



Kunskapsöversikt

Belastningsergonomiska studier
utifrån ett produktions- och
systemperspektiv

– interventioner, verksamhetseffekter och
konsekvenser

Rapport 2012:1

Kunskapsöversikt

Belastningsergonomiska studier utifrån ett produktions- och systemperspektiv

- interventioner, verksamhetseffekter och konsekvenser

Brännmark, Mikael

Eklund, Jörgen

Håkansson, Malin

Vogel, Kjerstin

Skolan för teknik och hälsa, avdelningen för Ergonomi vid Kungliga Tekniska Högskolan och Helix vid Linköpings universitet

Rapport 2012:1

ISSN 1650-3171

Förord

Arbetsmiljöverket har fått i uppdrag av regeringen att informera och sprida kunskap om områden av betydelse för arbetsmiljön. Under kommande år publiceras därför ett flertal kunskapsöversikter där välrenommerade forskare sammanfattat kunskapsläget inom ett antal teman. Manuskripten har granskats av externa bedömare och behandlats vid respektive lärosäte.

Rapporterna finns kostnadsfritt tillgängliga på Arbetsmiljöverkets webbplats. Där finns även material från seminarieserien som Arbetsmiljöverket arrangerar i samband med rapporternas publicering.

Projektledare för kunskapsöversikterna vid Arbetsmiljöverket har varit Ulrika Thomsson Myrvang. Vi vill även tacka övriga kollegor vid Arbetsmiljöverket som varit behjälpliga i arbetet med rapporterna.

De åsikter som uttrycks i denna rapport är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis Arbetsmiljöverkets uppfattning.

*Magnus Falk, fil.dr.
Jan Ottosson, professor*

Inledning

Denna kunskapsöversikt har sammanställts av en grupp forskare vid avdelningen för ergonomi, Skolan för teknik och hälsa vid Kungliga Tekniska Högskolan. Två av dem representerar också centrubildningen Helix vid Linköpings universitet. Arbetet har genomförts som ett uppdrag från Arbetsmiljöverket.

Översikten har delats in och genomförts i tre block. Det första lyfter fram samband mellan belastningsergonomi och kvalitet och är huvudsakligen författat av Jörgen Eklund. Det andra lyfter fram sambanden mellan belastningsergonomiska interventioner och verksamhetseffekter och är huvudsakligen författat av Kjerstin Vogel. Det tredje beskriver samband mellan industriföretags förändringar mot lean produktion och konsekvenser för belastningsergonomin. Denna del är huvudsakligen författat av Malin Håkansson och Mikael Brännmark. Övriga delar av rapporten har arbetats igenom gemensamt av de fyra författarna till denna rapport. Vi vill också på detta sätt tacka Anki Falck, Jan Ottosson och Lotta Dellve för värdefulla synpunkter på manuset.

Författarna i december 2011

Innehåll

1. Inledning och beskrivning av översiktens fokus	5
2. Samband mellan belastningsergonomi och kvalitet.....	7
2.1 Inledning.....	7
2.2 Begrepp och definitioner	7
2.3 Belastningsergonomi och kvalitet	8
2.4 Psykosociala och organisatoriska aspekter, kvalitet och risk för belastningsproblem.....	10
3. Belastningsergonomiska interventioner och verksamhetseffekter.....	13
3.1 Inledning.....	13
3.2 Definition av begrepp	14
3.3 Metoder.....	14
3.4 Resultat beträffande belastningsergonomiska interventioner	14
3.5 Belastningsergonomi och verksamhetseffekter.....	16
3.6 Ergonomiska åtgärder och ekonomi.....	20
3.7 Individrelaterade faktorer	21
3.8 Kritiska argument.....	22
3.9 Diskussion och sammanfattande reflektioner	22
4. Lean produktion och belastningsergonomiska konsekvenser.....	25
4.1 Inledning.....	25
4.2 Bakgrund	26
4.3 Metod	30
4.4 Resultat	33
4.5 Diskussion	47
4.6 Hur hantera belastningsergonomin vid implementering av lean?	53
4.7 Framtida forskning.....	55
5. Avslutande diskussion, slutsatser och rekommendationer	57
Referenser	61
Bilaga 1: Vanliga lean-begrepp.....	71
Bilaga 2: Sökbegrepp för lean och belastningsergonomi.....	74

1. Inledning och beskrivning av översiktens fokus

Diskussioner om belastningsergonomi begränsas ofta till hälsa och välbefinnande ur ett individperspektiv. I forskningslitteraturen finns en hel del information om hur människans prestationsförmåga påverkas av den belastningsergonomiska utformningen av arbetet och arbetsplatsen. Vidare spelar arbetsorganisatoriska, psykosociala och kognitiva faktorer en viktig roll för människors förmåga att fullgöra ett gott arbetsresultat såväl som för risken för belastningsrelaterade besvär. Men utöver denna kunskap som främst berör hur individer påverkas, så finns också ett verksamhetsperspektiv som vanligen inte uppmärksammas lika mycket, dvs. hur belastningsergonomin påverkar verksamheten i termer av kvalitet, produktivitet och störningar.

Med denna kunskapsöversikt har vi författare ambitionen att täcka ett område som inte lika utförligt har behandlats i tidigare kunskapsöversikter. Övergripande är vi intresserade av effekter på viktiga utfallsvariabler för verksamheten, däribland kvalitet men också andra konsekvenser för produktivitet, effektivitet och ekonomi. Det finns också interventioner där belastningsergonomin inte är den primära målsättningen med interventionen, men där det uppstår påtagliga belastningsergonomiska konsekvenser. Området har mycket hög relevans för hur organisationer prioriterar mellan olika alternativa satsningar, men också för andra aktörer inom bl.a. forskning, tillsyn, utbildning. Det finns därför ett mycket starkt önskemål att beskriva den idag bästa tillgängliga kunskapen inom området. Den vetenskapliga litteraturen är begränsad inom området, så vår ansats blev tidigt att inte endast behandla vetenskaplig litteratur av bästa kvalitet utan att även värdera annan relevant "grå" litteratur och inkludera sådan i översikten. Detta återspeglas i ambitionen att sammanställa den nu bästa möjliga kunskapen inom områden där det inte finns ett tillräckligt vetenskapligt kunskapsunderlag.

Ambitionen har inte bara varit att beskriva de arbeten som är redovisade i den vetenskapliga litteraturen, utan också att systematisera och syntetisera dessa kunskaper så att rapporten underlättar en helhetsförståelse för de mekanismer som verkar och påverkar utfallet i verksamheter på organisationsnivå. Detta innebär att vi sammanfattat en bakgrund från böcker och annan litteratur med syftet att underlätta förståelsen för den sammanställning som också görs i denna rapport. Vidare har ambitionen varit att samla och bidra med idéer för hur kunskapen kan användas och komma till nytta i svenskt arbetsliv. Vi ser denna typ av kunskap som mycket angelägen eftersom företag och organisationer normalt inte tänker på denna koppling mellan belastningsergonomiska faktorer och verksamhetseffekter, utan enbart ser kopplingen mot individernas hälsa och komfort. Därmed ses belastningsergonomi alltför ofta som något som tar resurser från verksamheten snarare än något som kan få verksamheten att fungera bättre. Genom att bredda perspektivet till verksamhetens kärnfrågor kan inställningen till belastningsergonomiska interventioner påverkas och ses på ett nytt och mer konstruktivt sätt. En avgränsning har gjorts, där ekonomiska effekter endast tas upp där de är relevanta för översiktens huvudfrågor och där det finns koppling mot belastningsergonomi.

Litteraturoversikterna genomförs således inte enbart som traditionella översikter med syftet att identifiera den kunskap som det råder konsensus kring, och områden där kunskapsunderlaget är otillräckligt eller motsägelsefullt. Istället har vi haft en ambition att också lyfta fram intressanta tankar och idéer samt bredare sätt att arbeta

med belastningsergonomiska frågor i praktiken. Med andra ord är fokus i hög grad att inspirera praktiker till att också inkludera verksamhetsperspektivet i arbetet med att förebygga belastningsergonomiska problem.

2. Samband mellan belastningsergonomi och kvalitet

2.1 Inledning

Denna översikt bygger delvis på litteraturöversikten som låg till grund för den tidigare sammanställningen av sambanden mellan ergonomi och kvalitet som gjordes av Eklund (1997). En uppdatering har gjorts 2010/2011 genom sökning i *Ergonomics Abstracts* på begreppen *quality, performance, ergonomics, musculoskeletal, MSD, improvement*. Vidare har referenslistorna i de funna publikationerna gått igenom, och relevansen hos publikationerna har bedömts. Översikten har inte syftat till att presentera alla relevanta publikationer, utan den är skriven för att ge en samlad bild av området utifrån det synsätt som framhålls i litteraturen.

2.2 Begrepp och definitioner

De två forskningsområdena ergonomi och kvalitet är båda relativt unga, men också närbesläktade. Man kan också se att båda disciplinerna har rötter från 1920-talet och det amerikanska företaget Western Electric (se Axelsson & Bergman, 1999). Det finns flera likheter mellan disciplinerna och under senare år har forskning i gränslandet mellan dem byggts upp (Axelsson, 2000; Drury, 1997; Eklund, 1997; Carayon et al., 1999; Zink, 1999). Båda disciplinerna är multidisciplinära och tillämpade, de bygger på människans reaktioner, behov, förmågor, begränsningar och preferenser.

Flera definitioner beskriver att ergonomi består av arbetsorganisation, kognitiv ergonomi samt fysisk ergonomi, dvs. belastningsergonomi och fysikaliska arbetsmiljöfaktorer. Nordiska ErgonomiSällskapet (NES) definierade ergonomi som *”Tvärvetenskapligt forsknings- och tillämpningsområde som behandlar integrerad kunskap om människans förutsättningar och behov i interaktionen människa – teknik – miljö vid utformning av tekniska komponenter och arbetssystem”*. Ergonomi syftar till att skapa arbetsförhållanden som förbättrar säkerhet, hälsa, välbefinnande och effektivitet (Ruth & Odenrick, 1994). Den internationella organisationen *”International Ergonomics Association”*, som sammansluter nationella ergonomiföreningar i världen, definierade ergonomi på följande sätt: *”Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theoretical principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance. Practitioners of ergonomics, ergonomists, contribute to the planning, design and evaluation of tasks, jobs, products, organizations, environments and systems in order to make them compatible with the needs, abilities and limitations of people.”* (IEA, 2011). Numera betraktas begreppet *”Human Factors”* som synonymt med ergonomi. Ofta skrivs det ut som *”Ergonomics and Human Factors”* för att undvika missförstånd.

Kvalitet definierades tidigare som *”Fitness for use”* (Juran, 1989). Under senare år har definitionen vidgats, vilket demonstreras av följande definition: *”Kvalitet hos en produkt eller tjänst är dess förmåga att tillfredställa eller helst överträffa kundens behov och förväntningar”* (Bergman & Klefsjö, 2007). Numera trycker man på att det är angeläget att inte bara tillfredställa kundernas förväntningar, utan att också överträffa dessa, dvs. att överraska kunderna positivt. Begreppet kund används både för slutkund eller konsument, men det används också för interna och externa kunder. Den externa

kunden är en mottagare av produkten eller tjänsten, som inte tillhör den producerande organisationen. Interna kunder är aktörer i den kedja av aktiviteter som genomförs inom den producerande organisationen, till exempel ordermottagning, konstruktion, beredning, produktion, leverans. Alla kunder har krav och förväntningar på hur de produkter de använder ska fungera och att användbarheten hos dessa är god. Detta ingår i de ergonomiska aspekter som kunderna förväntar sig ska uppfyllas. På detta sätt bekräftas överlappningen mellan kvalitet och ergonomi (Eklund, 1997).

Total Quality Management (TQM) är en holistisk filosofi som har utvecklats med inspiration från Toyota, Japan och USA (Deming, 1986). På svenska används begreppet Offensiv kvalitetsutveckling (Bergman & Klefsjö, 2007). En annan utvecklingslinje inom kvalitetsrörelsen är kvalitetsstandarder, främst då ISO 9000 (Kroslid, 1999), och här finns en diskrepans i synsättet mellan förespråkarna för dessa två inriktningar.

Kvalitetsrörelsen har i hög grad utvecklats från ett pragmatiskt synsätt och därför ibland kritiserats för att ha en dålig teoretisk förankring. TQM är som disciplin normativ och bygger bland annat på följande antaganden: förbättrad kvalitet är lönsamt; människor önskar utföra sitt arbete med god kvalitet; alla delar av organisationen är starkt beroende av varandra; kvalitet är högsta ledningens ansvar (Hackman & Wageman, 1995). Hörnpelare i filosofin är kundfokus, processorientering, delaktighet, ständig förbättring och standardisering (Bergman & Klefsjö, 2007). Samtidigt finns olika nationella kvalitetstraditioner, bland annat den japanska (Monden, 1994; Imai, 1986), den amerikanska (Shiba et al., 1993), och den skandinaviska (Edvardsson, 1999; Bergman & Klefsjö, 2007). Kortfattat kan man se att den amerikanska traditionen är mer resultatorienterad, medan den japanska är mer processorienterad och betonar mer långsiktighet. Den skandinaviska traditionen är mer influerad av den sociotekniska teoribildningen, där delaktighet och arbetsförhållanden integreras på ett mer påtagligt sätt, och att intressentperspektiven blir tydligare (Ennals, 2000).

2.3 Belastningsergonomi och kvalitet

Det är välkänt från äldre basal forskning inom ergonomiområdet att utformningen av arbeten, arbetsplatser och arbetsställningar påverkar människors möjligheter att utföra sina arbetsuppgifter med precision eller snabbhet. Exempelvis varierar precisionen av olika kroppsrörelser med rörelsernas riktning och också mellan olika muskelgrupper i kroppen (Grandjean, 1988). Förmågan att utveckla kraft varierar mellan olika riktningar och detsamma gäller tiden till muskulär uttrötning och tremor (Chaffin & Andersson, 1991). I dessa standardverk samt i Sanders och McCormick (1993) finns många exempel på experimentella studier där människans prestationsförmåga påverkas av belastningsergonomiska faktorer. Detta betyder att arbeten som är utformade på ett sådant sätt att hänsyn tas till denna kunskap medför en högre prestationsförmåga hos individerna och därmed påverkas också verksamhetens kvalitet, produktivitet och effektivitet. Det är till exempel välkänt att tunga arbetsuppgifter och belastande arbetsställningar ofta resulterar i ökande diskomfort under arbetsdagen, inte bara ökad risk för belastningsbesvär på sikt (Corlett & Bishop, 1976). I sådana situationer väljer operatörer att skydda sin kropp från ännu mer obehag genom att minska tiden i de besvärliga arbetsmomenten eller arbetsställningarna. Härigenom minimerar operatörerna sin tid i efterarbete, kontroller eller justeringar eller överlämnar problem till andra kvalitetsjusterare. I andra fall chansar operatörerna genom att lämna ifrån sig arbeten som ligger på gränsen till godkänd kvalitet. Som en följd av

dessa coping-strategier ökar frekvensen av kvalitetsproblem (Eklund, 1995; Eklund & Brännmark, 2009).

Det finns ytterligare ett flertal empiriska studier som konfirmerar sambanden mellan belastningar och kvalitet. Axelsson (2000) använde RULA-metoden för att klassificera arbetsställningar och jämförde detta med kvalitetsdata. Det visade sig att kvalitetsbristerna var nästan 10 gånger fler för arbetena med de sämsta arbetsställningarna jämfört med de bästa. I en studie om manuell montering kom Wick och Bloswick (1998) fram till, att om monteringen var mer lättåtkomlig så blev arbetsställningarna bättre, och för dessa situationer var kvalitetsutfallet bättre. På motsvarande sätt kom Erdinc och Vayvay (2008) fram till att dåliga arbetsställningar vid symaskiner som bidrog till besvär i övre extremiteterna samt dålig visuell kontroll av arbetsprocessen var de viktigaste orsakerna till kvalitetsproblem. Yeow och Sen (2003) undersökte ergonomiska förbättringar i en elektronikproduktion och fann, att när layouten på arbetsstationerna och arbetsställningarna förbättrades så minskade felfrekvenserna och kundnöjdheten ökade. I en annan publikation beskriver Yeow och Sen (2006) hur förbättringar av ergonomi och produktion i elektronikproduktion medförde omfattande kvalitetsförbättringar och kostnadsreduktion. I en annan studie mätte Lin et al. (2001) antalet defekter på varje arbetsstation vid två monteringslinor. De fann att tiden för att fullfölja arbetsuppgiften samt förekomsten av problem med arbetsställningarna kunde prediktera över 50 % av kvalitetsvariansen på båda monteringslinorna. Resultaten bekräftas av Gonzalez et al. (2003) som fann ett samband mellan förbättrad arbetsplatsutformning med bättre arbetsställningar och bättre kvalitet i termer av färre omarbeten. Flera studier har identifierat att omkring 30–50 % av alla kvalitetsproblem är relaterade till brister i arbetsmiljö/ergonomi, varav en del är av belastningsergonomisk karaktär (Falck et al., 2010; Eklund, 1995; Eklund, 1999). I en nyligen publicerad översiktsartikel konstaterar och bekräftar Erdinc och Yeow (2011) att belastningsergonomiska problem orsakar felhandlingar hos operatörer som resulterar i kvalitetsbrister, vilket överensstämmer med andra studier inom området. Vidare pekar denna studie på att kvalitetsbristerna i flera fall lett till onödiga negativa ekonomiska konsekvenser.

Kvalitetsrörelsen utgår från att organisationens främsta uppgift är kundfokus. För att stödja detta finns hörnspelare som processorientering, delaktighet, ständig förbättring och standardisering (Bergman & Klefsjö, 2007). Vad gäller kundfokus i servicearbeten fann Korunka et al. (2007) att detta förbättrade arbetstillfredsställelse, återkoppling, delaktighet och autonomi. Det motsatta har också lyfts fram, dvs. att ett alltför starkt och ensidigt kundfokus kan leda till ökad arbetsbelastning, mer stress och tidspress hos de anställda (Eklund, 1999) eller minskad arbetstillfredsställelse (Kim et al., 2005). Vidare fann Karia och Asaari (2006) att kundfokus inte bidrog till engagemang, arbetstillfredsställelse eller lojalitet med organisationen, vilket däremot andra hörnspelare i kvalitetsfilosofin gjorde.

Delaktighet i beslut leder till bättre lösningskvalitet och är en av de viktigaste faktorerna för att åstadkomma hållbara förändringar (Wilson, 1991). Vidare kan delaktighet öka motivationen i arbetet, till och med i den grad att det sker på bekostnad av den egna hälsan (Smith & Sainfort, 1989). Nagamachi (1998) och Caccamise (1995) har också beskrivit hur delaktighet medfört bättre kvalitet och bättre ergonomi. På motsvarande sätt har flera studier pekat på hur delaktighet i ergonomiska förbättringar kan bidra till bättre kvalitet i produktionen eller hos produkterna (Moore & Garg, 1998; Motamedzade et al., 2003; Sutjana et al., 1999;

Wilson, 1995; Eklund, 1999; Lee et al., 2003). Här finns en stor samstämmighet mellan studierna i området.

Ständiga förbättringar och olika former av problemlösning kan exempelvis användas för att förbättra kvaliteten, produktionen, produkterna eller ergonomin. Företag ser ibland företagsprestanda och i andra fall förbättrad motivation som det primära målet med ständiga förbättringar (Imai, 1986). Man kan också se fall där ett viktigt syfte är att skapa ergonomiska förbättringar eller där ergonomiska förbättringar blir ett viktigt resultat av de ständiga förbättringarna. Rent generellt har det i studier från flera länder konfirmerats att ständiga förbättringsinitiativ som drivs som en kvalitetsförbättringsstrategi innebär att en stor del av de åtgärder som detta resulterat i varit av ergonomi- eller arbetsmiljökaraktär (Zink, 1999; Moore & Garg, 1996; Zink, 1991; Eklund, 1997; Liker et al., 1989; Lewis et al. 1988; Axelsson, 2000). Med andra ord så driver ständiga förbättringsinitiativ fram en bättre arbetsmiljö och bättre ergonomiskt utformade arbeten, samtidigt som den förbättrade utformningen av arbetena och arbetsplatserna ger kvalitetsförbättringar.

Vad gäller frågan om hur processororientering och standardisering påverkar ergonomin saknas entydiga resultat. Bengtsson och Ljungström (1998) ser en möjlighet att skapa bättre ergonomi genom att utforma arbetsprocesser på ett systematiskt sätt. Emellertid har flera studier pekat på att det blir små arbetsmiljöeffekter av standardisering (Karlton et al., 1998, Poksinska et al., 2006), men de positiva effekter som uppstår är då främst i termer av bättre ordning och reda. Det finns delade meningar i litteraturen huruvida standardisering skapar byråkrati, mindre varierande arbeten, mer regelbaserade uppgifter, mer monoton och repetitiva arbetsuppgifter samt mer stress och tidspress (Landsbergis et al., 1999; Berggren et al., 1993). Den motsatta synvinkeln är att standardisering är en nödvändig förutsättning för delaktighet och förbättringsaktiviteter (Adler & Cole, 1995; Kondo, 1995; Imai, 1986).

2.4 Psykosociala och organisatoriska aspekter, kvalitet och risk för belastningsproblem

Sambanden mellan psykosociala/organisatoriska faktorer och belastningsproblem har varit kända relativt länge (Bongers et al., 1993; Moon & Sauter, 1996). Kopplingen till verksamhetseffekter har varit mer otydlig och mindre systematiserad, även om det funnits ett flertal studier som pekat i denna riktning. Exempelvis ger repetitiva och monotona arbetsuppgifter upphov till uttröttningsfenomen som försämrar individens prestationsförmåga i form av bland annat förlängd reaktionstid och ökad felfrekvens under arbetsperioderna (Grandjean, 1988). Drury och Prabhu (1994) pekar på att människor har svårt att upprätthålla en prestation med god kvalitet under långa tidsperioder i arbeten som är repetitiva och utförs i högt arbetstempo. I avsyningsarbeten ger en organisering av arbetet med pauser efter 15–40 minuters arbete en klar förbättring av arbetsresultatet (Gallwey, 1998).

Fritt vald arbetstakt har i ett flertal studier visat sig ge bättre kvalitet än maskinstyrd arbetstakt (Eklund et al., 2006; McFarling & Heimstra; 1975, Gallwey, 1998), och det finns observationer att ökat arbetsinnehåll tycks förbättra produktkvaliteten. Detta styrks av Drury och Prabhu (1994) som pekade på att arbetsberikning förbättrar kvaliteten i avsyningsarbete. Emellertid rapporterade Jorgensen et al. (2005) att arbetsrotation kan leda till försämrad produktkvalitet. Eklund (1995) visade på ett fall där kvaliteten förbättrades i monteringsarbete när separata kvalitetskontrollanter eliminerades och ansvaret för kvalitetskontrollen istället lades på de enskilda montörerna.

Även andra författare pekar på att arbetsutvidgning befunnits förbättra kvalitetsutfallet (Molleman et al., 2001, Muramatsu et al., 1987). Här finns således inte en entydig samsyn kring huruvida ett bredare arbetsinnehåll bidrar till förbättrad kvalitet. Operatörer med en bredare kompetens utförde sitt arbete med klart bättre kvalitet, jämfört med de som hade en smalare kompetens. I samma studie fann man att bristande återkoppling av arbetsresultatet var en viktig orsak till bristande förmåga att korrekt bedöma kvalitetsutfallet (Lovén & Helander, 1997). Vidare har statuskillnader och spänningar mellan olika personalkategorier i en hierarkisk arbetsorganisation relaterats till ökad förekomst av kvalitetsbrister (Eklund, 1995).

Ett flertal studier har visat att produktionsfilosofin, arbetsorganisationen, personalpolitiken samt löneformerna kan påverka kvalitetsutfallet (Womack et al., 1990; Deming, 1986). I en studie fann man att U-formade monteringslinor resulterade i bättre kvalitet än raka sådana (Cheng et al., 2000). Det har också rapporterats många gånger att motivation och arbetstillfredsställelse har ett samband med bättre produktkvalitet (Lammermeyr, 1990), även om man inte bör generalisera detta till att arbetstillfredsställelse alltid leder till förbättrad kvalitet (Engström et al., 1996). Företag som lägger stor tonvikt vid kvalitet karaktäriseras ofta av att de tar hänsyn till sin personal. Ett flertal referenser lyfter fram människorna som den kritiska faktorn när det gäller att åstadkomma god kvalitet i verksamheten, och att de företag som lägger stor tonvikt på en god personalpolitik samt "empowerment" ofta erhåller bättre kvalitetsresultat än andra företag (Shetty, 1989; Agus, 2004; Tari & Sabater, 2006).

Senare forskning pekar på att effekterna på kvalitet och produktivitet har påtagligt större ekonomisk betydelse än personalekonomiska faktorer (Abrahamsson, 2000). Det finns en del forskning om ekonomiska konsekvenser av ergonomiska förbättringar i produktionsverksamheter, där sambanden mellan belastningsergonomiska faktorer och kvalitetsutfall bekräftats (Erdinç & Yeow, 2011; Hendrick, 2003). Det finns också flera exempel i litteraturen på hur belastningsergonomiskt väl utformade produkter ger både minskad risk för besvär och skador, samtidigt som positiva effekter på verksamheten erhålls i termer av bättre kvalitet och bättre produktivitet (Axelsson, 2000, Falck et al., 2010).

I en sammanfattande reflektion kan man konstatera, att det i litteraturen framgår att människan generellt sett är en "känslig komponent" i ett verksamhetssystem. Människans prestationsförmåga och förmåga att utföra sitt arbete med kvalitet påverkas starkt av arbetets och arbetsplatsens utformning och minskar påtagligt om arbetsmiljön och belastningsergonomin har brister. En sådan minskning av den individuella prestationsförmågan påverkar också verksamheten på ett negativt sätt.

Litteraturgenomgången visar att det finns starka samband mellan belastningsergonomi och kvalitet, där i många fall dessa två områden stärker varandra och bidrar till varandras övergripande syften. Kvalitetsrörelsen hade starkast inflytande fram till millennieskiftet och bidrog i flera fall till en förbättrad arbetsmiljö. Samtidigt framgår det att förbättrad ergonomi är en fungerande strategi för att öka verksamhetens effektivitet genom bättre kvalitet och produktivitet. Det finns också resultat som pekar på att människors möjligheter att utföra sina arbetsuppgifter med hög kvalitet är en viktig bidragande faktor till arbetstillfredsställelse. Förmodligen är det lättare att få engagemang hos de anställda i kvalitetsförbättringsarbete som innefattar utvecklingsarbete kring den egna arbetsmiljön än att få det för ett förbättringsarbete med ett smalt fokus på effektivisering av verksamheten för att öka dess lönsamhet. Detta får konsekvenser för hur utvecklingsarbete kan drivas på ett sätt så att det får brett genomslag.

3. Belastningsergonomiska interventioner och verksamhetseffekter

3.1 Inledning

Denna översikt omfattar samband mellan belastningsergonomiska interventioner och verksamhetseffekter och inkluderar både positiva och negativa effekter av de insatser som gjorts. Vid analys av effekter av åtgärder för att minska arbetsrelaterade muskuloskeletal besvär (MSD) är forskarna inte helt ense; det finns de som i likhet med Bongers (2009) hävdar att det saknas tillräckligt detaljerade data på dos-responsrelationen mellan fysisk belastning och förekomst/prognos på MSD. Hon anser att det därför är svårt att veta vilka aspekter av fysisk exponering (intensitet, duration, mönster etc.) som ska påverkas och hur stor exponeringsreduktion som krävs för att ha en rimlig möjlighet att reducera MSD. Flera andra forskare har framhållit att det finns tillräckligt med information angående belastningsrelaterad ohälsa för att man ska kunna agera nu, vilket framkommer i en litteraturöversikt av Silverstein och Clark (2004). Detta förtydligas av Karsh (2006), där han gör en sammanfattning av de faktorer som påverkar uppkomsten av arbetsrelaterade muskuloskeletal besvär:

- Social/kulturell kontext
- Arbetsorganisation
- Miljöfaktorer
- Fysiska faktorer
- Psykosociala/psykologiska faktorer

Silverstein och Clark (2004) nämner individuella faktorer och fritidsaktivitetens påverkan, vilka även de kan bidra till besvär i rörelseapparaten. Vidare visar de att en kombination av olika åtgärder mot belastningsproblem är effektivare än enstaka åtgärder.

Flera forskare hävdar alltså att det finns tillräckliga kunskaper för att ge incitament till åtgärder för att minska den ergonomiska belastningen på rörelseapparaten. Ekonomiska beräkningar av sådana åtgärder är svåra att göra, främst då effekter på människan är svåra att mäta, särskilt långsiktiga effekter. Ekonomiskt utfall på verksamheten vid produktionstekniska eller organisatoriska förändringar är lättare att påvisa. Av detta följer att en åtgärd som kombinerar en beräknad belastningsergonomisk vinst med ett positivt ekonomiskt utfall ger dubbel vinst för företaget. Detta då företaget förutom vinster i verksamheten kan förvänta sig framtida vinster av lägre personalkostnader och av indirekta positiva effekter på personalens prestationsförmåga. För den enskilde anställda innebär åtgärderna minskad fysisk belastning och därmed minskad risk för skador på rörelseapparaten (Karsh et al., 2001; Eklund et al., 2006).

Det övergripande syftet med detta kapitel är att belysa sambandet mellan belastningsergonomiska interventioner och verksamhetseffekter, vilket inkluderar både positiva och negativa effekter av gjorda insatser.

3.2 Definition av begrepp

- *Belastningsergonomi*: I svenskt språkbruk används oftast definitionen "fysisk påverkan på människans rörelseapparat av den arbetsmiljö hon verkar i". Denna definition används här och innefattar såväl de tekniska, fysikaliska, arbetsorganisatoriska, psykosociala och kognitiva faktorer som har betydelse för människors förmåga att fullgöra ett gott arbetsresultat såväl som för risken för belastningsrelaterade besvär.
- *Belastningsergonomiska interventioner*: Åtgärder som vidtagits i första hand för att förbättra de anställdas fysiska arbetsmiljö. Målsättningen med belastningsergonomiska interventioner är ofta att förbättra ergonomin som en fungerande strategi för att också förbättra verksamhetens effektivitet. Belastningsergonomiskt väl utformade produkter ger då både minskad risk för besvär och skador, samtidigt som positiva effekter på verksamheten erhålls i termer av bättre fungerande verksamhet.
- *Verksamhetseffekter*: Påverkan på kvalitet, produktivitet, arbetsorganisation, störningar samt ekonomi. Interventioner där belastningsergonomin inte är den primära målsättningen med interventionen berörs.

3.3 Metoder

Detta kapitel har tagit sin utgångspunkt i Karsh et al. (2001) och deras översikt om effektivitet hos ergonomiska interventioner som genomförts med syfte att minska arbetsrelaterade muskuloskeletala besvär (MSD). Därefter söktes artiklar publicerade efter 2001 med samma sökord, men med vissa förändringar. Sökningar utfördes vid ett flertal tillfällen under juni, augusti och november 2010 i Ergonomics Abstract, Scopus samt i Business Source Elite. De sökord som användes var: *ergo**, *inter**, *implement**, *lift**, *train**, *educa**, *tool exercis**, *musculoskel**, *MSD*, *back*, *shoulder*, *neck*, *injur**, *disord**, *postur**, *ill*, *work**, *prevent**, *action**, *system**, *interactive**, *business effect**, *business impact**, *effect**, *impact econo**, *organiz**, *qualit**, *econo**. Vi angav att *Review* skulle finnas i titeln samt i *Ergonomics Abstract* klassifikationen *social and economic impact of the system*. Exklusionsord var *model*, *hospital*, *physic**, *medic**, *government*, *regulation* samt *rehabilitation*. Totalt erhöles 66 artiklar som stämde in på kriterierna. Då många studier är likartade och har likartade resultat, presenteras ett urval av representativa och intressanta artiklar kring hur ergonomiska åtgärder påverkar ekonomiskt utfall förutom påverkan på belastningsrelaterad ohälsa.

3.4 Resultat beträffande belastningsergonomiska interventioner

I sin kritiska analys har Karsh et al. (2001) gjort en genomgång av forskargranskade artiklar och litteratur angående effektiviteten av ergonomiska åtgärder. De utgick från 663 artiklar, och av dessa var det 101 som uppfyllde de åtta inklusionskriterierna och därför ingick i deras översikt.

Den slutsats Karsh et al. (2001) drog var, att det är möjligt att påverka förekomsten av MSD. Det är ett antal orsaker som var för sig eller i samspel med varandra kan ge

belastningsrelaterad ohälsa, allt från arbetsuppgift, teknik, arbetsmiljö, arbetsorganisation till personlig kapacitet och kraftutveckling samt arbetsställningar. Författarna fann att de mest effektiva åtgärderna var de där flera insatser utfördes i samspel samt insatser med någon form av teknisk åtgärd. De skriver att åtgärder därför bör utformas för att påverka flera viktiga faktorer samtidigt. Att det är svårt att utvärdera sådana insatser, gör dem inte mindre viktiga; det som bör göras är att utvärdera hur varje komponent uppfyller målet med insatsen. Författarna lyfter fram det stora antal artiklar, i vilka det finns en enighet om fördelarna med att engagera anställda i beslut och implementering, och att det är troligt att just de anställdas deltagande i förändringsarbetet bidragit till att det blev lyckat.

Från resultaten (Karsh et al., 2001) framgår det att 84 % av de 101 studierna hade positivt resultat i något avseende, även om de flesta hade blandade resultat. Det som var mest effektivt var där man hade en kombination av åtgärder såsom arbetsteknikträning, nya verktyg, ny arbetsplatsdesign, träning och/eller organisatoriska förändringar. Här visade alla studier positiv effekt, utom en studie där man inte såg någon effekt. Därefter sågs i fallande ordning effekt vid förändring av verktyg eller teknik, fysisk träning, ergonomiutbildning och arbetsteknikträning. Minst effekt erhöles vid användning av ryggbälte. 14 % av studierna visade ingen effekt och en hade negativ effekt.

De studier där insatser gav ingen eller negativ effekt hade brister i studiedesign och/eller statistisk analys. Andra variabler än dem man eftersökte kan ha påverkats.

HK/Danmark (Handels- og Kontorfunktionærernes Forbund – Danmarks största fackförening) har gett ut en litteraturgenomgång med titeln "*Trivsel og produktivitet – to sider af samme sag*" (Søndergård Kristensen, 2010). Här görs en gruppering av resultaten utifrån forskningsparadigm. Dessa kan i detta sammanhang läsas som faciliterande av produktivitet, lönsamhet och goda förutsättningar för att förhindra uppkomst av belastningsrelaterad ohälsa:

1. *Service profit chain* (Heskett et al, 1994, 1997, 2003 och 2008) Företag med stort inflytande och en uppskattande kultur för de anställda skapar bättre service för kunderna och därmed högre kundtillfredsställelse och -lojalitet, vilket i sin tur leder till högre ekonomiskt överskott.
2. *Social capital* (Fulmer et al., 2003; Lyman, 2008; Olesen et al., 2008; Edmans, 2009) Forskningen dokumenterar att företag med högt socialt kapital har högre överskott, bättre avkastning till aktieägarna, lägre frånvaro samt fler arbetssökande.
3. *High-performance work systems* (Appelbaum et al., 2000; Batt, 2000, Batt et al., 2004) Grundliga fallstudier visar hur personalomsättning, produktivitet och lönsamhet korrelerar med graden av inflytande och variation i arbetet.
4. *Collaborative community* (Gittel et al., 2000; Gittel, 2003 och 2009; Heckscher et al., 2006; Baker et al., 2008) Arbetsplatsen ses som en arena för samarbete, kunskapsdelning och kvalitetsutveckling. Centralt är koordination, kommunikation och tvärfackligt samarbete samt begreppen tillit, gemensamt språk och värderingar. Detta gäller även för litteraturen om socialt kapital och "empowerment".
5. *Empowerment* (Spreitzer, 1995 och 1997; Spreitzer & Mishra, 1999) Här är utgångspunkten att det "kan betala sig" att visa de anställda tillit genom att ge makt och inflytande över produktionen, men fokus är på vinsten med att "löpa

tillitens risk". En lång rad undersökningar visar på bättre kvalitet och produktivitet i verksamheter som praktiserat "empowerment".

Inom sjukvården är kopplingen mellan belastningsergonomiska interventioner och verksamhetseffekter inte lika tydlig, då de snarast behandlar kvalitet i utfall. Dock finns här utrymme för framtida forskning:

6. *Medicinska sektorn* (Kristensen, 2006; Andersen & Wigman, 2008; Sundhetsstyrelsen; 2009b) Forskning har visat på samband mellan psykisk arbetsmiljö och kvalitet i behandlingen inom sjukhus. Fokus har oftast legat på kvantitativa mått, mätt med antal patienter per behandlare, antal arbetstimmar eller nattarbete. Kvalitetsmålen har varit oavsiktliga händelser, infektioner, återinläggning, vårdtid, eller patientdödlighet. Andra delar av den offentliga välfärden saknar nästan fullständigt sådan forskning.

3.5 Belastningsergonomi och verksamhetseffekter

I genomgången av internationell litteratur om socialt kapital, arbetsmiljö, produktivitet och kvalitet i tjänster (Søndergård Kristensen, 2010) fann vi fyra artiklar som uppfyllde vårt syfte. Dessa fyra artiklar refereras nedan.

1. Den första studien, av Munz et al. (2001), behandlade den psykiska arbetsmiljön; mental stress kan ge fysiska effekter i form av smärta och värk, främst i skuldermuskulaturen och på så sätt påverka belastningsergonomin, vilket även behandlas på annat ställe i denna kunskapsgenomgång. Studien har tagits med trots brister i vetenskaplig kvalitet, bl.a. analyseras den metod författarna själva utvecklat. I ett telekomföretag genomfördes en undersökning där två avdelningar var kontrollgrupp och två avdelningar genomförde ett stresshanteringsprogram. Detta innehöll individuella träningsprogram riktade mot den psykiska arbetsmiljön. Dessutom genomfördes en intervention där representanter för avdelningarna tillsammans med en facilitator från ledningen genomförde en analys av psykisk belastning i arbetet, vilka identifierades och man tog fram förändringsförslag. Dock redovisas inte hur man gick till väga, vad arbetsgrupperna fann eller i vilken omfattning förändringsförslag genomfördes. Resultatet efter tre månader visar positiva effekter på psykiska symptom, dvs. mindre stress, färre depressiva symptom, bättre psykiskt välbefinnande. Produktiviteten ökade med 24 % och frånvaron minskade med 24 %. Däremot fanns ingen effekt vad gäller stöd från ledningen, samarbete, tydlig information eller arbetstillfredsställelse.
2. Den andra studien, av Niemela et al. (2002) handlade om hantering av zinkstänger. Totalt 40 personer vilka arbetade tvåskift tog emot, hanterade och lastade zinkstänger i en lagerhall. Företaget installerade en automatisk vägnings- och stämplingslinje för zinkstängerna, vilket eliminerade manuell hantering på en arbetsstation. Dessutom förbättrades belysning, luftföroreningar minskades och temperaturen i lokalen höjdes. Produktiviteten mättes under två år efter interventionen och man noterade en ökning med cirka 9 %, vilket troligen var effekt av de kombinerade förbättrade arbetsförhållanden.
3. En intressant litteraturgenomgång av Verbeek et al. (2009) med totalt 26 undersökningar från 21 artiklar redovisar ekonomiska utgifter och vinster i samband med interventioner samt ger fylliga beskrivningar av population, metod, intervention etc.

Av dessa var 20 prospektiva, dvs. ingen kontrollgrupp och ingen randomisering. Alla förändringar över tid sågs som orsakade av interventionen.

Utgifterna för interventionerna varierade enormt, från 1–11 655 euro per anställd, en närmast absurd skillnad. I de flesta fall räknades vinsten på reduktion av sjukfrånvaro och personalomsättning. Ett observandum är den stora skillnaden i kostnader för sjukförsäkring i USA och andra länder, vilket inte är överförbart till svenska förhållanden. Lönsamheten beräknades på besparingar första året (kort uppföljning), där 19 av fallen var lönsamma och medianvärdet för lönsamheten var 214 euro (variation: 5–500 euro). Sex undersökningar hade negativ lönsamhet. Inga andra mått för eventuella positiva effekter av interventionerna användes. Litteraturgenomgången är intressant, då Verbeek et al. (2009) har granskat ett stort antal ergonomiska interventioner som värderats systematiskt och som tjänat in kostnaderna på relativt kort tid. Det är få interventioner som enligt det traditionella interventionsparadigmet är väl avgränsade och definierade i tid, rum och till innehåll. Därför finns mest interventioner som nästan alla är ergonomiskt inriktade, och där effektmål oftast handlar om frånvaro och personalomsättning. Dessutom är uppföljningstiden kort; man räknar i alla undersökningar med att den effekt som kommer första året ska fortsätta. Som bekant är detta inget realistiskt antagande. Nästan alla de värderade undersökningarna bedömdes vara positiva i den meningen att man konkluderade att interventionen var lönsam, först och främst genom minskad frånvaro. Här ska man vara uppmärksam på möjligheten av publikationsbias, alltså att positiva studier har större möjlighet att bli publicerade.

Nedan följer en resultatsammanställning från denna litteraturgenomgång av Verbeek et al. (2009), se tabell 3.1. I denna tabell visas resultat från 11 verksamhetsområden från de totalt 26 studier som behandlats i litteraturgenomgången.

Tabell 3.1 Verksamhet, åtgärder och resultat (från Verbeek, Pulliainen & Kankaanpää, 2009).

Verksamhet	Åtgärd	Resultat
Distribution	Ergonomisk utrustning samt participativt ergonomiprogram	Beräknad minskning av olycksfall
Djurfoderproduktion	Halksäkra skodon	Minskad sjukfrånvaro
Elektronikindustri	En manuell press och skärverktyg byttes mot batteridrivna	50 % minskning av allvarliga muskuloskeletal skador och sjukfrånvaro samt minskade medicinska kostnader för två fall
	Flera ergonomiska åtgärder som armstöd och träning (om fysisk eller arbetsteknik nämns inte)	Minskad muskeltrötthet (41 %) samt förbättrad produktivitet och kvalitet
Fordonsindustri	Participativt ergonomiprogram implementerade 10 åtgärder för prevention av olyckor samt kostnader för kompensation till anställda för arbetsrelaterade besvär	Minskning av olycksfallsincidens och därmed relaterade kostnader
	Ryggstöd och ryggskolor	Reduktion av ryggbesvär samt beräknad produktivitetsökning
Hälsa- och sjukvård	Tidig och omfattande rehabilitering	Undvikande av kostnader ses i kontroll före och efter
	System för intravenös access utan nålar	Undvikande av sticksador ses i kontroll före och efter
Köttproduktion	Nya arbetsrutiner och förbättrad urbeningsmaskin	Minskad tidsåtgång, medicinska kostnader och kostnader för kompensation till anställda för arbetsrelaterade besvär och frånvaro samt ökad produktivitet
Metallindustri	Rätt man på rätt plats, före anställning och avdelningsplacering	Minskade kostnader för kompensation till anställda för arbetsrelaterade besvär och frånvaro
Tidningsföretag	Förbättrad kontorsutrustning	Fördelar p.g.a. uppskattad ökning av produktivitet och minskning av skaderelaterade kostnader
Tillverkningsindustri	Mekaniska hjälpmedel för att minska framtida muskuloskeletal skador	Förväntas ge minskning av seninflammationer och carpaltunnelsyndromdiagnoser. Gav ökad produktivitet, vilket man inte väntat sig
Transportföretag	Olycksfallsprevention beroende på missbruk. Skedde i samarbete med de anställda.	Olycksfallsminskning
Träindustri	Reglerbar utrustning samt träningsinstruktion	Reduktion av ryggbesvär och produktivitetsökning

4. Den fjärde artikeln handlar om en studie som gjordes av Yeow och Sen (2003) i en elektronikfabrik i Malaysia, där man hade problem med många fel vid tillverkning av kretskort. Vid en intervention gjordes en "plant walk-through" (gick igenom företaget och granskade med egna ögon) med flera experter. Man genomförde kvantitativa intervjuer med medarbetare i nyckelpositioner, samlade in produktionsinformation, videodokumenterade produktionen samt genomförde en enkät till de 31 anställda på kontrollavdelningen. Fyra huvudproblem identifierades:

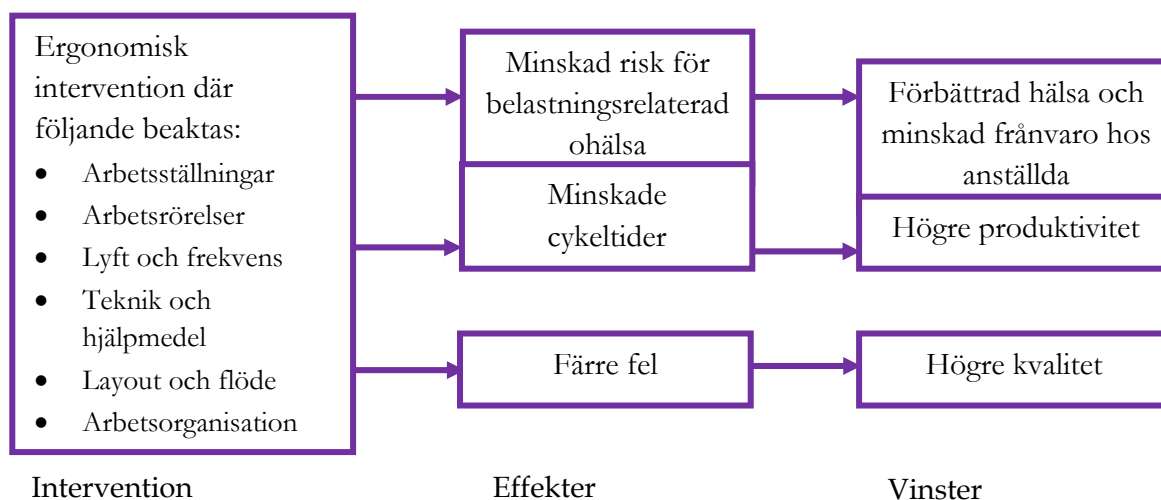
- 1) Dålig design av de enskilda arbetsplatserna.
- 2) En sammanblandning av testade och icke-testade kretskort.
- 3) Saknade eller felaktiga steg i testprocedur och upplärning av operatörerna.
- 4) Oklara testkriterier för kvalitet. Förändringar genomfördes och 4-8 veckor efter interventionen utfördes de direkta observationerna och enkäten på nytt.

Enkäten uppvisade följande väsentliga förbättringar:

- Väsentligt reducerad smärta och trötthet i arm och skuldra
- Mycket lättare att avläsa signaler på bildskärmen
- Lättare att följa upp de korrekta stegen i testproceduren
- Klarare kriterier för god/dålig kvalitet.
- Cykeltiden sjönk med 6,1 % vilket svarade mot en produktivetsförbättring på 6,5 %, samt en markant förbättring av kvaliteten. Antalet fel blev i praktiken 0 % (mot tidigare 5,2 %).

Som ytterligare resultat mättes en förbättring av kundnöjdhet. De totala kostnaderna av interventionen var \$ 1 100 (här ingick inte kostnader för forskaren och de medverkande utan endast de materiella förändringarna). Den ökade produktiviteten gav en extra inkomst på \$ 717 600, medan den förbättrade kvaliteten gav extra \$ 574 560. Den samlade extra inkomsten var således nära \$ 1,3 miljoner redan första året.

Författarna har sammanfattat resultaten i nedanstående figur 3.1, vilken illustrerar interventionen, dess effekt på personal och produktion samt det ekonomiska resultat främst för företagets lönsamhet men även för personalens hälsa.



Figur 3.1. Ergonomisk intervention och dess resultat för företag och anställda: Samlade kostnader för interventionen, ställda mot vinster av utfallet visar klar lönsamhet. (Figuren bearbetad för större allmängiltighet utifrån Yeow och Sen, 2003).

3.6 Ergonomiska åtgärder och ekonomi

Tompa et al. (2009) gjorde en systematisk sammanställning av studier där fokus låg på ekonomiskt utfall av ergonomiska åtgärder. Alla studier gjordes utifrån ett arbetsgivarperspektiv med fokus på endast monetära konsekvenser för arbetsgivaren. Författarna fann starka bevis för ekonomiska fördelar av ergonomiska interventioner inom tillverkning och lager, måttligt underlag för detta inom förvaltnings- och stödtjänster samt hälso- och sjukvård och begränsade bevis inom transportsektorn. En syntes av studier inom alla sektorer, skriver författarna, visar på starka bevis för att ergonomiska interventioner resulterar i ekonomisk avkastning för företaget. Denna sammanställning belyser också behovet av en mer systematisk bedömning av de ekonomiska fördelarna av ergonomiska interventioner och ytterligare utveckling av standardiserade analysmetoder för att säkerställa en större och mer tillförlitlig faktabas om de ekonomiska fördelarna med ergonomiska interventioner.

Flera författare trycker på vikten av personalens delaktighet vid förändringar (Bentley & Tappin, 2010; Caroly et al., 2007; Hartmann & Ryom, 2006). Van Eerd et al. (2010) instämmer och ger i sin översiktsartikel av participativa ergonomiska interventioner en beskrivning av framgångsfaktorer för genomförande av ergonomiska förbättringar. De sistnämnda konkluderar att det inte finns någon "bästa metod". Varje arbetsplats måste se till sin kontext och sina behov, arbetsuppgifter och sina anställda. Van Eerd et al. (2010) konstaterade att 84 % av de granskade artiklarna (52 artiklar där flera åtgärder och effekter kunde visas i varje artikel) rapporterade positiva effekter i form av minskade fysiska eller psykosociala risker, ökad produktivitet och bättre hälsa. I de fall resultaten uteblev eller var negativa, berodde det oftast på en misslyckad process eller att man blivit mera uppmärksam och därför upptäckte och rapporterade risker i sin arbetsmiljö. De viktigaste framgångsfaktorerna för lyckade förändringar anges vara ledningens stöd, träning i arbetsteknik, problemlösning samt teamarbete och/eller allmän ergonomiutbildning samt tillräckliga resurser för att skapa lämpliga team för förändringen.

Slutligen konstaterar vi att alla förändringar inte behöver vara stora eller genomgripande för att ge god effekt. Vid en fabrik där två anställda utförde uppgiften att transportera, såga och putsa detaljer hade man problem med belastningsrelaterade risker. Efter analys av en erfaren ergonom, vilken tog totalt 6 timmar, installerades ett verktyg och ändrades processen med en materialkostnad av \$1 500 samt 80 timmars arbete. Resultatet blev att muskuloskeletal risker eliminerades och cykeltiden minskade från 33,1 minuter till 28,8 minuter samt att produktiviteten ökade med 14 % (Brace, 2009).

I en annan verksamhet, i ett fryslager, infördes ett tekniskifte. Istället för att använda plockorder på papper införskaffades ett röstbaserat system, vilket innebar minskad tid i det kalla fryslagret (-29°C). Man uppnådde minskat antal felhandlingar och minskade cykeltider vilket sammantaget ökade lönsamheten (Goomas & Yeow, 2010).

Vi kan också lära av utvecklingsländer där exempel visar, att man trots små ekonomiska ramar, kan göra ergonomiska förbättringar. Kogi (1995) skriver om en "learning-by-doing" process, där de som ingår i interventionen personligen deltar med sin befintliga kunskap, prioriterar och genomför lämpliga åtgärder. Han föreslår enkla förbättringar till låg kostnad, som underlättar åtgärder och kan leda till omedelbara resultat.

3.7 Individrelaterade faktorer

Vi har tidigare behandlat påverkan och ansvar som individen har för sin situation på arbetsplatsen. Ett uttryck, som har blivit allt mer vanligt är "att vara anställningsbar", vilket brukar tolkas som att individen ska se till att upprätthålla de fysiska, mentala, sociala och kunskapsmässiga förmågor som krävs för att klara det arbete man har accepterat (Salomonsson, 2003; Berntson, 2008), samt att detta är den enskildes ansvar och inte samhällets eller arbetsgivarens. När man söker ett arbete, är det oftast självklart att man måste ha den formella kompetens arbetsuppgiften kräver. För fysiskt krävande arbeten behövs någon form av fysisk kompetens, även om den är svår att kvantifiera. Louhevaara och Kilbom (2005) beskriver hur det fysiska arbetet och omgivningsfaktorer påverkar individen. Hur arbetet påverkar individen beror bland annat på kön, ålder, kroppsbyggnad och funktionell kapacitet. Därför går det inte med säkerhet att bedöma huruvida en arbetsplats innebär risk för en individ. Detta innebär dock inte att man kan lägga ansvaret för individens hälsa på arbetsplatsen på denne själv.

I en översiktsartikel av Tse et al. (2006) angående bussförarens hälsa sammanfattas 50 års forskning. Artikeln är intressant då den beskriver hur väl dokumenterad yrkesgruppens ohälsa är och orsaker härtill. Författarna konstaterar hur lite, om något, som har gjorts för att förebygga eller förhindra uppkomsten av ohälsa. De konstaterar att bussförare riskerar sämre hälsa som resultat av sitt arbete. Ett förslag är att ta hänsyn till individens personliga förutsättningar vid anställningstillfället, då dessa har stor betydelse för hur individen kommer att klara arbetet. Här nämns bl.a. betydelsen av att uppleva sig ha kontroll över sig själv och sin situation, att ha en positiv livssyn samt ett stabilt psyke. För bussföretagen säger författarna att det är nödvändigt att förbättra arbetsmiljön både fysiskt och organisatoriskt, men också att systematiskt ge möjlighet att träna copingförmågan, dvs. förmågan att hantera stressfyllda och känslomässigt krävande situationer.

3.8 Kritiska argument

En starkt kritisk röst avseende kunskapen från interventionsstudier är Bongers (2009). Hon anser att det saknas kunskap hos både arbetsgivare och arbetstagare om vilka interventioner som är effektivast, främst för att reducera MSD. Hon hävdar även att det saknas tillräckligt detaljerade data på dos-respons-förhållandet mellan fysisk belastning och sjukdomsprognos. Innan vi har denna kunskap, hävdar Bongers, kan vi inte vare sig reducera MSD eller förbättra återgång till arbete. Därför är det svårt att veta vilka aspekter av fysisk exponering (intensitet, duration, mönster etc.) som ska påverkas och hur stor exponeringsreduktion som krävs för att ha en rimlig möjlighet att reducera MSD. Hon rekommenderar flera randomiserade, högkvalitativa, kontrollerade studier, vilket skulle kunna innebära att slutsatser om effektiviteten av interventioner kan dras. Bongers slutsats är att det är otillräcklig evidens för effektiviteten hos de flesta ergonomiska interventioner. Andra kritiska röster kommer från Rivlis et al. (2008), vilka anser att bristen på evidens för att ergonomiska interventioner är effektiva i att förbättra arbetsrelaterad hälsa, beror på studiernas bristande kvalitet. De skriver att det som behövs är bland annat bättre dokumentation av delaktigheten inom hela den berörda organisationen och dess intervention samt ett konsekvent användande av jämförelsegrupper. Återigen andra forskare kritiserar synsättet att det saknas kunskap, och de menar att det idag ändå finns mycket kunskap som kan vägleda hur ergonomiska interventioner utformas. Utgångspunkten bör istället vara den idag bästa tillgängliga kunskapen (Neumann et al., 2010) och att agera därefter. Detta innebär bl.a. att interventioner bör vara multifaktoriella, dvs. omfatta flera parallella åtgärder och starta tidigt i designprocessen då möjligheten till påverkan är störst. Viktigt är även, enligt Neumann et al., att ta hänsyn till kontextvariation och vilka interventioner som är troligast att fungera utifrån de specifika förutsättningarna som finns snarare än "bevis på effektivitet".

Det är inte helt oproblemiskt att individen har ett egenstyrt tempo i repetitiva arbetsuppgifter. I en laboratoriestudie av tidsaspekter på monterings- och demonteringsarbete (Dempsey et al., 2010), fann man att de som styrde arbetstakten själva hade fler arbetscykler (producerade mera) och kortare pausar, dvs. en högre arbetstakt totalt sett, än där takten var styrd. Författarna påpekar att ackordsarbete kan innebära en högre risk för belastningsrelaterad ohälsa. Andra studier visar på flera negativa hälsoeffekter av prestationsbaserade lönesystem, effekter såsom ökat risktagande med ökad risk för bland annat olyckor, fysisk trötthet, förtidspensionering (Johansson et al., 2010). I samma artikel påpekar dessa författare att studier saknas inom områden typiska för ackordsarbete såsom byggnadsindustrin, där olyckor och arbetsskador är vanliga.

På vilka villkor och med vilka syften de anställda får medverka i förändringsarbete har stor betydelse. Där förändringsarbetet är toppstyrt och där målen är begränsade till produktivitet och kontroll, riskerar effekterna att bli negativa för de anställda (Busck et al., 2010).

3.9 Diskussion och sammanfattande reflektioner

I detta kapitel har vi granskat litteraturen med hänsyn till samband mellan belastnings-ergonomiska interventioner och verksamhetseffekter. Vi har funnit både positiva och negativa effekter av de insatser som gjorts. Vanligast är att resultaten är blandade; delar av åtgärderna ger positivt utfall, men interventioner som inte ger positivt utfall är inte ovanliga. Det förekommer också att de vinster man förväntade sig inte uppnås

eller att dessa överdrivs. Att resultaten är svårtydda är också en vanlig brist i de publicerade studierna. En av bristerna ligger i att interventioner med multifaktoriella insatser är svåra att utvärdera, eftersom det inte går att urskilja vilka insatser som lett till vilka resultat. Detta synsätt blir då svårt att förena med erfarenheterna från många artiklar och forskningsöversikter som tydligt beskriver att en förutsättning för framgång i förändringsarbetet är just mångfalden av insatser. Framtida studier bör ta hänsyn till multifaktoriella interventioner i komplexa system och vara anpassade till detta behov av undersökningsmetoder, något vi idag saknar (Eklund et al., 2006). Noteras bör även svårigheten att nå ut med budskapet om vilka åtgärder som forskare efter många års arbete rekommenderar.

Här utgör sammanfattningen av 50 års forskning om bussförarens hälsa ett exempel på detta problem. I sin artikel efterlyser Tse et al. (2006) en större lyhördhet i branschen för att använda den kunskap som finns.

Vilka lärdomar kan då dras av det forskningsmaterial vi gått igenom här? Först kan vi se att det finns potential i alla branscher och verksamheter att både förbättra personalens arbetsmiljö ur ett belastningsergonomiskt perspektiv och samtidigt få bättre lönsamhet och produktivitet. Det finns inte en "bästa metod". Varje företag måste finna sina lösningar utifrån sin specifika situation. Några gemensamma förutsättningar kan dock urskiljas: företag som ger personalen tillit, inflytande och uppskattning samt erbjuder en utvecklande kultur med lärande i arbetet; där man samarbetar inom arbetsgrupperna och med företagsledningen samt har fungerande partssamarbete. Dessa företag har ofta högre produktivitet, ekonomiskt överskott samt personal med bättre hälsa.

Trots svårigheter att förutsäga och kvantifiera minskning av muskuloskeletala skador till följd av ergonomiska åtgärder, kan man ändå se att dessa insatser ofta leder till minskad skade- och besvärsförekomst. Vi kan även efter ovanstående genomgång konstatera att produktionstekniska och/eller organisatoriska åtgärder, i samarbete med berörd personal, oftast är lönsamt samtidigt som det påverkar riskerna för belastningsrelaterad ohälsa i gynnsam riktning. Mest effektiva är de förändringar där man har genomfört breda åtgärdsprogram riktade mot flera aspekter i arbetsmiljön. Slutsatsen är att ergonomiska förbättringar inte enbart ska betraktas som en åtgärd för personalens hälsa, utan också som en investering för att förbättra företagets verksamhet och lönsamhet.

4. Lean produktion och belastningsergonomiska konsekvenser

4.1 Inledning

Belastningsergonomiska besvär i form av problem i rörelseorganen är fortsatt ett vanligt förekommande problem i dagens arbetsliv enligt Arbetsmiljöverket (AV). Några exempel på det är att fysisk belastning angavs vara den vanligaste orsaken till arbetsorsakade besvär för män, och för kvinnor var det den näst vanligaste orsaken efter stress eller andra psykiska påfrestningar (Arbetsmiljöverket, 2010). Hälften av alla anmälda arbetssjukdomar i Sverige kunde hänföras till belastningsfaktorer. Generellt ska dock sägas att antalet anmälningar har minskat med två tredjedelar sedan 2003. Inom tillverkningsindustrin var belastningssjukdomar en vanligare orsak till anmäld arbetssjukdom än för genomsnittet i Sverige. I tillverkningsindustrin hänfördes cirka 60 % av arbetssjukdomarna till belastningsfaktorer (män 52 % och kvinnor 77 %) (ibid.).

Yrkeskategorin metallarbetare och övriga industriarbetare hade 2008 den högsta relativa risken för nya sjukdomsfall, som lett till mer än 90 dagars sjukskrivning med 27,8 sjukdomsfall/1 000 sysselsatta (AFA Försäkring, 2010). Metallarbetarna tillhör också de yrkesgrupper som har bland de högsta relativa riskerna för arbetssjukdomar och arbetsolycksfall. Den vanligaste orsaken är sjukdomar i muskuloskeletala systemet och bindväven. I senaste Arbetsmiljöundersökningen angav en hög andel av maskinoperatörerna och monteringsarbetarna att de utsatts för några vanliga fysiska riskfaktorer för besvär. Till exempel angav 32 % av männen att de flera gånger/dag lyfter mer än 15 kg. Vidare angav 58 % att de upprepar enbart samma arbetsrörelser minst två ggr/ minut och 40 % angav att de arbetar framåtböjda minst en fjärdedel av dagen (Arbetsmiljöverket/SCB 2010). Med denna bakgrund är det viktigt att belysa belastningsergonomiska frågor inom industrin och även kopplingar till vad som händer med ergonomin, när företagen inför nya produktionssystem.

Det är en trend idag i svensk industri att arbeta med effektiviseringar enligt modellen *lean produktion*; (Eklund & Berglund, 2007; Börnfelt, 2006; Johansson & Abrahamsson, 2009; IF Metall, 2003). Konceptet håller nu också på att få stor spridning utanför tillverkningsindustrin, till exempel till kommuner och landsting. Det finns flera svenska nationella initiativ för att stödja och sprida konceptet, till exempel program som *Produktionslyftet* och *Verksamhetslyftet* (Brännmark, 2010a; Brännmark et al., 2011). Det råder delade meningar om vilka konsekvenserna av lean blir för belastningsergonomin och arbetsinnehållet bland intressenter i arbetslivet samt mellan olika forskare. Flera forskare har beskrivit troliga effekter på arbetsmiljön utifrån teoretiska resonemang, och vissa forskare har hävdats att det finns en koppling mellan belastningsergonomiska besvär och lean produktion, och andra forskare hävdar att *äkta* lean innebär positiva effekter för medarbetarna i form av ökat teamarbete, deltagande i problemlösning och ständiga förbättringar. Denna översikt behandlar därför både några artiklar med teoretiska resonemang och studier om sambanden mellan lean produktion och belastningsergonomiska konsekvenser, i huvudsak inom tillverkningsindustrin. Slutligen, så kommer också förslag från litteraturen kring hur belastningsergonomin kan beaktas vid implementeringen av lean att sammanställas och presenteras.

För den läsare som inte är så insatt i vad lean produktion kan innebära ges en bakgrund till konceptet, framför allt utifrån forskningslitteraturen kring lean. Då

japanska begrepp, förkortningar och vissa tekniska begrepp är mycket vanliga i lean-litteraturen, har också ett index med de vanligaste lean-begreppen tagits fram, för att underlätta för läsaren, se Bilaga 1.

Det övergripande syftet med denna kunskapsöversikt är att sammanställa studier om hur belastningsergonomin för industriarbetare påverkas vid förändringar i riktning mot lean produktion eller snarlika produktionssystem. Frågeställningarna är hur belastningsbesvär, sjukfrånvaro, fysisk belastning i form av till exempel manuell hantering, obekväma arbetsställningar, återhämtning/vila/pauser samt psykiska riskfaktorer för belastningsbesvär (till exempel stress, otillfredsställande psykosocial arbetsmiljö) påverkas när industriföretag arbetar med lean.

Studier om svenska företags arbete med lean, som beskriver belastningsergonomiska konsekvenser och riskfaktorer för besvär i rörelseorganen kommer dock att presenteras separat i denna sammanställning i syfte att analysera om det finns skillnader mellan "svenskt lean" och lean i andra kontexter.

4.2 Bakgrund

4.2.1 Att definiera lean

Konceptet *lean produktion* fick sitt stora genomslag via boken *The Machine that Changed the World*, skriven av de amerikanska forskarna Womack et al. (1990). Konceptet var egentligen inte nytt, utan tidigare publikationer fanns, men med denna bok fick konceptet sitt stora genomslag (Holweg, 2007). Själva termen "*lean*" myntades av Krafcik (1988), en doktorand i ett amerikanskt forskningsprogram, där en jämförelse gjordes mellan biltillverkare från Japan, USA, och Europa. Detta underlag kom sedan också att utgöra underlaget till boken av Womack et al. (Holweg, 2007). En av de japanska biltillverkarna som ingick i detta forskningsprogram var Toyota, som ofta anses vara inspirationskällan till lean produktion (Liker, 2004; Ohno, 1988).

Det finns inget bra svenskt ord för lean produktion; ibland översätts konceptet till *resurseffektiv* produktion, alternativt till *mager* eller *anorektisk produktion*¹ av dess kritiker. I fortsättningen kommer dock termen "*lean*" att användas i denna rapport, då den är väletablerad inom den svenska lean-rörelsen. Det finns inte heller någon vedertagen definition av begreppet, utan lean kan ses på olika nivåer både i form av filosofi, principer, ett tillstånd samt som en uppsättning verktyg/metoder, med vilka man kan lägga upp sitt sätt att producera varor eller tjänster på (Pettersen, 2009a). Hines et al. (2004) menar till exempel att lean, som koncept, har undergått och fortfarande undergår stora förändringar. Vidare tycks det också finnas skillnader i hur små och stora företag tillämpar lean (Shah & Ward, 2003). Olika författare anger också olika mål med lean; exempel på dessa, från de mest citerade publikationerna, är att reducera kostnader, ta fram produkter med färre defekter efter kundernas önskemål, enstycksflöde, reducera slöseri och öka värde för kunderna samt att förbättra produktivitet och kvalitet (Pettersen, 2009a).

För att uppnå målsättningarna med lean, argumenterar olika författare för olika former av lean-verktyg och strategier. Litteraturstudier kring lean och Just in Time-filosofin bekräftar också denna bild, samt visar att olika författare har fokuserat på olika operativa aspekter av lean-konceptet (Golhar & Stamm, 1991; Shah & Ward, 2003;

¹ På engelska används istället termer som "*lean mean production*", alternativt "*management by stress*", av lean-kritiker.

Pettersen, 2009a). Shah och Ward (2007) argumenterar också för att ingen enskild komponent i sig utgör "lean", utan det är kombinationen av dem som utgör ett lean-system; sålunda betonar de också *systemtänkande*. Vanligen förekommande inslag i lean utgör dock produktion med små partistorlekar (batch-storlekar), produktionsbalansering, felidentifiering, behovsstyrd produktion ("Just in Time", eller "JiT", på engelska), materialbeställningskort (kanban), reduktion av ställtider (SMED, är en vanlig akronym för detta) samt arbete med ständiga förbättringar (kaizen)².

Ytterligare ett centralt tema i konceptet är *slöseri* ("muda"), vilket utgör de aktiviteter och processer som inte bidrar till att skapa värde för kunden (Liker, 2004; Womack & Jones, 2003). Rent operativt utgår ofta slöseri från Toyotas modell för slöserier (Ohno, 1988) och skrivs ofta som 7+1 slöserier: *överproduktion, väntan, transport, onödiga rörelser, lager, överarbete, omarbete samt outnyttjad kreativitet hos medarbetarna*. Orsaken till varför man skriver det som 7+1 slöserier (se till exempel Blücher & Öjmertz, 2004, Berglund & Westling, 2009), är att Liker (2004) i sin presentation av Toyotas produktionssystem lade till ett åttonde form av slöseri, som Toyota själva inte använde, nämligen outnyttjad kreativitet hos medarbetarna.

Som synes, så finns det ingen klar definition på vad som utgör *lean*; inte heller finns det färdiga *måttstockar* på vad som utgör ett *lean-system*, utan konceptet utgör ett exempel på ett "öppet koncept", som kan tolkas och ta många olika former.

4.2.2 Lean Produktion inom industrin i Sverige

Som redan nämnts, är lean det idag dominerande konceptet för rationaliserings- och effektiviseringsarbete inom svensk industri. Dock finns det förhållandevis få empiriska studier kring vad svenska företag arbetar med, när man introducerar lean, åtminstone utanför den så kallade grå litteraturen.

Ett försök till en kartläggning av förbättringsaktiviteter i svenska företag, av Poksinska et al. (2010), pekade på att ledtidsreduktion, Just in Time, 5S, kanban, visualisering, heijunka och "5 Varför" utgjorde de vanligaste lean-verktygen (se Bilaga 1 för begreppsförklaringar). Samma studie pekade också på att 30 % av företagen i studien till hög grad förlitade sig på lean-konceptet. IF Metalls (2003) studie, som genomfördes 2002, pekar istället på att cirka 65 % av företagen i någon form arbetat med lean, samt att de vanligaste inslagen i svenska företags lean-arbete utgör visualisering, arbetsrotation, möten, standardisering, team, nollsfeltänkande, JiT, förbättringsgrupper, vertikal info samt ansvar för kvalitet (för de anställda). IF Metalls studie pekar också på att det är skillnader mellan hur vanligt konceptet är i stora och mindre företag.

Flera forskare påpekar idag också vikten av att förstå den sociotekniska traditionen, som länge varit stark i Skandinavien, när man studerar skandinaviska företags arbete med lean (Seppälä & Klemola, 2004; Eklund & Berglund, 2007; Johansson & Abrahamsson, 2009). Detta påverkar sannolikt företagets lean-tillämpning. Andra faktorer som är viktiga att ta hänsyn till är fackens roll i den svenska kontexten, specifikt då vad gäller synen på lean produktion. IF Metall (2010) har till exempel gett ut rapporten *Hållbart arbete* där de beskriver hur de vill arbeta med att utveckla arbetsorganisationen samt menar att lean kan vara en strategi för detta, om konceptet kombineras med en helhetssyn på produktion och med ett utvecklat arbetsinnehåll. Detta kan då tolkas som att IF Metall centralt har tagit ställning för lean i

² För en förklaring av de japanska och tekniska termerna, se Bilaga 1.

denna form, något som också stöds av att förbundet finns representerat i Produktionslyftets styrelse (se nedan).

Det finns också flera normativa lean-modeller som har haft stort inflytande på svenska företags arbete med lean. Exakt hur stort inflytande respektive modell har haft är givetvis omöjligt att avgöra, men det framstår ändå som rimligt att hävda att flera modeller har haft mycket stor påverkan i den svenska lean-rörelsen, inom industrin. Det är till exempel vanligt att man hänvisar till dessa modeller i den offentliga diskussionen kring lean. Dessa modeller utgör då till exempel Likers (2004) beskrivning av Toyotas produktionssystem och företagsfilosofi i boken *The Toyota Way*, Scantias modell för produktion, kallat *Scania Production System* (Bergman & Klefsjö, 2010), samt Womack och Jones (2003) modell för lean, presenterad i boken *Lean Thinking*.

Gemensamt för alla dessa tre modeller är att de starkt betonar respekt för medarbetarna, att företaget ska satsa långsiktigt (även på bekostnad av kortsiktiga vinster), allas delaktighet i arbetet med ständiga förbättringar, vikten av tydligt kundfokus samt ett coachande ledarskap. Modellerna är dock i huvudsak *normativa*, eller om man så vill, de utgör exempel på *idealmodeller*. För att använda Alvesson och Sveningsons (2008) terminologi, de utgör exempel på "målkulturer" – hur de sedan omsätts i praktiken är en helt annan fråga, speciellt med tanke på att många av begreppen som ofta inkluderas i företags *lean-tempel* är förhållandevis öppna. Detta innebär att de måste översättas till den lokala kontexten för att vara begripliga och inte skapa missförstånd (ibid.). Ett vanligt exempel är värderingen "kundfokus", som utgör ett vanligt inslag i lean-tempel men kan tolkas på väldigt många olika sätt.

4.2.3 Modeller om lean och belastningsergonomi

Teoretiskt kan man tänka sig både positiva och negativa konsekvenser av lean-konceptet. Detta kan då bero på flera faktorer; dels *hur konceptet implementeras*, dels i vilken *kontext* det implementeras i, samt dels *vad som inkluderas i konceptet*, till exempel vilka lean-verktyg som en organisation väljer att implementera. Flera forskare pekar också på att organisationer medvetet bör göra en lokal anpassning av konceptet (Pettersen, 2009a; Wan & Chen, 2008). Detta innebär att tillämpningen och på vilket sätt som företag inför lean kan variera stort, vilket också gör det svårt att uttala sig entydigt om sambandet mellan lean och arbetsmiljö.

Womack et al. (1990) resonerade om hur lean påverkar medarbetarnas arbetsmiljö i boken *The Machine that Changed the World*. De menade att lean i huvudsak ger positiva effekter på arbetsmiljön. Detta, då deltagande i arbetet med ständiga förbättringar, medarbetare med bred kompetens som kan genomföra många olika sorters arbetsuppgifter (dvs. arbetsrotation), ökat teamarbete och liknande inslag kommer att ge positiva effekter på arbetsmiljön. Likaså menar bokförfattarna att arbetet kommer att vara varierat, då man ständigt arbetar med problemlösning. Andra har påpekat att detta framför allt utgör rena spekulationer från Womack et al. De har inget empiriskt underlag för denna typ av påstående (Genaidy & Karwowski, 2003) annat än chefsintervjuer, som ofta ger en förskönad bild av produktionen (Lewchuk & Robertson, 1996). Diskussionen av Womack et al. kan jämföras med Hampsons (1999). Han menar istället att huruvida lean blir *mean* eller inte beror på om konceptet fokuserar på produktionsbalansering eller resursreducering, som han hävdar utgör två centrala delar i konceptet. Vidare hävdar Hampson att den lokala kontexten, till exempel fackens inflytande och påverkansmöjligheter, arbetslagstiftning och den nationella kulturen i hög grad påverkar vilken av dessa aspekter som lean-konceptet

kommer att fokusera på. Landsbergis et al. (1999) gjorde distinktionen mellan vilka effekter medarbetarna upplever från lean under själva implementeringsfasen kontra effekter man upplever efter att lean-systemet blivit operativt. Uttryckt på ett annat sätt, så är det viktigt att skilja mellan medarbetarnas upplevelse av implementeringen kontra vilka effekter som ett arbetssystem designat efter lean-principer ger, eftersom dessa inte alltid överensstämmer.

Claesson et al. (2009) har genomfört en teoretisk genomgång av möjliga arbetsmiljö- och medarbetarkonsekvenser, baserat på vilka aspekter av lean en organisation implementerar. Man identifierar tre nyckelaspekter; *ökade flödesfokus*, *arbetsutformning* samt *ständigt förbättringsarbete*. Utifrån dessa spekulerar författarna om möjliga effekter på arbetsmiljön från lean, utifrån tidigare studier om medarbetareffekter från dessa komponenter. Dessa sammanfattas nedan, omarbetat från Claesson et al. (ibid.).

Flödesfokus (möjlig påverkan):

- *Ökat arbetstempo och repetivitet*, som kan leda till belastningsergonomiska besvär och ökad stress. En taktad lina kan också innebära möjlighet att utveckla ett jämnt tempo för medarbetarna. Om förändringen innebär införandet av löpande band, så innebär det ofta negativa medarbetareffekter till exempel försämrad motivation och arbetstillfredsställelse, men det behöver inte alltid bli så.
- *Större integrering mellan processer* kan innebära minskad möjlighet för gruppen att ta beslut självständigt, vilket dock kan motverkas genom parallella linjer.
- *Standardisering* får antingen positiva eller negativa effekter på arbetsmiljön, beroende på varför och hur det införs; "tvingande" standardisering innebär ofta sämre arbetsmiljö, "möjliggörande" (med hög delaktighet) innebär ofta positiva effekter.
- *Felsäkring* (poka yoke) innebär ofta lägre arbetskrav och dequalificering, vilket ofta innebär minskad kontroll över arbetet.

Arbetsutformning (möjlig påverkan):

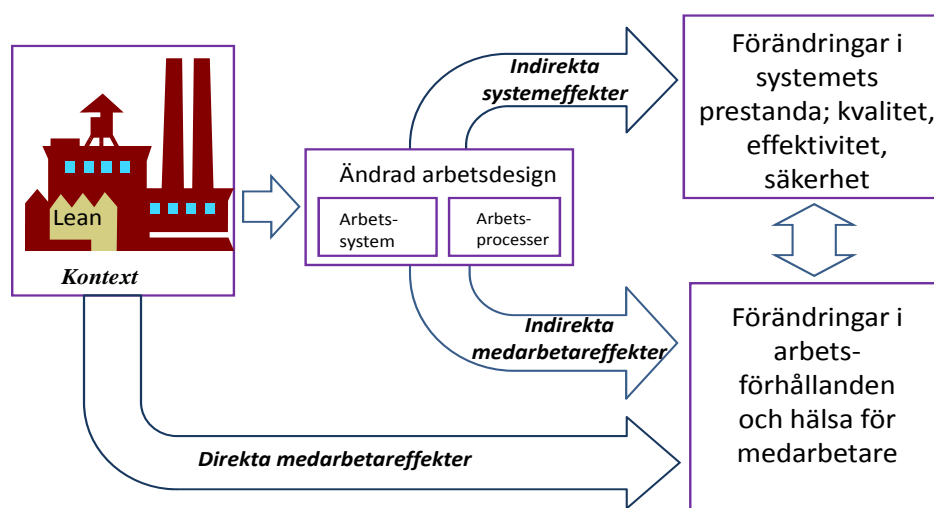
- *Effekter på arbetsinnehåll* och arbetsberikning är omdebatterat i lean-litteraturen; vissa menar att korta cykeltider innebär utökat arbetsinnehåll; andra menar istället att det innebär krav på arbetsutvidgning.
- *Ökat teamarbete* kan innebära både positiva effekter som ökat gruppstöd samt samarbete och negativa effekter som kan innebära gruppträck och kontroll, vilket i värsta fall kan leda till arbetsintensifiering.

Ständigt förbättringsarbete (möjlig påverkan):

- *Deltagande i arbetet med ständiga förbättringar* förväntas ge positiva medarbetareffekter samt att det innebär en buffert mot den låga kontrollen och låga autonomin.
- *Negativa effekter* kan vara ökade kognitiva krav, samt att medarbetarnas deltagande i det ständiga förbättringsarbetet innebär att arbetet blir mer monotont och repetitivt p.g.a. den ökade standardiseringen.

Holden (2011) har utvecklat en modell för hur lean skulle kunna påverka arbetsmiljön baserat på en litteraturöversikt om hur lean påverkat arbetsstrukturer och processer på akutavdelningar, se figur 4.1. Några exempel på förändring av arbetsstrukturen som han fann (utifrån lean i sjukvården) var: ändrade sätt att samla in rapportdata, ändrade kommunikationssystem, utbildning och träning, nya roller för medarbetare och anpassning av bemanningen till efterfrågan. Exempel på processförändringar som beskrevs var snabbare bedömningar, indelning av patienter i olika flöden baserat på åkommans svårighetsgrad och standardiserade arbetsprocedurer.

Holden (2011) pekar vidare på att det är viktigt att förstå hur lean påverkar arbetets struktur och processer, då han i tidigare studier av sjukvården visat hur det i sin tur påverkar arbetsmiljön. De direkta effekterna av lean, som skulle kunna uppstå utan att själva arbetet påverkats i någon större utsträckning, skulle kunna vara att medarbetarna påverkas positivt av att få vara involverade i förändringsprojekt och komma med förslag på förbättringar av verksamheten. En negativ direkt effekt skulle kunna vara att de genom förändringen känner sig oroliga för att förlora sina jobb (ibid.).



Figur 4.1 En modell över hur lean skulle kunna påverka arbetsmiljön och andra effektmått genom indirekt påverkan via arbetets system och processer eller via direkt påverkan på medarbetare. Modellen föreslår också att förändringar i kvalitet, säkerhet och effektivitet kan påverka medarbetarnas arbetsförhållanden, samt att utfallet av lean beror på i vilken kontext som det implementeras. Modifierad efter Holden (2011).

4.3 Metod

4.3.1 Litteratursökning

En sökning i den vetenskapliga litteraturen gjordes kring årsskiftet 2010/2011 för att finna relevanta artiklar inom området lean produktion och belastningsergonomi. De databaser som genomsöktes var: *Ergonomics Abstract*, *Pubmed* och *Business Source Elite*. De sökord som användes för lean produktion och dess synonymer var till exempel

Lean Production, Lean Manufacturing, Continuous Improvement, Kaizen, Lean management, Just in Time, JiT, Lean Thinking, Lean Enterprise, Toyota production och Lean six sigma (för detaljerad sökordslista se bilaga 2). Dessa kombinerades med sökord för belastningsergonomiska exponeringar och utfall. De sökord som användes för exponeringar var till exempel; *work characteristics, occupational exposure*, workload*, posture, exposure, biomechanic, force, recovery och repetitive motion*. De sökord som användes för utfall var till exempel: *WMSD, MSD, disorder, musculo*, cumulative trauma disorder, repetitive strain injur*, myalgi*, symptom*, syndrom*, entrapment, job satisfaction, lost time injury och illness rate*. En komplett lista på sökorden finns i Bilaga 2. Då sökningen fick modifieras lite för att passa i Ergonomics Abstract ligger den söksträngen med i denna bilaga.

De funna artiklarnas referenslistor har gått igenom för ytterligare referenser. Vissa artiklar har andra forskare uppmärksammat oss på, samt andra har funnits vid andra litteratursökningar, som inte utgjorde en del av denna kunskapsgenomgång.

4.3.2 Inriktning och avgränsningar

Sökningen begränsades till svensk och engelsk litteratur som publicerats senare än 1980. Alla typer av studier, som beskriver undersökningar om *interna* belastningsergonomiska effekter och lean inom industrin har inkluderats i översikten. Med interna studier menas sådana som studerat effekten på den *egna* personalen, inte till exempel på hur personalen hos underleverantörer påverkas (dvs. *externa* effekter). Därmed har också artiklar vars fokus är rena teoretiska resonemang exkluderats i resultaten i kunskapsöversikten.

I tidigare studier har psykosociala faktorer visat sig vara riskfaktorer för att utveckla belastningsbesvär (till exempel Bongers et al., 2006). Därför har även studier som behandlar sådana riskfaktorer (till exempel stress, höga krav, arbetsbörda) tagits med. Vid uppdelningen av vilka riskfaktorer som berör mekanisk exponering, och därmed utgör riskfaktorer för belastningsergonomiska besvär, har vi gjort samma gränsdragning som Westgaard och Winkel (2011). Notera dock att andra effekter av till exempel riskfaktorerna, såsom fysiologiska effekter av stress, inte inkluderats i denna studie (till exempel hjärt-kärlsjukdomar).

Artiklar som handlar om rena förbättringar av kvalitet och produktivitet har uteslutits. Det gäller också artiklar som enbart undersökt effekter av någon enskild del av lean-konceptet, såsom teamarbete, standardisering, involvering i förbättringsarbete o.s.v., som kan anses vara vanligt förekommande i flera olika managementkoncept.

Toyotas produktionssystem (TPS) har sorterats in i kategorin lean produktion; detsamma gjordes med studier som handlar om Just in Time då det kan ses som en central del i lean. Däremot kommer studier som handlar om TQM att sorteras bort, då de båda koncepten är tillräckligt olika för att motivera detta (Pettersen, 2009a).

Översikten gör inte anspråk på att vara heltäckande, framför allt inte när det gäller alla psykosociala riskfaktorer i arbetsmiljön, såsom stress, krav, kontroll, arbetstillfredsställelse o.s.v. som kan påverka belastningsergonomin. Det har heller inte gjorts någon strukturerad systematisk kvalitetsgranskning/bedömning av de ingående studierna, utöver den granskning som gjorts inför publiceringen. Däremot presenteras några av de metodologiska invändningarna som skulle kunna göras mot de ingående studierna.

När det gäller studier om svenska företags arbete med lean, så har framför allt grå litteratur använts (till exempel konferensbidrag och rapporter). Anledningen är att det inte fanns tillräckligt med underlag från kontrollerade studier eller studier med hög vetenskaplig kvalitet. Därför togs beslut om att i denna del av studien inkludera

grå litteratur, i enlighet med Eklunds et al. (2006) resonemang om att använda bästa tillgängliga kunskap. Sökning har skett i Google Scholar, Arblin samt i referenslistor i de publikationer som hittats. De publikationer som togs med har bedömts från fall till fall enligt nedan. Bedömningen av respektive publikation har gjorts utifrån fyra kriterier;

- 1) upphovspersonen till publikationen,
- 2) den inkluderade empirin i publikationen,
- 3) hur publikationen granskats av forskarkollegor före publicering, samt
- 4) om publikationen i huvudsak handlar om lean och arbetsmiljö eller inte, eller om dessa aspekter är sekundära i publikationen.

Två av rapportförfattarna har genomfört en bedömning av respektive publikation. Detta ledde till bedömningen nedan. Följande publikationer har tagits med:

Andersson och Liljenvald (2009) är ett examensarbete med 108 enkäter, som primärt inte inriktats mot arbetsmiljön och totalt tillmättes låg vikt i denna litteratur-sammanställning.

Berglund (2007) är också ett examensarbete omfattande ett 20-tal intervjuer, men med ett arbetsmiljöperspektiv. Arbetet tillmättes relativt låg vikt.

Berglund (2006) är en rapport från Swerea IVF. Empirin utgör chefsintervjuer på 22 företag samt arbetsplatsstudier i fem till sex företag inkluderande belastningsergonomi. Rapporten har getts ut av en organisation som i detta sammanhang delvis kan betraktas som en konsultorganisation som säljer lean-tjänster. Arbetsplatsobservationerna bedömdes ha låg till måttlig vikt, men chefsintervjuerna bedömdes ha lägre vikt. Rapporten från IF Metall (2003) studerade hur vanligt lean var bland metallarbetare, samt vilka konsekvenser de anställda upplevde att lean-arbetet fått. Enkätstudien omfattade cirka 120 000 svarande medlemmar. Rapporten kommer från en organisation som har partsintressen. Dock har den ett arbetsmiljöperspektiv samt ett mycket stort empiriskt underlag, varför empirin betraktades att ha låg till måttlig vikt.

Brännmark (2010b) är ett konferensbidrag där lean och arbetsmiljö studerats i åtta företag genom intervjuer med 41 personer och enkäter till 82 personer. Denna studie bedömdes ha måttlig vikt. *Brännmark* (2010c) är också ett konferensbidrag från en studie om hur arbetsmiljön påverkats i 24 företag som arbetar med lean. Enkätstudien baseras på 282 svar från chefer, arbetsledare, produktionspersonal och tjänstemän. Denna studie bedömdes ha måttlig vikt. *Eklund och Berglund* (2007) är ett konferensbidrag där författarna studerat medarbetarnas uppfattning av lean i två företag baserat på 19 intervjuer. Denna studie tillmättes måttlig vikt. *Pettersen* (2008) är ett konferensbidrag där författaren studerat implementeringen av lean i ett företag baserat på 20 intervjuer om hur vissa lean-verktyg uppfattas av medarbetarna. Då konferensbidraget inte fokuserade på arbetsmiljö tillmättes bidraget ha relativt låg vikt i denna sammanställning.

4.4 Resultat

Vid litteraturgenomgången hittades bara ett fåtal studier som på något sätt behandlade arbetsmiljökonsekvenser av lean, och av dessa var det bara några få som handlade om belastningsergonomiska konsekvenser. Sökningen i *Pubmed* gav till exempel 584 träffar, men bara ett tiotal av artiklarna handlade i någon form om lean och arbetsmiljö, och fem av dem uppfyllde kriterierna för denna översikt. Baserat på detta faktum och då studierna även varierade med avseende på typ av studie och utfallsmått m.m. gjordes bedömningen, att det inte var möjligt att göra någon systematisk litteraturgenomgång av evidensbaserad karaktär.

Resultatdelen tar sin utgångspunkt i framför allt två övergripande litteraturstudier om lean och arbetsmiljöeffekter (Hasle et al., kommande, Landbergis et al., 1999), samt en litteraturstudie om medarbetareffekter av rationaliseringsarbete, där lean identifierades som en rationaliseringsstrategi och behandlades separat (Westgaard & Winkel, 2011), med tillägg av ytterligare studier som hittats vid litteratursökningarna. Några av dessa studier presenteras utförligare i texten. Viktigt att notera är att de olika studierna, som inkluderats i dessa litteraturstudier, varierar i studiedesign, omfång och studiefokus. Likaså använder inte heller de olika litteraturstudierna samma typer av inkluderings- respektive exkluderingskriterier, för vilka studier de tar med. Detta är viktigt att hålla i minnet, eftersom det försvårar möjligheten att generalisera resultaten från de olika studierna och publikationerna.

4.4.1 Belastningsergonomiska konsekvenser av lean produktion

I litteraturstudien av Landsbergis et al. (1999) ingår 38 artiklar (26 från USA, 4 från Canada, 6 från Storbritannien och 1 från Finland) som behandlar lean produktion och relaterade produktionssystem och dess samband med främst arbetsskador och sjukdom samt arbetsförhållanden. Av dessa artiklar var 26 från industrimiljöer (13 bilindustri och 13 annan industri), och hälften av dem hade med belastningsbesvär och liknande som ett av flera utfallsmått; övriga artiklar hade mått som till exempel krav/kontroll, stress, arbetsbelastning och arbetstillfredsställelse.

Enligt Landsbergis et al. (1999) visade undersökningar och fallstudier på japanskt ägda biltillverkare i USA och Canada en tendens till höga nivåer av stress, trötthet och anspänning. Hög arbetstakt, långa arbetsdagar, repetitivt arbete och få raster hänfördes som orsak (ibid.). På exempelvis General Motors (GM) i Canada var det fler som rapporterade anspänning och trötthet jämfört med Ford och Chrysler, som då inte kommit lika långt med lean (Lewchuk & Robertson, 1996).

När det gäller belastningsergonomi eller arbetsrelaterade muskuloskeletala besvär har Landsbergis et al. (1999) sammanställt studier från nio³ olika studiepopulationer inom bilindustrin som haft belastningsbesvär som utfallsmått, och de konstaterade att sex fallstudier från den amerikanska bilindustrin på 90-talet visade på ett samband mellan belastningsbesvär och lean. I fyra av de redovisade studierna, gällande bilindustrin i Canada på 90-talet, där en jämförelse gjorts mot en kontroll-grupp, sågs i en av studierna ett tveksamt samband mellan belastningsbesvär och lean, och i en av studierna sågs inget samband (ibid.).

Landsbergis et al. (1999) sammanställde även artiklar som studerat arbetsförhållanden och lean. Bland dessa nio artiklar påvisade fem studier, och en med tvekan, ett

³ Vid närmare granskning visade sig en av artiklarna LEWCHUK, W. & ROBERTSON, D. 1997. Production without Empowerment: Work reorganization from the perspective of motor vehicle workers. *Capital & Class*, 37-12. inte innehålla några sådana data.

samband mellan lean och höga arbetskrav. I en av studierna (Parker & Slaughter, 1995, citerad i Landsbergis et al., 1999), konstaterades att arbetsbelastningen gick upp om TPS introducerades utan medverkan från de anställda och att den gick ned om de anställda var delaktiga. I en av studierna (Parker & Sprigg, 1998, citerad i Landsbergis et al., 1999) hos en brittisk biltillverkare var arbetsbelastningen mindre i företaget som arbetade med lean. Fyra av studierna om lean och arbetsförhållanden, och en med tvekan, visade på ett samband mellan lean och låg kontroll i arbetet (Landsbergis et al., 1999), i två av studierna sågs inget sådant samband och det var inte mätt i en av studierna.

De flesta av de ovan nämnda studierna i Landsbergis et al. (1999) byggde på självrapportering och registerdata. Hälften av studierna hade inte publicerats i tidskrifter där granskning sker av andra forskare, men Landsbergis et al. påtalade ändå att det är ett steg framåt jämfört med studier av Womack et al. (1990), som byggde på intervjuer med ledningen och inte tog upp arbetsmiljöfrågor.

Den andra litteraturstudien om lean och arbetsmiljö är en uppföljare till artikeln av Landsbergis et al. (Hasle et al., kommande) och innehåller ytterligare elva nyare kvantitativa studier som behandlar lean och arbetsmiljö. En sammanställning av funna samband mellan lean och arbetsmiljö och hälsa görs för respektive artikel (ibid.). Nio av artiklarna har data från industrin, och fyra av dem (Lewchuk et al., 2001; Fairris & Brenner, 2001; Schouteten & Benders, 2004; Conti et al., 2006) har någon form av belastningsergonomiskt utfallsmått såsom belastningsbesvär, fysisk hälsa, arbetsställningar eller liknande.

De generella slutsatserna från Hasle et al. (kommande) är att det inte går att uttala sig om några säkra orsakssamband mellan lean och arbetsmiljö. De konstaterar vidare att lean och arbetsmiljö hör nära samman, att det inte är något enkelt samband däremellan, att det beror av det sociotekniska systemet och hur konceptet har omsatts i praktiken. Även om lean verkar ha negativa effekter på medarbetare inom industrin, speciellt de inom monteringsarbeten, så har det visat sig i vissa studier även ge positiva effekter på arbetsmiljön till exempel i form av ökad autonomi/självständighet, utveckling av yrkesskicklighet, variation i arbetsuppgifter, rollbredd, social kontakt och tillit mellan medarbetare (Jackson & Mullarkey, 2000, Anderson-Connolly et al., 2002). I andra studier har lean visat sig ha negativ inverkan på liknande arbetsmiljöfaktorer, exempelvis mer kortcykligt arbete och minskad autonomi och arbetsinnehåll vid en studerad fabrik som monterade cyklar (Schouteten & Benders, 2004).

I Westgaard och Winkels (2011) systematiska forskningsöversikt om rationaliseringar, muskuloskeletal och mental hälsa samt organisatoriska modifierande faktorer ingår även 34 artiklar om effekter av lean-implementeringar från olika branscher. Generellt fann de att rationaliseringar hade mestadels negativa effekter på hälsa och riskfaktorer för nedsatt hälsa (57 % negativa och 19 % positiva effekter). För studierna gällande lean-förändringar konstaterade de att ungefär hälften av studierna visade på negativa effekter för hälsa och riskfaktorer (ibid.). Bland de 24 ingående studierna på tillverkande företag som implementerat lean visade 13 på mest negativa effekter, nio på blandade eller ingen effekt och två på mest positiva effekter (ibid.). De studier som visade positiva effekter var (Guimaraes, 1997, Spriggs et al., 2000), som båda visade på högre arbetstillfredsställelse, den ena genom olika TQM-verktyg (i Westgaard och Winkels artikel klassades TQM och teamarbete som lean-tillämpningar) och den andra med teamarbete med varierande grad av integrering mellan teamen. Studien av Sprigg et al. (2000) visade även på högre autonomi. Bland studier med blandat resultat visade det sig, att fokus på hälsa och säkerhet samt medarbetarnas

delaktighet i förändringsarbetet kunde ha en modifierande effekt på antal rapporterade belastningsskador (Adler et al., 1997). I översikten av Westgaard och Winkel (2011) ingick (cirka 16) studier som mätt muskuloskeletala besvär/sjukdom/hälsa eller riskfaktorer och lean. Dessa redovisas tillsammans med artiklar från Hasle et al. (kommande) och Landsbergis et al. (1999) och resultatet från vår litteratursökning i tabell 4.1.

Tabell 4.1 Sammanställning av funna studier om samband mellan lean och effekter på muskuloskeletala besvär/sjukdomar/hälsa och riskfaktorer inom industrin. (+) = höga, ökade, (+?) = tveksamt positivt samband, (-) = minskade, låga, (-?) = tveksamt omvänt samband, (+/-) = både ökade och minskade och (0) = ingen effekt/inget samband, oförändrat/ lika. **OBS**, att det kan vara positivt för belastningsergonomin att vissa faktorer ökar, t.ex. variation. De senaste studierna presenteras först.

Författare, år, typ av industri, studie och förändring	Muskuloskeletala besvär/sjukdomar och hälsa	Riskfaktorer för besvär/sjukdomar i rörelseorganen
Saurin & Ferreira 2009. <i>Tillverkning av skördetröskor</i> , Brasilien. Intervju och enkät, och feed-back möten, ej kontrollgrupp. Flera lean-verktyg implementerade sedan 2001.	♦ Smärta/obehag låg på en måttlig nivå och var oförändrat med lean (0)	♦ Ökad arbetstakt/belastning (+) ♦ Minskad tid pauser (-) ♦ Ökat tryck från överordnad att nå målen, ändå ganska nöjda och relationen med överordnad var förbättrad (+) ♦ Allmänna arbetsförhållanden (+) ♦ Måttligt stressade och det hade ökat något med lean (+) ♦ Ökad autonomi (+)
Womack et al. 2009. <i>Bilindustrin</i> , USA. Jämförelse mellan 56 arbetsstationer i lean och traditionell fabrik	♦ Lean-fabrikens skadeförekomst gick ned med 19 % mellan åren 2000-2006 (-)	♦ Mer repetitiva jobb (+) ♦ Lägre kraftåtgång (-) ♦ Arbetsställningar ingen skillnad (hand ej med) (0) ♦ I båda fabriker var ca 60 % av jobben klassade som risk för handbesvär, men ingen signifikant skillnad mellan fabriker förelåg (0)
Brown & O'Rourke 2007. <i>Skottillverkning</i> , Kina. Fallstudie. 27 enkäter och fokusgrupp (20 personer). Ej kontrollgrupp. Start lean för ca tre år sen (bl.a. JIT, minskade lager).		♦ Ökat produktionstryck och ökad individuell stress (+) ♦ Stress relaterad bl.a. till oro över att inte nå målen, orealistiska mål, för hög takt, för mycket arbete, orättvis behandling av överordnad. ♦ Nästan alla angav att förhållandena i fabriken förbättrats senaste året (+)
Conti et al. 2006. <i>Tillverkande industri</i> , GB ⁴ . 1391 enkäter till montörer. Bedömde nivå av lean (1-5) för 10 olika lean-verktyg och testade 21 hypoteser relaterat till stress.		♦ Omvänt u-format samband mellan grad av lean-implementering, låg grad av lean ökande stress, minskande stress igen vid hög nivå av implementering (+/-) ♦ Stressen ökade av bl.a. arbetsintensitet, övertid, göra arbete för sjuk kollega, brist på verktyg, ergonomiska svårigheter och skuld för defekta produkter (+) ♦ Stressen mindre med delaktighet, teamarbete och stöd i arbetet (-)

⁴ Storbritannien.

Författare, år, typ av industri, studie och förändring	Muskuloskeletala besvär/sjukdomar och hälsa	Riskfaktorer för besvär/sjukdomar i rörelseorganen
Mehri 2005. <i>Bilindustri</i> , Japan. F.d. anställd som intervjuat/samtalat m. 75 personer.		♦ Upplevd arbetsbelastning hög (+)
Brenner et al. 2004. Fairis & Brenner 2001 <i>Industri</i> , USA, statistik från BLS ⁵ kombinerat med undersökning om förekomst av bl.a. TQM, JIT, kvalitetscirklar.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Samband mellan CTD och kvalitetscirklar, samt CTD och JIT. Effekterna blev värst när kvalitetscirklar och JIT kombinerades. (+) ▶ Ej signifikanta samband mellan CTD och TQM och team (0) 	
Schouteten & Benders 2004. <i>Cykelmontering</i> , Holland. Observation och 63 medarbetarenkäter. JIT, kvalitetskontroller, TPM, standardisering, 5S, minskade lager, kaizen, andon.	<p><i>Medarbetare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Få problem med hälsa/fysiska reaktioner (-) 	<p><i>Medarbetare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Autonomi begränsad (-) ♦ Stöd från överordnad eller andra avdelningar begränsat (-) ♦ Relativt högt missnöje med arbetsinnehåll (-) ♦ Kortcykligt (-) ♦ Helhetssyn⁶ begränsad (-) ♦ Behov av vila relativt hög (+) ♦ Relativt goda möjligheter att lösa problem i arbetet, tack vare stöd från nära kollegor (+) ♦ Arbetsstillfredsställelse begränsad (-) <p><i>Team-ledare, problemlösare:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ♦ Fördelaktigare arbetsförhållanden jämfört med medarbetarna (+)
Seppälä & Klemola 2004. <i>4 tillverkande företag</i> , Finland. Tvärsnittsstudie. 525 enkäter. JIT, kundstyrd produktion m.m.		<ul style="list-style-type: none"> ♦ Upplevd ökad arbetsbelastning (+) ♦ Upplevd ökad kontroll (+) ♦ Mest stress för tjänstemän (+)
Parker 2003. <i>Fordonstillverkare</i> , GB. 368 enkäter före och 3 år efter. Indelat i 4 grupper; lean-team, line-montering, standardisering, Kontrollgrupp (teknisk support). Införde bl.a. line, lean-team, process-utvecklingsteam, standardisering, minskade lager, dragande produktion, fokus på monterbarhet.	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Arbetsrelaterad nedstämdhet⁷ ökad med line och standardisering (+). 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Tilltro till egen förmåga⁸ minskad line (-), oförändrad för lean-team och standardisering (0). ♦ Involvering i arbetsplats minskad (-) ♦ Oförändrad delaktighet i beslutsfattande för lean-team (0), minskad för line (-), ökad delaktighet för kontrollgruppen (+). ♦ Arbetsbörda⁹ el. arbetsrelaterad oro, ingen skillnad lean-team (0), ökad för line(+). ♦ Minskning av delaktighet i processen, nyttjande av färdigheter och autonomi var bidragande faktorer till negativa effekter.

⁵ BLS =Bureau of Labor Statistics i USA.

⁶ Kompletta arbetsuppgifter - hänför sig till Hackmans koncept om att ett arbete även ska innehålla förberedande och stödjande arbetsuppgifter.

⁷ Baserat på tre enkätfrågor om hur ofta jobbet fått dem att känna optimism, entusiasm och motivation.

⁸ - att utföra en bredare roll, som t.ex. att komma med förslag på förbättringar/ sätta mål.

⁹ Här avses begreppet *role overload*.

Författare, år, typ av industri, studie och förändring	Muskuloskeletala besvär/sjukdomar och hälsa	Riskfaktorer för besvär/sjukdomar i rörelseorganen
<p>Bruno & Jordan, 2002 <i>Bilindustri</i>, Mitsubishi-Chrysler, USA. Två attitydundersökningar, 1989 och 1997. Lean-implementering: teamarbete, kvalitetscirklar, kaizen, andon.</p>		<p>♦ Upplevelsen av arbetsmiljö och arbetstillfredsställelse försämrade från första till andra undersökningen, men oklart om det beror på lean eller andra faktorer, som nedsatt tilltro till ledningen och grusade förhoppningar på arbetet . (En stor andel av personalen tyckte inte att kvalitetscirkarna eller kaizen gav något) (-)</p>
<p>Andersen-Connolly et al. 2000. <i>Tillverkning, ospecificerad USA</i>. Longitudinell studie 1244 enkäter (1997+ 1999) Omstrukturering; outsourcing, minskade lager, förenkling av processer och tvärfunktionella team.</p>		<p><i>Medarbetare:</i> ♦ Försämrade hälsa relaterat till intensitet, kompetens, teamarbete (-) ♦ Ökad hälsa relaterat till autonomi (+) <i>Ledning:</i> ♦ Försämrade hälsa relaterat till intensitet och autonomi. ♦ Ökad hälsa relaterat till teamarbete och yrkesskicklighet (+)</p>
<p>Jackson & Mullarkey 2000. <i>Konfektionsindustri, GB. 4 verksamheter</i>. Jämför vanlig line och produktionscell (pc). Tvärsnittsstudie 556 enkäter.</p>		<p>♦ Arbetstillfredsställelse lika (0) ♦ Job-related strain¹⁰ lika (0) ♦ <i>Timing control</i> – bl.a. inflytande över arbetstakt, hur arbetet ska göras lägre (-) ♦ Rollbredd och variation högre (+) ♦ Arbetskrav i form av bl.a. problemlösning och nyttjande av färdigheter högre (+) ♦ Arbetsbelastning högre (produktionspress och krav på övervakning) (+) ♦ Sammanhållning i gruppen lägre (+) ♦ Tillit mellan medarbetare högre (+)</p>
<p>Leclerc et al. 1998. <i>Blandade industriföretag, Frankrike</i>. Tvärsnittsstudie med referens-grupp. Ospecificerad JIT (JIT ja/nej).</p>	<p>♦ Högre andel belastningsbesvär hos företag som arbetade med JIT, (oddskvot¹¹ 2,24) (+)</p>	

¹⁰ Mätt genom skalor för oro/depression, t.ex. skattades lugn, nedstämdhet, nöjdhet och optimism

¹¹ Odds kvot= relativ risk för besvär/sjukdom hos exponerade jämfört med de som inte exponerats.

Författare, år, typ av industri, studie och förändring	Muskuloskeletala besvär/sjukdomar och hälsa	Riskfaktorer för besvär/sjukdomar i rörelseorganen
<p>Adler et al. 1997. <i>Bilindustri</i> NUMMI, USA. Longitudinell fallstudie – följde ergonomin under bil-lanseringar, 1993+1995.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Rapporterade skador höga vid byte av bilmodell (+) ◆ Rapporterade skador minskade efter ergonomi-intervention (-) 	
<p>Lewchuk & Robertson 1997. Lewchuk et al. 2001 <i>Bilindustri</i>, Canada + GB. 1997: Jämförelse 2 lean-företag (GM Canada & CAMI) och 2 mindre lean (Ford & Chrysler), 2424 enkäter. 2001: som ovan + GM i GB (lean), 215 enkäter.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ GM Canada: högst andel som rapporterade arbete med smärta/obehag åtminstone halva dagen, lägst andelar på GM i GB och CAMI (+/-) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Lean-företag: högre andel rapporterade för hög fysisk arbetsbelastning och för snabb arbetstakt (+) ◆ Indikatorer¹² på medarbetarinflytande sämre resultat lean-företagen (-) ◆ Lean-företag: högre andel rapporterade att de arbetar i obekväma arbetsställningar åtminstone halva dagen (+) ◆ Lean-företag: högre andel rapporterade spändhet eller stress/trötthet efter arbete (+)
<p>Jackson & Martin 1996. <i>Elektronik</i>, GB. Jämför JIT-line (bl.a. minskade batcher, jobb-rotation, förenkling, dragande produktion, inspektion av eget arbete) och traditionell line. Enkät före och efter till 44 st.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Arbetsbelastning högre med JIT (+) ◆ Arbetstillfredsställelse minskad med JIT(-) ◆ Psykologisk stress oförändrad (0) ◆ Möjlighet att påverka takt och ordning som arbetet ska göras minskad med JIT (-)
<p>Lewchuk & Robertson 1996. 16 <i>underleverantörer bilindustri</i>, Canada. 2 lean-företag, 4 på väg mot lean (lean-förändr.), 8 traditionella (trad.), 2 exploaterande¹³. 1670 enkäter.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Arbete med smärta lägre (lean och lean-förändr., jmf med trad.)¹⁴ (-) ◆ Trötthet efter arbetet, spändhet under arbete lika (lean och trad.) (0), högre upplevd ökning av spändhet och trötthet efter arbetet senaste 2 åren (lean jmf trad.) (-) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Upplevd arbetsbelastning högre och upplevd ökning av denna högre (lean jmf trad.), fr.a. arbetstakt (+) ◆ Upplevd arbetsbelastning, upplevd ökning av denna, lägre (lean-förändr.) (-) ◆ Obekväma arbetsställningar lika (lean och trad.) (0), lägre för (lean-förändr.) (-)

¹² Indikatorerna var här: möjlighet att förändra det de inte gillade eller arbetstakten, att de måste jobba så fort som möjligt för att inte komma efter, svårigheter att få ledigt och tillräckligt med personal för att t.ex. kunna gå på toa.

¹³ Produktiviteten ökades här genom att driva på arbetskraften hårdare.

¹⁴ Bara signifikant lägre för företagen under omställning till lean (13,1% lägre för dem och 11,4 % lägre för lean-företagen)

Författare, år, typ av industri, studie och förändring	Muskuloskeletala besvär/sjukdomar och hälsa	Riskfaktorer för besvär/sjukdomar i rörelseorganen
<p>Nielsen 1996. <i>Sex tillverkande företag och ett inom process-industrin.</i> DK. Japan-inspirerade produktions-system, sporadisk implementering av JIT, några verktyg på delar av företagen. Intervjuer med personer från alla organisationsnivåer. Observationer¹⁵ på 3 företag, 150 enkäter från 4 företag.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ingen större påverkan på upplevda kompetenskrav (0) ◆ Integrering av kvalitetskontroll i normala arbetet upplevdes ge bättre tillfredsställelse (+) ◆ Ingen påverkan i grunden på autonomi. I ett företag ökade autonomi, då medarbetarna såg planeringen 1 månad framåt istället för 1-2 veckor framåt (0) ◆ Fysisk belastning oförändrad (0) ◆ Deras generella slutsats var att de som hade bäst arbetsförhållanden från början fick det lite bättre, medan det var oförändrat för de med repetitivt/okvalificerat arbete (+) och (0)
<p>Mullarkey et al. 1995. <i>Elektronik</i>, GB. Prospektiv¹⁶ undersökning. TQM, JIT</p>		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Stress inget samband med JIT (0) ◆ Arbetstillfredsställelse ökad med JIT (+) ◆ Arbetskrav/tempo tveksamt omvänt samband med JIT (-?)
<p>Stewart & Garrahan 1995. <i>Biltillverkare</i>, USA+GB. 4 fabriker, 140 enkäter. Team-arbete, ständiga förbättringar m.m.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Fysisk och mental trötthet ökad, enligt ca 2/3 av de svarande (+) ◆ Arbetstillfredsställelse oförändrad el. lite minskad (0/-)
<p>Babson, 1993. <i>Bilindustri</i> – Mazda-Ford, USA. Fallstudie, 2380 enkäter efter 3 år med lean, ingen kontrollgrupp.</p>		<ul style="list-style-type: none"> ◆ Upplevd arbetsbelastning ökade (+) ◆ Upplevd låg kontroll (-) ◆ Hög andel trodde att de skulle bli skadade/utslitna före pensionen med nuvarande arbetsintensitet (+)

¹⁵ Resultaten och grunderna för deras slutsatser var inte så tydligt presenterade.

¹⁶ En studietyp där det undersökta följs framåt i tiden.

4.4.2 Djupare beskrivning av några lean-studier

Här presenteras några studier lite utförligare för en möjlighet till en djupare förståelse för vad företagen gjort inom ramen för sitt lean-arbete och effekter på belastnings-ergonomin. Exempel ges på typ av studier och invändningar som kan finnas. I vissa fall finns även företagens ergonomiska insatser beskrivna för att exemplifiera, hur några lean-företag arbetat med dessa frågor. Studierna är valda för att spegla olika typer av studier och olika interventioner på ergonomiområdet. Exempelen syftar också till att spegla kontextens påverkan, problem med att klargöra kausalitet samt implementeringsprocessens betydelse för personalens uppfattning av lean produktion.

Artikeln av Lewchuk et al. (2001) bygger vidare på samma data som i deras tidigare artiklar (Lewchuk & Robertson, 1997, Lewchuk & Robertson, 1996) samt Stewart & Garrahan (1995). Därtill har de inkluderat en enkätundersökning¹⁷ från GM i Storbritannien 1997. I Lewchuk et al. (2001) framgår det att en högre andel medarbetare på General Motors (GM) i Canada och Storbritannien samt CAMI¹⁸, som då bedömdes ha kommit längre i sitt lean-arbete, exemplifierat med teamarbete, arbetsrotation, standardiserat arbete, JIT och ständiga förbättringar, jämfört med Ford och Chrysler, rapporterade att den fysiska arbetsbelastningen och arbetstakten var för hög. På exempelvis Ford var det knappt 30 % som rapporterade för hög fysisk arbetsbelastning jämfört med knappt 50 % på GM i Canada, och motsvarande siffror för arbetstakten var cirka 40 % på Ford och knappt 80 % på GM. Andelen som rapporterade att de fick inta obekväma arbetsställningar mer än halva dagen var högre i fabrikena som kommit längre med lean. På GM i Canada rapporterade drygt 60 % att de intog obekväma arbetsställningar mer än halva dagen jämfört med 40 % på Ford. På GM (Canada) var det knappt 60 % som angav att de kände sig utmattade efter dagens arbete mot drygt 40 % på Ford. De fick även skatta om de arbetat med smärta/obehag åtminstone halva dagen den senaste månaden. Det var cirka 65 % på GM i Canada, cirka 45 % i Fords fabrik och knappt 40 % på GM (Storbritannien) som rapporterade att de gjort så. I artikeln från Lewchuk et al. (2001) konstaterades att lean-fabrikena hade sämre utfall gällande arbetsmiljö och hälsa, även gällande andra faktorer kring arbetsmiljön såsom arbetstagarnas möjlighet till kontroll över sitt arbete, stöd och förtroende för ledningen. Det är dock inte klarlagt om resultatet beror på lean, andra skillnader mellan fabrikena eller hur de implementerat lean. GM beskrevs vid tiden ha en hård hållning gentemot medarbetare och fack samt svårt att hålla upp produktiviteten (Hasle et al., kommande). Lewchuk et al. (2001) tyckte sig se mer likheter mellan GM:s fabriker i Canada och Storbritannien än mellan de studerade bilfabrikena i Canada. Värt att notera är också att svaren för direkta produktionsarbetare (montörer på line och maskinskötare) samt indirekta produktionsarbetare (materialhanterare) skiljer sig åt på vissa frågor. I Lewchuk et al. (1997) är dessa grupper redovisade var för sig och i Lewchuk et al. (2001) är de sammanslagna. Tendensen verkade vara att arbetsförhållandena upplevdes sämre för direkta produktionsarbetare, med några undantag. När det gäller till exempel indirekta produktionsarbetare på CAMI så angav de i högre utsträckning att de fick arbeta så fort som möjligt för att hinna med och att det var svårare att ändra sådant de inte gillade, jämfört med direkt produktionspersonal¹⁹.

¹⁷ Samma enkät som i Lewchuk et al. (1996, 1997), utvecklad av Canadian Autoworkers' Union och McMaster University.

¹⁸ Canadian Automotive Manufacturing, Inc. – bilfabrik, då samägd av GM och Suzuki.

¹⁹ Värt att beakta är att svarsfrekvensen på CAMI var låg (106 personer motsvarande 19,3%).

Seppälä och Klemolas (2004) genomgång av fyra finska tillverkande företags arbete med lean, samt dess effekter på medarbetarna, behandlar inte belastnings-ergonomiska frågor specifikt. Däremot mättes via en enkät flera relevanta riskfaktorer, till exempel upplevd stress och ökad utmattning. Tydliga skillnader kunde detekteras mellan tjänstemän, underhållsarbetare samt kollektivanställda; tjänstemännen och underhållsarbetarna upplevde en ökad stress, vilket dock inte de kollektivanställda gjorde i lika hög grad. Det var dock vanligt att alla svarsgrupper upplevde utmattning från arbetet. Arbetsbördan hade ökat för alla grupper, och det fanns också skillnader i hur de upplevde påverkan på det egna arbetet. Den upplevda ökade stressen hade flera orsaker, men en gemensam för alla grupper var att den var tydligt kopplad till den ökade arbetsbördan. Tjänstemän och underhållsarbetare upplevde ökad autonomi och arbetsinnehållsutveckling, medan montörer inte upplevde detta på samma sätt. De flesta svarande upplevde dock ett ökat inflytande på arbetet. Artikelförfattarna noterar också att även om det förekommer flera tydliga skillnader mellan vad företagen tar fasta på i lean-konceptet, så utgör de alla en mix mellan sociotekniska inslag och inslag från lean-konceptet; det utgör därmed inte någon "fundamentalistisk" lean-implementering, till exempel såsom Womack et al. förespråkar, enligt Seppälä och Klemola (2004).

Conti et al. (2006) genomförde en enkätundersökning med fokus på stress (fysisk och psykisk hälsa) på 1 391 montörer från fyra olika industrisektorer i Storbritannien. Graden av lean-implementering skattades för tio olika faktorer av ledningen för produktion och Human Resources, och en rundvandring gjordes i fabrikena med fokus på lean-verktyg. Studien visade ett omvänt u-format samband mellan stress och grad av implementering av lean, dvs. vid låg grad av implementering ökade stressen för att sedan plana ut och till slut minska vid hög grad av implementering. De fann signifikanta samband mellan stress och 10 av 21 olika faktorer i arbetet, till exempel arbetstakt/intensitet, övertid, ergonomiska svårigheter och skuld för defekta produkter. För teamarbete, stöd med arbetsuppgiften och ständiga förbättringar var det omvända samband, dvs. minskad stress vid teamarbete. Författarna drar slutsatsen att huruvida lean är stresskapande eller inte beror mycket på hur ledningen väljer att genomföra lean-konceptet. Författarnas råd är att använda kunskapen om vad som kan bidra till stressen och vad som kan ge minskad stress vid utformningen av sitt produktionssystem.

Bruno och Jordan (2002) har 1997 studerat en Mitsubishi/Chrysler-fabrik i USA med hjälp av en enkät om attityder och beteenden samt ett tjugotal intervjuer. Delar av enkäten var en kopia på en enkät som gjordes 1989. Fabriken hade implementerat lean, men enligt svaren från medarbetarna så verkade det inte vara någon lyckad implementering. En stor andel av medarbetarna hade inget förtroende för ledningen, bara 4 % var nöjda med högsta ledningen, 23 % var nöjda med arbetsmiljön och 38 % var nöjda med sitt arbete, mot att cirka 90 % var nöjda med sina löner och förmåner. Flera av medarbetarna upplevde att deras förslag inte togs till vara och att kvalitetscirkelarna mer var mer som uppvisning eller som ett skämt. En bidragande orsak till missnöjet var att personalen vid rekryteringen fått löften om att få vara delaktiga, men till deras besvikelse så hade det inte förverkligats.

I en studie från bilindustrin i USA (Womack et al., 2009) har två fabriker, en japanskt ägd fabrik med en form av lean som bedömts som lik det *ideala* och en amerikansk fabrik som bara är i början av att lära sig lean-metoder, jämförts med avseende på riskfaktorer för belastningsbesvär. De skillnader som beskrivits mellan fabrikena var att lean-fabriken hade tre bilar jämfört med två per monteringslina, de

hade 5-8 produktionsmedarbetare per team jämfört med 18-20 i den mer traditionella fabriken. I lean-fabriken verkade andon²⁰ användas mer frekvent och hjälpen var snabbt på plats. Där roterade de mellan jobben i teamet varje eller varannan timme jämfört med att uppskattningsvis 20 % roterade i den traditionella fabriken. Det fanns även en skillnad i vem som uppdaterade arbetsinstruktionerna. I lean-fabriken gjordes det av teamet och låg till grund för ständiga förbättringar. I den traditionella fabriken gjordes det av ingenjörer (Womack, 2007, s. 282), vilket framgår från denna avhandling, som är en mer detaljerad beskrivning av Womacks (2009) studie. Vid intervjuer av produktions- och säkerhetspersonal framkom att produktionsjobben förändrades ständigt baserat på förslag från medarbetarna (de fick in 1 000-tals förslag årligen och genomförde cirka 90 %), och att några av dessa förslag ledde till förbättrad ergonomi.

I den ovan nämnda studien jämförde de 56 olika likvärdiga jobb i de båda fabrikerna. Jämförelsen visade att lean-fabriken hade högre produktivitet, mindre icke värdeskapande tid i form av gående och väntan samt att jobben hade högre repetitivitet, mätt med HAL (Hand activity level scale), men lean-fabriken hade signifikant lägre observerade skattningar av kraftåtgång. När det gäller observationsstudier av arbetsställningarna kunde inte några signifikanta skillnader ses mellan de båda fabrikerna, men handledsställningar bedömdes inte, då det är svårt att vid observationsstudier fånga den typen av små rörelser (Lowe, 2004). Den minskade kraftåtgången relaterade författarna delvis till lean-fabrikens fokus på felidentifiering (jidoka) och processkvalitet, exemplifierat med några skillnader i arbetsförhållanden vid några av de olika stationerna, såsom att en slang som skulle monteras på drivlinan behövde krängas på i den traditionella fabriken och i den andra så gled den på (Womack, 2007, s. 288), vilket påverkade behovet av kraftåtgång. Författarnas (Womack et al., 2009) bedömning är att fokus på kvalitet i lean-fabriken inverkar positivt på arbetsförhållandena och ofta även gav en bättre ergonomi. Lean-fabriken hade färre jobb som låg över amerikanska rekommenderade gränsvärden (American Conference for Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Value).

Författarna konstaterade att resultaten pekar på att det inte är ökade risker för belastningsbesvär i lean-fabriken jämfört med den andra fabriken. Dock låg cirka 60 % (59 % respektive 64 %) av de 56 jobben i de båda fabrikerna över gränsvärdena för, vad som i epidemiologiska studier visat sig signifikant öka förekomsten av arbetsrelaterade belastningsbesvär. Detta skulle enligt instruktionerna för TLV innebära att dessa jobb bör designas om för att minska risken för belastningsbesvär (Womack et al., 2009)

Womack et al. (2009) specialstuderade lean-fabriken gällande vad de har för insatser för att göra arbetsstationerna ergonomiska. De använde ergonomiska riktlinjer under produktutvecklingen, simuleringsprogram för att med hjälp av ett skickligt pilotteam kunna förutspå risker och utveckla arbetsbeskrivningar. Pilotteamet arbetade även med att tidigt försöka upptäcka risker såsom olämpliga arbetsställningar, repetitioner och krafter. Alla arbeten klassificerades i hög, mellan och låg risknivå, och de arbetade för att designa om jobb med mellan till höga risker baserat på feedback från de anställda. De jobbade enligt PDCA-modellen (Plan-Do-Check-Act) för att ständigt förbättra sina arbetspositioner, vilket genererade ungefär

²⁰ Begreppet Andon innebär att om ett problem eller fel uppstår vid en station så trycker operatören på andon-knappen. Andon/störning meddelas till de andra stationerna som är beroende av stationen via en produktionsvisningstavla. När sedan de övriga stationerna har avslutat sina arbetsmoment kan de assistera den station där problemet uppstått (www.leanproductions.se).

145 bedömningar/månad. De lärde sig från skadetrender. Ergonomisk utbildning var ett krav för alla anställda i produktionen. Team-ledaren coachade och var ansvarig för att se till att alla i teamet följde best-practice och även för att fråga hur de anställda mådde. Författarna konstaterade att dessa åtgärder ligger i linje med vad NIOSH (National Institute for Occupational and Safety and Health) rekommenderar, och att det har lett till att lean-fabriken i genomsnitt minskat sina rapporterade skador med 19 % mellan åren 2000-2006 (Womack et al., 2009) men författarna föreslår samtidigt att effektiviteten i dessa insatser skulle kunna vara något att studera vidare.

Leclerc et al. (1998) genomförde en tvärsnittsstudie med 1 207 deltagare plus 337 referenspersoner spritt över 53 företag i tre olika sektorer (monteringslinjer, mat-industri, samt sko- och klädindustri). Syftet var att undersöka sambandet mellan karpaltunnelsyndrom (CTS) och olika faktorer, såsom produktionssystemets design. Studien pekade på ett samband mellan CTS och repetitivt arbete. Vidare fanns också högre frekvens av CTS hos de som hade psykosomatiska eller psykologiska problem även om kausalitetsförhållandet var oklart. Även överviktiga personer med ett BMI \geq 27 (Body Mass Index) hade högre frekvens av CTD. Forskarna associerade också CTS med låg arbetstillfredsställelse, avsaknad av kontroll (job control), korta cykeltider och med att behöva trycka upprepade gånger med handen. Slutligen, så pekade studien på ett samband mellan CTS och JIT, med en oddskvot 2,24, dvs. ett samband mellan förekomsten av CTS och företagen som arbetar med JIT. Man definierar inte i artikeln vad som utgör JIT, utan klassificerar bara företagen som arbetade med JIT eller inte, vilket gör det svårt att veta produktionssystemets påverkan, speciellt då många företag ingår i studien.

En longitudinell fallstudie genomfördes av Adler et al. (1997) på NUMMI²¹, en bilfabrik i USA som var ett samarbete mellan GM och Toyota. Fabriken fick 1993 påpekanden angående de ergonomiska förhållandena från Cal-OSHA²² i samband med lanseringen av en bilmodell 1993. Författarna analyserade företagets ergonomiska problem och studerade även en mer ergonomiskt lyckad lansering av en bilmodell två år senare, då företaget på Cal-OSHA:s uppmaning genomfört ergonomiska förbättringar. Företaget förband sig bland annat att göra kontinuerlig övervakning av ergonomiska risker, ordna ergonomiutbildning för personalen samt att anställa någon ergonomiskt kunnig person, som kunde se till att riskbedömningarna utfördes på rätt sätt. Författarnas försiktiga slutsats från denna fallstudie, var att nedslående resultat gällande ergonomi för Toyotas produktionssystem kunde förväntas om inte företaget har fokus på ergonomi, men att dessa risker skulle kunna reduceras om ledningen prioriterar hälsa och säkerhet (ibid.). De konstaterade också att även med ergonomiskt utformade arbetsuppgifter och arbetsrotation, så är det fysiskt krävande att arbeta med montering i ett TPS-system. Adler et al. (ibid.) trodde att om TPS införs utan att ergonomi beaktas skulle det kunna leda till försämrade arbetsförhållanden, men om ledningen däremot prioriterar säkerhet och hälsa, förutspådde de att riskfaktorer skulle kunna vändas till att möjliggöra förbättringar.

Brenner et al. (2004) konstaterade genom statistik från Bureau of Labor Statistics (BLS) i USA att andelen CTD:s /10 000 anställda gått upp från 3,6 till 23,8 under perioden 1982 till 2001. Få studier har undersökt orsakerna till detta. Fairris och Brenner (2001) pekade på att ökningen i slutet på 1980-talet och början på 1990-talet

²¹ New United Motors Manufacturing, Inc. – GM i samarbete med Toyota

²² California Occupational Safety and Health Administration

kunde bero på ökad rapportering, då OSHA²³ i slutet på 1980-talet började påföra stora bötesbelopp för företag som inte rapporterade skador. I sin studie kombinerade Brenner et al. data från två undersökningar som genomförts av BLS 1993, *Survey of Occupational Injuries and Illnesses (OSH-survey)* och *Survey of Employer Provided Training (SEPT)*. I den senare ingick förutom frågor om utbildning även frågor om produktionsfaktorer; JIT, teamarbete, TQM, kvalitetscirklar och arbetsrotation. De fann att det var vanligare med dessa metoder inom tillverkande industri och i större företag, och de kunde se signifikanta samband mellan förekomst av CTD och kvalitetscirklar, JIT och arbetsrotation. Det positiva sambandet mellan CTD och arbetsrotation kan eventuellt bero på att de fabriker som har riskfaktorer för besvär roterar mer än andra.

4.4.3 Medarbetareffekter av svenska företags lean-arbete

Nedan redogörs för några resultat från svenska fallstudier och sekundärdata om hur lean påverkar arbetsmiljön i svenska företag från den grå litteraturen (en rapport från IF Metall, en konsultrapport från IVF, två examensarbeten och fyra konferensbidrag) samt forskningslitteraturen (tre doktorsavhandlingar, ett antologibidrag och en artikel). Med andra ord, totalt handlar det om tretton publikationer av mycket varierad sort, krav på forskningsmässig kvalitet samt med olika fokus på studierna.

När det gäller belastningsergonomi, så har få forskningspublikationer identifierats som behandlar belastningsergonomiska konsekvenser av lean i svenska företag och organisationer. Den enda funna utgör Härenstams et al. (2000) undersökning, under perioden 1994-1997, där man studerar organisationer som man benämner som "magra". Dessa utgörs av organisationer som karaktäriseras av omfattande strukturella förändringar, ökad decentralisering men ändå en centraliserad maktstruktur, ökade kompetenskrav samt hög och ökande integrering. Flera av aspekter kan då sägas utgöra en viktig del av lean-konceptet. I huvudsak rör det sig om stora organisationer, till exempel tillverkningsindustri, sjukhus, varuhus, skolor, personaltransportföretag osv. Magra organisationer påvisade störst försämringar i Härenstams et al. Undersökning på arbetsbelastning och hinder i arbetet (dvs. indirekt stress). Andra negativa effekter utgör ökande belastande ställningar. Effekterna är speciellt negativa för kvinnor, framför allt p.g.a. en ökad känsla av oro, otillräcklighet och otrygghet. Men magra organisationer innebär omvänt också mindre negativa effekter på inflytande och stimulans än de andra organisationsmönstren, som Härenstam et al. identifierar. Deras slutsats är därför att magra organisationer har både positiva och negativa effekter på medarbetarna.

Nilsson (1996) diskuterar hur lean påverkar arbetsförhållanden och arbetet inom svensk industri, och menar att den generella trenden är bredare arbetsinnehåll, involvering i arbete med ständiga förbättringar osv. För tjänstemännen innebär det ofta förändrade arbetsroller, där dessa nu (enligt Nilsson) arbetar närmare produktionen, med nya karriärvägar, bredare arbetsuppgifter men också med mer att göra. Tjänstemännen ingår ofta i arbetsgrupper och team, en förändring som inte alltid är välkommen, då alla tjänstemän inte vill arbeta i produktionen. Ett centralt problem är dock, enligt Nilsson, tendensen till underbemanning. Eftersom det inte finns utrymme för buffertar i formen av material, använder man istället personalens tid som en buffert. Denna tendens bekräftas också av senare data från IF Metalls (2003) från 2002, där just otillräcklig bemanning var en stor risk som identifierades med lean.

²³ Occupational Safety and Health Administration

Bilden som framgår från studierna av Nilsson (1996) och Härenstam et al. (2000), är att lean leder till både positiva och negativa effekter. Dessa resultat kan då jämföras med resultat från den grå litteraturen, till exempel enkätundersökningen genomförd 2002 av IF Metall (2003), med cirka 17 000 medlemmar. Denna pekar på att risken för belastningsbesvär är högre för metallare som arbetar i företag som introducerat lean än för IF Metalls medlemmar generellt, och speciellt hög tycks risken vara för kvinnor. Dessutom utgör otillräcklig bemanning ett stort problem. Kopplingen görs också i hög grad till minskade cykeltider och belastningssvär. En mera positiv bild ger Andersson och Liljenvald (2009) i deras enkät till medelstora företag, vilken pekar på att bemyndigande av personalen, samt arbetsgrupper som ofta i hög grad är självgående är vanliga inslag i medelstora företags lean-arbete. Delvis självstyrande grupper, s.k. "multifunktionella team", tycks också utgöra ett viktigt inslag i Åhlströms (1997) studerade företag. Ett annat exempel är projektet *Smart Lean* (Berglund, 2006), som utgick från industriforskningsinstitutet IVF. Studien baserades på 22 chefsintervjuer i 22 företag, samt arbetsplatsundersökningar från fem företag i studien. Deras övergripande slutsatser kring belastningsergonomi är att "de flesta" av företagen arbetat med att förbättra arbetsställningar och minska tunga lyft. Denna bild bekräftades enligt Berglund, vid värdering av arbetsplatserna, men två av dem bedömdes ha stora behov av att förbättra arbetsställningarna och införa lyfthjälpmiddel. Det största problemet de identifierade var bristen på variation i arbetet. De flesta roterade mellan arbetsstationer, men de bedömde att dessa var ergonomiskt likartade, och att produktionslinjen inte var designad så att variation uppnås. Berglunds intryck var att medarbetarna hade goda möjligheter att ta kortare pauser själva, att tempot verkar ha blivit jämnare och lugnare (ibid.). Vad denna bedömning baseras på framgår dock inte tydligt i rapporten.

När det gäller hur lean påverkar riskfaktorerna för belastningsergonomi, så finns det vissa fallstudier utifrån konsultrapporter, avhandlingar och konferenspublikationer som beskriver detta. Positiva aspekter av lean som identifierades utgjorde en mera ordnad arbetsplats och bättre fysisk arbetsmiljö, till exempel genom att använda verktyget 5S (Berglund, 2006, Pettersen, 2008, Eklund & Berglund, 2007, Oudhuis & Olsson, 2011). Ledningen har också i vissa företag varit mer intresserad av att investera i bättre verktyg och redskap, när företaget började arbeta med lean (Pettersen, 2008, Oudhuis & Olsson, 2010), och i vissa fall tycks också lean ha lett till att chefer är mer närvarande i produktionen (Berglund, 2010; Åhlström, 1997), vilket då upplevts som positivt (Berglund, 2010). Andra positiva exempel utgör upplevelsen av en säkrare arbetsplats samt mer fokus på säkerhetsarbete för personalen, vilket kopplas samman med ökad ordning och reda, dvs. verktyget 5S. Ett exempel på detta är att man menar att den ökade ordningen lett till minskad "snubbelrisk" (Brännmark, 2010b, Berglund, 2007). Lean tycks också, i flera fall, ha lett till ett lugnare och jämnare arbetstempo (Eklund & Berglund, 2007, Berglund, 2007) till exempel genom reduktion av störningar och problem i produktionen. Involveringen av de anställda i arbetet med ständiga förbättringar och problemlösning, samt arbetet med förbättringsgrupper upplevs oftast positivt av de anställda (Berglund, 2006, Eklund & Berglund, 2007, Berglund, 2007, Oudhuis & Olsson, 2010, Börnfelt, 2006, Berglund, 2010). Detta ger dem en chans att arbeta med problemlösning men också att påverka sin egen arbetsmiljö. Att hantera problem i gruppen uppfattades också ofta som positivt (Eklund & Berglund, 2007, Berglund, 2007, Berglund, 2010). Värt att notera är också att i flera fall är de flesta positiva till det nya arbetssättet (Eklund & Berglund, 2007), samt att man inte vill återgå till det arbetsätt man hade innan introduktionen av lean (Eklund & Berglund,

2007, Berglund, 2007). Ålhström (1997) pekar också på flera fall av utökat arbetsinnehåll och ökad arbetsrotation för personalen tillsammans med överföring av flera ansvarsområden till produktionsgrupperna, till exempel inköp, kvalitet, underhåll, HR och produktionsplanering. Han beskriver dock inte hur personalen uppfattar dessa förändringar.

Negativa effekter av lean, som leder till ökade riskfaktorer för belastningsskador, identifierades också i flera av studierna. IF Metalls (2003) studie pekar till exempel på att över 70 % av de anställda upplever en ökad stress när företaget arbetar med lean. Att stressen ökar bekräftas också av flera fallstudier (Brännmark, 2010b, Eklund & Berglund, 2007, Brännmark, 2010c, Berglund, 2007), som ofta påvisar ett mer monotont och stressigt arbete (Eklund & Berglund, 2007, Oudhuis & Olsson, 2010). Högre styrning uppfattas också i flera fall som negativt (Berglund, 2010, Berglund, 2007). Strax under 40 % av IF Metalls (2003) medlemmar upplever ett ökat arbetsinnehåll, medan ökad problemlösning och ökat samarbete upplevdes av strax under 30 % av medlemmarna, när företagen arbetar med lean. Detta skulle kunna tolkas som att det enbart utgör en viss del av arbetskraften som får ta del av de positiva effekterna av lean på arbetet, en slutsats som också framkommit i andra fallstudier (Oudhuis & Olsson, 2010). Andra exempel på ökade riskfaktorer är en tendens till minskade cykeltider (Eklund & Berglund, 2007, Berglund, 2010, Oudhuis & Olsson, 2010, IF Metall, 2003) samt ökad stress för de anställda, exempelvis p.g.a. av introduktionen av löpande band samt ett högre arbetstempo. Dessutom upplevde vissa att kontakten med andra anställda minskat (Eklund & Berglund, 2007). Standardisering har också i flera fall lett till minskat arbetsinnehåll, minskat behov av specialkunskaper, ett tråkigare och mindre motiverande arbete (Oudhuis & Olsson, 2010). Ökade krav på mera övertidsarbete för de anställda, ofta på kort notis, förekom också tillsammans med krav på att arbeta i skift och inte enbart dagtid. Detta uppfattades som negativt av de anställda p.g.a. effekterna på det sociala livet utanför arbetet (Eklund & Berglund, 2007, Oudhuis & Olsson, 2010). Vidare pekade Börnfelt (2006) på att det i flera företags lean-arbete förekommer tydliga inslag av "skamtänkande", en tydlig konkurrens mellan arbetsgrupperna, samt att medarbetarna (genom lean-verktygens utformning och design) förväntas övervaka varandra. Berglunds (2010) studie visar också på att hög och ökande produktionsvolym kan göra det svårt att upprätthålla flera positiva inslag i arbetet med lean, till exempel en högre chefsnärvaro i produktionen och förbättringsgrupper, vilket då reducerar de positiva effekterna för medarbetarna.

4.5 Diskussion

Kunskapsläget är idag sådant att det inte finns tillräckligt med studier om samband mellan lean och belastningsergonomi för att tala om några säkra samband däremellan, utifrån ett evidensbaserat synsätt. Studierna är dessutom olika till sin karaktär, genomförda under olika tidsepoker i olika kontexter/miljöer. Det går att ha invändningar mot den metodik flera av dem använt. Womack (2007) kritiserade flera av de tidigare studierna i sin avhandling om lean och belastningsbesvär. Hennes kritik bestod bland annat i att de flesta studierna byggde på självrapportering, att lean bedömdes på företagsnivå istället för på jobbnivå, som skulle kunna säga mer om uppkomst av belastningsbesvär samt att arbetssätten med lean inte beskrevs med deras operativa effektivitet. De flesta av de ingående studierna är fallstudier eller tvärsnittsstudier som gjort mätningar vid ett enstaka tillfälle, vilket gör det omöjligt att tala om tydliga orsakssamband. Det framgår inte heller alltid vad företagen inkluderat i sina lean-

implementeringar; företagsbeskrivningar och deras kontext beskrivs ofta kortfattat, vilket gör det svårt att tolka studiernas resultat och göra generaliseringar till andra branscher/företag. Dessutom framgår inte tydligt i flera av studierna vilka av de belastningsergonomiska effekterna som är orsakade av kontexten, implementeringsstrategin kontra produktionssystemets design. Det finns bara en studie som genom observationer försökt skatta den mekaniska exponeringen (Womack et al., 2009). Övriga studier bygger bland annat på enstaka frågor om smärta i arbetet, enkätfrågor om arbetsbelastning och arbetsskadestatistik. Ingen av de ingående studierna har direkta mätningar av belastningsergonomin i form av muskelbelastningar, tid i olika arbetsställningar och liknande. Det är slutligen också värt att notera att subjektiva metoder, såsom enkäter till medarbetarna eller intervjuer, är den vanligast använda metoden. Ingen av studierna har heller mätt den belastningsergonomiska exponeringen med någon objektiv metod. Den studie som kommit längst i sin bedömning av exponeringen är Womack et al. (2009), som har använt sig av en observationsmetod för att skatta den mekaniska belastningen.

Utifrån dessa metodologiska problem och begränsningar bör slutsatser från de presenterade studierna dras med försiktighet, och eventuella slutsatser kan inte sägas ha hög evidens. Denna problematik kan förstärkas av argumentet, som framförs av till exempel Liker (1997), att det är framför allt när lean-systemet är på plats till fullo som de positiva effekterna av lean kommer till sin rätt. Liknande resonemang för även Womack et al. (1990). Detta argument är dock framför allt konceptuellt, och det står inte oemotsagt. Andra forskare menar att motsatsen kan vara fallet, dvs. att effekterna för medarbetarna från lean sannolikt kan bli mindre positiva ju mer av lean-systemet som är på plats (Schouteten & Benders, 2004). Ibland hävdas det också att lean-kritiken inte riktar sig mot "äka" lean. Invändning mot detta, som bland annat Lewchuk och Robertson (1996) gör, är att i praktiken skiljer det sig *alltid* åt mellan ideal och praktik, dvs. man menar att det inte är meningsfullt att tala om "äka" lean. Detta argument stöds också av till exempel litteraturen kring nyinstitutionell teori eller "översättningsteori" (till exempel Røvik, 2000; Brunsson, 2009; Pettersen, 2009b).

Till exempel pekar Lewchuk och Robertson (1996) på att det förekommer klara skillnader i deras studie mellan lean-idealet och vad cheferna säger att man arbetar med. Detta trots att företagen själva klart och tydligt definierade sig själva som lean-företag. Bland annat riktas denna kritik mot lean-förespråkare som Womack et al. (1990), där resultaten kring medarbetarnas arbetsmiljöpåverkan av lean framför allt baseras på chefsintervjuer. Lewchuk och Robertson (1996) menar att hade Womack et al. (1990) inte enbart förlitat sig på chefsintervjuer så hade man sannolikt fått andra resultat. En liknande invändning gör även Landsbergis et al. (1999). De påpekar att de icke forskargranskade publikationerna, som man går igenom, ändå är ett bättre underlag vad gäller arbetsmiljöeffekter av lean än chefsintervjuer.

Alla dessa invändningar till trots, så framstår det ändå som rimligt att hantera de presenterade resultaten försiktigt. Med andra ord bör man troligen vara försiktig att generalisera allt för mycket utifrån dem. Dock kan man ändå diskutera vilka *tendenser* som kan anas i studierna angående hur lean påverkar 1) belastningsergonomin i företagen, 2) hur konceptet påverkar riskfaktorer för belastningsergonomi, samt 3) vad organisationer kan göra för att minska risken för belastningsergonomiska problem i samband med sin lean-implementering. Detta görs utifrån Eklunds et al. (2006) resonemang om "bästa tillgänglig kunskap". Nedan kommer också de presenterade teoretiska modellerna om kopplingen mellan lean och belastningsergonomi, samt medarbetareffekter, att användas som underlag för diskussionen.

Det bör dock sägas att vi fokuserar på interna belastningsergonomiska effekter av lean, inte externa sådana. Till exempel finns det studier som pekar på att stort kundtryck på underleverantörerna kan ha negativa konsekvenserna för medarbetarna till företagets underleverantörer i formen av ökade belastningsergonomiska besvär (Lloyd & James, 2008). Denna typ av effekter, samt andra potentiella bieffekter av lean (till exempel ökad risk för kemisk exponering; se till exempel Brown & O'Rourke, 2007), kommer inte att behandlas här. Denna avgränsning i diskussionen ska dock *inte* tolkas som ett ställningstagande emot föreställningen att lean inte skulle kunna ha andra former av både positiva och negativa konsekvenser på arbetsmiljön.

4.5.1 Lean och belastningsergonomiska besvär

Utifrån de tre inkluderade internationella litteraturstudierna så kan författarnas bedömning av resultaten sammanfattas som att lean tycks innebära i huvudsak *negativa* (Landbergis et al., 1999), *osäkra* (Hasle et al., kommande) samt i huvudsak *negativa* (Westgaard & Winkel, 2011) resultat för belastningsergonomin. Det finns således både negativa och positiva studier, men tillämpningarna av lean tycks oftare ge negativa konsekvenser än positiva.

Då dessa litteraturstudier delvis använt olika ansatser samt använt olika urvalskriterier, är det svårt att dra säkra slutsatser kring dessa resultat. Ett exempel på detta är studien av Hasle et al. (kommande), där de väljer att utesluta alla icke-kvantitativa studier. Kvalitativa och teoretiska studier används framför allt som diskussionsunderlag, inte som underlag för litteraturgenomgången. Detta innebär därmed en mycket kraftig avgränsning, eftersom fallstudier är mycket vanliga inom lean-litteraturen. Trenden tycks ändå i viss mån peka mot att lean innebär ökade risker för belastningsergonomiska problem, om inte lean-implementeringen kombineras med hög delaktighet, tydligt fokus på hälsa och säkerhet från ledningen samt breda ergonomiska interventionsprogram.

Problemen tycks oftast bero på dåliga arbetsställningar, bristande variation i arbetet, tunga lyft och monotont arbete. Detta kan delvis, utifrån de teoretiska modellerna, associeras till lean-verktyg såsom standardisering, korta cykeltider samt ökad monoton i arbetet. Monotonin beror sannolikt dels på standardiseringen, dels på ett ökat tempo p.g.a. högre integrering mellan olika delprocesser. Användandet av det löpande bandet i flera av studierna bidrar sannolikt också. Det framstår också som att de negativa belastningsergonomiska effekterna i lika hög grad beror på okunskap om ergonomi. Detta, eftersom flera av studierna pekar på att aktiva ergonomisatser tillsammans med en tydlig fokusering på hälsa och säkerhet, samt fokus på kvalitet istället för produktivitet, har en tendens att minska de belastningsergonomiska problemen.

Med andra ord, resultaten kan tolkas som att det inte *per definition* måste finnas ett motsatsförhållande mellan lean och goda belastningsergonomiska förhållanden. Det finns inte heller stöd för idén att lean *per automatik* skulle leda till god arbetsmiljö. Däremot pekar flera av studierna på att det krävs *aktiva* belastningsergonomiska insatser, tillsammans med tydligt fokus från ledningen på säkerhet och hälsa, för att undvika denna typ av problem.

4.5.2 Lean och riskfaktorer för belastningsergonomiska besvär

Utifrån de tre litteraturstudierna, så kan artikelförfattarnas bedömningar rörande effekter på riskfaktorer för belastningsergonomiska besvär sammanfattas som att lean

tycks innebära *negativa* eller *blandade* effekter (Landsbergis et al., 1999; Westgaard & Winkel, 2011) samt *blandade* effekter (Hasle et al., kommande).

Återigen bör det betonas att dessa litteraturstudier använt olika ansatser, vilket gör det svårt att dra säkra slutsatser. Men återkommande negativa trender i studierna tycks vara att arbetet med lean leder till ökade arbetsbörda och arbetsmängd, ökad stress samt en intensifiering av arbetet. Möjligen kan man här ana en tydligare spridning av resultaten, i meningen att resultaten beträffande riskfaktorerna är mer varierade än de belastningsergonomiska resultaten.

Ett exempel på detta är, att det tycks vara vanligare med positiva effekter på riskfaktorer (till exempel utökat arbetsinnehåll, teamarbete, o.s.v.) än vad gäller belastningsergonomi. Däremot tycks trenden att lean leder till ökad stress och arbetsmängd för personalen återkomma i de flesta studier. Det förekommer väldigt få studier där lean har *entydigt* positiva effekter på riskfaktorer för belastningsergonomiska besvär. Utifrån den teoretiska genomgången om lean ovan så skulle detta kunna tolkas som att vara en oönskad konsekvens av teamarbete. Men ett ökat arbetstempo, orsakat av en ökad integrering mellan processer, ett mera monotont arbete, löpande band samt en press på att arbeta med ständiga förbättringar skulle också kunna förklara dessa aspekter. Omvänt, så beror de positiva effekterna sannolikt på inslag som teamarbete, involvering i arbetet med ständiga förbättringar samt också ett utökat arbetsinnehåll för många av medarbetarna. Vidare pekar också flera av studierna på att en hög nivå av delaktighet för personalen i implementeringsprocessen kan dämpa riskfaktorerna för belastningsergonomi. Det finns också flera studier där medarbetarna uttrycker en vilja att behålla det nya arbetssättet, nackdelarna till trots.

Summan av dessa resultat kan då tolkas som att ligga i linje med Berggrens (1993) argumentation. Han drar slutsatsen att argumentet att lean skulle handla om "working smarter, not harder" inte stämmer. I praktiken, menar Berggren, tycks lean i oftast innebära "worker smarter *and* harder", vilket även stämmer bra in på de flesta av de i denna rapport inkluderade studierna.

4.5.3 Svenska företags arbete med lean

När det gäller studierna från de svenska företagen bör resultaten tolkas mycket försiktigt, då de bygger på grå litteratur. Dock tycks trenden vara att lean leder till både positiva och negativa effekter för medarbetarna, om än med viss övervikt mot det positiva. Positiva effekter utgör en bättre fysisk arbetsmiljö, ofta orsakad verktyget 5S. Deltagande i förbättringsarbetet och problemlösning upplevs också ofta som positivt. Negativa effekter utgör till exempel ökad stress, ett mer monotont arbete, ökad styrning samt ökad arbetsmängd.

När det gäller belastningsergonomiska besvär, så finns det mycket lite information att gå på. Den enda gemensamma röda tråden utgör framför allt en riskfaktor för belastningsergonomi, nämligen *ökad stress*. Denna riskfaktor förekommer i de flesta av de svenska studierna. Likaså är det viktigt att notera att empirin antyder att det finns en uppdelning hos medarbetarna när det gäller vilka som upplever de positiva effekterna av lean. Till exempel pekar både IF Metals (2003) rapport och Oudhuis och Olssons (2010) studie på att det är en viss grupp som får del av de positiva effekterna. Övriga medarbetare tycks inte uppleva dem på samma sätt. Värt att notera är också att flera av studierna pekar på minskade cykeltider, vilket på sikt kan få belastningsergonomiska konsekvenser.

Det framstår som rimligt att anta att resultaten från de svenska företagen, som i viss mån tycks vara positivare än resultaten från de icke-svenska företagen (för

medarbetarna), beror på flera faktorer. Till exempel kan det bero på den sociotekniska traditionen som länge har varit stark här samt sannolikt också på en högre delaktighet i implementeringsprocessen för lean. I de inkluderade studierna finns det inte några svenska resultat som *entydigt* pekar på negativa medarbetareffekter av lean. Omvänt, så förekommer detta i många fall i studierna från icke-svenska företag. Detta skulle kunna förklaras av den sociotekniska traditionen i svenska företag, den höga fackliga närvaron (Hampson, 1999) och en hög delaktighet i implementeringen. Likaså pekar litteraturgenomgången på att lean i svenska företag delvis tycks ta andra former, även om det här är mycket svårt att dra generella slutsatser.

Utifrån Saurin och Ferreira (2009) samt Landsbergis et al. (1999) studier skulle de positiva resultaten kunna bero på att inte speciellt lång tid förflutit sedan de svenska företagen började arbeta med lean. Möjligen har de negativa effekterna ännu inte börjat göra sig gällande i de svenska företagen? Eller måhända är "lean-systemet" ännu inte ordentligt på plats, i enlighet med observationen av Saurin och Ferreira (2009) i deras studie. Där tilläts de anställda stora portioner autonomi i arbetet, som därmed minskade de negativa upplevelserna. Denna tolkning stämmer överens med annan svensk forskning om standardisering. Poksinska (2007) observerade, att om standarder var för detaljerade och styrande så undvek de anställda att följa dem. Omvänt, så kan man utifrån argumentationen av Conti et al. (2006) hävda att den ofta upplevda stressen i de svenska studierna är den inledande stress som dessa författare observerat. Vidare skulle man kunna tolka detta som "förändringsstress", som kan komma att plana ut eller helt försvinna med tiden. Men man kan lika gärna spekulera om att stressen också kan bli värre över tiden, i enlighet med Schouteten och Benders (2004) argumentation.

4.5.4 Kontextens påverkan

Flera forskare betonar vikten av kontextens och implementeringsstrategins påverkan på vilka utfall lean-konceptet ger. Hasle et al. (kommande) argumenterar till exempel starkt för detta. Detta är givetvis viktigt att hålla i minnet vid analysen av de presenterade studierna. Problemet är dock att det är svårt att avgöra vilka effekter som beror på implementeringen, kontexten samt själva produktionssystemet. Denna problematik förstärks också av att själva lean-implementeringen långt ifrån alltid är välbeskriven i studierna. Detta ska dock inte tolkas som att själva produktionssystemet, samt dess komponenter, i sig inte kan ha vissa effekter på arbetsmiljö, belastningsergonomi och riskfaktorer för besvär i rörelseorganen. Poängen ligger i att det ofta är svårt att avgöra vad som beror på vad, inte att det inte (åtminstone teoretiskt) skulle gå att särskilja dem.

Ett konkret exempel på detta är Bruno och Jordans (2002) diskussion om lean i kanadensiska fabriker. Här var förtroendet för ledningen hos medarbetarna mycket lågt. I en sådan kontext är det väldigt svårt att avgöra vilka av de negativa effekterna, om några, som beror på det låga förtroendet respektive introduktionen av lean. Landsbergis et al. (1999) observation beträffande svikna löften om delaktighet i lean-arbetet var ytterligare ett exempel på faktorer som kan påverka resultaten negativt.

Implementeringsstrategin, organisationens historik och kontext är således betydelsefulla. I de svenska studierna framgår det att lean har både positiva och negativa effekter på riskfaktorer för belastningsbesvär. Det tycks också finnas en viss ökad risk för belastningsbesvär när företagen arbetar med lean, till exempel ökad stress och högre arbetsbelastning, ofta p.g.a. underbemanning. Likaså framgick det, att även i de företag som ansågs vara föredömen vad gäller lean och god arbetsmiljö, så hade en

tredjedel av dem (vid arbetsplatsundersökningen) ändå sådana ergonomiska förhållanden att omedelbara åtgärder var nödvändiga. Därmed förklarar kontexten och implementeringsprocessen troligen en del men inte allt av resultaten från litteraturstudierna. Möjligen skulle man här därför kunna spekulera om att riskfaktorerna för belastningsergonomiska besvär (till exempel ökad stress) är mer beroende av implementeringsstrategin och kontexten. Omvänt, så är måhända de mekaniska exponeringsförändringarna (till exempel ökad repetitivitet i arbetet) mer beroende av produktionssystemets design. Denna hypotes utgår från två observationer.

För det första, så är *upplevelsen* av arbetet inte nödvändigtvis detsamma som hur belastningsergonomiskt riktigt utformat det är, dvs. även arbeten som upplevs som positiva kan mycket väl vara belastningsergonomiskt problematiska. För det andra, så tycks de belastningsergonomiska konsekvenserna av lean kräva aktiva insatser för att motverkas, något som framgår av såväl Westgaard och Winkels (2011) litteraturstudie som enskilda fallstudier (till exempel Adler et al., 1997).

Utifrån diskussionen om kontextens påverkan är också Johansson och Abrahamsson (2009) diskussion intressant. Detta, då man resonerar kring möjligheten att kombinera lean med "det goda arbetet", IF Metalls modell för hållbart arbetsliv. Framför allt diskuterar man hur modellen skulle kunna modifieras för att passa in i en kontext som allt mer domineras av lean. Att lean skulle kunna ingå i utformandet av framtidens arbetssystem är, för övrigt, en tankegång som har framförts av flera personer. Johansson (2008) diskuterade, i en rapport om "framtidfabriken", hur lean skulle kunna användas för att skapa bättre arbetsmiljö, framför allt då utifrån Berglunds (2006) rapport. Även IF Metall (2010) har fört liknande resonemang. Därmed måste en framtida diskussion om hållbart arbetsliv i svensk industri förhålla sig till lean-konceptet, då det så starkt kommit att dominera den svenska industrin. Det är därför extra viktigt att studera och lyfta fram både problem och möjligheter med lean.

Slutligen så bör det också påpekas, i diskussionen av vikten av kontext, att denna aspekt i så fall gäller *både* för positiva och för negativa konsekvenser av lean. Shah och Ward (2003) har genomfört en analys där de försöker utvärdera hur stor del av lean-effekterna som beror på kontext, produktionssystemet och branschfaktorer. Deras slutsats är att cirka 23 % av variationen i prestanda kan förklaras av lean, medan övriga effekter beror på kontexten och branschen. Med andra ord finns det alltså skäl att misstänka att även de positiva effekterna från lean, både för medarbetare och på verksamhetsnivå, kan vara kontextuellt beroende, snarare än av produktionssystemets design.

4.5.5 Ergonomi och omvärldsförändringar

Flera av de inkluderade studierna pekar på vikten av ergonomi i interventionerna för att motverka de potentiella belastningsergonomiska konsekvenserna av lean. Samtidigt pekar många forskare på att organisationer idag ofta försöker förändra sig i en allt högre takt; man argumenterar därför till exempel för vikten av *förbättringskapacitet* (till exempel Meyera & Stensaker, 2006). Just vikten av ständiga förbättringar betonas också i lean-litteraturen.

Ska dessa organisationsförändringar inte innebära ökade risker för belastningsergonomiska problem, bör man finna sätt att inkludera ergonomiska utvärderingar i dem. Till exempel ställer systematiskt arbetsmiljöarbete (SAM) enligt AFS 2001:1 samt medstämmandelagen (MBL) krav på att organisationsförändringar ska utvärderas

utifrån arbetsmiljörisker. Dock är många ergonomiska utvärderingsinstrument svåra att använda och kräver ofta omfattande expertkompetens.

En rimlig slutsats utifrån detta är, att det behövs lättanvända ergonomiska utvärderingsinstrument, som ändå är tillräckligt valida och precisa. Detta pekar på behovet av nya verktyg. Brown och O'Rourke (2007) diskuterar arbetsmiljökonsekvenser av introduktionen av lean. De föreslår att personal från företagshälsovården behöver öka arbetet med riskidentifiering, utvärdering och kontrollaktiviteter. Personalen behöver också utbildas för att bli medvetna om riskerna. Företagshälsovården behöver också *empowered workers* som kan identifiera, utvärdera och föreslå kontroller för risker som uppstår i deras arbetsområde. De föreslår ett nätverk av anställda som kan identifiera risker i sin arbetscell. Samtidigt pekar författarna också på företagets ansvar, och att företagen inte lever upp till kravet på utbildning i hälsa och säkerhet till alla sina anställda. De föreslår därför att ett antal medarbetare utbildas för att kunna utbilda sina kollegor i säkerhetsfrågor. Utöver detta skulle det säkert också vara motiverat med arbetsmiljö- och ergonomiutbildningar till chefer. Möjligen vore det också motiverat att utbilda personalfunktioner i organisationer och företagshälsovården i potentiella risker med lean.

Intressant nog kan lean-konceptet här innebära möjligheter att integrera arbetsmiljöarbetet med effektiviseringsarbetet, givet att det används på rätt sätt. Två exempel på detta är verktyg som *förbättringsgrupper*, där personer i grupperna kan ges särskilt ansvar för (och utbildas i) ergonomi. Ett annat exempel är verktyget *daglig styrning*, som tillåter kontinuerlig uppföljning av denna typ av frågor, om man bara i dem integrerar mätverktyg för ergonomi samt ger personalen den nödvändiga kompetensen att analysera sin ergonomiska situation. Detta är dock inte något renodlat substitut för ett mera strategiskt och långsiktigt ergonomiarbete, utan snarare ett komplement. Orsaken är att det kan finnas en viss risk att arbetsmiljöarbetet via daglig styrning framför allt blir *reaktivt*, snarare än *proaktivt*, eftersom man genom detta verktyg reagerar på vad som har hänt.

4.6 Hur hantera belastningsergonomin vid implementering av lean?

Hur kan då en organisation arbeta med lean på ett hållbart sätt, i den meningen att det inte ökar riskerna för belastningsergonomiska problem och riskfaktorer för detta? De genomgångna studierna pekar på flera viktiga aspekter, som ett företag bör fokusera på i lean-arbetet:

- *Fokus på hälsa och säkerhet från ledningen*: att ledningen har ett uttalat fokus, samt aktivt stödjer och betonar vikten av personalens ergonomi för hälsa och säkerhet, vilket påpekas av flera studier som avgörande för att lean inte ska leda till negativa belastningsergonomiska konsekvenser.
- *Utbildning i ergonomi och arbetsmiljö*: flera studier pekar på vikten av kunskap i ergonomi och arbetsmiljö, om man ska undvika negativa belastningsergonomiska konsekvenser av lean. Utbildning och kunskap räcker dock givetvis inte; det krävs även tid och resurser för arbetet. Detta kan dock med fördel kombineras med arbetet med ständiga förbättringar och/eller förbättringsgrupper, till exempel genom att låta förbättringsgrupperna även förbättra sin egen arbetsmiljö.

- *Satsning på arbetsrotation, lärande och arbetsutveckling:* att fokusera på arbetsrotation tycks vara viktigt, ja, t.o.m. centralt i syftet att minska belastningsergonomiska problem. Men detta bör sannolikt också kombineras med arbetsutveckling och lärande, till exempel genom att på olika sätt tillföra nya arbetsuppgifter som inte påminner allt för mycket om de dagliga arbetsuppgifterna. Till exempel kan det vara lämpligt att inte hela arbetsdagen ägnas åt monteringsarbete (eller motsvarande; se till exempel Arbetsmiljöverkets föreskrifter om belastningsergonomi AFS:1998:1), utan att viss tid ägnas åt andra former av arbetsuppgifter, till exempel arbetet med 5S, kvalitetstekniska frågor, förbättringsarbete och administrativa uppgifter.
- *Satsning på teamarbete och förbättringsgrupper:* teamarbete lyfts fram i flera studier som mycket viktigt för att dämpa riskfaktorer för belastningsergonomi, till exempel stress. Förbättringsmetodik och förbättringsgrupper är sannolikt också viktiga inslag, då grupperna både utgör ett forum för förbättringsarbete men också kan fungera som socialt stöd för medarbetarna. Viktigt är dock att förbättringsgrupperna även tillåts att förbättra sin egen arbetsmiljö, dvs. de bör inte begränsas till att enbart förbättra kvalitets- eller produktivetsfrågor.
- *Möjliggörande standardisering:* att standardisera på rätt sätt är sannolikt mycket viktigt. Tvingande standardisering, där arbetsmomenten bestäms i detalj, tycks i hög grad leda till monotona och stressande arbeten. Men om de anställda tillåts delta i utformningen av sina egna standarder, innebär det både en högre acceptans för standarderna och också ett utrymme för utökat arbetsinnehåll för medarbetarna. Det gäller dock att standardisera till rätt nivå; alltför detaljerad standardisering riskerar inte bara att leda till negativa stressreaktioner; det ökar sannolikt också risken för att medarbetarna inte följer standarder.
- *Fokusering på kvalitet och tillverkningsbarhet:* tydligt fokus på kvalitet, samt tillverkningsbarhet, tycks minska risken för belastningsbesvär samt också minska frustration som dålig design kan skapa. Detta bekräftas också av andra studier (Eklund, 1995; Falck et al., 2010; Axelsson, 2000) där ett samband mellan kvalitetsbrister och dålig ergonomi påvisats. Det innebär att kvalitetsfokus i utvecklingsarbetet sannolikt också för med sig en bättre belastningsergonomi. Till exempel kan detta då uppnås genom tvärfunktionella team, där produktionspersonalen redan från projektstart deltar i utvecklingsarbetet och därigenom kan delge kvalitets- och tillverkningsproblematik tidigt i utvecklingsstadiet. Detta kan också uppnås genom anställning/ involvering av kvalificerade ergonomer under design och utveckling av nya produkter (Wulff et al., 1999; Kim et al., 2008).
- *Mätning och uppföljning av arbetsmiljö och ergonomi:* vikten av att mäta och följa upp arbetsmiljön och ergonomin betonas i vissa studier. Detta fungerar sannolikt väl ihop med lean-konceptet, där man ofta betonar vikten av att basera beslut på fakta. Sålunda bör organisationen ta fram lämpliga mätetal för både belastningsergonomi, riskfaktorer och liknande arbetsmiljöfaktorer och införa system för att kontinuerligt mäta, följa upp och förbättra dessa aspekter av produktionssystemet. Detta låter sig med fördel kombineras med lean-verktyg som daglig styrning, visuell styrning och planering samt förbättringsgrupper.

- *Bred delaktighet*: bred delaktighet betonas i flera av studierna i syfte att begränsa riskfaktorer för belastningsbesvär, till exempel stress. Just bred delaktighet betonas starkt även i förändringsledningslitteraturen och i kvalitetsledningslitteraturen (Bergman & Klefsjö, 2007). Detta kan till exempel uppnås genom förbättringsgrupper, tvärfunktionella team, representativ delaktighet genom facket, genom utökade arbetsuppgifter och arbetsinnehåll, där till exempel medarbetarna får ansvara för kvalitet, underhåll och liknande arbetsuppgifter – idéer som ofta lyfts fram i lean-litteraturen, men långt ifrån alltid är en del av lean-praktiken.
- *Starkt ägarskap av förändringarna hos ledning och fack*: ett starkt engagemang och involvering i lean-arbetet hos både ledning och fack tycks, åtminstone i svenska företag, påtagligt minska de negativa konsekvenserna av lean (till exempel ökad stress och belastningsergonomiska problem), samtidigt som det också tycks öka de potentiellt positiva aspekterna av lean, till exempel utökat arbetsinnehåll, arbetsrotation och liknande aspekter.

4.7 Framtida forskning

Då flertalet av de funna studierna inom belastningsergonomi och lean har metodologiska brister och inte är så många till antalet behövs betydligt mer forskning på området. Landsbergis et al. (1999) rekommenderade att beskrivningarna av företagen i studierna, och vad företagen gjort inom ramen för sitt produktionssystem, skulle beskrivas ytterligare och inte bara gå på titlarna på förändringsarbetet. Han påtalade även att det behövs prospektiva och jämförande studier bl.a. gällande hälsa, kunskapsutveckling, socialt stöd och solidaritet och fackets ställning på företag som implementerat lean eller liknande system. Parker (2003) påtalade att det blir svårt att mäta effekter p.g.a. att det finns ett så stort antal tolkningar av lean.

Landsbergis et al. (1999) påtalade att även tidsfaktorn är viktig vid utvärdering av implementeringen. Vidare finns ett behov av att undersöka skandinaviska implementeringar av lean, och hur en ökad delaktighet samt ökat hänsynstagande till belastningsergonomiska frågor kan integreras i lean.

5. Avslutande diskussion, slutsatser och rekommendationer

Ergonomi har ofta setts som individinriktat, dvs. förknippats med något som påverkar individerna i en verksamhet, då främst i termer av säkerhet, hälsa, komfort och välbefinnande. Ergonomiska åtgärder har ofta genomförts med avsikten att minska besvär och sjukfrånvaro hos dessa individer. Detta är i och för sig en del av ergonomi, men det finns också en annan aspekt av ergonomi, nämligen att de ergonomiska arbetsförhållandena och arbetsmiljön också påverkar människors prestationsförmåga och verksamheternas effektivitet. Man kan konstatera att människan är en "känslig komponent" i ett verksamhetssystem, och att människans arbetsförhållanden har mycket stor betydelse för verksamheterna och deras funktion i termer av kvalitet, produktivitet, störningar, image och lönsamhet.

Det finns starka samband mellan ergonomi och kvalitet. Flera studier under senare tid har pekat på att ergonomi och arbetsmiljö har potential att påtagligt bidra till verksamhetens effektivitet och lönsamhet, främst inom områdena förbättrad kvalitet och produktivitet och i viss grad på personalekonomiska vinster genom minskad sjukfrånvaro och personalomsättning (Abrahamsson, 2000; Eklund et al., 2006). Kvalitetsarbetet kan med fördel integreras med arbetsmiljö/ergonomi, eftersom disciplinerna överlappar varandra. Ytterligare ett skäl är att arbetet med kvalitetsutveckling i många fall också kan bidra till en bättre arbetsmiljö.

Vad gäller belastningsergonomiska interventioners effekter på verksamheterna, så finns ett begränsat antal studier som uppvisar blandade resultat. Generellt kan man se att multifaktoriella interventioner är effektivare än begränsade enfaktorsinterventioner, vilket kanske inte är så förvånande eftersom orsakerna till belastningsbesvär är multifaktoriella. Svårigheten att utvärdera dessa multifaktoriella interventioner blir däremot större. Här uppstår metodologiska problem eftersom det är lättare att genomföra och publicera studier som har vetenskapligt och metodmässigt god kvalitet men som är genomförda på dåliga interventioner, dvs. sådana som avser förenklade enfaktorsåtgärder jämfört med breda multifaktoriella interventioner med delaktighet av de anställda. Detta dilemma kan också illustreras med det omöjliga att i en randomiserad och kontrollerad studie (RCT) ta fram och genomföra ergonomiska förbättringar i ett förändringsprogram där delaktighet genomförs som placebo (kontroller), men där delaktigheten inte tillåts påverka de förbättringar som införs, respektive som verklig delaktighet där deltagarna påverkar förbättringarna (interventionsfall). Litteraturen pekar på att det finns potential i olika typer av branscher och verksamheter att både förbättra personalens arbetsmiljö ur ett belastningsergonomiskt perspektiv och samtidigt få bättre lönsamhet och produktivitet. Det finns inte en "bästa metod" för alla situationer, utan varje företag måste finna sina lösningar utifrån sin specifika situation. Litteraturen pekar dock på några gemensamma förutsättningar som kan urskiljas: Företag som ger personalen tillit, inflytande, delaktighet och uppskattning samt erbjuder en utvecklande kultur med lärande i arbetet, där man samarbetar inom arbetsgrupperna och med företagsledningen samt har fungerande partssamarbete har ofta högre produktivitet, bättre ekonomiskt överskott samt personal med bättre hälsa.

Trots svårigheter att förutsäga och kvantifiera minskning av muskuloskeletala problem till följd av ergonomiska åtgärdsprogram, så kan man ändå se att dessa insatser ofta tycks leda till minskad skade- och besvärsförekomst. Vi kan även efter ovanstående genomgång konstatera att åtgärder avseende produktionsteknik,

arbetsorganisation och arbetsmiljö, i samarbete med berörd personal, ofta påverkar riskerna för belastningsrelaterad ohälsa i gynnsam riktning och samtidigt har en positiv effekt på verksamheten.

Ergonomiska interventioner och i synnerhet lean-implementeringar är mycket olika. De varierar med avseende på innehållet (synen på vad lean är), införandeprocesserna (förändringsarbetet i sig) och kontext (sammanhanget). Exempelvis finns det en mer instrumentell teknisk ekonomisk del av lean som omfattar effektivitetsnyckeltal och en mjukare organisatorisk del som handlar om människor, motivation och engagemang. Vidare pratar man ibland om en första generationens lean (Womack et al., 1990) och en andra generationens lean (Liker, 2004) eller en svensk/skandinavisk variant av lean jämfört med en amerikansk eller japansk. Det finns anledning att anta att dessa skillnader i synsätt på lean, de olika implementeringarna och de olika sammanhangen ger skillnader i utfallet beträffande bl.a. belastningsbesvär.

Denna litteraturöversikt visar att lean-implementeringar kan ge såväl negativa som positiva konsekvenser för belastningsergonomin, även om de negativa konsekvenserna tycks rapporteras oftare i den internationella litteraturen. Här måste man beakta att en förändringsprocess i sig ger upphov till att individerna upplever ökad stress.

Några viktiga erfarenheter från denna litteratursammanställning är att ett antal faktorer kan bidra till ökade möjligheter för ergonomiskt väl fungerande interventioner eller lean-implementeringar. Bland dessa faktorer finns:

- Ledningen fokuserar på ergonomi, hälsa och säkerhet
- De berörda erhåller utbildning i arbetsmiljö och ergonomi
- En organisation med arbetsrotation, lärande och arbetsutveckling
- Satsning på teamarbete och förbättringsgrupper
- Satsning på möjliggörande standardisering
- Fokus på kvalitet och tillverkningsbarhet
- Mätning och uppföljning av arbetsmiljö och ergonomi
- Bred delaktighet i förändringsarbetet
- Starkt ägarskap av förändringarna hos ledning och fack

Det behövs mer forskning kring ergonomiska interventioner såväl som lean-implementeringar, både hur de kan utformas och vad som bidrar till väl fungerande resultat och positiva effekter. En brist är att det i officiella register såväl som i många forskningsstudier saknas uppgifter om produktionssystemen och hur implementeringar av förändringar gått till. Detta innebär att uppföljningar på en nationell nivå inte kan genomföras. Utvärderingar som görs i form av specifika studier behöver denna typ av uppgifter. Ett annat område, där mer forskning behövs, är metoder och verktyg för att integrera ergonomi i de lean-verktyg och projekteringsmetoder som finns idag.

Ett viktigt observandum är att vissa yrkesgrupper under många decennier har haft påtagliga belastningsergonomiska risker, och trots att forskningen visat på många olika förbättringsmöjligheter har lite hänt i praktiken. Det finns således ett glapp mellan forskningsbaserad kunskap och användning/tillämpning av denna kunskap.

Slutligen kan vi från denna litteraturoversikt konstatera att ergonomiska förbättringar inte bara är positiva för de anställda utan ofta också bidrar till verksamhetens kvalitet, och att kvalitetsförbättringar ofta bidrar till förbättrad ergonomi på arbetsplatserna. Multifaktoriella ergonomiska interventioner resulterar ofta i minskade muskuloskeletala besvär, trots svårigheter att kvantifiera och prediktera detta. Breda multifaktoriella interventioner som integrerar produktions-tekniska och/eller organisatoriska åtgärder, i samarbete med berörd personal, är oftare effektivare och lönsamma samtidigt som riskerna för belastningsrelaterad ohälsa minskas i jämförelse med mer begränsade interventioner.

Förändringar utifrån lean-konceptet påverkar risken för belastningsproblem. I litteraturen rapporteras såväl positiva som negativa resultat av lean. Det är vanligt att de internationella vetenskapliga studierna identifierar positiva effekter på effektiviteten i verksamheten. Emellertid tycks det vara vanligare med negativa effekter på den belastningsergonomiska arbetssituationen än positiva. Bland negativa effekter som de anställda upplevt finns mer stress och ökad arbetsmängd, ökad repetitivitet, intensitet samt monoton. Bland de positiva effekter som de anställda rapporterat finns ökad delaktighet, bredare arbetsinnehåll, tydligare struktur i arbetet samt mindre fysisk kraftåtgång. Fokus på kvalitet, teamarbete och ständiga förbättringar har visats bidra till bättre ergonomi. Hög grad av delaktighet samt fackligt engagemang kan också bidra till positiva effekter, när organisationer implementerar lean.

Även om riskerna för negativ påverkan tycks vara vanligare i litteraturen, görs i denna litteraturoversikt bedömningen att det inte finns någon entydig lagbundenhet i hur lean påverkar belastningsskaderisker. Detta beror på ledningens förhållningssätt kring hur man definierar och implementerar lean, det sammanhang som detta genomförs i, och vilken vikt man lägger vid hälsofrågor, ergonomi och arbetsmiljö. Utifrån de risker för ökade belastningsproblem som identifierats i litteraturen med införandet av lean blir konsekvensen, att det är viktigt att ledning och ägare, samt fack och de anställda är mycket uppmärksamma på belastningsproblematiken. Om de gemensamt arbetar aktivt för att undvika riskerna och för att systematiskt kunna utnyttja de potentiella möjligheter till en bra belastningsergonomisk arbetssituation som finns, kan de också skapa positiva effekter både för individerna och för verksamheten.

Referenser

- ABRAHAMSSON, L. 2000. Production economics analysis of investment initiated to improve working environment. *Applied Ergonomics*, 31, 1-7.
- ADLER, P. S. & COLE, R. E. 1995. Designed for learning: a tale of two auto plants. In: SANDBERG, Å. (ed.) *Enriching production*. Stockholm: Swedish Institute for Work Life Research.
- ADLER, P. S., GOLDOFTAS, B. & LEVINE, D. I. 1997. Ergonomics, Employee Involvement, and the Toyota Production System: A Case Study of NUMMI's 1993 Model Introduction. *Industrial and Labor Relations Review*, 50, 416-437.
- AFA FÖRSÄKRING 2010. Allvarliga arbetsskador och långvarig sjukfrånvaro 2010.
- AGUS, A. 2004. TQM as a focus for improving overall service performance and customer satisfaction: An empirical study on a public service sector in Malaysia. *Total Quality Management and Business Excellence*, 15, 615-628.
- ALVESSON, M., SVENINGSSON, S. & TORHELL, S.-E. 2008. *Förändringsarbete i organisationer : om att utveckla företagskulturer*, Malmö, Liber.
- ANDERSON-CONNOLLY, R., GRUNBERG, L., GREENBERG, E. S. & MOORE, S. 2002. Is Lean Mean? *Work, Employment & Society*, 16, 389-413.
- ANDERSSON, C. & LILJENVALD, J. 2009. *Lean-tänkandet i Sverige - en kvantitativ undersökning av medelstora tillverkningsföretag*. Göteborg: Göteborgs universitet, Industriell och finansiell ekonomi.
- ARBETSMILJÖVERKET 2010. Arbetsmiljön 2009. *Arbetsmiljöstatistik*.
- ARBETSMILJÖVERKET 2010. Arbetsorsakade besvär 2010. *Arbetsmiljöstatistik ISSN 1652-1110*.
- ARBETSMILJÖVERKET. Föreskrifter om belastningsergonomi, AFS 1998:1.
- ARBETSMILJÖVERKET. Föreskrifter om systematiskt arbetsmiljöarbete, AFS 2001:1.
- AXELSSON, J. & BERGMAN, B. 1999. The dynamics of quality and work life improvement - the scandinavian heritage. In: EDVARDSSON, B. & GUSTAVSSON, A. (eds.) *The Nordic School of Quality Management*. Lund: Studentlitteratur.
- AXELSSON, J. R. C. 2000. *Quality and ergonomics - towards successful integration*. Doctoral thesis, Linköping University.
- BENGTSSON, L. & LJUNGSTRÖM, M. 1998. Total quality management and work organization: Relationship between quality management strategies and work organization in Swedish industrial companies. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing*, 8, 351-366.
- BENTLEY, T. & TAPPIN, D. 2010. Incorporating organisational safety culture within ergonomics practice. *Ergonomics*, 53, 1167 - 1174.
- BERGGREN, C. 1993. Lean Production – The End of History? *Work, Employment & Society*, 7, 163-188.
- BERGLUND, P. 2007. *Turning Japanese?: Kulturella aspekter av införandet av ett nytt produktionssystem*. Linköping: Linköpings universitet, Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling, Industriell arbetsvetenskap.
- BERGLUND, R. 2006. *Smart lean : möjligheter att utnyttja Lean-konceptet för att skapa en god arbetssituation*, Mölndal, IVF Industriforskning och utveckling.
- BERGLUND, R. 2010. *Engagemang efterfrågas: Hur tre tillverkande företag söker medverkan från sina medarbetare när de inför Lean*. Doctoral thesis, University of Göteborg.

- BERGLUND, R. & WESTLING, B. 2009. *Lean i ledningen : utmana hela organisationen!*, Mölndal, Swerea IVF.
- BERGMAN, B. & KLEFSJÖ, B. 2007. *Kvalitet från behov till användning*, Lund, Studentlitteratur.
- BERGMAN, B. & KLEFSJÖ, B. 2010. *Quality : from customer needs to customer satisfaction*, Lund, Studentlitteratur.
- BERNTSON, E. 2008. *Employability perceptions. Nature, determinants, and implications for health and well-being*. Stockholm University.
- BLÜCHER, D. & ÖJMERTZ, B. 2004. *Utmana dina processer!: Resurseffektiva tankesätt och principer: en introduktion till Lean produktion*, Mölndal, IVF Industriforskning.
- BONGERS, P., VINTER, C. D., KOMPIER, M. & HILDEBRANDT, V. 1993. Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 19, 297-312.
- BONGERS, P. M. 2009. Are ergonomic interventions effective and worth the cost in preventing or reducing MSDs? *Proceedings of the 17th Congress of the International Ergonomics Association*. Beijing, China.
- BRACE, T., VELTRI, A. 2009. Ergonomic Investments A plant-level exploratory analysis. *Professional Safety*, 54, 24-30.
- BRENNER, M. D., FAIRIS, D. & RUSER, J. 2004. "Flexible" Work Practices and Occupational Safety and Health: Exploring the Relationship Between Cumulative Trauma Disorders and Workplace Transformation. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, 43, 242-266.
- BROWN, G. D. & O'ROURKE, D. 2007. Lean manufacturing comes to China: a case study of its impact on workplace health and safety. *Int J Occup Environ Health*, 13, 249-57.
- BRUNO, R. & JORDAN, L. 2002. Lean Production and the Discourse of Dissent. *WorkingUSA The Journal of Labor and Society*, 6, 108-134.
- BRUNSSON, N. 2009. *Reform as routine : organizational change and stability in the modern world*, Oxford, Oxford University Press.
- BRÄNNMARK, M. 2010a. Implementering av Lean i medelstora företag - En lärande utvärdering om hållbar utveckling. *HELIX Working Paper*. Linköping: Linköping University.
- BRÄNNMARK, M. 2010b. Is Lean No Longer Mean? A Study of the Consequences for Working Conditions in Companies Implementing Lean. *Forum för arbetslivsforskning konferens (FALF2010): Arbetsliv i förändring*. Malmö, Sweden: FALF: Forum för arbetslivsforskning.
- BRÄNNMARK, M. 2010c. Lean Working Environments - An Empirical Study of 24 Companies Implementing Lean. *The Nordic Ergonomics Society conference (NES2010): Proactive Ergonomics*. Stavanger, Norway: Nordic Ergonomics Society.
- BRÄNNMARK, M., HALVARSSON, A. & LINDSKOG, P. 2011. Implementing Lean in Swedish Municipalities and Hospitals - Initial effects on the work system. *Forum för arbetslivsforskning konferens (FALF2011): Det nya arbetslivet*. Luleå, Sweden: FALF: Forum för arbetslivsforskning.
- BUSCK, O., KNUDSEN, H. & LIND, J. 2010. Who is in control? The effect of employ participation on the quality of the work environment. *NES 2010 Proactive ergonomics*. Stavanger, Norway.
- BÖRNFELT, P.-O. 2006. *Förändringskompetens på industrigolvet: kontinuerligt förändringsarbete i gränslandet mellan lean production och socioteknisk arbetsorganisation*. University of Göteborg.

- CACCAMISE, D. J. 1995. Implementation of a team approach to nuclear criticality safety: The use of participatory methods in macroergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 397-409.
- CARAYON, P., SAINFORT, F. & SMITH, M. J. 1999. Macroergonomics and total quality management: how to improve quality of working life? *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics : JOSE*, 5, 303-334.
- CAROLY, S., COUTAREL, F., DANIELLOU, F. & LANDRY, A. 2007. Assessment of the interventions on sustainable prevention of musculoskeletal disorders: comparison of twenty companies. *Premus 2007*. Boston, USA.
- CHAFFIN, D. B. & ANDERSSON, G. B. J. 1991. *Occupational biomechanics*, New York, Wiley.
- CHENG, C. H., MILTENBURG, J. & MOTWANI, J. 2000. The effect of straight- and U-shaped lines on quality. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 47, 321-334.
- CLAESSON, T., LARING, J., NONÅS, K. & STAHRÉ, J. 2009. The key Concepts of Lean Production and Anticipated Effects on Worker Well-being of Lean Production Concepts. *Proceedings of The International 3'rd Swedish Production Symposium, SPS '09, 2-3 December, Göteborg, Sweden*.
- CONTI, R., ANGELIS, J., COOPER, C., FARAGHER, B. & GILL, C. 2006. The effects of lean production on worker job stress. *International Journal of Operations & Production Management*, 26, 1013-1038.
- CORLETT, E. N. & BISHOP, R. P. 1976. A technique for assessing postural discomfort. *Ergonomics*, 19, 175-82.
- DEMING, W. E. 1986. *Out of the crisis*, Cambridge, Cambridge University Press.
- DEMPSEY, P. G., MATHIASSEN, S. E., JACKSON, J. A. & O'BRIEN, N. V. 2010. Influence of three principles of pacing on the temporal organisation of work during cyclic assembly and disassembly tasks. *Ergonomics*, 53, 1347 - 1358.
- DRURY, C. 1997. The Ergonomics Society Lecture 1996: Ergonomics and the quality movement. *Ergonomics*, 40, 249-264.
- DRURY, C. G. & PRABHU, P. V. 1994. Human factors in test and inspection. In: KARWOWSKI, G. S. A. W. (ed.) *Design of Work and Development of Personnel in Advanced Manufacturing*. New York: John Wiley & sons, Inc.
- EDVARDSSON, B. 1999. *Nordic School of Quality Management*, Lund, Studentlitteratur.
- EKLUND, J. 1997. Ergonomics, quality and continuous improvement - Conceptual and empirical relationships in an industrial context. *Ergonomics*, 40, 982-1001.
- EKLUND, J., HANSSON, B., KARLQVIST, L., LINDBECK, L. & NEUMANN, P.W. 2006. Arbetsmiljöarbete och effekter - en kunskapsöversikt. *Arbete och Hälsa 2006:17*, Stockholm, Arbetslivsinstitutet.
- EKLUND, J. & BERGLUND, P. 2007. Reactions from employees on the implementation of lean production. *the Nordic Ergonomics Society conference (NES2007): Ergonomics for a future*. Lysekil, Sweden: Nordic Ergonomics Society.
- EKLUND, J. & BRÄNNMARK, M. 2009. Sustainable development for ergonomics improvement projects. *The International Ergonomics Association conference (IEA2009): Changes, Challenges, Opportunities*. Beijing, China: International Ergonomics Association.
- EKLUND, J. A. E. 1995. Relationships between ergonomics and quality in assembly work. *Applied Ergonomics*, 26, 15-20.
- EKLUND, J. A. E. 1999. Ergonomics and Quality Management - Humans in Interaction with Technology, Work Environment, and Organization. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 5, 143-160.

- ENGSTRÖM, T., JONSSON, D. & MEDBO, L. 1996. The Volvo Uddevalla plant: Production principals, work organization, human resources and performance aspect. Department of Transportation and Logistics, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
- ENNALS, R. 2000. Developing work and quality improvement strategies. In: ENNALS, R. (ed.) *In Work Life 2000 - Yearbook*. London: Springer.
- ERDINC, O. & VAYVAY, O. 2008. Ergonomics interventions improve quality in manufacturing: a case study. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 3, 727-745.
- ERDİNÇ, O. & YEOW, P. H. P. 2011. Proving external validity of ergonomics and quality relationship through review of real-world case studies. *International Journal of Production Research*, 49, 949-962.
- FAIRRISS, D. & BRENNER, M. 2001. Workplace transformation and the rise in cumulative trauma disorders: Is there a connection? *Journal of Labor Research*, 22, 15-28.
- FALCK, A. C., ÖRTENGREN, R. & HÖGBERG, D. 2010. The Impact of Poor Assembly Ergonomics on Product Quality: A Cost-Benefit Analysis in Car Manufacturing. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 20, 24-41.
- GALLWEY, T. J. 1998. Evaluation and control of industrial inspection: Part II - The scientific basis for the guide. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22, 51-65.
- 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*, 13, 317-330.
- GOLHAR, D. Y. & STAMM, C. L. 1991. The just-in-time philosophy: A literature review. *International Journal of Production Research*, 29, 657 - 676.
- GONZÁLEZ, B. A., ADENSO-DIAZ, B. & TORRE, P. G. 2003. Ergonomic performance and quality relationship: an empirical evidence case. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31, 33-40.
- GOOMAS, D. T. & YEOW, P. H. P. 2010. Ergonomics improvement in a harsh environment using an audio feedback system. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40, 767-774.
- GRANDJEAN, E. 1988. *Fitting the task to the man*, London, Taylor & Frances.
- GUIMARAES, T. 1997. Assessing employee turnover intentions before/after TQM. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 14, 46-63.
- HACKMAN, J. R. & WAGEMAN, R. 1995. Total quality management: empirical, conceptual, and practical issues. *Administrative Science Quarterly*, 40, 309-342.
- HAMPSON, I. 1999. Lean Production and the Toyota Production System Or, the Case of the Forgoften Production Concepts. *Economic and Industrial Democracy*, 20, 369-391.
- HÄRENSTAM, A., BEJEROT, E., JOHANSSON, K., LEIJON, O. & SCHÉELE, P. 2000. "Mager och god" eller "Lean and Mean"? Samband mellan organisationsförändringar och arbetsförhållanden. In: BARKLÖF, K. (ed.) *Smärtgränsen? : en antologi om hälsokonsekvenser i magra organisationer*. Stockholm: Rådet för arbetslivsforskning.
- HARTMANN, M. & RYOM, P. 2006. Reducing repetitive work by organizational changes and job development. *Proceedings of the 16th Congress of the International Ergonomics Association*. Maastricht, The Netherlands.

- HASLE, P., BOJESEN, A., JENSEN, P. L. & BRAMMING, P. (kommande). Lean and the working environment – a review of the literature. *International Journal of Operations and Production Management*.
- HENDRICK, H. W. 2003. Determining the cost-benefit of ergonomics projects and factors that lead to their success. *Applied Ergonomics*, 34, 419-427.
- HINES, P., HOLWEG, M. & RICH, N. 2004. Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24, 994-1011.
- HOLDEN, R. J. 2011. Lean Thinking in Emergency Departments: A Critical Review. *Annals of Emergency Medicine*, 57, 265-278.
- HOLWEG, M. 2007. The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25, 420-437.
- IEA, 2011. International Ergonomics Association. www.iea.cc Hämtad 2011-11-28.
- IF METALL 2003. Industriarbetarna och lean production. IF Metall, Arbetsutvecklingsenheten.
- IF METALL 2010. Hållbart arbete – en plattform för utveckling av arbetsorganisationen. IF Metall.
- IMAI, M. 1986. *Kaizen - the Key to Japan's Competitive Success*, New York, Random House.
- JACKSON, P. R. & MULLARKEY, S. 2000. Lean production teams and health in garment manufacture. *Journal of Occupational Health Psychology*, 5, 231-245.
- JOHANSSON, B. 2008. *Framtidsfabriken. Rapport 3, Kartläggning : arbetsmiljö- och produktionsutveckling inom tillverkningsindustrin i Sverige - en genomgång av aktuell forskning samt egna slutsatser*, Luleå, Avdelningen för industriell produktionsmiljö Institutionen för arbetsvetenskap, Luleå tekniska universitet.
- JOHANSSON, B., RASK, K. & STENBERG, M. 2010. Piece rates and their effects on health and safety - A literature review. *Applied Ergonomics*, 41, 607-614.
- JOHANSSON, J. & ABRAHAMSSON, L. 2009. The good work - A Swedish trade union vision in the shadow of lean production. *Applied Ergonomics*, 40, 775-780.
- JORGENSEN, M., DAVIS, K., KOTOWSKI, S., AEDLA, P. & DUNNING, K. 2005. Characteristics of job rotation in the Midwest US manufacturing sector. *Ergonomics*, 48, 1721-1733.
- JURAN, J. M. 1989. *Juran On Leadership for Quality: An Executive Handbook*, New York, The Free Press.
- KARIA, N. & ASAARI, M. H. A. H. 2006. The effects of total quality management practices on employees' work-related attitudes. *TQM Magazine*, 18, 30-43.
- KARLTUN, J., AXELSSON, J. & EKLUND, J. 1998. Working conditions and effects of ISO 9000 in six furniture making companies: implementation and processes. *Applied Ergonomics*, 29, 225-232.
- KARSH, B.-T. 2006. Theories of work-related musculoskeletal disorders: Implications for ergonomic interventions. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7, 71-88.
- KARSH, B. T., MORO, F. B. P. & SMITH, M. J. 2001. The Efficacy of Workplace Ergonomic Interventions to Control Musculoskeletal Disorders: A Critical Analysis of the Peer-Reviewed Literature. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2, 23 - 96.
- KIM, S., SEOL, H., IKUMA, L. H. & NUSSBAUM, M. A. 2008. Knowledge and opinions of designers of industrialized wall panels regarding incorporating ergonomics in design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38, 150-157.

- KIM, W. G., LEONG, J. K. & LEE, Y.-K. 2005. Effect of service orientation on job satisfaction, organizational commitment, and intention of leaving in a casual dining chain restaurant. *International Journal of Hospitality Management*, 24, 171-193.
- KOGI, K. 1995. Participatory ergonomics that builds on local solutions. *Journal of Human Ergology*, 24, 37-45.
- KONDO, Y. 1995. Are creativity and standardization mutually exclusive? *Human System Management (HSM)*, 14, 309-312.
- KORUNKA, C., SCHARITZER, D., CARAYON, P., HOONAKKER, P., SONNEK, A. & SAINFORT, F. 2007. Customer orientation among employees in public administration: A transnational, longitudinal study. *Applied Ergonomics*, 38, 307-315.
- KRAFCIK, J., F 1988. Triumph of the Lean Production System. *Sloan Management Review*, 41-52.
- KROSLID, D. 1999. *In search of quality management: rethinking and reinterpreting*. Doctoral thesis. Linköping University.
- LAMMERMEYER, H. U. 1990. Human Relations: The key to quality. *Quality Forum*, 16, 185-187.
- 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*, 4, 108-130.
- LECLERC, A., FRANCHI, P., CRISTOFARI, M. F., DELEMOTTE, B., MEREAU, P., TEYSSIER-COTTE, C. & TOURANCHET, A. 1998. Carpal tunnel syndrome and work organisation in repetitive work: a cross sectional study in France. Study Group on Repetitive Work. *Occup Environ Med*, 55, 180-187.
- LEE, S. M., RHO, B.-H. & LEE, S.-G. 2003. Impact of Malcolm Baldrige National Quality Award Criteria on Organizational Quality Performance. *International Journal of Production*, 41, 2003-2020.
- LEWCHUK, W. & ROBERTSON, D. 1996. Working Conditions under Lean Production: A Worker-based Benchmarking Study. *Asia Pacific Business Review*, 2, 60-81.
- LEWCHUK, W. & ROBERTSON, D. 1997. Production without Empowerment: Work reorganization from the perspective of motor vehicle workers. *Capital & Class*, 21, 37-12.
- LEWCHUK, W., STEWART, P. & YATES, C. 2001. Quality of working life in the automobile industry: A Canada-UK comparative study. *New Technology, Work and Employment*, 16, 72-87.
- LEWIS, H. B., IMADA, A. S. & ROBERTSON, M. M. 1988. Leadership through quality: Merging human factors and safety through employee participation. *In: The Human Factors Society 32nd Annual Meeting, 1988 Anaheim, California*. 756-759.
- LIKER, J. K. 1997. *Becoming lean : inside stories of U.S. manufacturers*, Portland, Or., Productivity Press.
- LIKER, J. K. 2004. *The Toyota way : 14 management principles from the world's greatest manufacturer*, New York, McGraw-Hill.
- LIKER, J. K., NAGAMACHI, M. & LIFSHITZ, Y. R. 1989. A comparative analysis of participatory ergonomics programs in U.S. and Japan manufacturing plants. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 3, 185-199.
- LIN, L., DRURY, C. G. & KIM, S. W. 2001. Ergonomics and quality in paced assembly lines. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 11, 377-382.

- LLOYD, C. & JAMES, S. 2008. Too much pressure? Retailer power and occupational health and safety in the food processing industry. *Work, Employment and Society*, 22, 713-730.
- LOUHEVAARA, V. & KILBOM, Å. 2005. Dynamic work assessment. In: WILSON, J. R. & CORLETT, E. N. (eds.) *Evaluation of Human Work*. Boca Raton: Taylor & Francis.
- LOVÉN, E. M. & HELANDER, M. G. 1997. Effect of operator competence on assessment of quality control in manufacturing. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19, 307-316.
- LOWE, B. D. 2004. Accuracy and validity of observational estimates of wrist and forearm posture. *Ergonomics*, 47, 527 - 554.
- MCFARLING, L. H. & HEIMSTRA, N. H. 1975. Pacing, product complexity, and task perception in simulated inspection. *Human factors*, 17, 361-367.
- MEYERA, C. B. & STENSAKERA, I. G. 2006. Developing capacity for change. *Journal of Change Management*, 6, 217-231.
- MOLLEMAN, E., DELFT, B. V. & SLOMP, J. 2001. The Application of an Empowerment Model. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 11, 339-354.
- MONDEN, Y. 1994. *Toyota Production System: an integrated approach to Just-in-time*, London, Chapman & Hall.
- MOON, S. D. & SAUTER, S. L. 1996. *Beyond biomechanics. Psychosocial aspects of musculoskeletal disorders in office work*. London, Taylor & Francis.
- MOORE, J. S. & GARG, A. 1996. Use of participatory ergonomics teams to address musculoskeletal hazards in the red meat packing industry. *American Journal of Industrial Medicine*, 29, 402-408.
- MOORE, J. S. & GARG, A. 1998. The effectiveness of participatory ergonomics in the red meat packing industry. Evaluation of a corporation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21, 47-58.
- MOTAMEDZADE, M., SHAHNAVAZ, H., KAZEMNEJAD, A., AZAR, A. & KARIMI, H. 2003. The impact of participatory ergonomics on working conditions, quality, and productivity. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics : JOSE*, 9, 135-147.
- MUNZ, D. C., KOHLER, J. M. & GREENBERG, C. I. 2001. Effectiveness of a Comprehensive Worksite Stress Management Program: Combining Organizational and Individual Interventions. *International Journal of Stress Management*, 8, 49-62.
- MURAMATSU, R., MIYAZAKI, H. & ISHII, K. 1987. Successful application of job enlargement/enrichment at Toyota. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 19, 451-459.
- NAGAMACHI, M. 1998. Japanese Style of Production System after Lean Production. In: BISHU, R., KARWOWSKI, W. & GOONETILLEKE, R., eds. *Ergon-Axia '98*, Hong Kong. 109-112.
- NEUMANN, W. P., EKLUND, J., HANSSON, B. & LINDBECK, L. 2010. Effect Assessment in Work Environment Interventions: A Methodological Reflection. *Ergonomics*, 53, 130-137.
- NIEMELA, R., RAUTIO, S., HANNULA, M. & REIJULA, K. 2002. Work Environment Effects on Labor Productivity: An Intervention Study in a Storage Building. *American Journal of Industrial Medicine*, 42, 328 - 335.
- NILSSON, T. 1996. Lean Production and White-Collar Work: The Case of Sweden. *Economic and Industrial Democracy*, 17, 447-472.
- OHNO, T. 1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*, Productivity Press.

- OU DHUIS, M. & OLSSON, A. 2010. Clashes between Japanese and Swedish cultures - implementing Lean Production in a Japanese owned Swedish company. *Arbetsliv i förändring FALF2010*. Malmö, Sweden: Forum för arbetslivsforskning.
- OU DHUIS, M. & OLSSON, A. 2011. Japaner, japaner... Kulturens betydelse vid övergången till en toyotainspirerad lean produktion i ett japanskägt företag i Sverige. *Arbetsmarknad & Arbetsliv*, 2.
- PARKER, M. & SLAUGHTER, J. 1995. Unions and Management by Stress. In: BABSON, S. (ed.) *Lean work : empowerment and exploitation in the global auto industry*. Detroit: Wayne State University Press.
- PARKER, S., K 2003. Longitudinal effects of lean production on employee outcomes and the mediating role of work characteristics. *Journal of Applied Psychology*, 88, 620-634.
- PARKER, S., K & SPRIGG, C., A 1998. A move backwards? The introduction of a moving assembly line. *British Psychological Society Annual Occupational Psychology Conference*. Leicester, England: British Psychological Society.
- PETTERSEN, J. 2008. The implementation of lean: Lost in translation? *The Nordic Ergonomics Society conference (NES2008): Ergonomics is a lifestyle*. Reykjavik, Iceland: Nordic Ergonomics Society.
- PETTERSEN, J. 2009a. Defining Lean Production – some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21, 127 - 142.
- PETTERSEN, J. 2009b. *Translating lean production : from managerial discourse to organizational practice*. Licentiate thesis. Department of Management and Engineering, Linköping University.
- POKSINSKA, B. 2007. Does standardization have a negative impact on working conditions? *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 17, 383-394.
- POKSINSKA, B., EKLUND, J. & DAHLGAARD, J. J. 2006. ISO 9001:2000 in small organisations: Lost opportunities, benefits and influencing factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 23, 490-512.
- POKSINSKA, B., PETTERSEN, J., ELG, M., EKLUND, J. & WITELL, L. 2010. Quality improvement activities in Swedish industry: drivers, approaches, and outcomes. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 2, 206-216.
- RIVILIS, I., VAN EERD, D., CULLEN, K., COLE, D. C., IRVIN, E., TYSON, J. & MAHOOD, Q. 2008. Effectiveness of Participatory Ergonomic Interventions on Health Outcomes: A Systematic Review. *Applied Ergonomics*, 39, 342 - 358.
- RØVIK, K. A. 2000. *Moderna organisationer : trender inom organisationstänkandet vid millennieskiftet*, Malmö, Liber.
- RUTH, W. & ODENRICK, P. 1994. Begreppet ergonomi - vad står det för? *Nordisk ergonomi*, 17-21.
- SALOMONSSON, K. 2003. Flexibel och anställningsbar - en moralisk förpliktelse? *RIG - Kulturhistorisk tidskrift*, 86.
- SANDERS, M. S. & MCCORMIC, E. J. 1993. *Human Factors in Engineering and Design*, New-York, Mc Graw-Hill.
- 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*, 39, 403-412.
- SCHOUTETEN, R. & BENDERS, J. 2004. Lean Production Assessed by Karasek's Job Demand-Job Control Model. *Economic and Industrial Democracy*, 25, 347-373.

- SEPPÄLÄ, P. & KLEMOLA, S. 2004. How do employees perceive their organization and job when companies adopt principles of lean production? *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 14, 157-180.
- SHAH, R. & WARD, P. T. 2003. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21, 129-149.
- SHAH, R. & WARD, P. T. 2007. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25, 785-805.
- SHETTY, Y. K. 1989. The human side of product quality. *National Productivity Review*, 8, 175-182.
- SHIBA, S., GRAHAM, A. & WALDEN, D. 1993. *A New American TQM*, Portland, Oregon, Productivity Press.
- SILVERSTEIN, B. & CLARK, R. 2004. Interventions to reduce work-related musculoskeletal disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 135-152.
- SMITH, M. J. & SAINFORT, P. C. 1989. A balance theory of job design for stress reduction. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 4, 67-79.
- SØNDERGÅRD KRISTENSEN, T. 2010. Trivsel og produktivitet – to sider af samme sag. Köpenhamn: HK/Danmark.
- SPRIGGS, C., JACKSON, P. R. & PARKER, S. K. 2000. Production teamworking: The importance of interdependence and autonomy for employee strain and satisfaction. *Human Relations*, 53, 1519-1543.
- STEWART, P. & GARRAHAN, P. 1995. Employee Responses to New Management Techniques in the Auto Industry. *Work, Employment & Society*, 9, 517 - 536.
- SUTJANA, D. P., ADIPUTRA, N., MANUABA, A. & O'NEILL, D. 1999. Improvement of sickle quality through ergonomic participatory approach at Batunya village Tabanan Regency. *Journal of Occupational Health*, 41, 131-135.
- TARI, J. J. & SABATER, V. 2006. Human aspects in a quality management context and their effects on performance. *International Journal of Human Resource Management*, 17, 484-503.
- TOMPA, E., DOLINSCHI, R., DE OLIVEIRA, C. & IRVIN, E. 2009. A systematic review of occupational health and safety interventions with economic analyses. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 51, 1004-1023.
- TSE, J. L. M., FLIN, R. & MEARNS, K. 2006. Bus Driver Well-Being Review: 50 Years of Research. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9, 89 - 114.
- VAN EERD, D., COLE, D., IRVIN, E., MAHOOD, Q., KEOWN, K., THEBERGE, N., VILLAGE, J., ST. VINCENT, M. & CULLEN, K. 2010. Process and implementation of participatory ergonomic interventions: a systematic review. *Ergonomics*, 53, 1153 - 1166.
- VERBEEK, J., PULLIAINEN, M. & KANKAANPÄÄ, E. 2009. A systematic review of occupational safety and health business cases. *Scand J Work Environ Health*, 35, 403-413.
- WAN, H.-D. & CHEN, F. F. 2008. A leanness measure of manufacturing systems for quantifying impacts of lean initiatives. *International Journal of Production Research*, 46, 6567-6584.
- WESTGAARD, R. H. & WINKEL, J. 2011. Occupational musculoskeletal and mental health: Significance of rationalization and opportunities to create sustainable production systems - A systematic review. *Applied Ergonomics*, 42, 261-296.
- WICK, H. S. & BLOSWICK, D. S. 1998. Use of Ergonomics as a Quality Improvement Tool in a Manual Assembly Task. *Int J Occup Saf Ergon.*, 4, 19-42.

- WILSON, J. R. 1991. Participation - a framework and a foundation for ergonomics? *Journal of Occupational Psychology*, 64, 67-80.
- WILSON, J. R. 1995. Solution ownership in participative work redesign: The case of a crane control room. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 329-344.
- WOMACK, J. & JONES, D. 2003. *Lean thinking : banish waste and create wealth in your corporation*, London, Free Press Business.
- WOMACK, P., JONES, D. & ROOS, D. 1990. *The machine that changed the world*, New York, Rawson Associates.
- WOMACK, S. 2007. *A multi-methodological study of the effects of lean manufacturing practices on work-related musculoskeletal disorder risk factors and other injuries*. Ph.D. dissertation, University of Michigan, United States -- Michigan. Retrieved February 28, 2011, from Dissertations & Theses: The Sciences and Engineering Collection (Publication No. AAT 3276330).
- 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 & Service Industries*, 19, 279-293.
- WULFF, I. A., WESTGAARD, R. H. & RASMUSSEN, B. 1999. Ergonomic criteria in large-scale engineering design – I Management by documentation only? Formal organization vs. designers' perceptions. *Applied Ergonomics*, 30, 191-205.
- YEOW, P. H. P. & SEN, R. 2006. Productivity and quality improvements, revenue increment, and rejection cost reduction in the manual component insertion lines through the application of ergonomics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 367-377.
- YEOW, P. H. P. & SEN, R. N. 2003. Quality, productivity, occupational health and safety and cost effectiveness of ergonomic improvements in the test workstations of an electronic factory. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 32, 147-163.
- ZINK, K. J. 1991. Participatory ergonomics - some developments and examples from West Germany. In: NORO, K. and IMADA, A. S. (eds.) *Participatory Ergonomics*. London: Taylor & Francis.
- ZINK, K. J. 1999. Safety and quality issues as part of a holistic (i.e., sociotechnological) approach. *International journal of occupational safety and ergonomics : JOSE*, 5, 279-290.
- ÅHLSTRÖM, P. 1997. *Sequences in the process of adopting lean production*, Doctoral thesis. Stockholm, Economic Research Institute, Stockholm School of Economics.

Bilaga 1: Vanliga lean-begrepp

Nedan redogörs för begrepp som är vanliga inom diskussionen kring lean. Detta, för att underlätta förståelsen för den som inte är insatt i lean-konceptet.

5S: ett system för att skapa ordning och reda i produktion, genom uppmärkning, bortresning av verktyg, material och maskiner som inte använts, samt ett och system för uppföljning av att ordningen upprätthålls.

5 Varför?: en problemlösningsmetodik, där man frågar "varför?" fem gånger till varje problem, för att finna dess "rotorsak".

A3-rapport: ett rapportformat på två A4-sidor, dvs. en A3-sida, som är vanlig inom lean-rörelsen. Utvecklades först av Toyota, med syfte att få in all relevant information i ett överskådligt rapportformat.

Andon: ett system för att personalen ska kunna stoppa produktionsflödet vid fel och få hjälp att korrigera felet, alternativt få hjälp vid för hög arbetsbelastning, ofta exemplifierat via ett "andon-snöre", som personalen drar i för att stanna linan.

Autonation: maskiner och system som är designade för att stanna av sig själv, om defekter uppstår i de producerade produkterna.

Batch-storlek: antal produkter/delar/osv som produceras vid varje tillfälle.

Behovsstyrd produktion: se "Just in Time".

Celltillverkning: på engelska "cell manufacturing" eller "cellular manufacturing", där samtliga maskiner sorteras efter vilka produkter de producerar, i motsats till funktionell tillverkning, där maskiner sorteras efter maskintyp.

Enbitsflöde: ett alternativt tankesätt för att producera produkter med målet att minimera intern väntetid och andelen produkter i arbete, och därigenom ledtid för produkter.

Fordism: den produktionsfilosofi och produktionssystem som Ford utvecklade i hans bilfabriker, i hög grad inspirerad av Taylors idéer om "scientific management". Bl.a. utvecklade Ford det löpande bandet, något som idag ofta felaktigt tillskrivs Taylor.

Förbättringsgrupper: ett system för att involvera de anställda i förbättringsarbetet. Kan ta olika former, till exempel;
1) genom grupper med anställda, ofta från samma arbetsgrupp (men inte alltid), som kontinuerligt träffas för att diskutera och följa upp hur förbättringsarbetet, ofta framför "förbättringstavlor" (se nedan);
2) kvalitetscirklar (se nedan).

Förbättringstavlor: ofta också kallade "kaizen-tavlor". Utgör ofta whiteboardtavlor, där förbättringsförslag och pågående förbättringsarbete sätts upp, i syfte att visualisera dem.

Heijunka: se "produktionsbalansering".

Interna/externa kunder: intern kund utgör vanligtvis nästa process i tillverkningsprocessen, medan extern kund kan vara till exempel nästa företag i leverantörskedjan, eller slutkunden som köper produkten, osv.

Jidoka: metoder och system för identifiering av fel i produktionen, samt omedelbart stopp i produktionen för att korrigeras detta fel. Ofta också knutet till "autonomation".

JiT/Just in Time: kan både åsyfta på en egen filosofi, i likhet med lean, kaizen, TPS eller TQM, eller också utgöra ett av de centrala inslagen i lean och/eller TPS. Som del i lean-systemet handlar JiT antingen om 1) att producera med små batchstorlekar, med snabba omställningar i produktionen, alternativt som 2) att leverantörer levererar produkter/detaljer oftare i mindre sändningar, för att minimera lager. Kallas också emellanåt för "behovsstyrd produktion".

JPS: japanska produktionssystem, vilket antingen kan utgöra idén om att det finns sammanhållna produktionssystemkoncept som alla (eller de flesta) japanska företag arbetar med, alternativt studier av hur japanska företag lägger upp sina produktionssystem.

Kanban: ett system för att en process ska kunna visualisera/signalera att produkter eller material är slut i, dvs. att nya behöver produceras eller anskaffas, till produktionen. Görs ofta genom enkla kort, s.k. "kanban-kort".

Kaizen: japanska för ungefär "ständiga förbättringar", dvs. att man alltid ska sträva efter att förbättra sina processer och produkter. Utgör antingen ett eget managementkoncept, eller ett centralt inslag i lean, TQM och TPS. Som en del i lean betyder "kaizen" ofta system för arbete med ständiga förbättringar, slöseri- och resursreducering.

Kaizen-tavla: se förbättringstavla, ovan.

Kvalitetscirklar: grupper med anställda som möts regelbundet för att diskutera och föreslå förbättringsförslag.

"Lean 14 principer": ett vanligt uttryckt för de 14 management-principer som Liker presenterar i *The Toyota Way*, och utgör hans tolkning av Toyotas lednings-filosofi.

Lean-tempel/lean-hus: en samling värderingar och ledningsprinciper som man vill att ska vara rådande i produktionen. Exempel på ofta redovisade lean-tempel utgör Scania och Toyotas versioner, samt den tolkning som Liker gör av Toyotas produktionssystem i boken *The Toyota Way*.

Line: engelskt ord för produktionslina, men används också emellanåt på svenska.

Muda: japanska för "slöseri". Överräts ofta operativt i överproduktion, vänta, transport, onödiga rörelser, lager, överarbete, omarbete samt outnyttjad kreativitet hos medarbetarna.

Produktionsbalansering: metoder och redskap för att skapa ett jämt och balanserat produktionsflöde, ofta utifrån takt (se "takt").

Poka yoke: fritt översatt till "felsäkring", dvs. att producera en process eller ett steg i processen så att det inte går att göra fel.

Slöserireducering: metoder och system för att reducera slöseri ("muda", enligt ovan), till exempel metoder som "spagettidiagram" eller värdeflödesanalys (se nedan).

Spagettidiagram: en metod för att reducera slöseri ("muda", enligt ovan) på arbetsplatsen.

SMED: fritt översatt till "ställtidsreduktion", dvs. metoder för att sänka omställningstidningen och starttiden för maskiner och processer.

Standardisering: system och metoder för att standardisera och likrikta arbetet, till exempel genom dokumenterade rutiner och arbetsbeskrivningar, checklistor, osv.

Takt: metoder och verktyg för att skapa ett produktionsflöde baserat på kundens behov (dvs. beställningar), istället för prognoser.

Taylorism: den produktionsfilosofi som utvecklades av Taylor, på engelska kallat "scientific management" ("vetenskaplig arbetsledning, på svenska), utifrån tre ledningsprinciper. Utgjorde en viktig inspirationskälla för Fordismen och TPS (se nedan).

The Toyota Way: Hänvisar oftast till Likers tolkning av Toyotas ledningsfilosofi, presenterad i boken *The Toyota Way*. I vissa lägen syftar istället Toyotas egen ledningsfilosofi.

Toyotism: ett annat ord för Toyota Production System eller lean, som tidigare var vanligt inom till exempel sociologi och arbetsvetenskap. Används dock sällan idag.

TPM: fritt översatt till "förebyggande underhåll", dvs. vikten av att kontinuerligt underhålla maskiner och produkter, för att undvika avbrott p.g.a. maskinfel. Utgör antingen ett eget koncept, eller också ett viktigt inslag i till exempel lean och TPS.

TPS: fritt översatt till Toyotas produktionssystem, den produktionsfilosofi och/eller det produktionssystem som Toyota designat.

TQM: "Total Quality Management", ofta på svenska översatt till "offensiv kvalitets-utveckling". Utgör antingen ett eget managementkoncept, eller också ett viktigt inslag i till exempel lean, enligt lean-förespråkare.

U-celler: produktionslinan utformas som ett "U", för att underlätta översikten och kommunikationen inom produktionslinan.

VFA/VSM: fritt översatt till "värdeflödeskartläggning", dvs. att kartlägga processen material- och informationsflöde, för att identifiera problem och slöseri (enligt muda, ovan), samt ta fram ett idealtillstånd för processen.

Visualisering: system för att synliggöra till exempel problem, mätetal och mål, samt processer och rutiner. Kan till exempel göras genom whiteboardtavlor där förbättringar sätts upp, skärmar där mätetal och nuvarande produktionstakt visas upp, osv.

Värde: den "nytta" som produktionen skapar för kunden.

Värdeskapande: den insats och tid i produktionsprocessen som kunden är villig att betala för.

Bilaga 2 – Sökbegrepp för lean och belastningsergonomi

Tabell B1. Sökord som användes vid sökningar i *Pubmed*. Lean-begreppen har kombinerats med exponering och utfall i enlighet med logiken ”lean och (exponering eller utfall)”, och sökningen har gjorts i *Title/Abstract*. Begrepp och sammansatta ord har i sökningen skrivits med citationstecken. En liknande sökning gjordes i *Business Source Elite*, då i fältet *Abstract*.

Lean-begrepp	Exponering (extern/intern)	Utfallsmått
Lean Production	Work content	WRMSD, WMSD, MSD or
Continous Improvement	Working condition/s ¹	((Disorder or disorders) and
Lean six sigma	Work characteristics	musculo*)
Lean management	Workstation design	CTD, cumulative trauma
Lean manufacturing	Work station design	RSI , repetitive strain injury/ies
Kaizen	Workplace, work-place	Repetitive strain
JIT, Just in time	Occupational exposure/s	Repetitive stress injury/ies
Lean thinking	Workload/s, Work-load/s	Myalgia/s
Lean enterprise	Static load, Dynamic load	Symptom/s, Syndrome/s
Toyota production system	Physical exposure/s	Problem
Toyota way	((posture or postures or postural)	Entrapment/s, Compression/s
Lean method	and work)	Pain
	Exposure/s	Disease/s
	Bio-mechanic/al Biomechanic/al	Overuse syndrome
	Force/s	Sick leave
	Recovery, Rest	Health, Well-being
	Repetitive motion/s Repetition/s	Lost time injury
	Physical ergonomics	Illness rate
	Human factors	Job satisfaction
	Ergonomic/s, Ergonomy	Physical strain
	Lift/s/ing	Injury/ies
	Job strain	Employee outcome,
	Work related, Work-related	Worker outcome
	((demand or demands) and job)	Employee effect, Employee health

Tabell B2. Den sökning som gjorts i *Ergonomics Abstract* presenteras nedan i form av söksträngar. Sökningen modifierades något för att passa *Ergonomics Abstract* och inkluderade i huvudsak samma sökord som i *Pubmed*, men några sökord uteslöts då de ansågs vara för generella, såsom t.ex. *lean-method* och *problem* och andra då de inte gav några träffar. Sökningen gjordes i två steg, då databasen inte verkade kunna hantera så stora sökningar. Först kombinerades lean och exponeringar och därefter lean och utfall. Sökningarna gjordes i fältet *Abstract* och både i *Journals* och *Ergonomics Abstract*.

Lean och exponeringar	Lean och utfall
"lean production" OR "lean manufacturing" OR "Just in time" OR "Just-in-time" OR jit OR "lean thinking" OR "lean enterprise" OR "lean six sigma" OR "toyota production") AND workload OR work-load OR physical OR exposure* OR repetition OR motion OR human OR factors OR ergonom* OR "work content" OR "work characteristics" OR "working conditions" OR "workstation design" OR workplace OR occupational OR load OR movement* OR postur* OR lift* OR stress* OR force OR recovery OR biomechanic* OR "bio-mechanical" OR demand	"lean production" OR "lean manufacturing" OR "Just in time" OR "Just-in-time" OR jit OR "lean thinking" OR "lean enterprise" OR "lean six sigma" OR "toyota production") AND health OR musculo* OR wrmsd OR msd OR wmsd OR ctd OR rsi OR "cumulative trauma disorder" OR repetitive OR disease* OR disorder* OR syndrom* OR satisfaction OR strain OR well-being OR injury OR injuries OR illness OR employee OR myalgi* OR worker OR physical OR overuse OR entrapment* OR compression* OR "sick leave" OR pain OR symptom*

¹ Betyder att sökning gjordes både på ”working condition” och ”working conditions”.



ARBETSMILJÖ
VERKET

Arbetsmiljöverket
112 79 Stockholm
Besöksadress Lindhagensgatan 133
Telefon 010-730 90 00
Fax 08-730 19 67
E-post: arbetsmiljoverket@av.se
www.av.se

ISSN 1650-3171

This publication can be downloaded from
www.av.se/publikationer/rapporter/

Vår vision: *Alla vill och kan skapa en bra arbetsmiljö*