellan Lean och kraftergonomi inom tillverkningsindustrin samt undersöka varför de, inom viss forskning, anses oförenliga”*. En koppling mellan Lean och kraftergonomi ligger i Leans tre typer av slöseri och då speciellt Muri. Den information som finns om Lean för gemene man att tillgå, lägger sällan större fokus på annat än det tredje slöseriet Muda, då Muda och dess icke-värdeadderande aktiviteter är mer greppbara och lättförstådda än de två andra formerna av slöseri. Muda involverar kraftergonomi genom rörelse och defekta produkter, men kopplingen till kraftergonomi kan vara svår att se. Den information som vanligen ges om Muri, överbelastning av människa och maskin, riktar ofta in sig på överbelastning av maskin varför människan får en mindre roll inom begreppet. Överbelastning av människa kan direkt kopplas till kraftergonomi, då kraftergonomi innebär goda arbetsställningar, arbetsrörelser och kroppsliga belastningar. Större fokus skulle därför behöva läggas på Muri och dess koppling till kraftergonomi i faktalitterturen kring Lean, samt öka förståelsen för alla tre typer av slöseri utan betoning på Muda.

Anledningen till att Lean och kraftergonomi inte ses som förenliga, tros ha sitt ursprung i att de verksamheter, som implementerat Lean och fått ett negativt resultat, inte har anammat hela kulturen, utan endast plockat ut de delar av Lean de tycker passar in på verksamheten just då. Lean är ett långvarigt projekt och inget som implementeras på en dag. Exempel på detta kan ses i att Lean anses öka belastning och intensitet i arbetet, medan det kan bevisas att arbetet blir lättare och mer varierande vid fullständig användning av Leans principer och metoder. Endast en konflikt mellan Lean och kraftergonomi har identifierats i denna studie, rörelse i form av gång, vilket är en bråkdel av all kritik som riktats mot Lean. Konflikten blir därför en fråga för varje verksamhet att ta ställning till. Sammantaget kan en slutsats dras om att det finns en naturlig koppling mellan Lean och kraftergonomi, vilket stödjer den forskning som visat på detta. Därmed anses studiens syfte vara uppfyllt.

6.5 Vidare forskning

För att styrka forskningen ytterligare krävs fler studier hos andra företag inom både tillverkningsindustrin och andra branscher. Inom tillverkningsindustrin vore det intressant att undersöka företag med andra typer av materialflöden och tillverkningsmetoder. Studier som involverar en kostnadsaspekt skulle även det styrka forskningen, då kopplingar kan dras till hur Lean och kraftergonomi påverkar verksamheter finansiellt sett.

Studien är begränsad till att undersöka samspelet kraftergonomi och Lean. Kraftergonomi hör till den bredare tvärvetenskapen ergonomi, som förutom fysiska faktorer även innefattar psykiska och andra kognitiva förhållanden mellan människan och arbetet. Vidare forskning inom det större området ergonomi och då speciellt psykisk ergonomi kan öka förståelsen för hur Lean påverkar och samverkar med människan.

Referenser

Anderson-Connolly, R., Grunberg, L., Greenberg, E., & Moore, S. (2002). Is Lean Mean? Workplace Transformation and Employee Wellbeing. *Work, Employment & Society Vol. 16(3)*, 387–411.

Aqlan, F., Lam, S. S., Testani, M., & Ramakrishnan, S. (2013). Ergonomic Risk Reduction to Enhance Lean Transformation. *IIE Annual Conference and Expo 2013*, 989-997.

Arbetsberikning. (2016). Hämtat från http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/arbetsberikning den 6 maj 2016

Arbetsmiljöverket. (2015). *Arbetsställning och belastning – ergonomi*. Hämtat från https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/arbetsstallning-och-belastning---ergonomi/ den 8 april 2016

Arbetsrotation. (2016). Hämtat från http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/arbetsrotation den 9 maj 2016

Arbetsutvidgning. (2016). Hämtat från http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/arbetsutvidgning den 6 maj 2016

Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Carvalho Alves, A. (2015). Workplace Ergonomics in Lean Production. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation Vol. 52(1)*, 57-70.

Balasubramanian, V., Adalarasu, K., & Regulapati, R. (2008). Comparing Stationary Standing With an Intermittent Walking Posture During Assembly Operations. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing Vol. 18(6)*, 666–677.

Baraldi, E. C., & Kaminski, P. C. (2011). Ergonomic Planned Supply in an Automotive Assembly Line. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries Vol. 21(1)*, 104-119.

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. (2012). Hämtat från www.baua.de den 11 april 2016

Dul, J., & Neumann, W. P. (2009). Ergonomics Contributions to Company Strategies. *Applied Ergonomics Vol. 40(4)*, 745–752.

Eklund, J., & Berglund, F. (2007). Reactions from Employees on the Implementation of Lean Production. *Proceedings of the 39th Nordic Ergonomics Society Conference.*

Ergonomi. (2016). Hämtat från http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ergonomi den 2 mars 2016

Eriksson, L. T., & Wiedersheim-Paul, F. (2011). *Att utreda, forska och rapportera.* Malmö: Liber AB.

Eswaramoorthi, M., Rajagopal, A. C., Prasad, P. S., & Mohanram, P. V. (2010). Redesigning Assembly Stations Using Ergonomic Methods as a Lean Tool. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation Vol. 35(2)*, 231–240.

EU-OSHA: European Agency for Safety and Health at Work. (2010). *Work-related Musculoskeletal Disorders - Facts and figures.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Finnsgård, C., Wänström, C., Medbo, L., & Neumann, W. P. (2011). Impact of Materials Exposure on Assembly Workstation Performance. *International Journal of Production Research Vol. 49(24)*, 7253–7274.

García-Alcaraz, J. L., Maldonado-Macías, A. A., & Cortes-Robles, G. (2014). *Lean Manufacturing in the Developing World: Methodology: Case Studies and*

Trends From Latin America. Cham: Springer International Publishing Switzerland.

Genaidy, A. M., & Karwowski, W. (2003). Human Performance in Lean Production Environment: Critical Assessment and Research Framework. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries Vol. 13(4)*, 317–330.

Gilkinson, P. (2007). Integrating Risk Reduction Strategies with Six Sigma and Lean. *10th Annual Applied Ergonomics Conference: Celebrating The Past..Shaping The Future*.

Hendrick, H. W. (2003). Determining the Cost–Benefits of Ergonomics Projects and Factors That Lead to Their Success. *Applied Egonomics Vol. 34(5)*, 419-427.

Heston, T. (2006). Ergonomics: The First Step to Lean. *Fabricating & Metalwork Vol. 5(6)*, 52-55.

Hughes, M. (2010). *Managing Change: A Critical Perspective.* London: Chartered Institute of Personnel and Development.

Hultgren, I. (1995). *Ergonomi.* Stockholm: Liber Utbildning AB.

Hunter, S. L. (2002). Ergonomic Evaluation of Manufacturing System Designs. *Journal of Manufacturing Systems Vol. 20 (6)*, 429–444.

Johansson, J., & Abrahamsson, L. (2009). The Good Work – A Swedish Trade Union Vision in the Shadow of Lean Production. *Applied Ergonomics Vol. 40(4)*, 775–780.

Karlsson, A. (2010). Dålig ergonomi: en dyr affär för tillverkningsindustrin. *Chalmers Magasin Vol. 2*, 10-11.

Kazmierczak, K., Winkel, J., & Westgaard, R. H. (2004). Car Disassembly and Ergonomics in Sweden: Current Situation and Future Perspectives in Light of New Environmental Legislation. *International Journal of Production Research Vol. 42(7)*, 1305-1324.

Kester, J. (2013). A Lean Look at Ergonomics. *Industrial Engineer Vol. 45(3)*, 28-32.

Konz, S. (1990). Workstation Organization and Design. *International Journal of Industrial Ergonomics Vol. 6(2)*, 175-193.

Landsbergis, P. A., Cahill, J., & Schnall, P. (1999). The Impact of Lean Production and Related New Systems of Work Organization on Worker Health. *Journal of Occupational Health Psychology Vol. 4(2)*, 108-130.

Latko, W., Armstrong, T., Foulke, J., Herrin, G., Rabourn, R., & Ulin, S. (1997). Development and Evaluation of an Observational Method for Assessing Repetition in Hand Tasks. *American Industrial Hygiene Association Journal Vol. 58(4)*, 278–285.

Lean Enterprise Institute. (u.å.). *What is Lean?* Hämtat från http://www.lean.org/WhatsLean/ den 8 april 2016

Liker, J. (2009). *The Toyota Way.* Stockholm: Liber AB.

Maia, L., Alves, A., & Leão, C. (2012). *Do Lean Methodologies Include Ergonomic Tools?* Guimarães: Universidade do Minho.

Mehri, D. (2006). The Darker Side of Lean: An Insider's Perspective on the Realities of the Toyota Production System. *Academy of Management Perspectives Vol. 20(2)*, 21–42.

Monroe, K., Fick, F., & Joshi, M. (2012). Successful Integration of Ergonomics Into Continuous Improvement Initiatives. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation Vol. 41(1)*, 1622–1624.

Occupational Health and Safety Council of Ontario. (2007). *MSD Prevention Series: Part 2. Resource Manual for the MSD Prevention Guideline for Ontario.*

Patel, R., & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder: att planera, genomföra och rapportera en undersökning.* Lund: Studentlitteratur.

Petersson, P., Johansson, O., Broman, M., Blücher, D., & Alsterman, H. (2009). *Lean: gör avvikelser till framgång.* Bromma: Part Development.

Prevent. (2015). *Effektivare med 5S-metoden.* Stockholm: Prevent.

Saurin, T. A., & Ferreira, C. F. (2009). The Impacts of Lean Production on Working Conditions: A Case Study of a Harvester Assembly Line in Brazil. *International Journal of Industrial Ergonomics Vol. 39(2)*, 403-412.

Sharma, A. (2003). Lean Ergonomics Prevention is Better Than Cure. *Plant Engineer Vol. 47(1)*, 8-9.

Smith, L. L. (1994). High Technology and Manufacturing: Work Physiology Improvements Via the Ergo Simulation Analysis System. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting*, 664-667.

Walder, J., & Karlin, J. (2007). *Integrated Lean Thinking & Ergonomics: Utilizing Material Handling Assist Device Solutions for a Productive Workplace.* A Material Handling Industry of America (MHIA) white paper.

Westgaard, R. H., & Winkel, J. (1996). Guidelines for Occupational Musculoskeletal Load as a Basis for Intervention: A Critical Review. *Applied Ergonomics Vol. 27(2)*, 79-88.

Vieira, L., Balbinotti, G., Varasquin, A., & Gontijo, L. (2012). Ergonomics and Kaizen as Strategies for Competitiveness? A Theoretical and Practical in an Automotive Industry. *WORK: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation Vol.41(1)*, 1756–1762.

Winkel, J., & Westgaard, R. H. (2008). Risk Factors of Occupational MSDs and Potential Solutions: Past, Present and Future. *HESA Newsletter Vol. 34*, 3-7.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World.* New York: Free Press: A Division of Simon & Schuster, Inc.

Womack, S. K., Armstrong, T. J., & Liker, J. K. (2009). Lean Job Design and Musculoskeletal Disorder Risk: A Two Plant Comparison. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Service Industries Vol. 19(4)*, 279–293.

Yin, R. K. (2007). *Fallstudier: design och genomförande.* Malmö: Liber AB.

Bilagor

Bilaga 1 Checklista för riskbedömning

Bilaga 1

ARBETSMILJÖ VERKET

KIM III – Riskbedömning av repetitivt arbete med stöd av nyckelindikatorer

Om flertalet olika arbetsuppgifter utförs inom en och samma arbetsdag måste dessa aktiviteter registreras separat.

Arbetsuppgift:

Steg 1: Bestämning av tidspoäng

Aktivitetens totala varaktighet per skift [upp till ... timmar]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tidspoäng	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5

Steg 2: Bestämning av bedömningspoäng för typ av kraftutövning, greppförhållanden, arbetsorganisation, arbetsförhållanden, arbetsställning samt hand/arm position och rörelse

Typ av kraftutövning i finger-/handområdet		**Håll**				**Rörelse**				
		genomsnittlig tid för att hålla [sek. per minut]				genomsnittlig rörelsefrekvens [antal per minut]				
		60–31	30–16	15–4	<4	<1	1–4	5–15	16–30	31–60	>60
Nivå	**Beskrivning, typiska exempel**	**Bedömningspoäng**									
låg	**Väldigt låga krafter** t.ex. knapptryckningar/skjutrörelser/sortera	2	1	0,5	0	0	0,5	1	2	3
	Låga krafter t.ex. materialföring/insättning	3	1.5	1	0	0	1	1.5	3	5
	Medelstora krafter t.ex. att greppa/sätta ihop små arbetsstycken manuellt eller med små verktyg	5	2	1	0	0,5	1	2	5	8
	Stora krafter t.ex. att vrida/linda/paketera/greppa/att hålla eller sätta ihop delar/pressa in/skära/att arbeta med små motordrivna handverktyg	8	4	2	0,5	1	2	4	8	13
	Mycket stora krafter t.ex. att skära som innebär större kraftansträngning/arbete med små häftpistolar/förflyttning av, eller att hålla i, delar eller verktyg	12	6	3	1	1	3	6	12	21
	"Peak" krafter t.ex. dra åt, lösgöra bultar/separera/pressa in	19	9	4	1	2	4	9	19	33
hög	**Slag** med tumbasen, handflatan, knytnäve	–	–	–	1	1	3	6	12	21
		Bedömningspoäng för kraftutövning:						**Vänster hand:**		**Höger hand:**

Observera arbetscykeln och markera bedömningspoängen för de olika kraftkategorierna. Summan av riskpoäng för hålltid och rörelsefrekvens ger kraftbedömningspoängen (vänster och höger hand beräknas var för sig). Det högsta värdet, för höger eller vänster hand, används för att beräkna den totala bedömningspoängen.

Version 2012

Kraftöverföring / greppförhållanden	**Poäng**
Optimal kraftöverföring / igångsättning / arbetsobjekten är lätta att greppa (t.ex. rörformade, infällda grepp) / bra ergonomisk greppdesign (grepp, knappar, verktyg)	**0**
Försvårad kraftöverföring / igångsättning / större kraft för att hålla krävs/inga formade grepp	**2**
Avsevärt försvårad kraftöverföring / igångsättning / arbetsobjekten är knappt möjliga att greppa (hala, mjuka, vassa kanter) / inga grepp eller olämpliga sådana	**4**

Hand-/armposition och rörelse*)		**Poäng**
	Bra: position eller rörelser i leder i medelläge (avspänt) / endast sällsynta avvikelser	**0**
	Begränsad: enstaka positioner eller rörelser i lederna i ytterläge	**1**
	Ogynnsam: ofta förekommande positioner eller rörelser i lederna i ytterläge	**2**
	Dålig: ständiga positioner eller rörelser i lederna i ytterläge / långvariga statiska armbelastningar utan hand-/armstöd	**3**

**) Typiska positioner ska beaktas. Sällan förekommande avvikelser kan ignoreras.*

Arbetsorganisation	**Poäng**
Frekvent variation av belastning på grund av andra aktiviteter / flera arbetsmoment / tillräcklig återhämtningsmöjlighet	**0**
Mindre frekvent variation av belastning på grund av andra aktiviteter / få arbetsmoment / återhämtningstid tillräcklig	**1**
Ingen / nästan ingen variation av belastning på grund av andra aktiviteter / få enskilda rörelser per arbetsmoment / högt arbetstempo på grund av linjestyrning och / eller hög ackordsprestation / ojämnt arbetsflöde med tidvis höga belastningstoppar / för lite eller för kort återhämtningstid	**2**

Egenskaper som inte har nämnts i tabellen kan beaktas på motsvarande sätt.

Arbetsförhållanden	**Poäng**
Bra: lätt att urskilja detaljer / ingen bländning/goda klimatförhållanden	**0**
Begränsade: svårt att urskilja detaljer pga. bländning eller alltför små detaljer / drag / kyla / fukt / störd koncentration till följd av buller	**1**

Egenskaper som inte nämns i tabellen kan beaktas. Under mycket ogynnsamma förhållanden kan 2 poäng tilldelas.

Arbetsställning **)		**Poäng**
	Bra: växling mellan sittande och stående är möjligt/växling mellan stående och gående / dynamiskt sittande är möjligt / vila för hand och arm är möjlig efter behov / ingen vridning / huvudets ställning kan varieras / inget grepp över axelhöjd	**0**
	Begränsad: bålen lutar svagt mot arbetsområdet / övervägande sittande ställning med tillfälligt stående eller gående / tillfälliga grepp över axelhöjd	**1**
	Ogynnsam: bålen tydligt framåtlutad och/eller vriden/huvudets ställning anpassad för att urskilja detaljer/begränsad rörelsefrihet/endast stående utan gående/frekvent greppande över axelhöjd/ frekventa grepp långt från kroppen	**3**
	Dålig: bålen kraftigt vriden och framåtlutad / kroppshållningen är starkt begränsad / visuell kontroll av aktivitet genom förstoringsglas eller mikroskop/stark lutning eller vridning av huvudet / frekventa böjningar / konstanta grepp över axelhöjd / konstant greppande långt från kroppen	**5**

***) Typiska ställningar ska beaktas. Sällsynta avvikelser kan ignoreras.*

Steg 3: Värdering

Ange i diagrammet de bedömningspoäng som är lämpliga för arbetsuppgiften och beräkna riskpoängen.

	Typ av kraftutövning(ar) i finger-/handområdet						
+	Kraftöverföring/Greppförhållanden						
+	Hand-/armposition och rörelse						
+	Arbetsorganisation						
+	Arbetsförhållanden						
+	Arbetsställning						
=	**Summa**		**X**	Tidspoäng		=	Riskpoäng

Baserat på det beräknade riskpoäng och tabellen nedan är det möjligt att göra en grov värdering.

Riskområde ***)	Riskpoäng	Beskrivning
1	<10	Låg belastningssituation, fysisk överbelastning osannolik.
2	10 till <25	Måttlig belastningssituation, fysisk överbelastning är möjlig för personer med lägre fysisk kapacitet. För denna grupp är det fördelaktigt att ändra arbetets och arbetsplatsens utformning.
3	25 till <50	Ökad belastningssituation, fysisk överbelastning möjlig även för personer med normal kapacitet. Ny utformning av arbetet och arbetsplatsen rekommenderas.
4	≥50	Hög belastningssituation, fysisk överbelastning är sannolik. Arbetets och arbetsplatsens utformning måste ändras.

***) Gränserna mellan riskområdena är flytande på grund av de individuella arbetsteknikerna och prestationsvillkoren. Nivåbestämningen kan därför endast betraktas som ett **orienteringshjälpmedel**. I grund och botten måste antas att allt eftersom riskpoängen stiger ökar risken för överbelastning av det muskuloskeletala systemet.

Publicerat av Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012 www.baua.de