

BERÄKNINGSMODELLEN BME OCH DESS KOPPLING TILL KVALITET OCH PRODUKTIVITET

THE BME MODEL OF CALCULATION AND ITS CONNECTION TO QUALITY AND PRODUCTIVITY

Examensarbete utfört vid
Institutionen för konstruktions- och produktionsteknik,
Linköpings tekniska högskola
och vid Volvo Personvagnar AB

av
Emma Björk

LITH-IKP-EX--06/2349--SE

Handledare

Jörgen Eklund (IKP)
Joakim Amprazis (Volvo Personvagnar AB)

Sammanfattning

Detta examensarbete är skrivet vid produktionsteknikavdelningen, på uppdrag av Volvo Personvagnar AB i Torslanda, Göteborg. Produktionsteknikavdelningen utför bland annat balansering i slutmonteringen. Slutmonteringen är det sista steget innan en bil är färdig att levereras till kund. Volvo Personvagnar har tagit fram ett verktyg BME (BeräkningsModell Ergonomi) för att kunna bedöma operatörens arbetsmiljö, speciellt den belastningsergonomiska arbetssituationen. Syftet med examensarbetet är att utvärdera hur verktyget BME går att koppla till utfallet i produktivitet och kvalitet i slutmonteringen i fabriken i Torslanda.

Analysen är baserad på en grundlig nulägesanalys som beskriver hur BME är en del av arbetsmiljöarbetet samt hur arbetet med kvalitet och produktivitet sker. Examensarbetet har bedrivits genom insamling av statistik samt intervjuer om hur verktyget används. Intervjuerna har främst varit ett underlag för den kvalitativa analys som har genomförts för att bedöma hur verktyget BME används vid exempelvis ombalanseringar. För att bedöma hur kvalitetsbrister var kopplad till belastningsergonomi studerades statistik över inrapporterade fel samt belastningstunga arbetsmoment.

Resultatet visade att det fanns en koppling mellan arbetsmoment som bedöms som belastningstunga och antalet rapporterade fel. För varje ökat poäng i BME-bedömningen, det vill säga då den belastningsergonomiska situationen försämrades, ökade risken för fel med 20 fel på årsbasis. Risken för kvalitetsbrister var cirka fyra gånger högre för arbetsmoment som var ergonomiskt krävande än för andra.

Det gick att finna ett samband mellan beläggningsgrad och poäng i BME-bedömningen för de belastningstunga arbetsstationerna. De av arbetsstationer som hade lägre beläggningsgrad hade fått högre poäng i BME-bedömningen. BME var ett viktigt verktyg vid förändringar eftersom det gav en bild av hur genomförda förändringar kom att påverka arbetsmiljön för operatören. Innan verktyget började användas fanns det inget som teknikerna kunde ha som grund för att utföra en bedömning av belastningsergonomin. Införandet av BME medförde att teknikerna fick större fokus på belastningsergonomi.

Litteraturstudien visade att investeringar i arbetsmiljön starkt påverkar och främjar såväl produktivitet som kvalitet. Därför är det av stor vikt att alltid se arbetsmiljön som en del av produktionen som måste fungera väl för att uppsatta mål inom produktivitet och kvalitet ska kunna nås.

Abstract

This thesis is written at the department of production engineering on behalf of Volvo Car Corporation in Torslanda, Göteborg. The department of production engineering conducts the work with production planning for the final assembly. The final assembly is the last step before a car is ready to be delivered to the customer. Volvo Car Corporation has brought out a tool BME (Calculation Model of Ergonomic) for evaluating the working environment for the operator, especially the physical ergonomic situation. The purpose of the thesis work is to evaluate how the tool BME can be connected to the output in productivity and quality in the final assembly in the factory at Torslanda.

The analysis is based on a thorough current analysis of how BME is a part of the working environment together with how the work with quality and productivity is carried through. The thesis has been carried out through a collection of statistics and interviews about how the tool is used. The interviews have mainly been a foundation for the qualitative analysis in order to evaluate how the tool BME is being used when, for example, a work station has been changed. In order to evaluate how quality is connected to physical ergonomic statistics over reported defects and the working tasks with ergonomics problems have been studied.

The thesis has found that there is a connection between working tasks that has been estimated as tasks with ergonomic problem and reported defects. For every increase of a point in the BME evaluation, in other words the physical ergonomic situation became worse, the risk of deficiencies increased with 20 per year. The risk for quality deficiencies was approximately four times higher for ergonomic demanding tasks as for other tasks.

There was a connection between work intensity index and point from the BME evaluation for the workstations that were physical heavy. The workstations with lower work intensity index received higher points from BME. BME was an important tool in change management, while it created a picture of how the change, which is carried through, will affect the working environment for the operator. After the implementation of BME the technicians had a bigger focus of ergonomic, before they started to use the tool, the technicians did not have anything to use as a foundation for evaluation. The literature study showed that working environment strongly affects and promote productivity as well as quality. It is therefore important to see working environment as a part of the production that always must work well to reach goal of productivity and quality.

Förord

Examensarbetet är skrivet vid Institutionen för konstruktions- och produktionsteknik, Linköpings tekniska högskola, på uppdrag av Volvo Personvagnar AB. På fabriksområdet i Torslanda, Göteborg, tillverkar företaget bilmodeller S80, V70, XC70 och XC90 i ett flertal olika varianter av modellerna. För att ha verktyg till hjälp vid bedömning av operatörernas belastningsergonomiska situation har BME utvecklats. Examensarbetet initierades för att Volvo Personvagnar AB hade otillräcklig kunskap om hur verktyget BME går att koppla till produktivitet och kvalitet. Vidare ger detta arbete ett bidrag till Arbetslivsinstitutets tema SMART, strategier, metoder och arbetssätt för fungerande arbetsmiljöarbete, och mer specifikt det delprojekt där effekter av arbetsmiljöarbetet utreds.

Ett stort tack till min handledare Joakim Amprazis, teknikspecialist ergonomi, för alla den tid han har bistått med för att svara på mina frågor, samt att han har kommit med åsikter om arbetets framskridande och värdefull information om Volvo under utförandet av arbetet. Jag vill också tacka processteknikerna, som alla har tagit sig tid för att svara på de frågor jag har haft rörande BME och allt däromkring. Intervjuer har skett med operatörer, skyddsombud och medarbetare från personalavdelningen, ett stort tack för att ni har tagit er tid att besvara mina frågor.

Jag vill även tacka min handledare Jörgen Eklund, professor vid Institutionen för konstruktions- och produktionsteknik, för de idéer och den feedback han har givit under arbetets gång.

Det har varit såväl intressant som lärorikt att få utföra detta examensarbete på Volvo Personvagnar AB i Göteborg. Jag hoppas att mina slutsatser och rekommendationer kan komma till användning i det fortsatta arbetet för en mer effektiv produktion.

Göteborg, januari 2006

Emma Björk

Ordlista

ASG – Arbetsmiljögrupp

Balans – Arbetsstation

BED – Belastnings Ergonomisk Dokumentation

BME – BeräkningsModell Ergonomi

BI – Balansinstruktion

LME – Local Manufacturing Engineer, tekniker

LSK – Lokal Skyddskommitté

PKI – Process- och Kontrollinstruktion

SBS – Sekvensbalanseringssystem

SK – Skyddskommitté

SMG – Skydds- och miljögrupp

TF1 – Task force 1, förädlade tid

TF2 – Task force 2, ej förädlade tid

VCC – Volvo Car Corporation

VCT – Volvo Cars Torslanda

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	BAKGRUND	1
1.2	PROBLEMFÖRMULERING	1
1.3	SYFTE	2
1.4	AVGRÄNSNINGAR	2
1.5	RAPPORTENS STRUKTUR	3
2	NULÄGESBESKRIVNING.....	5
2.1	FÖRETAGSBESKRIVNING	5
2.1.1	<i>Historia</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Affärsidé, mål, drivkraft och grundvärderingar</i>	<i>6</i>
2.2	VOLVO I GÖTEBORG.....	6
2.2.1	<i>Organisation i slutmonteringen</i>	<i>7</i>
2.2.2	<i>Produktion.....</i>	<i>8</i>
2.2.3	<i>Begrepp i slutmonteringen.....</i>	<i>9</i>
2.2.4	<i>Produktionsplanering</i>	<i>10</i>
2.2.5	<i>Kvalitet på Volvo Cars Torslanda.....</i>	<i>11</i>
2.2.6	<i>Kvalitetsarbete och kvalitetsmätning</i>	<i>12</i>
2.2.7	<i>Arbetsmiljöarbete</i>	<i>13</i>
2.2.8	<i>Arbets skador</i>	<i>15</i>
2.2.9	<i>Lagutveckling</i>	<i>15</i>
2.3	BME – BERÄKNINGSMODELL ERGONOMI.....	15
2.3.1	<i>Bedömningens utförande</i>	<i>16</i>
2.3.2	<i>Förutsättningar vid BME-bedömning</i>	<i>17</i>
2.3.3	<i>Bedömningsgrund.....</i>	<i>17</i>
2.3.4	<i>Klassificering</i>	<i>20</i>
2.3.5	<i>Modellens begränsningar</i>	<i>20</i>
3	METODBESKRIVNING.....	21
3.1	GENOMFÖRANDE	21
3.1.1	<i>Planering av uppgiften</i>	<i>21</i>
3.1.2	<i>Datainsamling.....</i>	<i>21</i>
3.1.3	<i>Litteraturstudier</i>	<i>22</i>
3.1.4	<i>Problemanalys, diskussion samt handlingsplan</i>	<i>22</i>
3.2	METOD FÖR DATAINSAMLINGEN	22
3.2.1	<i>Kvalitet.....</i>	<i>22</i>
3.2.2	<i>Produktivitet.....</i>	<i>23</i>

3.3	FELKÄLLOR.....	24
3.3.1	<i>Datainsamling</i>	24
4	TEORETISK REFERENSRAM	25
4.1	ARBETSMILJÖ	25
4.1.1	<i>Samverkan och ansvar</i>	26
4.1.2	<i>Systematiskt arbetsmiljöarbete</i>	27
4.2	ARBETSRELATERADE MUSKULOSKELETALA SJUKDOMAR	28
4.2.1	<i>Uppkomst</i>	28
4.2.2	<i>Diagnoser</i>	29
4.2.3	<i>Riskfaktorer</i>	32
4.2.4	<i>Arbetsmiljöfaktorer</i>	34
4.3	PRODUKTIVITET	35
4.3.1	<i>Utveckling av produktionsmetoder</i>	36
4.3.2	<i>Produktivitetmätning</i>	37
4.3.3	<i>Utformning av produktionssystem</i>	38
4.4	KVALITET	40
4.4.1	<i>Att mäta kvalitet</i>	41
4.4.2	<i>Intern kundtillfredsställelse</i>	42
4.5	MOTIVERING TILL FOKUS PÅ BELASTNINGSERGONOMI	43
4.5.1	<i>Förändringsarbete</i>	43
4.5.2	<i>Skäl till systematiskt arbetsmiljöarbete</i>	44
4.5.3	<i>Koppling mellan belastningsergonomi och produktivitet</i>	45
4.5.4	<i>Koppling mellan arbetsmiljö och produktivitet</i>	48
4.5.5	<i>Koppling mellan belastningsergonomi och kvalitet</i>	49
4.5.6	<i>Koppling mellan produktivitet och kvalitet</i>	51
5	RESULTAT OCH ANALYS	53
5.1	PRODUKTIVITET	53
5.1.1	<i>Nettotidsutveckling</i>	53
5.1.2	<i>Utveckling personalbehov/produktionstakt</i>	55
5.1.3	<i>Utveckling förädlade tid</i>	56
5.1.4	<i>Lagutveckling</i>	57
5.2	KOPPLING PRODUKTIVITET – BELASTNINGSERGONOMI.....	57
5.2.1	<i>Koppling mellan viktat kubvärde och beläggningsgrad</i>	58
5.2.2	<i>Koppling mellan rensat kubvärde och beläggningsgrad</i>	59
5.2.3	<i>Skattning av viktat kubvärde vid viss beläggningsgrad</i>	59
5.2.4	<i>Skattning av rensat kubvärde vid viss beläggningsgrad</i>	60
5.2.5	<i>Koppling mellan beläggningsgrad och röd, gul respektive grön balans</i> 61	61

5.2.6	<i>Förändring beläggningsgrad</i>	62
5.3	KVALITET	63
5.4	KOPPLING KVALITET – BELASTNINGSERGONOMI	64
5.4.1	<i>Resultat från koppling mellan kvalitet och belastningsergonomi</i>	64
5.4.2	<i>Resultat från koppling mellan kvalitet och belastningsergonomi, logaritmisk skala</i>	66
5.4.3	<i>Försök till skattning av antal fel</i>	67
5.5	BME OCH DESS PRAKTISKA ANVÄNDNING	67
5.5.1	<i>Del i systematiskt arbetsmiljöarbete</i>	68
5.5.2	<i>BME som en del i förändringsarbetet</i>	68
5.5.3	<i>BME som en del av produktionsupplägget</i>	69
6	DISKUSSION	71
6.1	DATAINSAMLING	71
6.1.1	<i>Metod för produktivitet</i>	71
6.1.2	<i>Metod för kvalitet</i>	71
6.2	RESULTAT.....	72
6.2.1	<i>Samband produktivitet – belastningsergonomi</i>	72
6.2.2	<i>Samband kvalitet – belastningsergonomi</i>	75
6.2.3	<i>Motivering till fortsatt fokus på arbetsmiljö</i>	76
7	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	79
7.1	SLUTSATSER	79
7.2	REKOMMENDATIONER	80
8	KÄLLFÖRTECKNING	81
8.1	SKRIFTLIGA REFERENSER	81
8.2	ELEKTRONISKA REFERENSER.....	83
8.3	MUNTliga REFERENSER	84
9	BILAGOR	85

Figurförteckning

FIGUR 2-1: ORGANISATIONSSCHEMA VCT (VOLVO INTERNMATERIAL, 2005)	7
FIGUR 2-2: ORGANISATIONSSCHEMA FINAL ASSEMBLY VCT (VOLVO INTERNMATERIAL, 2005)	8
FIGUR 2-3: FLÖDESSCHEMA SLUTMONTERING (VOLVO INTERNMATERIAL, 2005)	8
FIGUR 2-4: ESKALERINGSMODELL KVALITET (REJMAN, 2005).....	12
FIGUR 2-5: ARBETSHÖJD (AMPRAZIS, 2005).....	18
FIGUR 2-6: ARBETSAVSTÅND (AMPRAZIS, 2005).....	18
FIGUR 2-7: RYGG BÖJNING/VRIDNING (AMPRAZIS, 2005)	19
FIGUR 4-1: MODELL FÖR UPPKOMST AV ARBETSRELATERADE SJUKDOMAR I RÖRELSEORGANEN (MODIFIERAD MODELL HAGBERG, 1996)	29
FIGUR 4-2: EXEMPEL PÅ MUSKULOSKELETALA SJUKDOMAR SOM KAN VARA ARBETSRELATERADE – FRAMSIDA (KUORINKA, 1995, S 22).....	30
FIGUR 4-3: EXEMPEL PÅ MUSKULOSKELETALA SJUKDOMAR SOM KAN VARA ARBETSRELATERADE – BAKSIDA (KUORINKA, 1995, S 23)	30
FIGUR 4-4: MODELL FÖR PRODUKTIONSSYSTEM (HAGBERG, 1996)	44
FIGUR 4-5: MÖJLIGHET ATT GENOMFÖRA ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖRBÄTTRA ARBETSMILJÖN I JÄMFÖRELSE MED FÖRETAGSEKONOMISK LÖNSAMHET (MÄNSKLIG MILJÖ – LÖNANDE INVESTERING, 1987)	46
FIGUR 5-1: NETTOTIDSUTVECKLING (BERTILSSON, 2005)	54
FIGUR 5-2: UTVECKLING BEHOVS ÅRSMAN/BANTAKT (BERTILSSON, 2005)	55
FIGUR 5-3: UTVECKLING AV TF1 PER BANAVSNITT (OCH PRODUKTVERKSTADSOMRÅDE) SAMT FABRIKSNIVÅ	56
FIGUR 5-4: BELÄGGNINGSGRAD MOT KUBVÄRDE, SENASTE BME-BEDÖMNING	58
FIGUR 5-5: RENSAT KUBVÄRDE MOT BELÄGGNINGSGRAD	59
FIGUR 5-6: FYRFÄLTARE BELÄGGNINGSGRAD-VIKTAT KUBVÄRDE	60
FIGUR 5-7: FYRFÄLT BELÄGGNINGSGRAD RENSAT KUBVÄRDE	61
FIGUR 5-8: BELÄGGNINGSGRAD MOT RENSAT KUBVÄRDE FÖR GRÖN, GUL RESPEKTIVE RÖD BALANS	62
FIGUR 5-9: KUBVÄRDE MOT ANTAL FEL, MED REGRESSIONSLINJE, VECKA 20-25 ÅR 2005	65
FIGUR 5-10: LOGARITMERAT KUBVÄRDE MOT ANTAL FEL, MED REGRESSIONSLINJE, VECKA 20-25 ÅR 2005	66

1 Inledning

I det första kapitlet beskrivs bakgrund och syfte med examensarbetet. Här beskrivs även problemformulering, arbetets avgränsningar samt rapportens struktur.

1.1 Bakgrund

Volvo Personvagnar AB tillverkade ett flertal olika bilmodeller i fabriksområdet i Torslanda utanför Göteborg, fabriksenheten kallades Volvo Cars Torslanda (VCT). En del av arbetsmiljöarbetet på VCT bestod i att förbättra ergonomin inom produktionen för operatörerna. VCT utvecklade en beräkningsmodell för att bedöma belastningsergonomin som kallades BME (BeräkningsModell Ergonomi). BME hade i augusti 2005 implementerats i slutmonteringen och karosseriet.

Produktionen i slutmonteringen skedde längs en lina som var uppdelad i olika banavsnitt, vardera banavsnittet bestod av 15-20 stationer som operatörerna roterade mellan. Med hjälp av BME kunde stationerna värderas efter hur belastningstunga de ansågs vara för operatören med hänsyn till arbetsställning, kraft och frekvens. Vecka 17 år 2004 hade BME införts i hela slutmonteringen och VCT var intresserade av vilken effekt införandet av BME hade på kvalitet och produktivitet. Låg produktivitet medför bland annat längre leveranstid för kunder och det finns en risk att kunderna väljer en annan leverantör som kan erbjuda kortare leveranstid. Volvo Personvagnar AB strävar efter att bli nummer ett i kvalitet, en hög kvalitet på bilarna är ett måste för att kunderna ska komma tillbaka.

Studier på verktyget bedrevs genom ett doktorandprojekt vid Linköpings universitet, där enkäter och intervjuer användes för att främst belysa det participativa arbetssättet. Projektet fokuserade även på lärande, visualisering, lösning/problemfokusering och hur metoden fungerade samt varför och hur den växte fram. VCT var intresserade av att utreda de frågetecken som fanns kring BME, kvalitet och produktivitet och koppling mellan dessa. I samarbete med Linköpings universitet utlystes två examensarbeten, där det ena fokuserar på effekter utav arbetsmiljöarbetet i form av kvalitet och produktivitet och det andra i ett personalekonomiskt perspektiv.

1.2 Problemformulering

Arbetsmiljön ansågs, förutom att påverka personalomsättning och sjukfrånvaro, påverka såväl kvalitets- som produktivitetens utfallet, men det fanns brister på Volvo Personvagnar AB i kunskap om hur denna påverkan ser ut. Efter införandet av BME var det tekniker och skyddsombud som utförde ergonomibedömningarna av arbetsplatsen, istället för som tidigare då dessa utfördes av en ergonom.

För att se effekter av BME i ett större perspektiv var det även intressant att studera hur produktivitets- och kvalitetsutfallet har förändrats efter att BME infördes. En hög produktivitet är viktig för företagets lönsamhet och god kvalitet på produkterna är ett måste för att kunderna ska återkomma. Om inte kunderna återkommer, kommer orderstocken, och därmed intäkterna, att på sikt minska.

Uppfattningen hos gemene man var att det är svårt att förena arbetsmiljöarbete med produktivitet och lagutveckling. Om det skulle gå att påvisa att en god arbetsmiljö har positiv effekt på kvalitet och produktivitet kunde det ses som ett incitament för ytterliggare investeringar i arbetsmiljön. Eftersom det kan vara svårt att få igenom investeringar som enbart tillför produkten värde indirekt, behövs stöd för att visa att investeringar i arbetsmiljön kommer att ge positivt utfall i företagets lönsamhet.

1.3 Syfte

Syftet är detta examensarbete att undersöka om ett samband mellan belastningsergonomi och kvalitet samt belastningsergonomi och produktivitet går att identifiera med hjälp av BME. Syftet är även att undersöka om det går att utläsa att BME har haft effekt på utfallet i kvalitet och produktivitet. Eventuella samband identifieras genom nyckeltal, exempelvis antal fel och beläggningsgrad i förhållande till den belastningsergonomiska situationen.

1.4 Avgränsningar

Examensarbetet utfördes under hösten 2005, men under de 20 veckor som examensarbetet pågick var det svårt att genomföra en fullständig analys av effekterna av BME över hela VCT. Examensarbetet avgränsades därför till slutmonteringen. Den begränsade tidsperioden medförde även att ett begränsat antal nyckeltal, kopplade till kvalitet och produktivitet, studerades.

Det kommer inte att gå att utläsa långsiktiga effekter som BME har haft på produktivitet och kvalitet, eftersom modellen implementerades i hela slutmonteringen under första halvåret 2004.

Arbetsmiljö påverkas av fysisk belastning och men även av psykosocial påverkan. BME berör enbart den fysiska belastningen och arbetet kommer därför att avgränsas till att studera vilka effekter belastningsergonomi har på kvalitet och produktivitet.

1.5 Rapportens struktur

Rapporten är uppbyggd med hänsyn till att den ska vara lätt att läsa och följa samt att de olika delarna knyter samman och bildar en överskådlig helhet. För att rapportens kapitelinnehåll ska vara enkelt att överblicka inleds varje kapitel med en kort beskrivning som ska ge inblick i vad avsnittet handlar om.

I rapportens inledning presenteras rapportens uppgift för läsaren. Vidare kommer en mer detaljerad beskrivning av nuläget att ge en tydligare bild av verksamheten i slutmonteringen och dess uppgift i produktionskedjan. Därefter förklarar metodbeskrivningen om hur examensarbetet har genomförts tillsammans med den källkritik som har framkommit.

Metodbeskrivningen följs av den teoretiska referensramen vilken behandlar teori som är relevant för det fortsatta resonemanget, den kommer även att ligga till grund för den analys som senare utförs. Därefter kommer resultat från datainsamlingen att presenteras samt analyseras. Denna del inriktas på att, genom användandet av den teoretiska referensramen, besvara syftet som formulerades i rapportens inledning. Efter analysen kommer en diskussion av det som framkommit att föras, diskussionen kommer att leda till slutsatser och rekommendationer där rapportens helhet knyts samman och bildar det underlag och stöd för framtida arbetsmiljöarbete som arbetet är tänkt att leda fram till.

2 Nulägesbeskrivning

Detta kapitel ger en överblick av Volvo Personvagnar som företag. Men det ska även ge läsaren en bild av slutmonteringen och verktyget BME och dess roll i slutmonteringen.

2.1 Företagsbeskrivning

Sedan grundandet har Volvo Personvagnar AB utvecklats till ett av bilvärldens mest välkända varumärken. Volvo Personvagnar AB hade år 2004 cirka 27500 medarbetare, varav runt 20000 arbetar i Sverige. År 2004 hade företaget en omsättning på 104 miljarder kronor och tillverkning i Sverige och Nederländerna samt sammansättning i Malaysia, Thailand och Sydafrika. Volvo Personvagnar AB tillverkade under 2004 cirka 466 000 bilar. Volvos försäljnings- och servicenätverk täckte ett 120-tal länder via cirka 2400 försäljnings- och serviceenheter. (Volvo Personvagnar AB 2005 Fickfakta, 2005)

2.1.1 Historia

År 1915 startade AB SKF i Göteborg produktionen av ett enkelradigt spårkullager med ifyllningsöppning som får namnet Volvo (SKF presentationsmaterial, 2005). AB Volvo, ett dotterbolag till AB SKF, skickade samma år in en ansökan om att få varumärket ”Volvo” registrerat som ett namn för flera olika produkter. År 1924 bestämde sig Assar Gabrielsson och Gustaf Larsson för att påbörja konstruktionen av en svensk bil (Volvo Personvagnar presentationsmaterial, 2005). År 1926 startar AB Volvo produktionen av experimentbilar (SKF presentationsmaterial, 2005). Officiellt sett räknades 1927 – året då den första serietillverkade bilen, ÖV 4, lämnade monteringslinjen i fabriken på Hisingen i Göteborg – som året då Volvo Personvagnar AB startades. De ursprungliga modellerna skapades för att klara utmaningarna från den svenska svåra terrängen och låga temperaturer, framförallt om vintern. Ända sedan dess har hållbarhet varit ett kännetecken för Volvos produkter (Volvo Personvagnar presentationsmaterial, 2005). AB Volvo blev ett självständigt bolag 1935 och samma år introducerades Volvoaktien på Stockholms fondbörs (SKF presentationsmaterial, 2005). Volvo påbörjade 1959 förberedelserna inför en ny personbilsfabrik i Torslanda, utanför Göteborg. År 1954 köpte de 4 000 000 m² mark och byggandet av tillfartsvägar startade. År 1964 invigdes den nya Torslanda-fabriken (Volvo Personvagnar presentationsmaterial, 2005).

Sedan 1999 är Volvo Personvagnar AB ett helägt dotterbolag till Ford Motor Company och ingår i moderbolagets division för högklassiga bilmärken – Premier

Automotive Group (PAG). Volvos största marknad är USA, där säljs var fjärde tillverkad Volvo (Volvo Personvagnar AB 2005 Fickfakta).

2.1.2 Affärsidé, mål, drivkraft och grundvärderingar

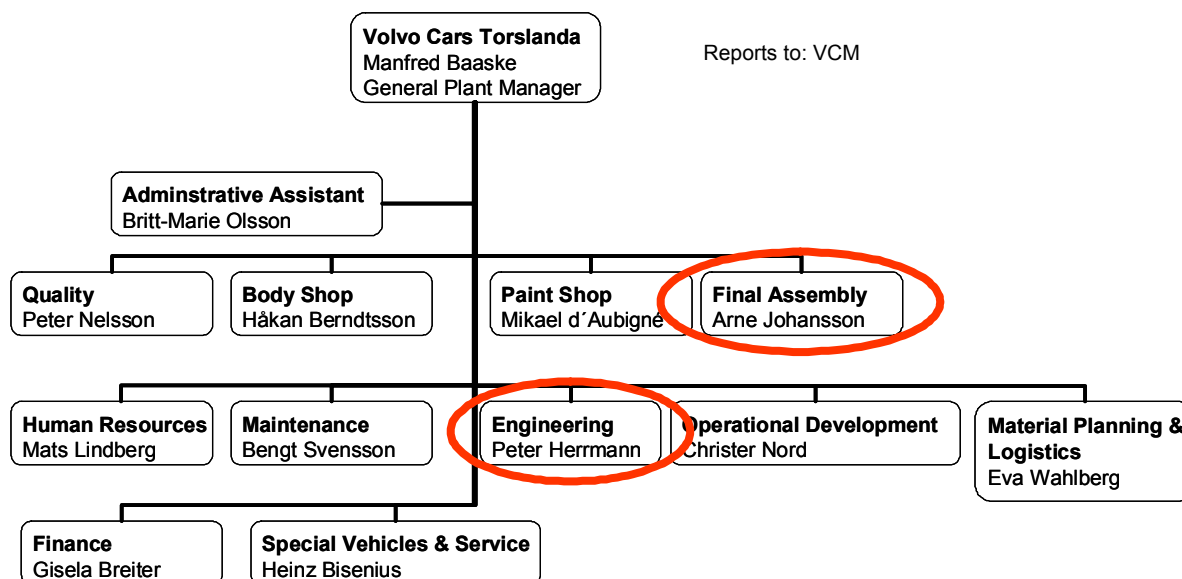
Volvo Personvagnar AB:s vision är att vara världens mest efterfrågade och framgångsrika högklassiga bilmärke. Företagets uppdrag, affärsidé, är formulerad som ”att skapa den säkraste och mest spännande bilupplevelsen för moderna familjer”. För att detta ska vara möjligt är målet formulerat till att Volvo Personvagnar AB ska vara ett av världens tre starkaste högklassiga varumärken på bilmarknaden, för säkerhet innebär detta att företaget ska vara ledande och inom miljöomsorg och kvalitet att Volvo Personvagnar AB ska vara bland de bästa (Volvo Personvagnar presentationsmaterial, 2005).

Företagets filosofi när det gäller de anställda bygger på medarbetarskap, lagarbete och gott ledarskap. Vidare strävar Volvo Personvagnar efter att erbjuda alla medarbetare en god arbetsmiljö, konkurrenskraftiga löner och möjlighet till personlig utveckling. Dessutom ser Volvo Personvagnar vinster i att öka mångfalden bland sina medarbetare eftersom de då kan ta till vara olika erfarenheter och kunskaper och därmed bättre möta kundernas behov (Volvo Personvagnar AB 2005 Fickfakta).

2.2 Volvo i Göteborg

År 2004 tillverkades cirka 182 000 bilar i Volvo Personvagnars produktionsanläggning i Torslanda utanför Göteborg. Anläggningen i Torslanda har kapacitet att tillverka 190 000 bilar per år och där arbetade drygt 5000 av Volvos medarbetare (Volvo Personvagnar AB 2005 Fickfakta, 2005).

VCT var uppdelat i ett flertal områden, däribland Body Shop, Paint Shop och Final Assembly, som utgör själva produktionen av bilen och ett antal stödfunktioner som Quality, Engineering Human Resources och Finance. Hela organisationsschemat återfinns i Figur 2-1.



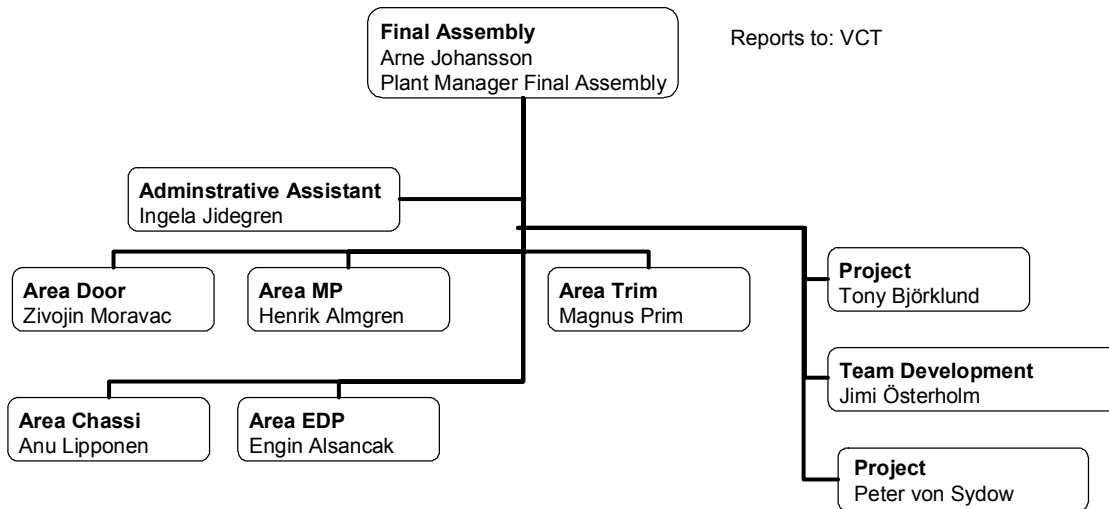
Figur 2-1: Organisationsschema VCT (Volvo internmaterial, 2005)

I Body Shop tillverkades karossen till bilen, Paint Shop var måleriet och i Final Assembly skedde slutmonteringen av bilen. Efter Final Assembly var bilen färdig att distribueras till kund. De områden som kommer att vara en del av examensarbetet är markerade i Figur 2-1. Processteknikerna, som var delaktiga i BME-bedömningen, hörde till Engineering och det var i Final Assembly som BME var aktuellt att utvärdera.

På fabriksområdet i Toroslada låg Monteringsfabriken, TC. Här skedde bland annat slutmonteringen av personbilar. Eftersom det är hur införandet av BME går att koppla till produktivitet och kvalitet i slutmonteringen som examensarbetet skulle utreda följer här en närmare beskrivning av slutmonteringen och verksamheten där.

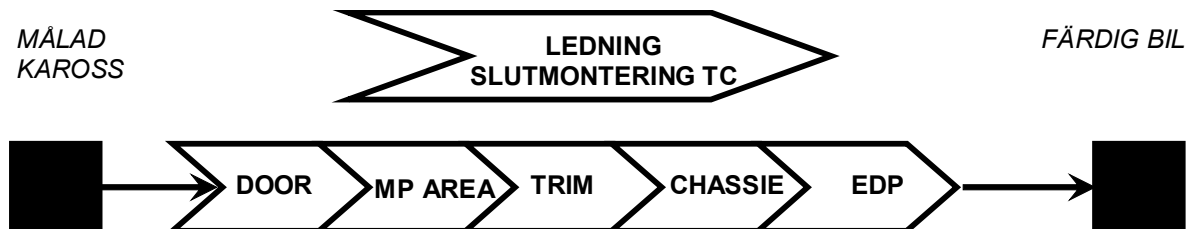
2.2.1 Organisation i slutmonteringen

I slutmonteringen arbetade cirka 2400 personer, exklusive de stöd som arbetade inom stödfunktionerna, och det produceras ungefär 4400 bilar per vecka. Slutmonteringen var uppdelad enligt organisationsschemat i Figur 2-2. Arne Johansson var anläggningschef för slutmontering på VCT.



Figur 2-2: Organisationsschema Final Assembly VCT (Volvo internmaterial, 2005)

Slutmonteringens uppgift var att montera och färdigställa bilen för leverans. De arbetade enligt KLE-strategin (Kvalitet, Leveransprecision och Ekonomi). Genom ett konsekvent och målstyrt arbete försökte VCT säkerställa att kunden fick en total kvalitetsupplevelse av de monterade bilarna. Slutmonteringen var indelad i fem produktverkstadsområden enligt Figur 2-3: Door, MP Area, Trim, Chassie och EDP. MP var en förkortning av *Marriage Point*, där sattes karossen samman med bilens underrede.



Figur 2-3: Flödesschema slutmontering (Volvo internmaterial, 2005)

På EDP utfördes slutkontroll av den färdiga bilen då den hade körts av linan. Där skedde även justeringar om bilen är defekt. Till varje produktverksverkstad var resurser från stödfunktionerna Teknik, Personal, Kvalitet, Driftsäkerhet, Ekonomi och Verksamhetsutveckling knutna.

2.2.2 Produktion

Alla produktion skedde mot kundorder, det fanns alltid en kundorder som initierade att produktionen av en viss bil skull ske. Produktionen i slutmonteringen skedde längs en linan och varianterna förekom blandat, cirka varannan bil var en XC90, 35 procent var V/XC70 och 15 procent var S80. Linan var indelad i fyra produktverkstadsområden: Door, MP Area, Trim och Chassi, Figur 2-3. Produktverkstadsområdena var indelade i avdelningar, som även kallades banavsnitt, det fanns mellan fem och nio banavsnitt inom varje produktverkstadsområde. Ett banavsnitt bestod av ett flertal olika balanser.

En balans var en arbetsstation där operatören utförde ett flertal arbetsmoment. Monteringstiden för de olika arbetsmomenten som ingick i en balans varierade stort, från några sekunder till upp till två minuter. Det vanligaste var att operatören arbetade på varje bil, balansen hade då grad ett och kallades enkelbalans. Arbetade operatören på varannan bil, utförde två personer samma arbetsmoment, men på olika bilar, och balansen var en dubbelbalans. I monteringsfabriken skedde arbetet i två skift, ett fast dagskift och ett fast kvällsskift. Pauser och raster skedde på fasta tider under skiften och då stannade linan.

För varje produktverkstad fanns en produktverkstadschef, PVC, som ansvarade för att leda produktverkstadens. PVC hade även ansvar för att förebyggande och kontinuerligt förbättringsarbete skedde inom produktverkstaden samt att arbetet i produktverkstadsområdet utfördes med rätt ställda krav på arbetsmiljö, skydd och säkerhet.

Varje banavsnitt hade en produktionsledare, PL, per skift. PL fördelade ansvar, befogenhet och etablerade arbetsätt som säkerställde att produkterna och processen uppfyllde ställda krav på kvalitet, leveransprecision och ekonomi. Det var PL som hade ansvar för att arbetet i banavsnittet utfördes enligt gällande lagkrav och direktiv med avseende på arbetsmiljö, skydd och säkerhet.

Som stöd för produktionsledarens i arbetsmiljöarbetet, fanns bland annat Local Manufacturing Engineer, LME. LME, var en tekniker och tillhörde teknikavdelningen. Det ingick i arbetsuppgifterna för LME att ha ansvar för att genomföra balansförändringar och se till att kontinuerlig revision av balanseringen genomfördes samt att delta i arbetet med ergonomi och arbetsmiljö.

2.2.3 Begrepp i slutmonteringen

För att förklara hur arbetet på varje balans skulle utföras fanns en balansinstruktion, BI. I balansinstruktionen stod vilka moment operatören skulle utföra och på vilket sätt. BI beskrev alla moment som skulle utföras på en arbetsstation: montering, kontroll, antal steg för att hämta material och gå tillbaka till bilen samt att kliva in i bilen, det vill säga så väl värdeskapande som icke-värdeskapande aktiviteter. BI skrevs in ett system som kallades BLIX (Balic, 2005).

BI skapades utifrån en Process- och Kontrollinstruktion, PKI. PKI utfördes av beredningen, alltså i det stadium då utveckling av bilmodellen skedde. I PKI definierades moment som montering eller kontroll. Monteringens tidsattes och arbetet var betalt medan kontrollen inte var det, detta för att det är monteringens och inte

kontrollen som tillför bilen värde. Moment som steg, för att hämta material, böjning och förflyttningar tas inte upp i PKI (Balic, 2005).

2.2.4 Produktionsplanering

Förut skedde balanseringen genom att cykeltiden bestämdes efter den tyngsta varianten, vid lättare varianter fick operatören således en extra paus. Därefter kom balanseringen att utföras med sekvensbalansering, på grund av att det var stora skillnader mellan arbetsmomenten som utfördes på olika bilar. För varje station fanns en standardtid och maximal glidning som operatören tilläts utnyttja då varianter kom som krävde mer arbetstid. Cykeltiden på en balans var knappt en minut. En stationslängd fick enligt avtal maximalt vara sju meter, men ofta var stationslängden knappt sex meter, operatören tilläts glida upp till sju meter vid de varianter som krävde mer arbete. I de fall då stationstiden tillsammans med glidningen inte räckte för att operatören skulle hinna med arbetet på bilen stannade banan så länge att operatören hann arbeta färdigt. Detta möjliggjordes av ett så kallat sekvensbalanseringssystem, SBS, där den verkliga stationstiden användes, vilken är variabel. SBS stannade banan antingen för att sju meters regeln inte skulle överskridas eller för att operatören hindrades fysiskt från att fortsätta arbeta. Ett fysiskt hinder kunde vara att banavsnittet tog slut eller att nästa station krävde att arbete utfördes på samma ställe på bilen (Gullstrand, 2005).

Produktionstakten baserades på en 100 procentig prestation, genom avtal hade normprestationen bestämts till 106 procent. Prestationen var lagbaserad och fick totalt under en vecka inte överstiga en 100 procentig beläggning per lag och vecka. För att klara av en normprestation på 106 procent ökades hastigheten på linan och detta medförde att cykeltiden minskade. En variant, på vilken mycket arbete utfördes medförde en högre prestation. Att höja prestationen innebar att operatören fick arbeta i en högre takt. SBS innebar att för mer tidskrävande varianter gick det att stoppa banan för att operatören skulle hinna klart med sina arbetsuppgifter (Amprazis, 2005).

Tidmätningen skedde enligt Methods-Time-Measurment, MTM, där en timma motsvarades av 100 000 Time Measurment Unit, TMU. Produktverkstadsområdet Door hade en grundtakt på 60,0 bilar per timma, stationslängden var satt till 5,5 meter och cykeltiden var 1666 TMU. Door hade en prestation på 106 procent av grundtakten. En prestation över 100 procent innebar att takten på banan ökade och cykeltiden minskade därmed (Palm, 2005).

Ett mått som användes för att bedöma produktivitet var hur den totala tiden var fördelad mellan Task Force 1, TF1, och Task Force 2, TF2. Den tid som togs upp i

PKI var TF1, denna tid var förädlande för slutkunden. Övrig tid som till exempel steg, böjningar och emballagehantering var TF2 – denna tid var inte förädlande för slutkunden (Andersson et al 2003). Målet var att TF1 skulle utgöra 65 till 70 procent av den totala tiden i slutmonteringen (Amprazis, 2005).

2.2.5 Kvalitet på Volvo Cars Torslanda

I kvalitetspolicyn för Volvo Personvagnar nämndes att kvalitet är den grundläggande principen för allt företaget gör. Det var viktigt att alla Volvos produkter och tjänster som skapade bilupplevelsen levde upp till, men helst överträffade, kunds förväntningar. Enligt VCC Kvalitetspolicy eftersträvade företaget att vara världens mest eftertraktade och framgångsrika högklassiga bilmärke. Kundtillfredsställelse var måttet på prestationerna (Volvo internmaterial, 2005).

För att uppnå detta skulle kvalitetsarbete ske inom flera områden. Kundfokusering innebar att vilja förstå nuvarande och framtida kunders behov, för att kunna överträffa deras förväntningar. Medarbetarskap vilket innebar att arbeta passionerat och visa respekt för varandra i en lärande och innovativ miljö. Ledarskap, genom att ledaren utstrålade mod och engagemang i både ord och handling. Processorientering var viktigt, att ständigt förbättra processer och därmed säkra hela värdekedjan och slutligen att det som Volvo Personvagnar erbjöd sina kunder var att skapa en innehållsrik bilupplevelse karakteriserad av hög klass och total rörelsefrihet. Kvalitetsarbetet sker bland annat genom kvalitetssäkrad produktutveckling, kvalitetssystem i produktionen, kontinuerlig uppföljning av nybilsköp samt interna kvalitetsforum (Volvo internmaterial, 2005).

BSAQ, var en agenda som skulle prioritera aktuella kvalitetsärenden inom såväl kund- som produktkvalitet. BSAQ var bland annat ett IT-system, kundproblem som kom in genom kundmätningar fick en kod som beskrev det område på bilen och felsymptomen som kunden hade anmärkt på. Genom att använda koden i flera system, som garanti- och auditsystem, kunde prioriteringar tas fram för i vilken ordning problemen skulle prioriteras. De områden som hade flest kundklagomål jämfördes med interna mätningar och var sedan prioriterade områden i systemet. På detta sätt prioriterades kvalitetsärenden så att de var direkt länkade till kundens problem. Utöver IT-systemet var tvärfunktionella grupper en av de stora förutsättningarna för att kvalitetsarbetet skulle fungera (VCT-nytt, 2005).

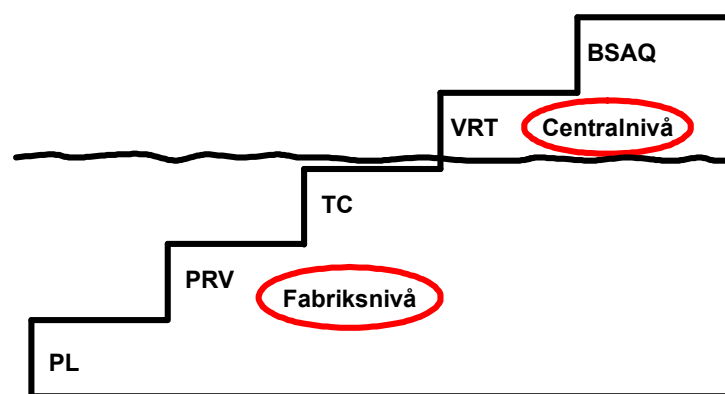
BSAQ var en del av Volvo Cars Manufacturing System (VCMS). VCMS syftade till att skapa ett enhetligt produktionssystem. Inom Volvo Car Manufacturing fanns mer eller mindre unika verksamhetsprocesser, system, metoder och IT-lösningar i de olika

fabrikerna. Målet var att utveckla och implementera ett produktionssystem som baserades på ”bästa metod” och var resurssnålt, flexibelt och processororienterat. För att hitta den bästa metoden att arbeta enligt jämfördes samtliga fabriker inom Volvo Car Manufacturing med dem som var bäst inom branschen eller visst verksamhetsområde. Jämförelsen skedde dels inom Volvo Car Manufacturing, med Ford Production System, övriga bilbranschen, men dels även utanför bilbranschen. Införandet av VCMS var ett sätt att skapa ett produktionssystem som påminde om Toyota Production System. Toyota var det mest framgångsrika företaget inom bilbranschen och det fanns mycket att lära från deras verksamhet. Ett viktigt inslag hos Toyota är Lean Thinking och även detta sätt att tänka kom att präglade VCMS (Internmaterial Volvo, 2005).

2.2.6 Kvalitetsarbete och kvalitetsmätning

På Volvo Cars Torslanda arbetade alla med kvalitet. I produktionen löste produktionslagen själva de problem som uppstod med bland annat ”5 Varför” och ”Blå Mappar”. Problem som inte kunde lösas av produktionslagen, styrdes in till stödfunktionerna, exempelvis Teknik eller Logistik. ”5 Varför” gick ut på att fem gånger fråga varför problemet uppstod. ”Blå Mappar” var en metod för problemlösning och förbättring som byggde på DMAIC processen, Define, Measure, Analyse, Improve och Control. För metoden fanns en folder med frågor för de olika områdena samt förslag på verktyg som kunde användas. Mer svårlösta problem kunde lyftas upp till Black-Belt projekt, problemlösningen där följde också DMAIC (Rejmann, 2005).

Kvaliteten följdes upp på möten, på olika nivåer i verksamheten. Nivåerna kunde beskrivas som en eskaleringsmodell, Figur 2-4, för hur kvalitetsärenden skulle bearbetas.



Figur 2-4: Eskaleringsmodell Kvalitet (Rejmann, 2005)

Om en nivå, till exempel produktionsledaren, PL, hade ett problem som var för stort för att lösas på avdelningsnivå kunde problemet lyftas upp en nivå till

produktverkstadsområdet, PRV som i sin tur kunde lyfta problemen till fabriksnivå, TC. Variations Reducerings Team (VRT), och Balanced Single Agenda for Quality (BSAQ), var de översta nivåerna i modellen och fungerade centralt över hela Volvo Cars Torslanda (Rejmann, 2005).

Kvalitet mättes som fel per bil. De kvalitetsproblem som fanns i slutmonteringen rörde bland annat felmontering, att fel detalj monterades, att viss detalj glömdes bort vid montering, skador samt elfel på grund av problem med kontakter vid monteringen. Det fanns flera orsaker till kvalitetsfel i produktion. En orsak kunde vara att rutinerna inte följdes vid arbetet i slutmonteringen, till exempel användes egna alternativ till balansinstruktionen istället för de givna. I vissa fall orsakades fel av att det saknades bra förutsättningar för att operatören skulle kunna utföra ett bra arbete (Rejmann, 2005).

Eftersom monteringen skedde manuellt och en del av kontrollen var visuell var risken för fel hög. Kvalitetssäkring skedde exempelvis också genom dragare med övervakningssystem, olika Poka-Yoke sensorer och streckkodsläsare. En del av problemen i slutmonteringen initierade uppstarten av Black-Belt projekt, dessa projekt drev problemlösning av komplexa problem med hjälp av Six Sigma-metodik. För att upptäcka problemen i slutmonteringen tidigare infördes kontrollstationer där kontrollanter sökte efter specifika fel. Dock upptäcktes inte alla fel. Det gick inte att kontrollera allt, felet kunde vara inbyggt till exempel bakom en panel, samt att kapaciteten vid kontrollstationerna var begränsad. Kontrollstationerna var en tillfällig åtgärd. De skulle inte användas som permanent kvalitetssäkringsmetod, utan mer som ett verktyg i kvalitetssäkringsarbetet (Rejmann, 2005).

2.2.7 Arbetsmiljöarbete

Startskottet för arbetsmiljöarbetet på Volvo Torslanda kom 1999. Skyddsorganisationen gjorde då en anmälan till Arbetsmiljöverket eftersom företaget inte gjorde riskbedömningar innan förändringar genomfördes. Volvo var tvungen att ändra sina rutiner kring arbetsmiljöarbetet. Ett systematiskt arbetsmiljöarbete startades upp, dels med en grindstruktur och dels med en hierarkisk struktur efter vilken frågorna skulle diskuteras (Kanhede, Rebelos Da Silva, 2005).

Arbetsmiljö kunde ibland vara lätt att mäta, till exempel bullernivå och utsläpp, och det fanns gränsvärden för vad som var acceptabelt eller skadligt. När det gällde mjuka värden, att bedöma hur ett visst arbete kändes för en person, var det betydligt svårare att hitta lämpliga mått och utföra mätningar (Kanhede, 2005). Att arbeta som operatör inom bilindustrin var fysiskt ansträngande och monotont. Skyddsorganisationen var

väl medveten om att det fanns ergonomiska brister och från företagets sida var det endast ergonomer som kunde bedöma den belastningsergonomiska arbetsmiljön. Det tog tid för ergonomerna att utföra bedömningar och det behövdes metoder för att enkelt kunna bedöma balanserna. Olika metoder för bedömningar, som ErgoSam och Vidar, studerades. Slutligen växte BME fram, ett verktyg som skulle användas av företaget och skyddsorganisationen gemensamt för att utföra bedömningarna av ergonomin (Rebelos Da Silva, 2005).

Arbetsmiljöarbetet skedde på fyra nivåer. Inom varje banavsnitt skedde arbetsmiljöarbetet i en Arbetsmiljösäkringsgrupp (ASG) som bestod av produktionsledare, skyddsombud och LME. ASG var en arbetsgrupp där produktionsledaren hade ansvar för att driva arbetet med arbetsmiljöbrister. Gruppen skulle följa upp arbetsmiljöarbetet, dokumentera risker och genomföra förbättringar så att en tillfredsställande arbetsmiljö kunde uppnås. ASG bevakade arbetsmiljöfrågor på det egna banavsnittet och ASG-möten skulle hållas på lokal nivå. Inför ASG-mötet skulle produktionsledaren kalla LME och lokalt skyddsombud, vid behov kallades även personer med speciell kompetens såsom ergonom och produktionsrepresentanter. Agendan för ASG-möte skulle innehålla arbetsmiljöronder, arbetsskador, tillbud, handlingsplan och förändringar. Om det förekom brister i arbetsmiljön skulle en handlingsplan upprättas. ASG-möte skulle hållas minst två gånger per månad för att få kontinuitet i arbetsmiljöarbetet (Intern dokumentation, Amprazis, 2005).

Vid större förändringar av process, produkt och metod skulle LME informera om den tänkta förändringen på ASG-möte. Representanter i ASG skulle bedöma om det fanns risk för ohälsa eller olycksfall beträffande arbetsmiljö. I protokollet från ASG-mötet skulle det framgå om förändringen innebar en risk eller ej. Om en risk för ohälsa eller olycksfall förekom skulle riskbedömningen ske på SAMA-blankett. Vid större förändringar skulle produktionsledare och skyddsombud gå igenom arbetsmiljöchecklistan (Intern dokumentation, Amprazis, 2005).

Produktionsledaren skulle presentera sina handlingsplaner för Skydds- och Miljögruppen (SMG). I SMG var det produktionsverkstadschefen som sammankallande mötet och var ordförande. Punkten lyftes upp från ASG till produktverkstadschefen, alltså till SMG, efter tre månader. Produktverkstadschefen hade ansvaret för att driva arbetet arbetsmiljöbrister i sin handlingsplan. Genom sin handlingsplan skulle produktverkstadschefen kontrollera hur arbetsmiljöarbetet i ASG fortskred. Efter tre månader i SMG lyftes punkten upp till den Lokala Skyddskommittén (LSK). LSK drev de punkter där tidigare arbetsgrupper inte

lyckades lösa arbetsmiljöbrister. Slutligen kunde en punkt lyftas från LSK till Skyddskommittén (Intern dokumentation, Amprazis, 2005).

2.2.8 Arbetsskador

Enligt sjukgymnast på företagshälsovården, var det mycket arbetsskador som rörde handleder, armbågar och ländrygg, men framförallt axlar/skuldror. Under första halvåret av 2005 rörde knappt en fjärdedel av nybesöken hos företagshälsovårdens sjukgymnast skador i axlar/skuldra, 26 procent sökte för problem med handled och 20 procent sökte för problem med ländrygg.

2.2.9 Lagutveckling

Volym- och resultatmässigt var 80-talet mycket framgångsrikt för Volvo Personvagnar AB. Produktionen var hög och alla bilar som producerades var sålda redan innan de rullade av banan. Fokus var på att producera hög volym och detta ledde till att fokus försvann från kvalitet och produktivitet. I början av 90-talet blev det en kraftig konjunkturedgång och Torslandafabriken låg långt efter många av sina konkurrenter vad gällde kvalitet och effektivitet.

Konjunkturläget krävde att ett omfattande förbättrings- och förändringsarbete startades upp. En viktig del i det arbetet var KLE-strategin, där K stod för kvalitet, L för leveransprecision och E för ekonomi. Ordningsföljden markerade även vilket som var prioritet. Utan kvalitet gick det inte att nå leveransprecision och både kvalitet och leveransprecision var en förutsättning för att få ekonomi i verksamheten. Arbetet med lagutveckling skedde enligt KLE-strategin och 1995 utsågs Volvo Personvagnar AB:s fabrik i Torslanda till den tredje bästa bilfabriken i Europa när det gällde kundtillfredsställelse.

KLE-strategin grundades på kunddrivning, helhetssyn, målstyrning, enkelhet, jämförelse och ständiga förbättringar. Kvalitet, logistik, drift, ekonomi, personal och teknik var stödresurser som fanns tillgå för att nå resultat i K, L och E. Stegen för målstyrd kvalitet var grundförutsättningar: att kunna utföra arbetet, att kunna kvalitetssäkra arbetet, insamling av fakta, problemlösning och ständiga förbättringar (Österholm, Volvo internmaterial, 2005).

2.3 BME – BeräkningsModell Ergonomi

Det behövdes ett verktyg för att på ett praktiskt, systematiskt och enkelt sätt identifiera och bedöma belastningsergonomiskt riskfyllda arbeten eller situationer som kunde användas gemensamt av företaget och skyddsorganisationen. VCT utvecklade därför en modell som åskådliggjorde arbetsförhållandet dels för arbetsmomentet, dels för

varje balans och dels för banavsnittet där balanserna ingår. Med hjälp av modellen kunde en första indikation om ett visst arbete innebar hälsofarlig fysisk belastning fås och därmed ett första underlag för eventuella åtgärder. Beskrivningen av BME utgår från den utbildningsinformation som fanns om beräkningsmodellen (Amprazis, 2005) samt från deltagande vid utförandet av bedömningar. Eftersom det material som Volvo Personvagnar AB har tagit fram för BME inte var offentligt, kommer teori om beräkningsmodellen enbart att presenteras översiktligt.

BME presenterar information om arbetsmiljöförhållanden visuellt genom färgkodning i grönt, gult och rött och utgår från tre faktorer: arbetsställning, kraft/vikt och frekvens. Ett arbetsmoment som enligt gällande standard har skadlig inverkan på kroppen om det förekommer längre stunder klassificeras som röda, dessa moment benämns även som belastningstunga arbetsmoment. Om arbetsmoment inte har någon skadlig inverkan på kroppen, klassificeras det som grönt, ett lätt arbetsmoment. De moment som kan ha en skadlig inverkan om de förekommer ofta klassificeras som gula arbetsmoment. Slutligen sammanställs resultaten av bedömningarna av de olika balanserna, vilket ger avdelningen en möjlighet att ändra sina arbetsrotationer beroende på balansernas tyngd. För de balanser som är röda ska handlingsplan finnas för hur arbetet ska förbättras, om så är möjligt. (Amprazis, 2005)

2.3.1 Bedömningens utförande

Bedömningen utförs av banavsnittets skyddsombud, och Local Manufacturing Engineer (LME). Skyddsombud och LME går igenom de balanser som har förändrats eller har tillkommit samt kan om invändningar finns på tidigare bedömningar kontrollera om dessa har utförts korrekt. Bedömningen protokollförs i Belastningsergonomisk dokumentation, BED. Det som skyddsombud och LME ska ta ställning till under bedömningen är hur många procent en variant, bilmodell, vanligen förekommer, hur många moment som utförs, arbetsställningen och vilken kraft som krävs för att utföra arbetsmomentet, om arbetsmomentet sker statiskt samt vilken kroppsdel som arbetsmomentet är tyngst för.

Skyddsombudet, som arbetar på banavsnittet, har kunskap om balanserna och vet hur dessa ska utföras. BME kan inte ta hänsyn till om en operatör utför arbetsmoment felaktigt, utan den bedömer hur tungt ett korrekt utfört moment är. Det är viktigt att bedömningen sker vid balanserna och inte direkt vid datorn. För att kunna utföra en korrekt bedömning så måste den ske där monteringsarbetet utförs, annars kan inte för skyddsombud och LME att studera och själva prova momenten om det skulle uppstå oklarheter eller oenighet om klassificeringen. Vid bedömningen ska skyddsombud och LME tillsammans bedöma arbetsmomenten. Skyddsombudet och LME måste båda

vara med vid bedömningen för att den inte ska präglas för mycket av hur skyddsorganisationen respektive företaget resonerar.

2.3.2 Förutsättningar vid BME-bedömning

För att skyddsombud och LME ska kunna utföra bedömning med hjälp av BME måste de ha kunskaper i ergonomi. De krav som ställs på den som ska få utföra bedömning är gedigen ergonomiutbildning, gedigen kunskap om Volvos standard om belastnings-ergonomiska krav samt gedigen utbildning i BME. Ergonomi- och BME-utbildning sker på Volvo Personvagnar utav företagshälsovården och tekniskspecialist inom ergonomi.

Vid bedömning av en balans bör balansen delas upp i så små delar som möjligt för att kunna få en bra bedömning av alla arbetsmoment. Storleken, tidsåtgången, på de olika momenten bör vara lika stora. Det är också viktigt att bedömningen innefattar en hel sekvens, det vill säga att alla moment i balansinstruktionen ingår. Momenten som tas upp i BME-bedömning är de moment som finns i balansinstruktionen, förutom steg för förflyttning mellan bil och materialförvaring. Förflyttning för att hämta material ska tas upp i BME-bedömningen om operatören bär mycket eller tungt material, då förflyttningen på grund av bördan utgör en belastning för kroppen. Vid BME-bedömningen bedöms även moment som innebär att operatören måste kliva in i bilen. De moment som bedöms i BME är de värdehöjande, alltså när arbete utförs som tillför bilen värde. Att montera en skruv tillför bilen värde, då det är steg närmare en färdig bil, medan transporten från bilen till förvaringen av skruven och tillbaka inte tillför bilen värde. Om skruven förvarats närmare bilen hade den gått snabbare att bygga.

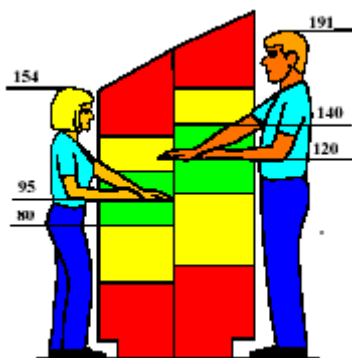
För att bedömningen ska spegla verkligheten är det viktigt att operatören följer instruktionerna i balansinstruktionen. En van operatör kan arbeta i en snabbare takt för att tjäna lite extra vila mellan bilarna, detta kan medföra att operatören arbetar i felaktiga arbetsställningar som medför ökad belastning på kroppen. Om bedömningen utgår från hur operatören gör istället för hur den ska göra kan bedömningen av situationen bli felaktig, det finns risk för övervärdering. Om det är svårt att avgöra graden av skadlighet hos den enskilda arbetsställningen, används den dominerande arbetsställningen som påverkar belastningen mer än de andra, det vill säga den ställning som är vanligast förekommande under arbetsdagen eller den som innebär extrema lägen.

2.3.3 Bedömningsgrund

Vid bedömning av arbetsställning enligt BME studeras arbetshöjd, arbetsavstånd, ryggens aktivitet, nackens aktivitet samt läge för axel och handled. Det finns dessutom

en rad arbetsställningar så som huksittande, höftsittande, kliv och arbete i sluttande plan vilka klassificeras som rent olämpliga.

En fast arbetshöjd kan inte passa alla och att kunna anpassa arbetshöjden till individen är därför ett krav för att kunna förbättra belastningsergonomin. Låg arbetshöjd medföra ofta ländryggsproblem medan hög arbetshöjd kan leda till problem med nacke och skuldror. Utsätts operatören för andra belastande faktorer än olämplig arbetshöjd ökar den skadliga effekten. Allmänt kan sägas att en bra arbetshöjd är en upprätt stående ställning som varken kräver krökt rygg eller belastar nacke och skuldror. I Figur 2-5 visas hur lämplig arbetshöjd är beroende av operatörens längd.



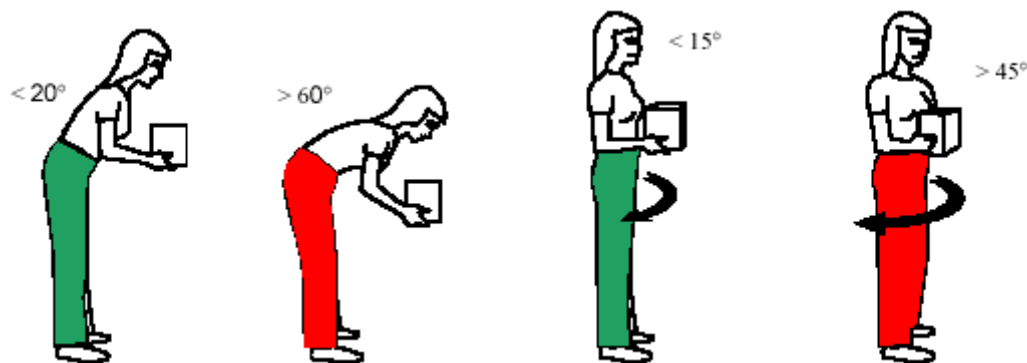
Figur 2-5: Arbetshöjd (Amprazis, 2005)

Arbetsavståndet är mycket avgörande för belastningen på kroppen. Arbetsavståndet har betydelse för hur effektivt operatören kan gripa efter något. Människan griper mest effektivt nära kroppen i armbågshöjd. Kroppslängden är avgörande för räckvidden. Vid stående arbete är räckvidden något större än vid sittande, men oavsett ställning är arbetsavståndet avgörande för belastningens storlek på skulderregion och ländrygg. Att kunna luta arbetsobjektet kan effektivt minska arbetsavståndet. Figur 2-6 visar hur ökat arbetsavståndet ökar belastningen på kroppen.



Figur 2-6: Arbetsavstånd (Amprazis, 2005)

För ryggen är det böjning och vridning åt sidorna som utgör belastning. Ju kraftigare rörelsen är desto sämre är arbetsställningen, Figur 2-7.



Figur 2-7: Rygg böjning/vridning (Amprazis, 2005)

För arbeten där nacken ansträngs finns tre rörelser som bedöms med BME. Rörelserna är böjning av nacken framåt respektive bakåt, samt sidoböjning och sidovridning. Vid belastning som anstränger axlarna sker bedömning utifrån armrörelselöft framåt och åt sidan. Arbete där handlederna används bedöms efter hur mycket de böjs.

Hur stor kraft som måste tillföras för att utföra ett arbetsmoment är en del av den totala bedömningen av den belastningsergonomiska situationen. Vid bedömningen görs skillnad på kraft och vikt. Kraft definieras som den tryck- eller dragkraft en operatör måste tillföra ett objekt vid en monteringsituation. Vikt definieras som den massa operatören måste förflytta under arbetsmomentet.

Arbeten som kräver drag- eller skjutrörelser på ett arbetsobjekt (tillförd dragkraft eller tryckkraft) delas in i momentana och kontinuerliga moment, där de momentana arbetsmomenten tillåter större krafter. Bedömningen sker efter olika premisser beroende på om det är hela handen som utför momentet eller om det endast är ett eller flera fingrar som gör det. Om operatören greppar ett föremål med över-, under- eller tvåhandsgrepp påverkar hur mycket operatören kan lyfta, vid tvåhandsgrepp kan operatören lyfta som tyngst.

Den tredje, och sista, faktorn som studeras vid bedömningen är frekvensen som arbetsmomentet återkommer med. Frekvensen påverkas av takten på banan, vilken exposition operatören utsätts för under skiftet samt hur ofta arbetsmomentet återkommer. Vid till exempel fastsättning av skruvar kan detta ske i en sekvens som bedöms som flera moment. Eftersom antalet moment påverkar frekvensen är det viktigt att alla skruvar räknas med i samma arbetsmoment, annars kommer värdet för frekvensen att undervärderas. Av samma anledning ska inte heller de olika varianterna delas upp om samma moment utförs på olika varianter. Modellen tar även hänsyn till vilken grad balansen har, vilket påverkar frekvensen med vilket ett moment återkommer. Med högre balansgrad fås en lägre frekvens.

Avgörande för klassificeringen av frekvensen är även arbetsställningen. Om arbetsställningen är klassad som röd kommer frekvensen att klassas som röd tidigare än om arbetsställningen vore klassade som grön. Om arbetet är statistiskt, istället för repetitivt, anges hur många sekunder det är statistiskt, om det statistiska arbetet bedöms som tyngre än frekvensen, ligger det statistiska arbetet till grund för klassificeringen av frekvens.

2.3.4 Klassificering

Vid BME-bedömningen tilldelas arbetsmomentet ett värde mellan ett och tre för vardera faktorn arbetsställning, kraft och vikt. Att bedöma arbetsmomentet med ett värde ger en finare nyans i bedömningen än att den som färgerna grön, gul och röd ger. Den totala bedömningen av den belastningsergonomiska situationen för ett arbetsmoment beräknas som produkten av arbetsställning, kraft och frekvens, produkten kallas kubvärde.

Kubvärdet kan variera mellan 1 och 27, och ett kubvärde på 27 betyder att arbetsmomentet är högbelastande med avseende på arbetsställning, vikt- eller kraftkrav samt repetitiviteten. Värdena för de enskilda faktorerna är i sig viktiga, men de är också beroende av de andra faktorerna. Exempelvis kan kraftkraven för ett arbetsmoment vara höga sett ur ett belastningsergonomiskt perspektiv, medan arbetsställning och frekvens anses vara låga och därmed kan de höga kraftkraven vara acceptabla. Kubvärdena för de olika arbetsmomenten viktas samman till ett kubvärde för vardera bilmodellen som går igenom balansen. Vid den totala bedömningen av balansen beror kubvärdet även på vilken beläggningsgraden är på balansen.

2.3.5 Modellens begränsningar

Modellen är en förenkling av verkligheten och tar inte hänsyn till alla de faktorer som kan orsaka belastningsbesvär. Modellen tar endast hänsyn till tre faktorer: arbetsställning, kraft/vikt och frekvens. På grund av detta går det inte att göra heltäckande bedömningar, BME tar till exempel inte hänsyn till hur operatören trivs på sitt arbete, om den upplever stress etcetera. Modellens resultat kan inte ses som exakt, men ger bra vägledning för att kunna tjäna som utgångspunkt för arbetsmiljöarbetet.

Det förekommer en risk för att såväl under- som övervärdera resultaten av BME-bedömningen om modellen tillämpas okritiskt. Fler faktorer, än de som tidigare nämnts, som exempelvis hur varje enskild kroppsdel belastas i ett balansavsnitt inverkar också på den belastningsergonomiska situationen för operatören.

3 Metodbeskrivning

Här ges beskrivning av hur examensarbetet har genomförts. I detta kapitel behandlas även felkällor.

3.1 Genomförande

Examensarbetet genomfördes i fem steg: planering, litteraturstudie, datainsamling, problemanalys, diskussion och handlingsplan, vilken innehåller slutsatser och rekommendationer. Nedan följer en mer ingående beskrivning av de olika delarna.

3.1.1 Planering av uppgiften

De första veckorna på Volvo användes för att sätta sig in i vilken roll BME hade. Dessutom introducerades hur slutmonteringen var upplagd och vilken roll de olika aktörerna hade samt var och hur behövlig data kunde samlas in.Handledare för examensarbetet från Volvo, Joakim Amprazis, och Linköpings tekniska högskola, professor Jörgen Eklund, bistod med stöd för att specificera och avgränsa uppgiften för att examensarbetet skulle ses som realistiskt och genomförbart.

Som en del i att förstå verksamheten besöktes ASG- och SMG-möten. Dessa möten gav en bild av hur det systematiska arbetsmiljöarbetet bedrevs och hur BME användes som ett verktyg. På ASG-möten diskuterades bland annat tänkta förändringar och hur de skulle komma att påverka operatörens arbete.

3.1.2 Datainsamling

Datainsamlingen utfördes framförallt genom att utnyttja det datasystem som användes vid felrapportering, Eifel, och genom de BME-bedömningar som hade utförts. Dessutom togs kontakt med berörd personal och intervjuer med personer som hade insikt om BME genomfördes. Material införskaffades även genom Volvos interna nätverk samt till viss del från Internet.

För att bedöma hur kvalitet och belastningsergonomi förhöll sig till varandra utfördes intervjuer med operatörer och LME för att inhämta kunskap om vilka moment som upplevdes och bedömdes som belastningstunga.

Vid bedömning av förhållandet mellan produktivitet och belastningsergonomi användes information från de BME-bedömningar som har utförts. Intervjuer med LME och handledare från Volvo användes som stöd för att förstå och kunna tolka resultaten rätt. För att bedöma utvecklingen av produktivitet studerades även interna sammanställningar med mått, som från intervjuer, framkommit som intressant.

3.1.3 Litteraturstudier

I samband med litteraturstudien studerades material angående hur arbetsmiljö och belastningsergonomi påverkade personal samt vilken koppling dessa hade till kvalitet och produktivitet. Den teoretiska referensram som studien låg till grund för, användes för att få fram de resonemang som framkom i analysen. Litteraturstudien skulle även ha funktionen att läsaren på ett enkelt och överskådligt sätt kunde införskaffa sig de övergripande teoretiska kunskaper som krävdes för att få ut så mycket som möjligt av rapporten.

3.1.4 Problemanalys, diskussion samt handlingsplan

I problemanalysen undersöktes det nuläge som VCT:s slutmonteringen befann sig i med utgångspunkt från insamlade data och genomgången teori. Analys och den följande diskussionen som utfördes var tänkt att användas som underlag för att kunna genomföra framtida förbättringar i produktionen för att främja såväl kvalitet, produktivitet som arbetsmiljö.

3.2 Metod för datainsamlingen

Eftersom analysen och resultatet till stor del byggde på datainsamlingen beskrivs här mer ingående hur datainsamlingen skedde för att kunna bedöma belastningsergonomins koppling till kvalitet och produktivitet.

3.2.1 Kvalitet

För att kontrollera beräkningsmodellens validitet sattes statistik över fel och brister i slutmonteringen i relation till kubvärdet för arbetsmomentet där felet uppkom. Det var även av intresse att studera vilka balanser som upplevdes som tunga av operatörerna och vilka som var belastningstunga enligt BME.

För att datainsamlingen och bearbetning av data skulle vara realistisk att utföra under den begränsade tiden begränsades datainsamlingen till fem banavsnitt som togs fram genom lottning. De framlottade banavsnitten var 1:01, 1:1, 1:2A, 1:4 och 1:52. Dessa banavsnitt representerade de fyra olika produktverkstadsområdena Door, MP Area, Trim och Chassie vilka var de produktverkstadsområden som hörde till produktionslinan. Tre banavsnitt togs inte med i lottningen (Loop A, Loop B och Inre Front), då dessa avsnitt var så kallad senioravsnitt, de hade en takt på 75 procent av den ordinarie, då BME infördes.

För att få fram information om vilka moment som upplevdes som svåra att utföra för operatören intervjuades en erfaren instruktör/handledare från vardera av de framlottade områdena. Även banavsnittets LME intervjuades för att få information om

vilka moment som var belastningstunga enligt aktuell BME-bedömning. De frågor som ställdes till operatörerna var:

- Vilka moment eller komponenter är mest krävande fysiskt (tunga, besvärliga eller med obekväm arbetsställning)?
- Vilka moment eller komponenter är svårast att montera eller har sämst passform, det vill säga kräver tryckning, dragning, vridning eller hårda slag för att hamna rätt?
- Vilka moment eller komponenter är det mest troligt kan strula?
- Vilka momentet eller komponenter är det troligast orsakar problem som sedan kräver extra tid för korrigerings?
- Vilka moment eller komponenter kräver extra kraft och därmed extra tid vid montering?

Därefter togs statistik från felrapporteringsystemet Eifel fram för banavsnitten och felen kopplades till det arbetsmoment där defekten uppkom. Felrapporteringsstatistik studerades för perioden vecka 20 till vecka 25 år 2005. Att insamlingen av data inte skedde från en senare period berodde på att det efter semestern sattes in kontrollstationer där vissa fel upptäcktes, men inte rapporterades in i Eifel.

3.2.2 Produktivitet

Ett sätt att studera hur produktiviteten var direkt kopplad till belastningsergonomin var att se om det gick att finna ett samband mellan en balans beläggningsgrad och dess kubvärde. Därefter kunde de BME-bedömningar som hade genomförts sedan införandet studeras för att se hur beläggningsgraden förändrades i förhållande till förändring i kubvärdet.

LME strävade efter 100 procent beläggning på samtliga balanser, men på grund av att hänsyn även togs till belastningsergonomin samt till momentens precedensordning så uppstod balanseringsförluster. För att få en tydlig bild av hur arbetet med balansering gick till utfördes intervjuer med erfarna LME. Dessa intervjuer behandlade hur LME arbetade för att hitta en avvägning mellan produktivitet/beläggningsgrad och den belastningsergonomiska situationen för operatören. De frågor som ställdes till teknikerna var:

- Hur sker balanseringen av ett banavsnitt?
- Finns det arbetsmoment/balanser som orsakar problem och därför tilldelas extra tid i monteringen?
- Hur tänker du när du väger produktivitet mot ergonomi?

- Finns det några balanser/arbetsmoment där avvägningen har varit svår?

Intervjuer genomfördes med de LME som lottades fram från datainsamling i kvalitet. Att använda samma banavsnitt medförde tydligare insikt och fullständigare kunskap om de framlottade banavsnitten.

BME skulle också kunna ha en indirekt påverkan på produktiviteten genom att beräkningsmodellen var ett verktyg som användes för att bedöma vilka effekter en förändring hade på belastningsergonomin. Ett argument för att kunna genomföra produktivitetshöjande förändringar var att denna förändring inte medförde så stora negativa effekter på belastningsergonomin att arbetsmiljön för operatören försämrades.

Utvärderingen av indirekt påverkan skedde kvalitativt genom intervjuer med personer som hade kunskap om produktivitetshöjningar samt om hur BME var en del av processen kring genomförandet av förändringar. Intervjuerna hade även till syfte att försöka belysa var fokus låg vid balansering. För ett ha ett kvalitativt mått på hur produktiviteten förändrades studerades bland annat den förädlade tiden och bantakt.

3.3 Felkällor

Här följer en analys av de felkällor som misstänktes kunna påverka resultatet av rapporten, samt vilka försök som gjordes för att minimera dessa. Det är framförallt inom datainsamlingen som felkällor antogs uppkomma.

3.3.1 Datainsamling

En risk när datainsamling skedde genom intervjuer var att missförstånd uppkom mellan intervjuaren och den som blir intervjuad. För att minimera denna risk fördes anteckningar genom hela intervjun och materialet bearbetades direkt efter intervjun. Om det under bearbetningen av materialet uppstod oklarheter, kontaktades den intervjuade igen. Fel kunde också uppkomma då en intervju kunde ge en subjektiv beskrivning, för att undgå detta problem hölls intervjuer med personer som hade olika intresse i frågorna.

När det gällde datainsamlingen från datasystemet Eifel var det en stor brist att inrapporteringsgraden var låg. Vad gällde den risken var det viktigt att vara medveten om att de fel som har rapporterats in antagligen är en underdrift av den verkliga situationen. Även bedömningarnas riktighet är osäker, dessa utfördes av LME och skyddsombud med skiftande erfarenhet och utbildning. För att kunna tolka resultatet av BME-bedömningarna rätt var handledaren från Volvo en viktig hjälp vid oklarheter.

4 Teoretisk referensram

Kapitlet om referensram tar upp och behandlar relevanta teorier som är viktiga för resonemang och diskussioner i uppsatsens analysdel. Kapitlet ska även öka läsarens förståelse för de områden examensarbetet behandlar.

4.1 Arbetsmiljö

Samhällets reglering av arbetsmiljön och arbetsmiljöarbetet sker i tre steg. Steg ett är lagar antagna av riksdagen, viktigast är arbetsmiljölagen (AML). AML tar upp ett antal delområden och anger generella krav för arbetsmiljön. Nästa steg utgörs av förordningar som är utfärdade av regeringen. Det tredje steget utgörs av regler från Arbetskyddsstyrelsen (ASS). Sedan 2001 är ASS ombildat till Arbetsmiljöverket (AV). AV meddelar allmänna råd, men även föreskrifter som är bindande. Föreskrifterna innehåller regler om lägsta tillåtna arbetsmiljöstandard (Nationalencyklopedins internetjänst). Författningssamlingen AFS 1998:1 gäller de belastningsergonomiska förhållandena i arbetet och AFS 2001:1 behandlar systematiskt arbetsmiljöarbete.

Arbetsmiljö kan definieras som de faktorer i omgivningen som påverkar en människas arbetsprestation och välfärd på kort eller lång sikt. En god arbetsmiljö främjar en god arbetsprestation på både kort och lång sikt. Utifrån detta antagande har arbetsmiljön en direkt betydelse ur ett ekonomiskt och socialt perspektiv, liksom ur ett individuellt, organisatoriskt och samhällsperspektiv (Gröijer & Liukkonen, 1990). Arbetsmiljö omfattar allt som påverkar en människa i arbetet (AML 1:5).

Den väsentliga uppgiften vid arbete med arbetsmiljöfrågor är att förebygga, det vill säga att medverka till skapandet av arbetsförhållanden som stimulerar till utförandet av ett bra arbete, utvecklar den egna förmågan och som inte utsätter människan för risker. Människan påverkas av fysiska faktorer, såsom luft, ljud, kemikalier, utrustning och psykiska faktorer som till exempel arbetsuppgifter som ställer för höga krav. Även de sociala behoven ingår som en viktig del i arbetsmiljön: i arbete ges tillfälle till utveckling, ny kunskap och gemenskap med arbetskamrater. För att kunna skapa en bra arbetsmiljö krävs kunskap inom ett flertal områden. Arbetsförhållandena förändras ständigt genom ny teknik, förändrade ekonomiska förutsättningar och att personal slutar och nyanställs. Alla dessa förändringar inverkar på arbetsmiljön, för att behålla en bra arbetsmiljö är det viktigt att arbeta med den kontinuerligt (Anderson, 2004).

Riskerna i arbetsmiljön kan benämnas som brist, tillbud, olycksfall samt ohälsa (Micha Lange, 2002). En brist i arbetsmiljön behöver inte betyda att det finns en omedelbar

fara eller risk, men om ingen åtgärds sätt in kan den leda till det. När en händelse inträffar som skulle ha kunnat leda till en olycka eller ohälsa benämns detta ett tillbud. Ett olycksfall är en oönskad händelse som leder till fysisk eller psykisk skada. Ohälsa kan vara såväl sjukdomar enligt medicinska kriterier samt kroppsliga psykologiska funktionsstörningar av olika slag som objektivt inte klassas som sjukdom.

Med hänsyn till arbetets natur samt den social och tekniska utvecklingen i samhället ska arbetsmiljön vara tillfredställande. Arbetsförhållandena ska vara anpassade till människors olika förutsättningar i fysiskt och psykiskt avseende. Arbetstagaren ska ges möjlighet att medverka i utformningen av den egna arbetsituationen samt i förändrings- och utvecklingsarbetet som rör det egna arbetet. Teknik, arbetsorganisation och arbetsinnehåll ska utformas så att arbetstagaren inte utsätts för fysiska och psykiska belastningar som kan medföra ohälsa eller olycksfall. Starkt styrt och bundet arbete ska begränsas eller undvikas, det ska eftersträvas att arbetet ger möjlighet till variation, social kontakt och samarbete samt sammanhang mellan enskilda arbetsuppgifter (AML 2:1). Arbetet ska planeras och organiseras på ett sådant sätt att det kan utföras i en sund och säker miljö (AML 2:2).

4.1.1 Samverkan och ansvar

Arbetsgivaren och arbetstagaren ska enligt AML samverka för att skapa en god arbetsmiljö. Till arbetsgivarens ansvar hör att vidta de åtgärder som behövs för att förebygga att arbetstagaren utsätts för ohälsa eller olycksfall. Sådant som kan leda till ohälsa eller olycksfall ska ändras eller ersättas så att risken för ohälsa eller olycksfall elimineras.

Det är arbetsgivaren ansvar att se till att arbetstagaren har god kännedom om under vilka förhållanden som arbetet ska bedrivas och vilka risker det kan medföra. Arbetsgivaren måste vara säker på att arbetstagaren har rätt utbildning och är medveten om vad som ska iakttas för att undgå risker i arbetet. Arbetsgivaren ska se till att det bara är arbetstagare som har fått tillräckliga instruktioner som får tillträde till områden där det finns en påtaglig risk för ohälsa och olycksfall (AML 3:3).

Enligt tredje kapitlet i AML har arbetstagaren ett ansvar att delta i arbetsmiljöarbetet och att vara med i genomförandet av de åtgärder som behövs för att skapa en god arbetsmiljö. Arbetstagaren ska följa givna föreskrifter samt använda de skyddsanordningar som finns och iaktta den försiktighet i övrigt som behövs för att förebygga ohälsa och olycksfall. Arbetsgivaren ska ingripa om arbetstagaren inte följer skyddsföreskrifter, annars kan arbetsgivaren anses vara oaktsam om en olycka skulle inträffa. Om arbetstagaren anser att arbetet innebär omedelbar eller allvarlig fara för

liv och hälsa ska den genast kontakt arbetsgivaren eller skyddsombud (AML 3:4). Om en arbetstagare inte följer skyddsföreskrifter eller utan giltigt skäl tar bort skyddsanordning kan detta medföra att arbetstagaren blir av med sin tjänst eller leda till straff om åtgärden inneburit allvarlig fara för någon. Arbetstagaren har alltså ett indirekt ansvar för arbetsmiljön (Micha Lange, 2002).

4.1.2 Systematiskt arbetsmiljöarbete

I arbetsmiljölagens tredje kapitel står det att arbetsgivaren systematiskt ska planera, leda och kontrollera verksamheten på ett sätt som leder till att de krav som finns på en god arbetsmiljö uppfylls. Arbetsgivaren ska också utreda arbetsskador samt fortlöpande undersöka riskerna i verksamheten och vidta de åtgärder som bristerna kräver. Finns det åtgärder som inte kan utföras omedelbart ska dessa planläggas i en handlingsplan.

Ett systematiskt arbetsmiljöarbete innebär att i det dagliga arbetet uppmärksamma och ta hänsyn till både psykologiska och sociala förhållanden och arbetsmiljöfrågor av fysisk karaktär (Arbetsmiljöverket SAM, 2005). Det systematiska arbetsmiljöarbetet kan ses som ett flöde bestående av arbetsmiljöpolicy och rutiner, tydlig uppgiftsfördelning, riskbedömning, handlingsplan, uppföljning och revision samt dokumentation. Det systematiska arbetsmiljöarbetet vilar på två ben. Det ena är systematik och ordning och reda och det andra är samverkan. Samverkan är viktig för att det systematiska arbetsmiljöarbetet ska fungera i hela organisationen (Micha Lange, 2002).

Det systematiska arbetsmiljöarbetet ska följas upp. Verksamheten och arbetsförhållandena förändras ständigt, därför behöver arbetsgivaren regelbundet följa upp att det systematiska arbetsmiljöarbetet fungerar på som det ska. Vid uppföljning ska det som anges i föreskrifterna jämföras med hur det systematiska arbetsmiljöarbetet bedrivs i verkligheten (Micha Lange, 2002). Eftersom arbetstagarna är de som har störst kunskap om sina arbetsförhållanden är det viktigt att de är delaktiga i de åtgärdsbeslut som fattas för att de ska vara realistiska att genomföra.

Att ha ett systematiskt arbetsmiljöarbete innebär att risker i arbetet upptäcks och åtgärdas i tid, det förebygger att arbetstagarna drabbas av olycksfall, sjukdom, stress eller andra negativa följder av arbetet. Det ger även goda arbetsförhållanden vilket kan minska sjukskrivningar, öka trivsel och engagemang i arbetet samt minska driftstörningar och kvalitetsförsämringar. Genom ett systematiskt arbetsmiljöarbete får företaget och gott anseende och har lättare att behålla och rekrytera personal (Arbetsmiljöverket SAM, 2005).

4.2 Arbetsrelaterade muskuloskeletala sjukdomar

Belastningsergonomi handlar om hur rörelse- och stödjeorganen fungerar hos en människa i arbete. Begreppet ergonomi används ofta för hela den vetenskap som beskriver människan och hennes arbete. Med belastning avses främst fysisk belastning, det vill säga de mekaniska krafter som verkar på människokroppen. Muskulaturen kan dock aktiveras utan att någon yttre belastning förekommer, exempelvis genom stress (Anderson, 2004).

Arbetsrelaterade muskuloskeletala sjukdomar är en heterogen grupp av sjukdomar: den naturliga bakgrunden till de flesta av de enskilda sjukdomarna är dåligt kända. De anses bero på upprepad ansträngning, statiskt arbete, ständig belastning på vävnadsstruktur eller brist på tid för återhämtning, vilket utlöser eller orsakar en patologisk process som sen visar sig vara en arbetsrelaterad muskuloskeletal sjukdom (Kuorinka, 1995, s 6).

Enligt Arbetsmiljöverkets statistik från 2003 misstänks 6,6 fall av arbetsskador per 1000 förvärvsarbetande inom tillverkningsindustrin vara orsakade av belastningsfaktorer. Inom transportmedelstillverkning är motsvarande siffra 9,8 fall per 1000 förvärvsarbetande. Det är stora skillnader på antal rapporterade fall mellan könen. För tillverkningsindustrin är siffran 4,9 för män respektive 11,3 anmälda fall per 1000 förvärvsarbetande för kvinnor. I Transportmedelstillverkning står männen för 7,5 och kvinnorna för 19,0 per 1000 förvärvsarbetande av de anmälda fallen. Belastningsfaktorer utgör den misstänkta orsaken till 70 procent av de anmälda skadorna inom tillverkningsindustrin och 72,5 procent inom transportmedelstillverkning. Transportmedelstillverkning är den näringsgren inom tillverkningsindustrin som har den största totala andelen arbetssjukdomar samt den största andelen arbetssjukdomar som misstänks ha orsakats av belastningsfaktorer. Andra faktorer som misstänks orsaka arbetssjukdomar är kemiska/biologiska ämnen, buller samt organisatoriska och sociala faktorer. Eftersom belastningsskadorna står för en så pass stor del av arbetssjukdomarna är det intressant att titta närmare på den faktor som misstänks vara den största orsaken till arbetssjukdomar inom transportmedelstillverkningen (Arbetsmiljöverket Statistik, 2005).

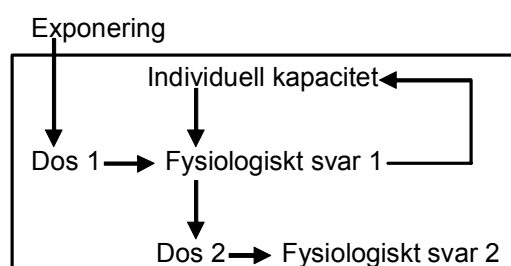
4.2.1 Uppkomst

Patomekanism definieras av det sätt på vilket en patologisk (sjuklig) effekt uppkommer. För att förstå samband mellan ergonomisk exponering och sjukdom måste mekanismen vara känd om en sådan visar sig i en epidemiologisk studie. Kunskap om patomekanism är ett bevis för orsakssamband (Hagberg, 1996). Genom att identifiera och särskilja patomekanismer för olika typer av arbetsrelaterade

sjukdomar kommer den förebyggande strategin att bli mer effektiv. Om patomekanismen är känd finns det möjlighet att avlägsna farlig exponering och därmed förhindra sjukdomen, bota den om den uppkommer samt ge bättre metoder för att återskapa och återställa funktioner.

Världshälsoorganisationen (WHO) definierar arbetsrelaterade sjukdomar i rörelseorganen som multifaktoriella där arbetsmiljön och utförande av arbete har stor betydelse, men bara som två faktorer bland flera som bidrar till sjukdomen. Det är viktigt att inse att individfaktorer vanligtvis spelar stor roll som riskfaktorer för muskuloskeletal sjuklighet, således kan flera patomekanismer förekomma samtidigt (Hagberg, 1996).

En vetenskaplig grupp (Armstrong et al, 1993) har tagit fram en modell för uppkomsten av arbetsrelaterade muskuloskeletal sjukdomar i hals och övre extremiteter, Figur 4-1.

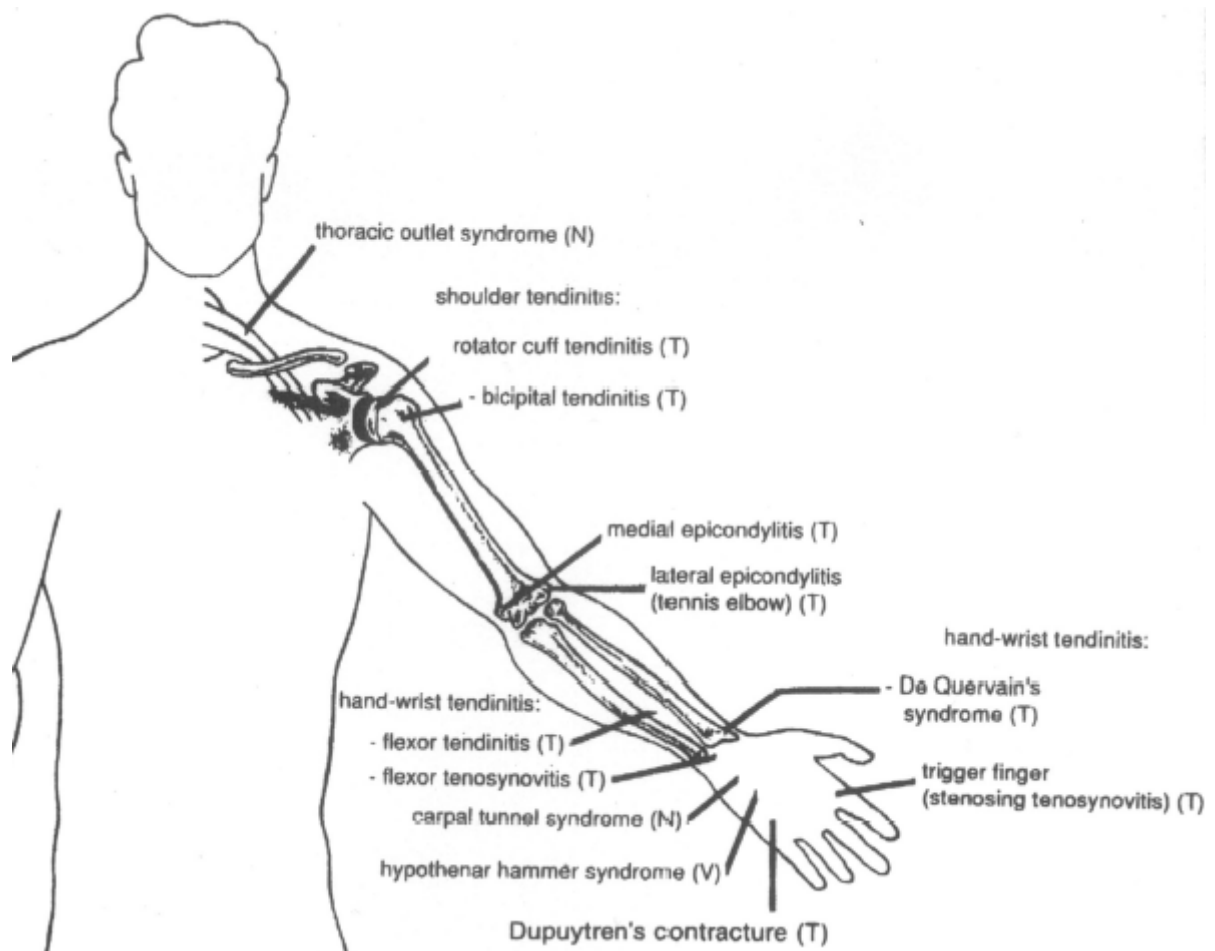


Figur 4-1: Modell för uppkomst av arbetsrelaterade sjukdomar i rörelseorganen (Modifierad modell Hagberg, 1996)

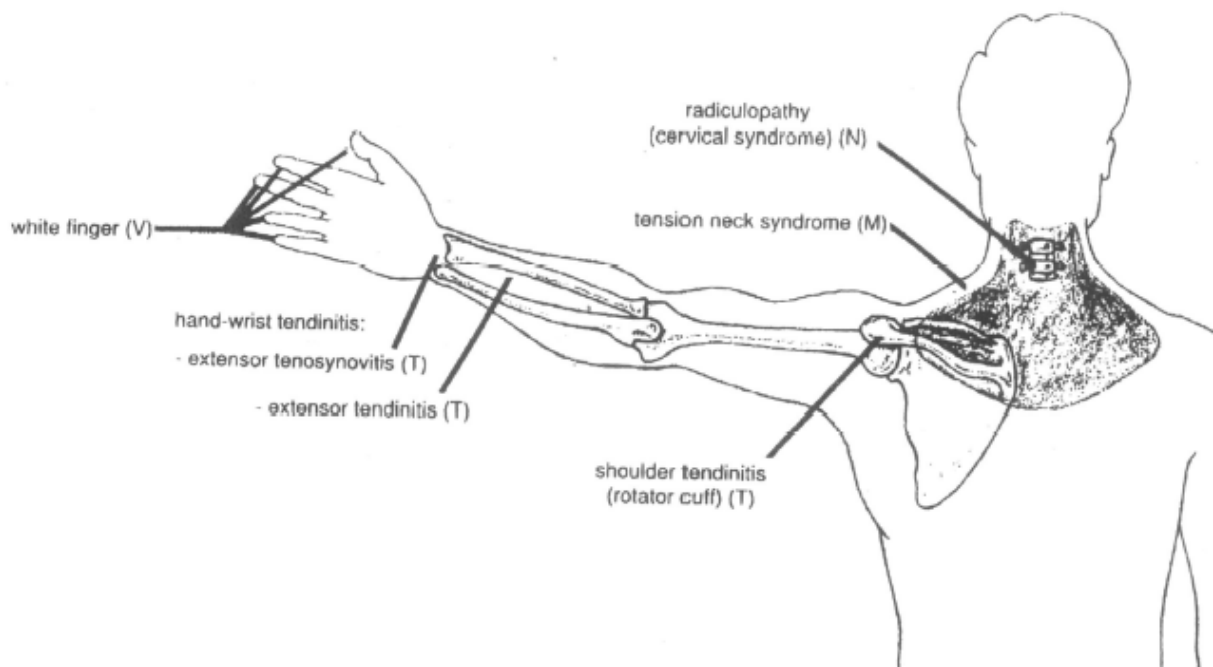
I modellen utgör arbetskraven exponering utanför individen. Arbetskraven kan vara både fysiska, till exempel arbete ovan axelhöjd, och psykologiska/social med krav på att arbeta snabbt. Exponeringen bestämmer en dos som uppstår hos individen vilken modifieras av kapaciteten till ett fysiologiskt svar, dosen kan vara skadlig eller förebyggande. Det fysiologiska svaret kan vara en skadlig påverkan som utgör ytterligare en dos som leder till ett andra fysiologiskt svar, till exempel att en sena går av. Men det fysiologiska svaret kan även vara hälsofrämjande som fysisk träning, där till exempel hållfastheten i vävnader och storlek på muskelceller ökar. Detta kan innebära att den individuella kapaciteten ökar och på så sätt kan skadliga doser modifieras så att det fysiologiska svaret inte blir farligt. Arbetskrav som innebär ”höga krav” och liten kontroll kan resultera i stress som kan orsaka ett fysiologiskt svar i form av ökad muskelspänning.

4.2.2 Diagnoser

Muskuloskeletal sjukdomar drabbar bland annat senor, nerver och muskler, i Figur 4-2 och Figur 4-3 är dessa markerade med T, N respektive M.



Figur 4-2: Exempel på muskuloskeletala sjukdomar som kan vara arbetsrelaterade – framsida (Kuorinka, 1995, s 22)



Figur 4-3: Exempel på muskuloskeletala sjukdomar som kan vara arbetsrelaterade – baksida (Kuorinka, 1995, s 23)

En sena är den del av muskeln som fäster muskeln till benet eller bindväv och överför kraft från muskeln till benet eller bindväven som ger en ledrörelse (Kuorinka, 1995, s 24). Seninflammation, tendinit, i skuldersenorna kan orsakas av mekanisk påverkan, men även utav bakterier, åldersförslitning, virus eller immunologiska rektioner (Hagberg 1996). Vanliga platser för dessa inflammationer i senorna är markerade med T i Figur 4-2 och Figur 4-3. Rotatorkuffstendinit är en seninflammation i en eller flera av de fyra muskler som fixerar överarmen till skulderbladet. Vid tendinit är smärtan ofta begränsad till skuldran och övre delen av överarmen, ibland kan smärtan stråla ut mot basen av nacken. Typiska symtom för en seninflammation är ömhet över senan och smärta vid kontraktion av den muskel som senan är förbunden till. Svetsare, plåtslagare, bergarbetare och montörer har en hög frekvens rotatorkuffstendinit som troligen har orsakats av belastning på senorna under arbetet. Ur medicinsk synvinkel kan en slitskada på en rotatorkuffsena vara svår att skilja från en seninflammation. Plötslig överbelastning i arbetet kan troligtvis leda till slitskador på senorna. Seninflammationer i skuldra, armbåge, handled och, i mindre utsträckning, hand samt ankel har associerats till yrkesexponering. Den epidemiologiska litteraturen är främst övertygad om arbetsrelationen för skulder- och handledsinflammation.

De yttre nerverna skickar signaler till och från det centrala nervsystemet som består av bindväv. Vid akuta skador kan nervfibrerna skadas, detta resulterar i symptom observerade i nerverna, vanligtvis nedsatta motorik- och sinnesfunktioner (Kuorinka, 1995, s 58-59). Vanliga platser för nervskador är markerade med N i Figur 4-2 och Figur 4-3. Nerven skadas för att det är ett ökat tryck på den. Karpaltunnelsyndrom är en nervskada som uppkommer genom kompression av en nerv i handleden. Den karakteriseras av symptom som smärta, avdomningar och pirningar som sprider sig i nerverna i handen. Thoracic Outlet Syndrome (TOS) innebär att nerver till skuldra och arm kläms i övre bröstkorgsöppning. Nerver och kärl som går ut till armen löper ut mellan bröstkorgen och nyckelbenet. Normalt är denna passage rymlig även vid extrema rörelser. Om utrymmer minskar kan en kompression av nerver och kärl uppkomma som leder till smärta i skuldra-nacke-arm (Hagberg, 1996). I nästan alla fall av TOS hade personen en medfödd missbildning som gjorde personen känslig för belastning i arbetet. Halsrevben är en vanlig missbildning som förekommer hos cirka 0,6 procent av befolkningen. Påverkan av halsrevben på kärl och nerver varierar, ibland sker inget tryck och defekten varierar. Defekten i sig har inget samband med belastning under arbetet, men symtom kan utlösas av hög belastning i form av repetitivt arbete.

En muskel är ett organ med förmågan att dra ihop sig. Den består av muskelfibrer, nervelement, bindväv och kärl som håller muskelfibrerna samman (Kuorinka, 1995, s

80). Vanliga platser för muskelskador är markerade med M i Figur 4-2 och Figur 4-3. Mylagi är muskelvärk, mylagi anger endast att symtomen kommer från muskeln och inte orsaken till värken. Diagnosen nackmylagi (Tension neck syndrom) används ofta för värk i nacke-skuldra där ömhet i muskulaturen förekommer. Kriterier för diagnosen mylagi är besvär i nacken vid vila, muskelömhet, stelhet, muskelknutor, huvudvärk, trötthet och svaghet. Stel nacke förekommer i ökad frekvens i arbetsuppgifter med förmodad hög, repetitiv och eller statisk belastning på nackmuskulaturen (Hagberg, 1996).

4.2.3 Riskfaktorer

Riskfaktorerna för arbetsrelaterade muskuloskeletala sjukdomar kan påverka början och/eller riktningen på sjukligheten direkt eller indirekt. Riskfaktorer kan vara direkt kopplade till sjukdomarnas psykologiska process, de kan utlösa eller skapa de förutsättningar som möjliggör början för arbetsrelaterade muskuloskeletala sjukdomar. Riskfaktorerna är inte oberoende av varandra. Riskfaktorer kan vara mekaniska, psykosociala och individuella. En riskfaktor kan ha en direkt effekt genom olika mekanismer eller så kan den influera andra riskfaktorer (Kuorinka, 1995, s 141-142).

Arbetsplatsens utformning orsakar inte muskuloskeletala sjukdomar av sig själv, men den kan medföra att operatören tvingas inta ställningar, upplever belastning och visar på känslor som kan orsaka eller försvåra muskuloskeletala sjukdomar (Kuorinka, 1995, s 142).

Arbetsställningar som kan orsaka muskuloskeletala sjukdomar har generellt tre karakteristika som alla kan förekomma samtidigt. Extrema ställningar, där lederna är nära ytterlägen, gör att belastningen stöds av passiv vävnad eller kräver muskelaktivitet för att hålla ställningen. För till exempel knä och handled, behöver inte ytterläget vara skadligt. Knäleden kan röra sig mellan 0 och 135 grader, och en position nära nolläget är inte skadligt utan leden fungerar väldigt bra i en rak position, till exempel vid löpning eller promenader. Icke-extrema ställningar, där en tyngd verkar på lederna så det skapas eller sker en ökning av ledmomentet. Förhållanden som resulterar i mycket liten belastning på det muskuloskeletala systemet är kriteriet för den här typen av ställning. Den tredje ställningen är icke-extrema ställningar som ändrar den muskuloskeletala geometrin och ger stor ansträngning på senor, muskler och annan stödjande vävnad och kan även reducera toleransen på vävnaderna. Arbetsställningarna beskrivs som statiska, förändring av hållning uppkommer då operatören utför sitt arbete. Position, hastighet och acceleration, och deras vinkelmotsvarigheter kan härstamma från ställning och förflyttning. Detta benämns

som en kinematik aspekt på rörelsen och är en riskfaktor för arbetsrelaterade muskuloskeletala sjukdomar (Kuorinka, 1995, s 146-149).

Muskuloskeletal belastning kan beskrivas som den mekaniska belastningen på vävnader i det muskuloskeletala systemet. I begreppet mekanisk belastning ingår spänning, tryck, friktion och irritation. Den muskuloskeletala belastningen kan delas in kraft, upprepning och varaktighet (Kuorinka, 1995, s 154). Kraft är storleken och intensiteten på den muskuloskeletala belastningen. Kraft och kraftfull ansträngning har länge sammankopplats med uppkomsten av arbetsrelaterade muskuloskeletala sjukdomar. Kraft kan ge upphov till skador genom ett antal mekanismer. Väldigt höga krafter kan ge omedelbara bristningar i senor och ligament eller skador på muskelvävnader om vävnadens toleranskrav överskrids. I situationer med långvarig kraftbelastning är det variationen över tiden som är kritisk faktor för uppkomsten av skador i främst vävnader i det muskuloskeletala systemet (Kuorinka, 1995, s 155-156).

Upprepning är variationen av den muskuloskeletala belastningen över tiden. För alla risker är variationen över tiden en viktig faktor, den är självklart även kritisk för den muskuloskeletala belastning. Rapporteringen av repetitivitet i en uppgift kan definieras som den cykliska användningen av samma vävnad, antingen som en upprepad rörelse eller en upprepad muskelansträngning utan rörelse. Kroppsarean av muskler eller leder som är involverade, cykeltiden och antalet rörelser per tidsenhet ska rapporteras vid bedömning av upprepning (Kuorinka, 1995, s 158). Arbetstiden under en dag kan antingen betraktas som ett tillskott i variationen över tiden eller som inverkan på den totala varaktigheten av exponeringen. Ett flertal studier har visat att varaktigheten har störst inverkan på den muskuloskeletala belastningen (Kuorinka, 1995, s 160).

Statisk belastning på det muskuloskeletala systemet förekommer allmänt i ergonomisk litteratur som en riskfaktor för muskuloskeletala sjukdomar. Vikten av, eller risken med ställningen, måste utvärderas genom intensiteten i den ansträngningen som krävs för att hålla ställningen. Är intensiteten av ansträngningen hög, som vid arbete över huvudet sänks tidsgränsen för hur länge utövaren kan klara expositionen. När kraven är låga, som vid arbete med armarna lätt bortförda från kroppen, klarar utövaren att hålla ställningen en längre tid (Kuorinka, 1995, s 164). Statisk belastning uppkommer vid arbete mot belastning och stöd krävs för att hålla ställningen. Det muskuloskeletala systemet klarar bra av denna typ av belastning. Det är inte den rena förekomsten av statisk belastning som är skadlig utan dess varaktighet och variation (Kuorinka, 1995, s 166).

Psykosociala faktorer är arbetstagarens subjektiva uppfattning av organisatoriska faktorer, som i sin tur är den objektiva aspekten av hur arbetet är organiserat, kontrollerat och genomförs. Psykosociala faktorer kan vara tankar om karriär, klarhet i arbetstagarens roll, arbetsschema, arbetsbelastning och arbetstakt samt den sociala och tekniska arbetsmiljön. Om den psykologiska uppfattningen av arbetet är negativ, kan det leda till skadliga psykologiska och fysiologiska spänningsreaktioner. Dessa kan i sin tur leda till fysiska problem som muskelspänning och ökning av produktionen av stresshormoner (Kuorinka, 1995, s 169-170).

Även kyla och vibrationer samt likartade arbetsuppgifter är riskfaktorer som kan ha en utlösande effekt på muskuloskeletala sjukdomar. De olika riskfaktorerna samverkar, upprepning har exempelvis en koppling till likformighet i arbetet och den statiska belastningen (Kuorinka, 1995, s 173).

4.2.4 Arbetsmiljöfaktorer

Det är svårt att värdera arbetsmiljöfaktorer som har betydelse för nacke-skuldra eftersom många fysiska exponeringsfaktorer förekommer samtidigt och det är svårt att värdera betydelsen för var och en av dessa (Hagberg, 1996). Den dos en arbetstagare får av en viss exponering beror på en stor mängd individuella faktorer, som arbetsteknik, men även kroppsbyggnad. Hagberg har valt att dela upp exponeringen i delarna arbetsställningar, arbetsrörelser, materialhantering, arbetsorganisation, psykiska och sociala faktorer på arbetsplatsen, arbetsstil samt omgivningsfaktorer.

Undersökningar har visat att trötthet i skulder/nackmuskulaturen utvecklas snabbt vid arbete i eller ovan axelhöjd. Hålls armen utåt från kroppen i 90 grader kan muskeluttröttningen märkas redan efter några sekunder och långt innan personen själv upplever muskeltröttheten. En ogynnsam påverkan på nacke och skuldra uppstår i arbeten som kräver att armen är utåtförd från kroppen under en längre tid. En arbetsställning där armen är framåt- och utåtförd kan också ge en ogynnsam belastning på senorna i axeln genom att de komprimeras och utsätts för mekanisk nötning. Graden av framåtböjning i halsryggen har samband med muskeluttröttning och symptom från nacke-skuldra. Är huvudet framåtböjt i extremt läge uppkommer smärta inte bara i nacke och skuldra utan också i armarna (Hagberg, 1996).

Arbetsrörelser som påverkar exponeringen är bland annat repetitiva rörelser. Repetitiva rörelser i handen, förekommer till exempel i olika typer av montering med handverktyg, orsakar muskelaktivitet även i nacke-skuldramuskulaturen. Att bära verktyg eller material i handen påverkar förmågan att lyfta. Den maximala förmågan i axelleden ökar exponentiellt vid framåtföring av armen. I kraftgreppet med handen

sker en samtidig stabilisering av skulderbladet vilket aktiverar nacke-skuldramuskulaturen. Detta medför att vid all materialhantering med handen fås en belastning på nacke-skuldra. Arbetsorganisation kan delas upp i pauser och rastmönster, lönesystem, och funktionssystem (Hagberg, 1996). Ackordslön kan innebära risk för belastningsskador i nacke-skuldra. Pausers förekomst och typ har stor betydelse för belastning och belastningsprofilen på nacke-skuldramuskulaturen. Vid arbete som ger möjlighet till pauser ökar funktionen i muskulaturen oavsett om arbetet innehåller statisk eller dynamisk kontraktion. Pausens innehåll är av betydelse, en aktiv paus kan ha större värde än en passiv. Sättet som pausen introduceras på har också stor betydelse – oplanerade och påtvingade pauser kan leda till ökad belastning på nacke-skuldramuskulaturen. Spontana pauser som arbetstagaren själv väljer har stor betydelse för belastningen och upplevelsen av själva ansträngningen.

4.3 Produktivitet

Produktivitet är ett mått som anger förhållandet mellan åstadkommen produktion i form av produkter och insatser i form av produktionsfaktorer (Olhager, 2000, s 43). Den klassiska definitionen av produktivitet är:

$$\text{Produktivitet} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Formel 4-1: Definition produktivitet (Olhager, 2000, s 43)

Produktiviteten kan exempelvis ökas genom lägre resursförbrukning och bibehållet produktflöde. Ett närbesläktat begrepp är effektivitet som består av två delar, yttre effektivitet (engelska *effectivness*) som innebär att göra rätt saker och inre effektivitet (engelska *efficiency*) som innebär att göra saker rätt. Med god inre effektivitet avses låg kostnad per producerad enhet och mätning som exempelvis antal producerade enheter per maskintimme eller per arbetskraftstimme (Olhager, 2000, s 44).

Helling et al (1992, s 73) beskriver den definition av produktivitet som används i Japan sedan 1960-talet. Definitionen kommer från en kongress i Rom 1958, arrangerad av The European Productivity Agency.

”Produktivitet är vad människan kan åstadkomma med material, kapital och teknologi. Produktivitet är framförallt en personlig attityd. Det är en inställning till framsteg, som gör att man ständigt söker förbättra det som existerar. Det är en övertygelse om att vi idag kan göra bättre än igår och att vi i morgon kan göra det bättre än idag. Det är en vilja att förbättra nuläget oavsett hur bra det verkar vara, eller hur bra det verkligen är. Det är en fråga om ständig anpassning av mänskligt och ekonomiskt liv till förändrade förhållanden. Det är

en ständig tillämpning av nya teorier och metoder. Och grunden är tilltron till människans möjligheter att förbättra sina villkor.”

Produktivitet handlar om mänskligt arbete och skaparkraft. Att öka produktiviteten och effektiviteten är därför dels att arbeta hårt, dels att ge utrymme för att ta till vara den mänskliga skaparkraften – att utnyttja människors vilja och drivkraft att skapa ett bättre liv – på alla nivåer i samhället (Statens offentliga utredningar, 1991)

4.3.1 Utveckling av produktionsmetoder

Arbetsstudier innebär att systematiskt undersöka samspelet mellan människor, material anläggningar i syfte att klarlägga och värdera olika faktorer i detta samspel och att förutsäga och värdera de resultat som kan uppnås. Med goda arbetsmetoder och arbetsförhållanden ökar förutsättningarna för en effektiv och rationell produktion, ur såväl mänsklig som ekonomisk synvinkel (Olhager, 2000, s 100). Arbetsstudieområdet omfattar metodstudier, att finna bästa sätt att utföra arbetet på, och arbetsmätning, för att fastställa hur lång tid det tar att utföra arbetet.

Metodstudier genomförs för att genom metodanalys söka metodförbättringar i form av rörelseekonomi och arbetsförenkling. Rörelseekonomi innebär utnyttjande av ett effektivt rörelsemönster i arbetet. Genom analys av rörelser, arbetsplatsutformning och utformning av verktyg och rörelser kan uppslag till metodförbättringar och utveckling av nya metoder genereras (Olhager, 2000, s 101).

Arbetsmätning har till syfte att fastställa standardtider i produktionen i form av styck- och ställtider. Dessa kan sedan användas för kapacitets- och beläggningsplanering samt produktkalkylering. Felaktiga tider medför över- eller underskattning av kapacitetsbehovet, vilket i sin tur resulterar i högre produktionskostnader. Elementartidssystem är en principiell metod för arbetsmätning (Olhager, 2000, s 102).

För arbetsmätning kan erfarenhetsmässiga tidsunderlag användas. Det mest utvecklade och tillämpade systemet är MTM (svenska: Metod Tid Mätning, engelska: Method Time Measurement). Systemet är generellt och en huvudegenskap är att systemet ger en objektiv bestämning av tid när metoden är fastställd. Grundprincipen är att bryta ned ett arbetsmoment till dess minsta beståndsdelar, så kallade elementarrörelser. Dessa tilldelas en förutbestämd tid, som bestäms av rörelsens natur och förhållandena vid utförandet. Varje grundrörelse har ett flertal kategorier, baserat på till exempel rörelseavstånd och svårighetsgrad. Elementartiderna mäts i TMU (Time Measurement Units), där 1 TMU motsvarar 1/100 000 timme. I början av 80-talet lanserades ett svenskutvecklat elementartidssystem kallat SAM (Sekvensbaserad Aktivitets- och

Metodanalys). Vid användning av SAM används en grövre tidsenhet, så kallad faktor och en faktor motsvarar fem TMU (Olhager, 2000, s 105-106).

För att uppnå hög produktivitet krävs mer än satsningar på bättre produktionsformer och effektivare teknikanvändning, det krävs även satsningar i medarbetares produktionsförmåga och arbetstillfredsställelse. Att även de organisatoriska förutsättningar har betydelse för hög produktivitet har forskning gett insikt om, det är inte längre intressant att enbart studera produktionsutfallet utan även vad som påverkar utfallet. Att studera vilka faktorer som kan påverka produktiviteten, exempelvis arbetsförhållanden och ledning, kan ge indikationer för vad som kommer att hända med produktiviteten innan det sker. Detta ger möjligheter att sätta in åtgärder för att undvika minskande produktivitet. För att uppnå maximal produktivitet krävs kommunikation över enhetsgränserna. Produktivitetens mått ska kunna användas som varningssignaler från en enhet till en annan. Ifall produktiviteten inte behandlas integrerat mellan olika enheter, blir det svårt att jämföra olika enheter i organisation och det kan bli svårt att ha en hög produktivt totalt (Liukkonen, 1992).

4.3.2 Produktivitetens mätning

Aktiviteter i en produktionsprocess kan delas upp i två delar: värde och *muda*. Värde är en förmåga som erbjuds en kund vid rätt tidpunkt och till ett lämpligt pris så som det är definierat av kunden. Det japanska ordet *muda* betyder slöseri, och syftar till mänsklig aktivitet som förbrukar resurser utan att skapa värde. Slöseri är misstag som kräver korrigerande, produktion av artiklar som ingen vill ha vilket medför ökade lagernivåer, processteg som egentligen inte behövs, förflyttning av medarbetare och transport av varor från ett ställe till ett annat utan något syfte samt varor och service som inte lever upp till kundernas behov (Womack & Jones, 2003, s 15, 353).

De produktivetsmått som har utvecklats för att analysera förhållandet mellan produktionsresultat och resursinsats kan delas in i två kategorier. De kan antingen vara partiella, det vill säga se på sambandet mellan en produktionsfaktor och produktionsresultatet, eller vara totala, och då försöka fånga förhållandet mellan insatsen av alla resurser och produktionsresultatet (Statens offentliga utredningar, 1991).

Det vanligaste partiella produktivetsmålet är arbetsproduktivitet. Det definieras som produktion genom arbetskraftsinsats. Eftersom arbetsproduktiviteten är ett partiellt mått säger den lite om arbetskraftens "eget" bidrag till den ekonomiska tillväxten. Om en arbetare blir utrustad med fler och bättre maskiner – så att kapitalintensiteten ökar – ökar hans produktionsresultat även om arbetsinsatsen i både tid och intensitet är

oförändrad. Ett av de bästa måtten på arbetsproduktivitet är produktion per arbetade timme (Statens offentliga utredningar, 1991).

Faktorer som kan påverka förutsättningarna för produktivitet är närvaro, frånvaro, personalomsättning och kompetensutveckling. För att företaget ska kunna förverkliga sin affärsidé och utveckla medarbetarnas kompetens, måste de faktorer som påverkar produktiviteten kontinuerligt följas upp. Det är då aktuellt att titta på ovan nämnda faktorer som påverkar förutsättningarna för produktivitet. Om operatörerna själva får vara med och mäta och analysera produktiviteten får de möjlighet att förstå vilken påverkan stopp i produktionen har på resultatet. Mätningar är ett led i analysen av orsakerna till produktivitetsförändringar (Liukkonen, 1992).

Vid produktivitetmätning förekommer många olika tidsbegrepp. En del är tillverkningstid, det är den tid som erfordras för att utföra den operation som arbetsuppdraget kräver, den kan delas upp i tre delar. Ställtid är den tid det tar att förbereda och avsluta arbete, bland annat genom att hämta utrustning, ställa verktyg och maskiner samt städa arbetsplatsen inför nästa uppdrag. Den tid det tar att utföra operationen kallas verktid. Denna innehåller processtid, maskintid, förflyttningar med mera. Slutligen består tillverkningstiden av fördelningstid, den omfattar tid för oregelbundna avbrott och uppehåll. Utöver produktion är det viktigt att det finns tid för exempelvis rehabilitering av sjukskrivna. För den långsiktiga kompetensutvecklingen är det viktigt att det även finns tid för vidareutbildning. Den ordinarie arbetstiden kan alltså inte enbart bestå utav tillverkningstid utan också en lagom del som kan användas till indirekt arbete. Genom att göra rätt saker från början kommer fördelningen av tid att kunna ske på ett lämpligt sätt (Liukkonen, 1992).

För att kunna utföra arbete i produktionen samt att kunna lösa och förutse problem krävs det att operatören har blivit ordentligt upplärd i sina arbetsuppgifter. Att vara väl inskolad i sina arbetsuppgifter gör också att operatören har en bättre förmåga att se helheten i produktionen (Liukkonen, 1992).

4.3.3 Utformning av produktionssystem

Målsättningen med produktionssystemets utformning och planering är generellt sett högt kapacitetsutnyttjande, korta genomloppstider och hög flexibilitet. Utformningen av produktionssystemet och dess processer är vanligen anpassade till de produkter som ska produceras och deras karakteristika. De fem grundtyperna vid val av produktionsprocess är: fast position, funktionell verkstad, flödesgrupp, lina och kontinuerlig tillverkning (Olhager, 2000, s 112).

Vid en efterfrågan som är hög och jämn över en längre tid för en produkt eller produktgrupp med begränsad variantflora kan produktionsutrustningen helt utformas för tillverkning av bara denna produkt eller produktgrupp. De olika resurserna som krävs för färdigställandet av produkten är placerade i den ordning operationerna ska utföras och i nära anslutning till varandra. Linjeorganisationen är produktorienterad, exempel på produkter som lämpar sig väl för produktion i produktbundna linor är bilar, vitvaror och konfektionsprodukter. Med specialiserade produktionslinor blir genomloppstiden kort. Investeringar i dedicerad utrustning är oftast betydande. Flexibilitet i volym och produktmix är ofta relativt dålig, eftersom utrustningen är utformad för en enskild produkt eller produktgrupp (Olhager, 2000, s 130). Vanligtvis är det så att ju större produktvariationen är desto högre investeringar krävs i processen för att uppnå den flexibilitet som krävs för att tillverka produkterna (Hill, 2000, s 117). För att kunna producera till låg kostnad är processen dedicerade till ett förutbestämt urval av produkter. Den är inte anpassad till att vara flexibel utanför detta urval, då kostnaden för ändringar är hög (Hill, 2000, s 127).

Problemet vid utformning av en produktionslina kallas linjebalansering där de operationer som krävs för färdigställandet av en produkt ska fördelas på ett antal arbetsstationer i syfte att skapa en hög produktionstakt avstämd mot efterfrågan och samtidigt nå ett högt resursutnyttjande. För att detta ska lyckas ska arbetsstationerna längs linan ha ungefär samma arbetsinnehåll. Hänsyn måste tas till operationsföljden, med hänsyn till precedensrelationer, i vissa fall finns även begränsningar i utformningen på grund av fast utrustning utmed linan eller lägesrestriktioner, till exempel att operationen måste utföras på en viss sida av produkten. Den tid som produkten tillbringar inom varje station kallas cykeltid och anger tiden mellan två färdigbearbetade produktenheter (Olhager, 2000, s 130).

Tidsförluster är skillnaden mellan den arbetstid som faktiskt behövs och den absolut nödvändiga tid som tillför produkten värde. Den vanliga indelningen av tidsförluster är som balanseringsförluster, variantförluster och systemförluster. Balanseringsförluster orsakas av att arbetet vid ett löpande band, i praktiken inte går att dela upp i lika delar, som var och en representerar lika lång teoretisk monteringsstid. Detta beror bland annat på att monteringsarbetet inte kan delas upp i hur små bitar som helst och att monteringen måste ske i en viss ordning. Olika produktvarianter, till exempel olika utrustningar på personbilar, är olika arbetskrävande och medför varierande beläggning vid arbetsstationerna. Variantförluster, som i viss mening ingår i balanseringsförluster, är tidsförluster orsakade av variation mellan produktvarianter. Ju fler produktvarianter som tillverkas samtidigt desto större blir variantförlusterna (Engström, 2005).

Skillnaden mellan de två tidsförlusterna är att variantförluster beror på och ökar med variationen i arbetstid som beror på att olika produktvarianter medför olika arbetsuppgifter, medan balanseringsförlusterna för ett givet produktionssystem med en bestämd arbetscykeltid är konstanta. Traditionell produktionsteknik använder ofta arbetstider som är teoretiskt bestämda, baserade på arbetsstudier, för att kunna fördela ut arbetet mellan arbetsstationer. Då bortses det från effekter av variation i arbetstid som uppstår då operatören utför ett repetitivt arbete vilket orsakar systemförluster. När en operatör utför ett repetitivt arbete kommer arbetet för olika arbetscykler ta olika lång tid att utföra även om arbetsuppgifterna är desamma. Det beror på att arbetet tar olika lång tid mellan de tillfällen som de utförs och att operatörer med lika arbetet behöver olika lång tid för att utföra samma arbete. Även yttre störningar, som materialbrist, att verktyg och produktionsutrustning krånglar eller att komponenter av någon anledning inte passar orsakar variation i arbetstid och bidrar till systemförlust (Engström, 2005).

4.4 Kvalitet

Bergman och Klefsjö (2001, s 23) definierar kvaliteten på en produkt som dess förmåga att tillfredsställa, och helst överträffa, kundernas behov och förväntningar. Att göra saker rätt första gången, vilket innebär att det inte blir några extra kostnader för att rätta till eller göra om dem, är en viktig ambition för alla som arbetar med kvalitet oavsett område. Hög kvalitet ger också hög produktivitet (Liukkonen, 1992).

Centralt i dagens syn på kvalitet är att alltid sätta kunderna i centrum (Bergman & Klefsjö, 2001, s 36). Kvalitet värderas av kunderna och ställs i relation till deras behov och förväntningar. Detta innebär att kvalitet är ett relativt begrepp som bland annat bestäms av konkurrensen på marknaden. Att sätta kunderna i centrum innebär att aktivt ta reda på vad kunderna vill ha och sedan systematiskt under utveckling och tillverkning av varor och tjänster försöka uppfylla dessa behov och förväntningar.

Total Quality Management, TQM, kan definieras som att uppnå total kvalitet genom allas deltagande (Dahlgaard et al, 1998, s 19-21). Till grund för denna definition ligger definitionerna av kvalitet och total kvalitet, som lyder att kontinuerligt tillfredsställa kundernas förväntningar respektive att uppnå kvalitet till låg kostnad. TQM kan beskrivas som en pyramid, med en grund och fyra sidor. Grunden i TQM är ledarskap, det är företagsledningen som ska sätta upp ramarna för vilka kvalitetsmålen är, kvalitetspolicy och planerna för hur kvalitet ska uppnås enligt de fyra sidorna i pyramiden. De fyra sidorna är fokus på kunder och anställda, fokus på fakta, ständiga förbättringar samt allas deltagande. En svensk översättning av TQM är offensiv kvalitetsutveckling (Bergman & Klefsjö, 2001, s 34). Med offensiv menas att det

handlar om att aktivt förebygga, förändra och förbättra och inte om att kontrollera och reparera.

I TQM ingår att arbeta med ständiga förbättringar, dessa förbättringar kan delas upp i interna och externa kvalitetsförbättringar. Målet med interna förbättringar är en mer slimmad organisation, att förebygga fel i de interna processerna medför lägre kostnader. De externa kvalitetsförbättringarna syftar till de externa kunderna, syftet är att få nöjda kunder och genom det skaffa större marknadsandelar och därmed öka intäkterna. Interna och externa förbättringar ska utföras parallellt och kommer att resultera i högre vinster. Att utveckla idéer för hur kvaliteten ska kunna förbättras är det tillvägagångssätt som ger den största avkastningen från investeringar (Dahlgaard et al, 1998, s 38).

4.4.1 Att mäta kvalitet

För att kunna förbättra kvaliteten är det viktigt att veta vad det är som behöver förbättras, det sker genom att fokusera på fakta. Dahlgaard et al (2002, s 31- 36) tar upp tre olika områden där mätningar behöver göras, tillfredsställelse hos externa (CSI) respektive interna kunder (ESI) samt övriga kvalitetsmått som företaget använder i de interna processerna. CSI och ESI bestäms genom att olika områden betygssätts och viktas efter med vilken tyngd de anses påverka kvaliteten. Kvalitetsmått som används internt kan vara andel defekta produkter av dem som har producerats. Traditionellt sett mäter ledningen främst företagets ekonomiska resultat, något som bara ger en bild av hur företaget har presterat. Det behövs mått som blickar framåt och går att koppla till det ekonomiska resultatet. Eftersom TQM har fokus på medarbetare och kunder är det naturligt att deras tillfredsställelse är med som ett kvalitetsmål. Nöjda kunder och medarbetare tillsammans med tillförlitliga produkter och service är en förutsättning för ett bra ekonomiskt resultat.

Kostnader för kvalitet kan delas upp i fyra huvud grupper: förebyggande kostnader, inspektions kostnader, interna felkostnader samt externa felkostnader. Ofta uppges det i litteraturen att kvalitetskostnader uppgår till mellan 10 och 40 procent av omsättningen. Innan arbetet med TQM började sågs ofta kvalitetskostnaderna som kostnaden för kvalitetsavdelning och inspektioner, kostnader för kassationer, reparationer och ombearbetningar samt kostnader för att behandla klagomål. TQM:s sätt att se kostnader för total kvalitet är som skillnaden mellan företagets kostnader, för utveckling, produktion, marknadsföring, leveranser samt service och vad kostnaderna skulle vara om det fanns defekter eller ineffektivitet i dessa aktiviteter. Ett annat sätt att prissätta kvalitetskostnaderna är att jämföra företaget med det perfekta företaget eller processen. Vid fastställandet av den totala kostnaden för kvalitet är det viktigt att,

förutom att se på de synliga kostnaderna, vilka är kostnader för kassationer, förebyggande arbete och garantier, även se de osynliga kostnaderna, som minskad effektivitet i produktionen, dåligt ledarskap, kostnader för förebyggande arbete och minskad goodwill då kunderna är missnöjda med kvaliteten på produkterna (Dahlgaard et al, 1998, s 36-38).

4.4.2 Intern kundtillfredställelse

Centreringen till kunden gäller inte enbart den externa kunden. Inom företaget har varje medarbetare interna kunder. För att ge de interna kunderna möjlighet att göra ett bra arbete är det viktigt att deras behov och förväntningar uppfylls. Kvalitetsutveckling handlar till stor del om att medarbetarna ska få bättre möjligheter att utföra ett bra arbete och känna sig nöjda med vad de åstadkommer (Bergman & Klefsjö, 2001, s 37). Innan det går att leva upp till kraven som de externa kunderna ställer måste ledningen vara säker på att de interna kunder känner till dessa krav och vet vad som krävs för att de ska kunna uppnås. Förbättringar bör vara processororienterade, en företagsverksamhet kan ses som en serie av processer. Vill ledning arbeta för att förbättra kvaliteten måste de börja med att studera processerna. Processerna är etablerade och äger rum ”ute på golvet”. Det är där saker sker som kvalitetsförbättringarna ska äga rum (Dahlgaard et al, 1998, s 26).

För att kunna uppnå de krav och förväntningar som kunderna, externa och interna, har på företaget krävs det att alla processer är identifierade och att alla, ledning som anställda, deltar i förbättringsarbetet. Detta kräver utbildning och motivation hos ledning och medarbetare. Ledning måste aktivt se till att de anställda deltar aktivt i kvalitetsarbetet. För att de anställda ska kunna delta aktivt krävs att de utbildas och tränas i att identifiera brister och problem, att de kan hitta orsakerna till dem, kan förebygga bristerna och problemen samt att de ska arbeta med ständiga förbättringar. Det som ofta hindrar de anställda från att delta i förbättringsarbetet är att de flesta saknar kunskaper och träning i hur kvalitetsverktygen ska användas. Ett sätt att uppmuntra de anställda att delta i förbättringsarbetet kan vara genom erbjuda ersättning för förslagen (Dahlgaard et al, 1998, s 40-46).

Bergman och Klefsjö (2001, s 338) nämner två anledningar till att är mycket viktigt att de interna kunderna är tillfredställda. Den ena anledningen fokuserar på att möta behoven hos nästa länk i kedjan. Den andra aspekten som de nämner är att för att kunna nå framgångsrika produkt- och processresultat, och därmed framgång för hela organisationen, måste varje enskild anställd vara nöjd med organisationen av arbetet, arbetsmiljön och möjligheterna till personlig utveckling. Under taylorismen var planering och utförande av arbetet strikt skilda. Med höjningen av inkomst- och

utbildningsnivå blev detta en allt större orsak till missnöjda och omotiverade anställda, vilket i sin tur ledde till problem som frånvaro och sämre arbetsprestation. En ny syn på arbete dök upp, vilken tog mer hänsyn till de behov och krav som den enskilda medarbetaren har.

Motivation, delaktighet och engagemang är tre begrepp som är intimt sammankopplade såväl med varandra som med kvalitet och engagemang hos kund och medarbetare (Axelsson & Bergman, 1999). En av grundförutsättningarna för att lyckas med en offensiv kvalitetsutvecklingsstrategi är att samtliga medarbetare – de interna kunderna på alla nivåer i företaget – är delaktiga och engagerade i arbetet med ständiga förbättringar.

4.5 Motivering till fokus på belastningsergonomi

År 1991 beräknades att kostnaderna för rörelseorganens sjukdomar i Sverige uppgår till ca 70 miljarder per år. Den största delen av dessa kostnader utgörs av produktionsbortfall och en mindre del av kostnaderna kan kopplas till sjukvård och läkemedel (Hagberg, 1996).

Produktivitet och kvalitet är beroende av arbetsställningar och arbetsrörelser som i sin tur påverkar belastningen. Vid arbete med händerna i armbågshöjd presterar en person bättre kraft och precision än vid arbete i eller ovan axelhöjd. Ansträngningen och belastningen på muskulaturen i nacke-skuldra blir lägre om arbete i eller ovan axelhöjd undvikas, det medför även ökad bekvämlighet för den person som utför arbetet. Om arbete utförs i ställningar som är obekväma för händerna med ogynnsam belastning på nacke-skuldra uppkommer skakningar som är en indikation på trötthet. Skakningarna försvårar precision och därmed försämras produktivitet och kvalitet (Hagberg, 1996).

4.5.1 Förändringsarbete

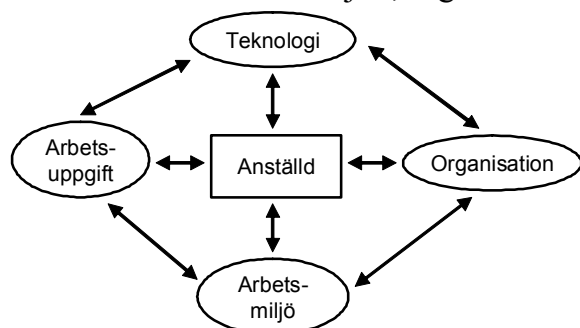
Strategier för förebyggande arbete mot sjukdomar i nacke och skuldra kan ske på lokal nivå. De aktörer som finns inom arbetslivsområdet bör så långt som det är möjligt vara med och initiera förändringar och uppmuntra arbetstagarna att själva reflektera över sin arbetsmiljö inför stundande förändringsarbete. Lösningar på problem, genomförande av förändring och värdering av förändringsarbete bör så långt som möjligt bestämmas och utföras av arbetstagarna själva, så kallad deltagande ergonomi (Hagberg, 1996).

Ergonomiska åtgärder kan sägas vara riktade mot den mänskliga förbindelsen med produktionssystemet (Hagberg, 1996). Detta kan separeras i fyra olika gränssnitt:

Människa – maskin
Människa – miljö
Användarsystem
Organisation – maskin

Det förebyggande arbetet kan inriktas på att anpassa en arbetsplats till en enskild individ, så kallad mikroergonomi, eller anpassning av produktionssystemet så att det vid sidan om god effektivitet även ger en god arbetsmiljö, så kallad makroergonomi.

Hagberg (1996) beskriver en egenmodifierad modell av ett produktionssystem, där ett produktionssystem består av de anställda, arbetsuppgifterna, teknologin, organisationsstrukturen och arbetsmiljön, Figur 4-4.



Figur 4-4: Modell för produktionssystem (Hagberg, 1996)

De olika delarna i produktionssystemet påverkar varandra, om en del förändras påverkas de övriga delarna i produktionssystemet. En förändring i teknologin, till exempel datorisering, påverkar arbetsuppgifterna, arbetsorganisationen och arbetsmiljön. Datorisering ger bundna och obekväma arbetsställningar. Genom att beakta hela produktionssystemet vid förändring kan effekten av de förebyggande åtgärderna bli betydligt större än vid åtgärder på individ nivå (Hagberg, 1996).

4.5.2 Skäl till systematiskt arbetsmiljöarbete

En god arbetsmiljö minskar frånvaron, arbetsskadorna och personalomsättningen. Den underlättare arbetsplaneringen genom minskade störningar och mindre ryckighet, därmed minskar också risken för stress, av vilken lätt fel följer (Micha Lange, 2002). Anställda som känner sig säkra och som trivs på sin arbetsplats utför ett bättre arbete i den ordinarie verksamheten. De känner också ett större ansvar för vad de gör, liksom en större lojalitet mot sin arbetsgivare. Detta är än viktigare i dagens organisation där som regel bemanningen är minimal för att utföra arbetsuppgifterna. Kraven på kvalitet i hela organisationen och att göra rätt från början är väl uttalade i dag. Processen från order till leverans ska flyta smidigt. Kasseringar och felleveranser är kostsamt för företaget. En väl fungerande arbetsmiljö bidrar till högre kvalitet. Om arbetet utförs

korrekt från börja går processerna i företaget snabbare och därmed ges ökad produktivitet. Genom systematiskt arbetsmiljöarbete fås en översyn av processerna och detta kan bidra till effektivitetsvinster.

Det finns likheter i struktur och ämnesområde mellan systematiskt arbetsmiljöarbete och kvalitetssäkring. Systematiskt arbetsmiljöarbete är ett redskap för arbetsgivaren och arbetstagarens strävan efter förbättrad arbetsmiljö medan den viktigaste funktionen för ISO-standarderna är att vara ett externt konkurrensmedel och ett internt hjälpmedel för att effektivisera arbetet med kvalitet och miljö. Den största skillnaden är att det finns krav på att systematiskt arbetsmiljöarbete ska finnas, medan kvalitetsarbete enligt ISO är frivilligt. För de båda arbetssätten ligger ansvaret för att kraven blir uppfyllda på den högsta ledningen (Micha Lange, 2002).

I Japan är förslagsverksamhet en viktig del av företagskulturen, något som ofta är en outnyttjad resurs i företag och organisationer i väst. I Japan bidrar de flesta anställda med förslag på förbättringar, inte bara i arbetsmiljön utan även arbetsprocesserna. När förslagen som inkommer är bra ger företaget de anställda resurser att genomföra förslagen. Hos ett företag med en god arbetsmiljö där de anställda mår bra och vet att deras synpunkter tas på allvar, kommer de anställda att bidra med förslag till förbättringar och effektiviseringar som kan komma att vara till fördel för verksamheten (Micha Lange, 2002).

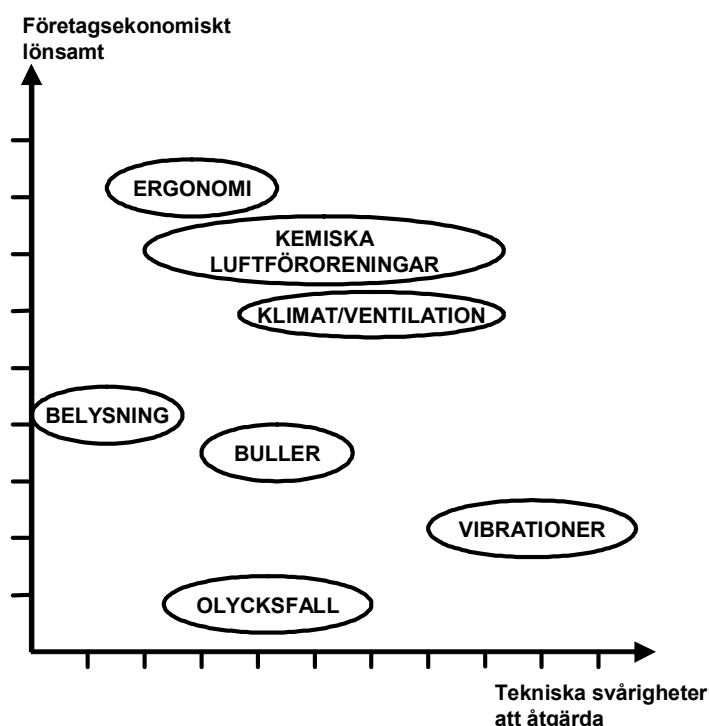
4.5.3 Koppling mellan belastningsergonomi och produktivitet

Långsiktiga produktionsfrämjande effekter av förbättrade arbetsmiljö kan vara minskad sjukfrånvaro eller minskad personalomsättning. Dock saknas ofta en överblick för att kunna se kopplingen mellan företagsekonomi och arbetsmiljö. Det räcker inte att det är skyddsorganisationer som har till uppgift att arbeta med arbetsmiljön. För att miljöarbetet ska bli effektivt måste det vara integrerat i planering och ledning av produktionen. (Mänsklig miljö – lönande investering, 1987)

Vid arbetsmiljöarbete uppkommer initialt kostnader och det är vanligt att det är svårt att se vilka intäkter förbättring kommer att generera efter hand. Kostnader kan uppstå vid implementeringen av arbetsmiljöförbättringen, inköp av maskiner eller verktyg som ska underlätta arbetet. De ekonomiska vinsterna är till exempel produktionsökning, minskad sjuklighet och frånvaro, arbetstidsbehovet minskar och bättre regularitet i produktionen. Det kan ta tid innan effekterna av arbetsmiljöarbetet visar positiva effekter. Minskad frånvaro innebär minskade kostnader för nyrekryteringar samt utbildning av ny personal. (Mänsklig miljö – lönande investering, 1987)

Motivationen hos de anställda har en stor verkan på produktiviteten. Det finns ett starkt samband mellan risker i arbetsmiljö, arbetsplatsrelaterade besvär samt socialt klimat och hur mycket de anställda är villiga att satsa i sitt arbete. Motivationen är alltså en intäktspost som kommer att möjliggöra högre kvalitet på produkterna. En god arbetsmiljö kommer också att göra företaget till en mer attraktiv arbetsplats och detta kan komma att underlätta då ny arbetskraft ska rekryteras. (Mänsklig miljö – lönande investering, 1987)

Enligt SFO:s skrift *Mänsklig miljö – lönande investering* (1987) är ergonomi en åtgärd som är tekniskt sett är lätt att åtgärda samtidigt som ergonomiska åtgärder visar på att medföra stora förbättringar i lönsamhet, Figur 4-5.



Figur 4-5: Möjlighet att genomföra åtgärder för att förbättra arbetsmiljön i jämförelse med företagsekonomisk lönsamhet (Mänsklig miljö – lönande investering, 1987)

Ekund och Nolino (1998) presenterar i sin artikel de viktigaste påverkansfaktorerna för hur valda konstruktionslösningar hos truckar kan påverka kostnader, kapacitet hos truckföraren samt de centrala ergonomiska parametrarna, nämligen säkerhet, hälsa välbefinnande och effektivitet. Den mest uppenbara kostnaden är inköpskostnaden för trucken. Utifrån ett livscykelkostnads perspektiv har det visats sig att förarens lönekostnad kraftigt dominerar över maskinkostnaden för ett flertal produkter. De personalkostnader som uppkommer, utöver lönekostnader, är också betydelsefulla. Ergonomiska konstruktionslösningar påverkar såväl produktkostnader som förarkostnader. Eftersom förarkostnader är dominerade så är besparingar av dessa

kostnader den potentiellt viktigaste påverkansfaktorn. Genomarbetade ergonomiska lösningar har, även om de är kostsammare, flera fördelare jämfört med traditionella lösningar. Detta innefattar säkrare, hälsosammare och mindre uttrötning vid användning, minskad skaderisk och effektivare resultat som förbättrade produktivitet och kvalitet i det utförda arbetet. I artikeln nämns att truckförarens kapacitet går ned mot slutet av arbetsdagen och detta beror på att truckföraren blir uttröttade efter hel dag av truckkörning. Därav är den ergonomiska konstruktion av betydelse för hur mycket truckföraren kan prestera.

I ett bryggeri består en arbetsstation av att tvätta ölfat innan de kan användas igen. Faten kommer på ett band och innan tvättningen ska ett platslock och en tapp av trä bändas bort med hjälp av hammare och mejsel. Detta arbete är fysiskt mycket krävande för operatören och var orsak till skador på skuldror och rygg. När tappen togs bort fastnade den ibland i bandet som då skadades och var tvunget att stannas för reparation. Reparationen tog cirka 15 minuter att genomföra och bandet stannade i genomsnitt tre gånger per dag. Stoppen innebar att totalt elva personer var sysslösa medan en mekaniker reparerade bandet. Företagshälsovården ansåg att den belastningsergonomiska situationen för operatörerna var oacceptabel och att var tvunget att åtgärdas för att arbetet skulle vara säkert. Försök med arbetsrotation hade skett, men inte gett önskat resultat eftersom även de andra arbetsuppgifterna innebar bändning. Företagets ledning önskade samtidigt öka produktionen, men ansåg att detta antagligen inte kunde ske utan att antalet skador skulle öka. Genom arbetsplatsmöten som inte bara involverade tekniker utan även operatörer, arbetade de för att hitta lösningar som skulle förebygga uppkomsten av skador och öka produktionen, som expertstöd fanns en ergonom (Oxenburgh et al, 2003, s 112-117).

Lösningen till problemet krävde en reduktion i graden av bändning, manuell hantering och ansträngningen som det krävdes att få bort tappen. För att lättare kunna ta bort tappen skulle den vara placerad i armbågshöjd. Den första och omedelbara lösningen var att mejslarna ska vara skarpa och vara försedda med gummigrep för att reducera stöten när hammaren slås mot mejseln, det andra steget var att ersätta mejseln med ett elektriskt verktyg. Denna typ av lösningar och innebär inte några stora kostnader. I det här fallet lyckades gruppen med att minska skadorna samtidigt som produktionen ökade. Efter införandet av förändringen på bryggeriet så steg produktiviteten med över 70 procent och det uppkom inga nya skador under det följande året. Reduktionen i antal skador var effektiv, även om lösningen inte var perfekt ur ett ergonomiskt perspektiv. Efter att arbetsstationerna hade förbättrats minskade även antalet stopp på grund av material fastnade i banan. Det är utan tvekan så att utan en förbättrad

arbetsmiljö så hade det inte gått att öka produktionen utan att det skulle medföra allvarliga skadekonsekvenser (Oxenburgh et al 2003, s 112-117).

Saab bytte ut en skruv som användes vid montering av innetak. Arbetet med att montera innetaket innebar en ansträngd arbetsställning, med arbete över huvudet för att hålla taket på plats. Bytet till den nya skruven innebar att det krävdes lägre axialkraft för att skruva fast skruven. Detta medförde färre problem i skuldror för operatörerna, vilket i sin tur medförde att operatören inte lika ofta slant med skruvmejseln. Den gamla skruven slant lätt och orsakade repor i taket, vilket medförde att taket var tvunget att bytas ut. Detta problem uppstod nästan aldrig med den nya skruven. Effekten av bytet av skruv var kraftigt reducerade kraftkrav, mindre utmattning, färre arbetsskador och bortkastade innetak och därmed färre produktionsförseningar (Eklund, 1997).

4.5.4 Koppling mellan arbetsmiljö och produktivitet

Under åren 1990 och 1995 var Arbetslivsfonden med och finansierade 25000 arbetsplatsprogram. Majoriteten av programmen inkluderade olika mått för att förbättra arbetsvillkor, inklusive förändringar i arbetsorganisation och arbetsmetoder, kompetensutveckling och medicinskbehandling samt att de flesta programmen innehöll någon sorts rehabilitering. En studie utfördes för att bedöma effekterna utav arbetsplatsprogrammen. Studien visade att den vanligaste effekten av arbetsplatsprogram var ökade produktivitet och därefter förändringar i sjukfrånvaro, men det fanns även organisationer, dock mindre frekvent förekommande, som upplevde att kvaliteten hade förbättrats (Johansson, 1997).

Utvecklingen av en ny arbetsplats på SSAB i Luleå medförde stora förbättringar i såväl arbetsmiljö som produktion. De dåliga arbetsvillkoren på den gamla arbetsplatsen gjorde det svårt för operatörerna att uppehålla en tillräckligt hög kvalitet på arbetet, vilket orsakade störningar i produktionskedjans senare steg. Mätningarna på arbetsmiljö visade att många allvarliga arbetsmiljöproblem har reducerats kraftigt. Utvärderingen av produktionen visade på att förbättringarna hade flera effekter: färre haverier, mindre produktionsstörningar, förbättrad tillförlitlighet i produktionsplaneringen och ett minskat underhållsbehov. En investering på 11 000 000 SEK innebar direkta årliga besparingar på 5 000 000 SEK (Abrahamsson, 2000). Genom att se arbetsplatsproblem som produktionsproblem kommer arbetet för att lösa problemen att ses som investeringar istället för arbetsmiljökostnader.

4.5.5 Koppling mellan belastningsergonomi och kvalitet

Eklund (1995) har gjort en studie i en svensk personbilstillverkning. Intervjuer visade att uppgifter med ergonomiska problem eller där designen gjorde monteringen svår orsakade trötthet och smärta i olika delar av kroppen. Tröttheten och smärtan resulterade i att mindre ansträngning lades på att utföra uppgiften korrekt, operatörerna nöjde sig med något bristfälliga resultat. Om de var trötta, stördes eller försenade av någon annan anledning, tenderade de att se problemet som för omfattande för att kunna lösas på den tid som var tillgänglig. Ett bättre alternativ ansågs vara att skicka problem eller det ej färdiga arbetet vidare till en justerare istället för att själva ordna det och därigenom orsaka förseningar för medarbetarna längs banan. Studien visade att det finns ett klart samband mellan ergonomiska problem – fysisk montering och psykologiska krav – och kvalitetsbrister. Monteringslinan var utformad med stationära bilar och uppgifter som skulle vara slutförda av alla montörer innan arbetet kunde fortsätta, det ledde till stress då ingen ville vara sist färdig. Studien visade också att om operatörerna inte hade möjlighet att påverka kvaliteten på arbetet, flexibiliteten i tiden eller de ergonomiska villkoren, blir resultatet passivitet och minskad motivation. Om en operatör på grund av ovana, brister i material eller utrustning eller tidskrävande uppgifter ofta tenderade att vara sist färdig, utsattes personen för starkt tryck från gruppen. Detta resulterade i att operatören i fråga arbetade så snabbt som möjligt eller avsiktligt skickade vidare korrigeringar till justerarna när problem uppkom, för att inte orsaka förseningar för kollegorna.

Den relativa risken för kvalitetsbrister vid ergonomiskt krävande uppgifter är nära tre gånger så stor som för andra uppgifter. Arbetsuppgifter med ergonomiska problem står för cirka en femtedel av monteringstiden och orsakar samtidigt 50 procent av kvalitetsbristerna (Eklund, 1995).

I en studie var den enskilda monteringstiden mellan arbetsuppgifter med ergonomiska problem ojämnt fördelad. En orsak till de långa monteringstiderna var problem med fysiska krav och med monteringsvänlig design, vilket resulterade i extra tilldelning av tid. Det medförde förlust i produktionseffektivitet. Korta cykeltider vid montering i linjeproduktion där operatörerna inte har möjlighet att kontrollera fördelningen av tid mellan de olika operationerna, leder till en ökad nivå av kvalitetsbrister. En av orsakerna är att variationen i tid som de olika operationerna tar, vilket leder till att operationerna inte hinner avslutas om minsta lilla problem uppstår. Ju kortare cykeltid och ju högre processvariation desto högre är risken att för att tiden inte räcker till för att avsluta arbetet korrekt, vilket kan leda till kvalitetsbrister (Eklund, 1995).

I tillämpningsområdet, har påtagliga likheter mellan ergonomi och kvalitet hittats inom produktdesignområdet. Kvalitetsbrister i produktion har ofta orsakats av otillräcklig design av arbetet, arbetsplats och arbetsmiljö. Trots detta tar kvalitetsarbetet sällan hänsyn till den aspekten och använder sig sällan av kunskaper som finns inom ergonomiområdet, med undantag av vissa sidor av motivation och andra frågor inom området av psykosocial arbetsmiljö. Kvalitetsområdet skulle ha nytta av att ta tillvara på kunskaper från ergonomiområdet, speciellt inom design av arbete och den mänskliga kapabiliteten, dessa faktorer är avgörande för hur en individ presterar och därmed avgörande prestationen i hela systemet. Ergonomiområdet skulle kunna vinna på att ta till vara på arbetssättet inom kvalitetsområdet, genom att använda tydligare metoder och strukturer i förbättringsprocessen, detta inkluderar även en tydligare koppling mellan ledarskap och företagsstrategier. Lika viktigt är det att fortsätta utvecklingen praktiska participativa ergonomimetoder och – verktyg som de anställda själva kan använda på arbetsplatsen. Att använda participativa arbetssätt, med fokus på ergonomi och kvalitet samtidigt, ger stora möjligheter att förbättra arbetsvillkor och kvalitet simultant och därmed göra fler intressenter nöjda (Eklund, 1995).

Belastningsergonomiska problem har för operatörer och montörer en uppenbar koppling till såväl kvalitet som produktivitet och lönsamhet. Dåliga arbetsställningar är den faktor som tydligast ses ha direkt inverkan på kvalitet. Statisk belastning, monotona rörelser, högrepetitivt arbete, dålig åtkomlighet och tunga lyft ger symptom som trötthet och smärta. Symptomen kan resultera i att operatören varken orkar anstränga sig eller bryr sig om kvaliteten på grund av obehag. Monteringsovänlighet är ett problem som har många kopplingar med belastningsergonomi, de beror ofta på konstruktionslösningar (Axelsson, 1995).

Enligt Axelsson (1995) är även återföring av information, god organisatorisk kommunikation och de anställdas möjligheter till påverkan och delaktighet i processerna arbetsmiljöfaktorer som påverkar kvaliteten. De tre faktorer som är mest betydelsefulla för att uppnå hög kvalitet är ledning, informationshantering samt monterbarhet.

Förändringar i arbetsmiljön, utifrån de interna kundbehoven, är bättre monterbarhet och arbetsplatsutformning samt ökad kunskap om arbetssituationen har resulterat i minskad fysisk och psykisk belastning. Förändringarna medförde även att kvalitetssituationen förbättrades, kvalitetsbristerna minskade med 40 procent. Det kan tolkas som att en stor del av de brister som tidigare funnits förekommit på grund av problem i arbetsmiljön (Axelsson, 1995).

Eklund (1997) anser att om ergonomikunskaper integreras med kunskaper från kvalitetsområdet finns det goda möjligheter att uppnå såväl prestationsmål som mål med ergonomi. Genom att etablera participativa metoder vid problemlösning och ständiga förbättringar, som inkluderar ergonomi och refererar den enskilda individens arbete till individens egen arbetsplats, finns goda möjligheter för att förbättra arbetsvillkor, motivation, social färdighet och arbetsutveckling. Ett etablerat participativt arbetssätt vid problemlösning och ständiga förbättringar, i vilka personalen identifierar problem de upptäcker i sitt arbete, är en snabb och inte särskilt kostsam process. Det är nu möjligt att motivera ergonomiskt arbete, som leder till förbättrad arbetsmiljö, vilket gynnar produktkvalitet, ökar kundvärdet samt ökar motivationen hos operatörerna.

4.5.6 Koppling mellan produktivitet och kvalitet

God kvalitet handlar om att producera värde för konsumenterna. Höjd kvalitet i produktionen betyder normalt också att den uppmätta produktiviteten ökar. Hög kvalitet innebär färre kassationer, omarbetningar och justeringar i produktionsprocessen. Att arbeta för högre kvalitet i produktionen är därför ofta ett sätt för företag att på en och samma gång operationalisera såväl effektivitets- som produktivitetsmål (Statens offentliga utredningar, 1991).

5 Resultat och analys

Nuläget och datainsamlingen redovisas och analyseras här utifrån den teoretiska referensramen.

5.1 Produktivitet

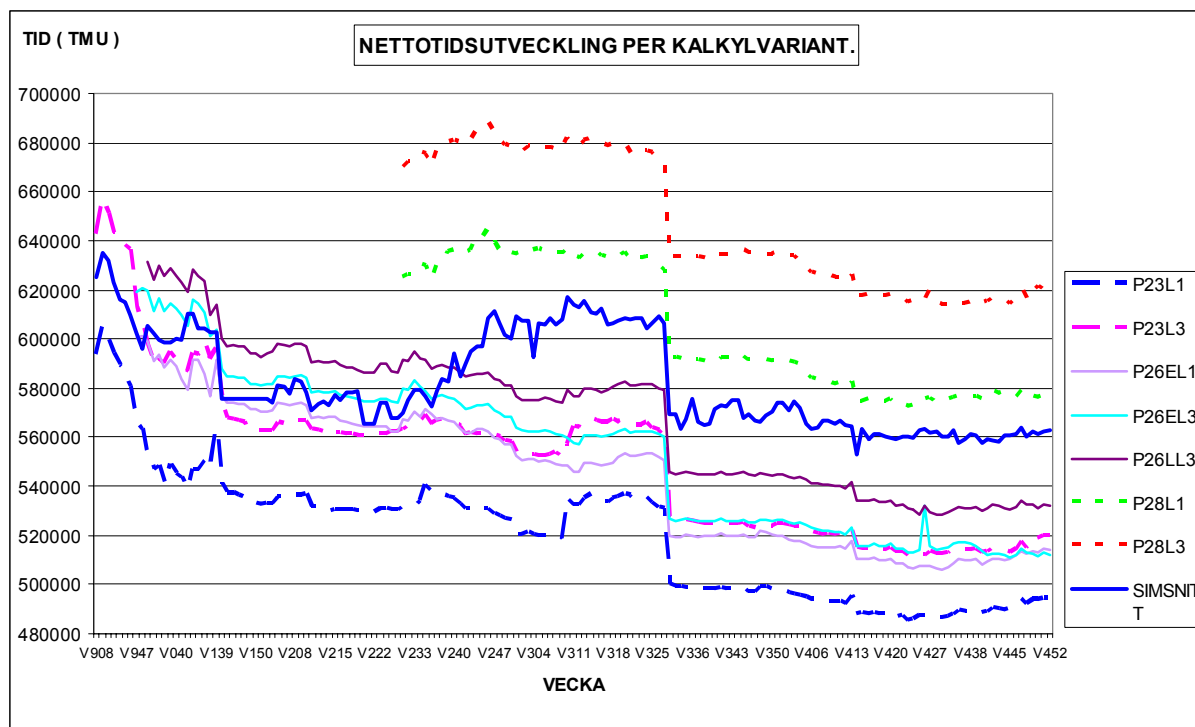
Såväl innan och som efter införandet av BME hände det mycket som påverkade produktiviteten på olika sätt. För att ge en bild av vad som hände generellt presenteras här några olika sätt att se på utvecklingen av produktivitet.

5.1.1 Nettotidsutveckling

Det skedde inte så mycket förändringar i slutmonteringen på VCT enbart för att höja produktiviteten, utan förändringarna styrdes av produkten. Förändringar skedde ofta då operatörerna hittade bättre sätt att utföra monteringar på än de som kom från beredningen.

På grund av den stora variantrikedom, olika bilmodeller med olika variantmöjligheter för varje modell, fanns det mycket material utmed banan. Materialfasaderna tog upp mer plats än den angivna stationslängden och detta medförde att operatören var tvungen att ta extra steg för att hämta materialet. Stora mängder material satsades, detta skedde inte alltid vid banan men någonstans uppkom kostnaden för satsningen av material även om det inte skedde innanför slutmonteringsväggar.

Tidsstudier utfördes för att bedöma om den tid som var avsedd för ett moment stämde överens med den tid som i verkligheten åtgick för att utföra momentet (Gullstrand, 2005). Figur 5-1 visar hur nettotidsbehovet vid tillverkning av den tyngsta respektive lättaste varianten för varje modell som tillverkades i Torslandafabriken.



Figur 5-1: Nettotidsutveckling (Bertilsson, 2005)

Modellbeteckningarna i Figur 5-1 förklaras med den beteckning som används på marknaden i Tabell 5-1. Beteckningen L1 efter modellbeteckningen avsåg att det var en normal variant medan L3 avsåg en tung variant, som tog längre tid att montera.

Tabell 5-1: Förklaring modellbeteckningar i Figur 5-1

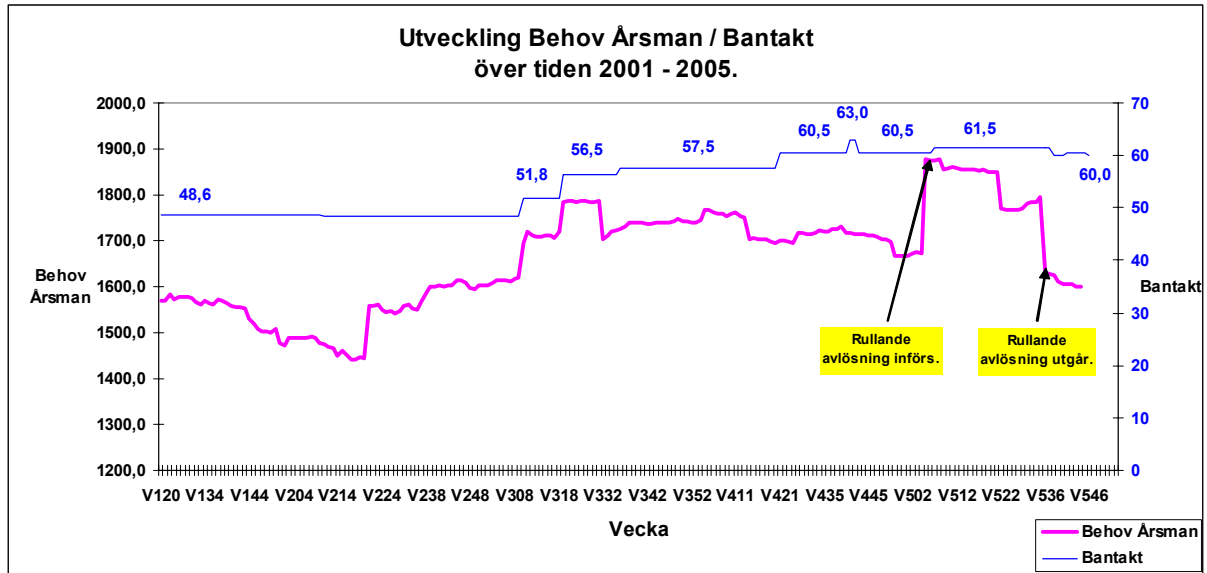
Modellbeteckning	
P23	S80
P26 E	V70
P26 L	XC70
P28	XC90

Enligt avsnitt 2.2.3 sida 9 lämnade beredningen i PKI uppgifter om vilken tidsåtgång som krävdes för respektive arbetsmoment. När produkten kom till produktionen uppkom ofta andra bättre metoder att utföra arbetet på. Detta kallades metodglidningar och innebar att hitta nya och bättre sätt att utföra monteringen på. För XC90 minskade tidsbehovet totalt med ungefär 90000 TMU, vilket motsvarar knappt en timma, sedan bilmodellens introduktion.

Hoppet i grafen vecka 30 år 2003 berodde på att en montering som skedde på en förstation såldes ut till en underleverantör, detta resulterade i att nettotidsbehovet minskade med cirka 30000 TMU för samtliga modeller. Att nettotidsbehovet steg i slutet av 2004 beror på att antalet tillfälliga PKI ökade, troligtvis på grund av kvalitetsproblem. För att komma till rätta med kvalitetsproblemen tillkom extra arbetsmoment (Bertilsson, 2005).

5.1.2 Utveckling personalbehov/produktionstakt

Figur 5-2 visar utvecklingen av bantakt och årsman, antalet anställda som krävs för att kunna producera till den takt som marknaden efterfrågar från vecka 20 år 2001 och fram till vecka 46 år 2005.



Figur 5-2: Utveckling behovs årsman/bantakt (Bertilsson, 2005)

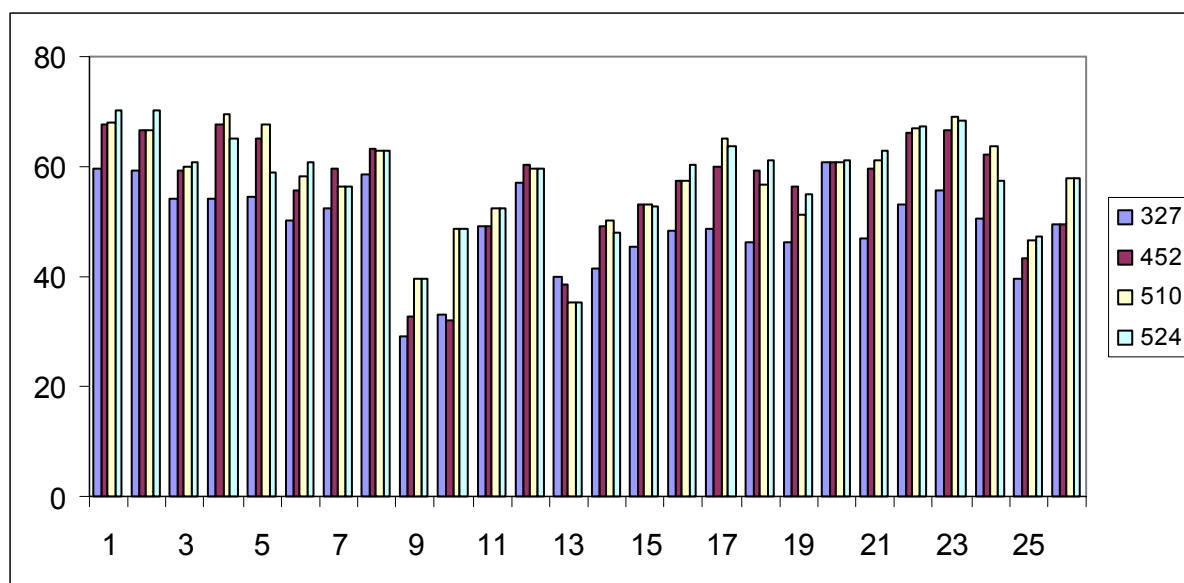
Bantakten ökade från knappt 50 bilar per timme till 60 bilar per timme idag. Sedan år 2003 minskade antalet årsman samtidigt som bantakten ökade. Från februari till och med augusti 2005 användes rullande avlösning för att möta den ökade efterfrågan, detta gjorde det möjligt att höja takten. Att behovet av årsman till att börja med sjönk, beror på att Doorline kördes in, att behovet sedan steg igen vid vecka 20 år 2002 berodde på att tillverkningen av XC90 startades. Enligt avsnitt 4.3 kan produktivitet definieras som förhållandet mellan output och input. I beskrivningen ovan är personalen input och produktionstakten är output, eftersom produktionstakten ökade och bemanningen minskade har produktiviteten ökat.

I avsnitt 2.2.4 beskrevs sekvensbalanseringssystemet, SBS. Införandet av SBS innebar att upplägget, monteringsordning och utförande, var det samma men med hjälp av stoppen hade LME möjlighet att belägga balanserna högre. Innan införandet, som skedde 2003, producerades 1,9 bilar per operatör och vecka, hösten 2004 producerades 2,3 bilar per operatör och vecka. Införandet av SBS innebar att operatörerna fick arbeta hårdare men inte effektivare, tiden utnyttjades helt enkelt bättre. SBS gjorde det lättare för operatören att jobba ner sig, det vill säga att operatören inte hann med det som var avsett att utföra på balansen på den avsatta tiden. Volvo kunde utnyttja befintliga prestationsavtal fullt ut. SBS gjorde det som var teoretiskt omöjligt möjligt. Införandet av SBS medförde att produktiviteten ökade (Gullstrand, 2005).

5.1.3 Utveckling förädlade tid

Den belagda tiden bestod dels av förädlade och dels av icke-förädlade tid. På Volvo benämndes den förädlade tiden Task Force 1, TF1, och den icke-förädlade tiden benämndes Task Force 2, TF2. Den icke-förädlade tiden delades upp i hantering, processtid från fabriken och emballage. Processtid från fabrik uppstod när operatören, istället för att hämta material separat för varje montering, hämtade material för flera monteringar på en gång och lade ner det vid bilen.

Det var angeläget att sträva mot att höja TF1, den förädlade tiden, det vill säga andelen tid för de processer som skapar värde. Men det var inte säkert att det gick att ha samma mål på samtliga delar av banan, eftersom arbetet som utfördes skiljde sig mellan de olika banavsnitten. Den jämförelse av TF1 som var relevant att jämföra var varje enskilt banavsnitt med sig själv vid olika tidpunkter (Bertilsson, 2005). Figur 5-3 visar mätning av TF1 för varje banavsnitt inom de fyra produktverkstadsområdena Door, MP-Area, Trim och Chassie vid fyra mättillfällen, från vecka 27 år 2003 till vecka 24 år 2005. Den sista stapeln visar medelvärdet för alla banavsnitt.



Figur 5-3: Utveckling av TF1 per banavsnitt (och produktverkstadsområde) samt fabriksnivå

I Tabell 5-2 återfinns en förklaring till vilket banavsnitt de olika staplarna kommer ifrån.

Tabell 5-2: Förklaring till Figur 5-3

Banavsnitt	Stapel
Door	1-6
MP Area	7-13
Chassie	14-18
Trim	19-25
Medel	26

Figur 5-3 visar hur den förädlade tiden förändrades från vecka 27 år 2003 till vecka 24 år 2005. De olika staplarna representerar TF1 vid respektive tidpunkt för vardera banavsnittet. Den sista stapeln i diagrammet visar hur den totala andelen TF1 förändrades på fabriksnivå under perioden. Andelen av den totala tiden som var förädlade har ökat för 24 av de 25 banavsnitten under perioden vecka 27 år 2003 till vecka 24 år 2004. Även om TF1 ökade var det bara ett fåtal banavsnitt som nådde målet om 65 procent av tiden som TF1, avsnitt 2.2.4. Att andelen av den förädlade tiden, TF1, ökade kan bero på att den icke-förädlade tiden, TF2, minskade och därmed var en större del av den belagda tiden TF1.

Under tidsperioden hände mycket som kunde påverka förändringen i TF1, bland annat implementerades SBS och BME och antalet anställda minskade samtidigt som bantakten ökade, Figur 5-2. Att mätillfällen saknades mellan vecka 27 år 2003 och vecka 52 år 2003 gjorde att det var svårt att se när ökningen av TF1 skedde och därmed var det svårt att analysera vad som var orsaken till ökningen. I bilaga 1 visas utvecklingen av TF1 för respektive produktverkstadsområde och banavsnitten inom produktverkstadsområde.

5.1.4 Lagutveckling

På VCT skedde satsningar på medarbetarna i och med KLE-strategin. Där skulle alla medarbetare delta och resonemang skulle föras kring kundinriktade mål på ett sådant sätt att alla medarbetare förstod, accepterade och inspirerades av det. Värderingarna kring KLE-strategin var att arbetet skedde bäst i ett lag, att det fanns en vilja och förändra och en strävan efter att alltid överträffa kundernas förväntningar. Målet med KLE-strategin var att bli nummer ett i kundtillfredsställelse.

5.2 Koppling produktivitet – belastningsergonomi

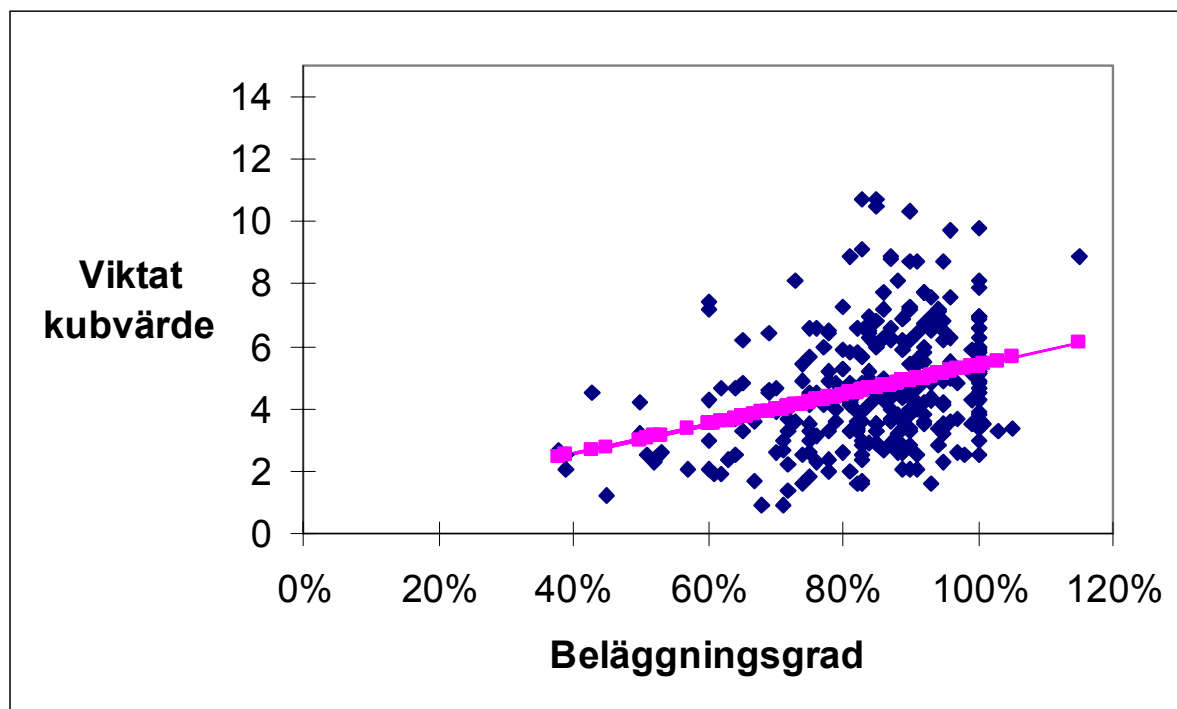
Produktiviteten påverkades av hur operatören hanterade material och hur den byggde samt vilka maskiner och verktyg som fanns. Den största förlusten i produktivitet kom från balanseringsförluster. Variantförluster utgjorde den största delen av balanseringsförlusten, utan den breda variantfloran skulle balanseringsförlusten vara liten. Det var svårt att balansera balansen fullt för varje möjlig variant (Gullstrand, 2005).

Det kubvärde, här kallat *viktat kubvärde*, som angavs för en balans i BME-bedömningen bestod av summan av kubvärdet, här benämnt som *rensat kubvärde*, för respektive balans multiplicerat med balansens beläggningsgrad. Detta sätt att bestämma det viktade kubvärdet på medförde att det fanns ett samband mellan det viktade kubvärdet och beläggningsgrad. Hade två balanser samma summa av rensat

kubvärde, men olika beläggningsgrad, fick balansen med högst beläggningsgrad ett högre viktat kubvärde och vice versa.

5.2.1 Koppling mellan viktat kubvärde och beläggningsgrad

I Figur 5-4 jämförs beläggningsgrad för varje balans med viktat kubvärde för respektive balans. Balanser från tre banavsnitt (Loop A, Loop B och Inre Front) är inte med i figuren, då dessa var så kallade senioravsnitt med en beläggningsgrad motsvarande 75 procent för de övriga balanserna.



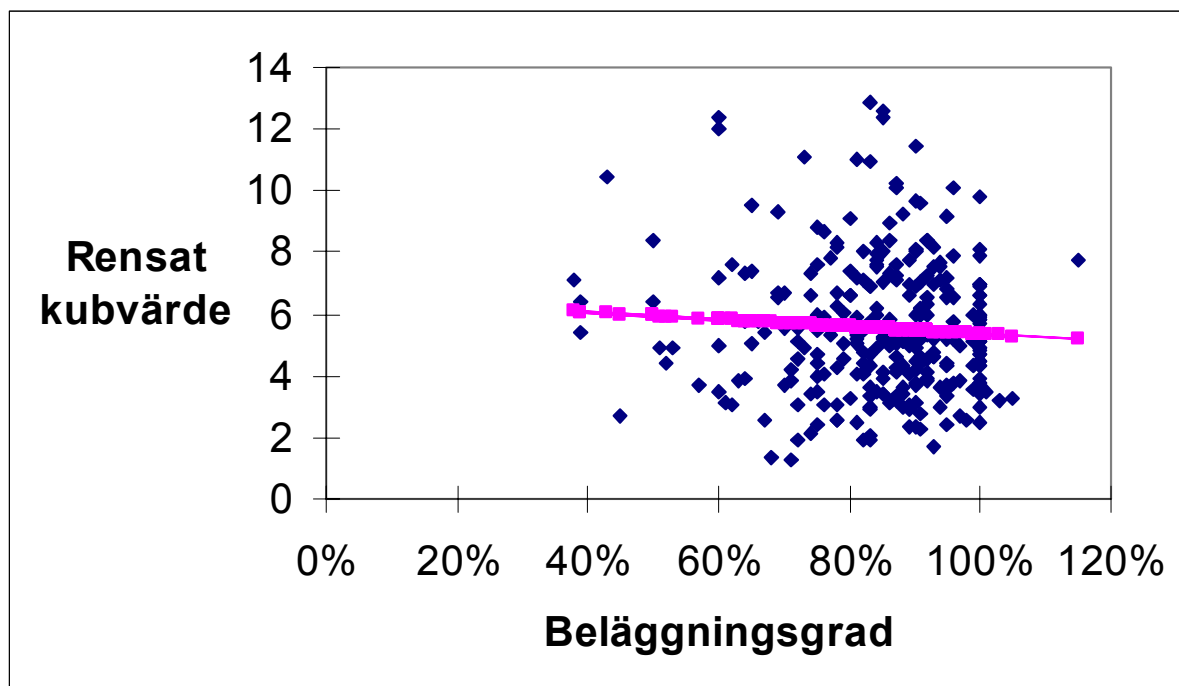
Figur 5-4: Beläggningsgrad mot kubvärde, senaste BME-bedömning

Regressionslinjens lutning var signifikant skiljd från noll ($p < 0,05$). Det fanns alltså ett samband mellan en balans beläggningsgrad och balansens viktade kubvärde. Figur 5-4 visar på tendens till att hög beläggningsgrad medför höga kubvärden. Medelvärde för beläggningsgraden var 83,7 procent och för kubvärdet var medelvärdet 4,6. Den låga beläggningsgraden på balanser med låga kubvärden kunde vara ett tydligt exempel på den balanseringsförlust som uppkom då det på grund av variansspridningen var svårt att belägga varje balans till 100 procent (Amprazis, 2005).

Den stora spridningen bland mätvärden gjorde att en linjär approximation inte var en bra prediktionsmodell. Variationen var stor och okontrollerad. Det fanns eventuellt faktorer som påverkade variationen systematiskt. Determinationskoefficienten mäter hur stor del av variationen för den beroende variabeln som förklaras av det linjära sambandet mellan variablerna. Eftersom determinationskoefficienten är låg förklarades sambandet dåligt med det linjära sambandet.

5.2.2 Koppling mellan rensat kubvärde och beläggningsgrad

Genom att använda det rensade kubvärdet, var inte kubvärdet en produkt av beläggningsgraden. För att studera om det fanns något samband mellan beläggningsgrad och det rensade kubvärdet utfördes en regressionsanalys. I Figur 5-5 visas en graf från regressionsanalysen av rensat kubvärde och beläggningsgrad.

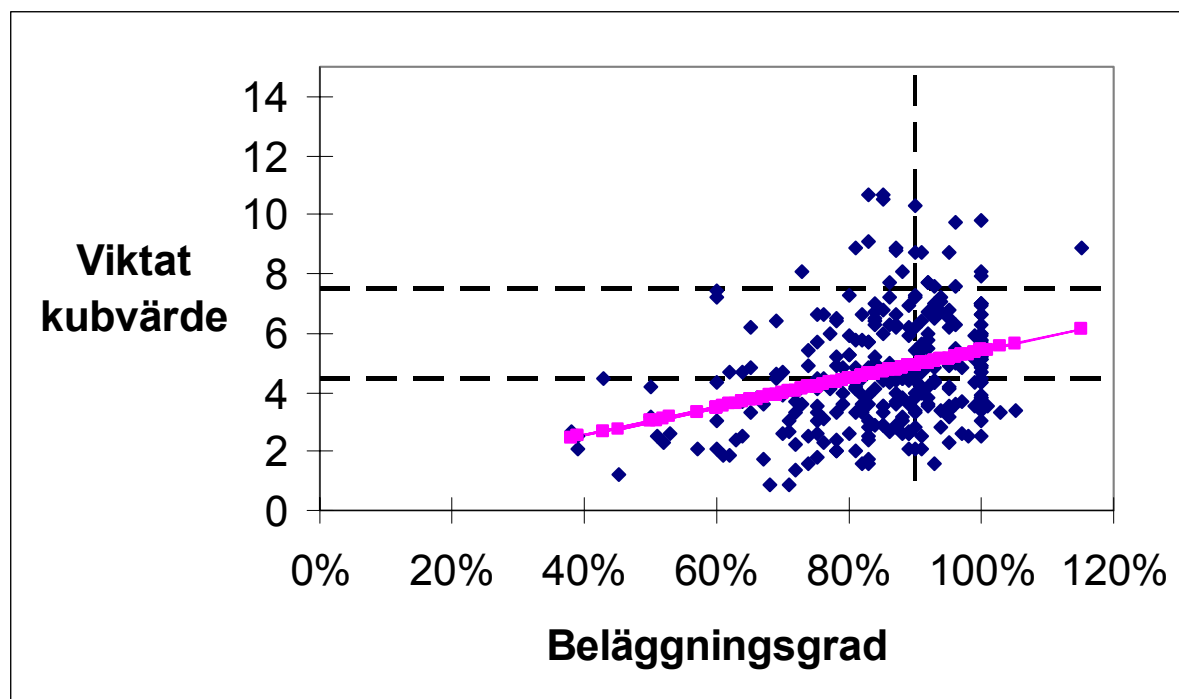


Figur 5-5: Rensat kubvärde mot beläggningsgrad

Regressionslinjen har en negativ lutning, men lutningen var inte signifikant skiljd från noll. Det gick därför inte att förkasta att lutningen på regressionslinjen var noll, om så var fallet fanns inget linjärt samband mellan rensat kubvärde och beläggningsgrad.

5.2.3 Skattning av viktat kubvärde vid viss beläggningsgrad

Regressionslinjen var, enligt avsnitt 5.2.1, inte en bra prediktion av verkligheten. För att avgöra om det fanns någon annan form av samband än ett linjärt mellan balansernas färgkod enligt BME, det vill säga grön, gul och röd, och balansens beläggningsgrad delades grafen i Figur 5-4 in i fält enligt Figur 5-6.



Figur 5-6: Fyrfältare beläggingsgrad-viktat kubvärde

I Figur 5-6 finns två horisontella streckade linjer, den över är vid gränsen för en röd balans, kubvärde 7,5, och den undre vid gränsen för en gul balans, kubvärde 4,5. Den vertikala gränsen dras vid en beläggingsgrad på 90 procent vilket utifrån samtal med Joakim Amprazis kan anses var en realistisk nivå att eftersträva.

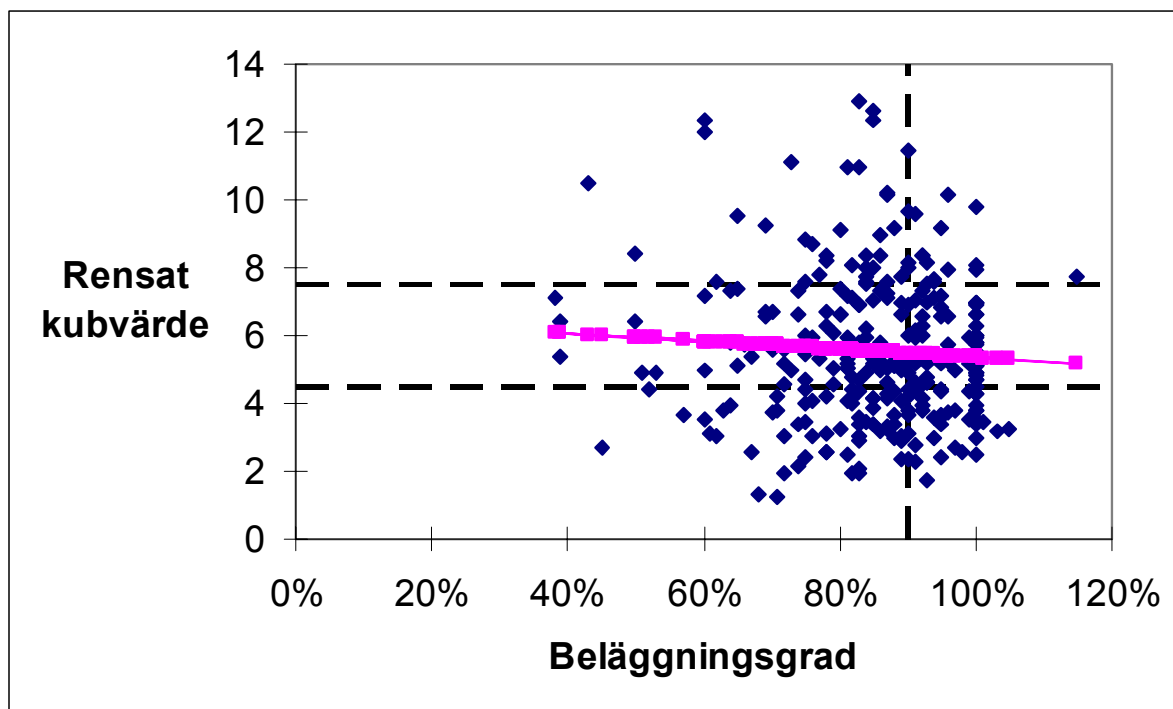
Vid en jämförelse mellan sannolikheten att vid en beläggingsgrad över 90 procent få ett kubvärde över 7,5 respektive att få ett kubvärde över 7,5 när beläggingsgraden var under 90 procent gick det inte att utläsa några skillnader ($p < 0,05$). På signifikansnivå 0,10 var skillnaden statistiskt säkerställd, det var då större chans att få ett kubvärde över 7,5 när beläggingsgraden var över 90 procent än när den var under 90 procent.

Slutligen jämfördes sannolikheten att en balans fick ett kubvärde över 4,5 (det vill säga att balansen är gul eller röd) vid en beläggingsgrad under respektive över 90 procent. Skillnaden var signifikant. Det var alltså större sannolikhet att en balans fick ett kubvärde över 4,5 när beläggingsgraden var över 90 procent än när den var under ($p < 0,10$).

5.2.4 Skattning av rensat kubvärde vid viss beläggingsgrad

I Figur 5-7 delades Figur 5-5 upp på samma sett som skett i avsnitt 5.2.3 för att avgöra om det fanns någon annan form av samband än ett linjärt mellan balanserna färgkod, utifrån det rensade kubvärdet, och balansens beläggingsgrad. Det horisontella

respektive den vertikala gränsen drogs även här vid kubvärde 7,5 respektive 4,5 samt 90 procent beläggningsgrad.

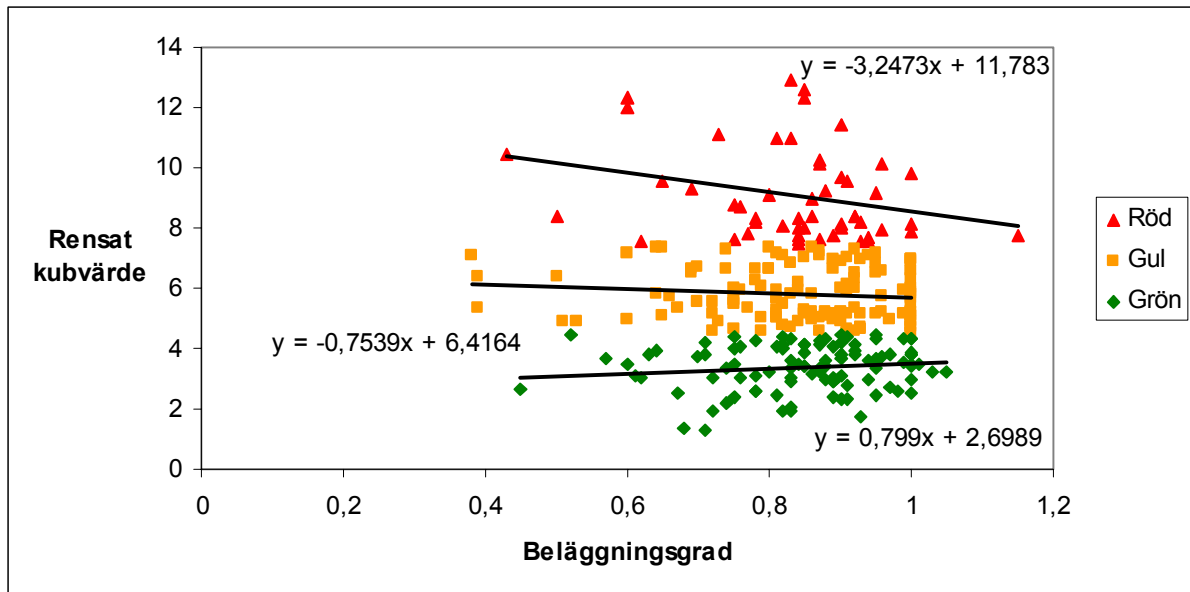


Figur 5-7: Fyrfält beläggningsgrad rensat kubvärde

När kubvärdet var rensat var det varken för ett kubvärde på 7,5 eller ett på 4,5 någon signifikant skillnaden mellan antalet balanser som hade en beläggningsgrad över respektive under 90 procent. Det var alltså ingen skillnad mellan antal balanser som hade ett kubvärde på 4,5 respektive 7,5 vid olika beläggningsgrad.

5.2.5 Koppling mellan beläggningsgrad och röd, gul respektive grön balans

Eftersom det inte gick att finna något samband mellan beläggningsgrad och rensat kubvärde när alla balanser jämfördes samtidigt, undersöktes om samband fanns mellan beläggningsgrad och kubvärde för röd, gul respektive grön balans. Denna analys visas i Figur 5-8.



Figur 5-8: Beläggingsgrad mot rensat kubvärde för grön, gul respektive röd balans

För gröna och gula balanser fanns det inget signifikant samband mellan beläggingsgrad och det rensade kubvärdet. Dock fanns det ett signifikant samband mellan beläggingsgrad och rensat kubvärde för de röda balanserna ($p < 0,10$). Det rensade kubvärdet var för de röda balanserna högre när beläggingsgraden var låg, ju lägre beläggingsgrad desto högre kunde kubvärdet vara.

Lutningen på regressionslinjen skiljde sig mellan de olika färgerna som balanserna hade tilldelats enligt BME och den för en regressionsanalys av alla punkter. För en specifik röd balans var kubvärdet högre om beläggingsgraden var låg. När samtliga balancers beläggingsgrad och rensade kubvärde analyserades, avsnitt 5.2.2, gick det inte att finna något samband. Detta kan eventuellt bero på att det inte fanns något samband mellan beläggingsgrad och rensat kubvärde för gröna och gula balanser och detta släckte sambandet för de röda balanserna. Detta kan vara anledningen till att det var svårt att öka beläggingsgraden ytterligare för de balanser som redan var röda (Amprazis, 2005).

5.2.6 Förändring beläggingsgrad

Medelvärdet på beläggingsgraden ökade från det första bedömningstillfället, vecka 14 år 2004, till de senast utförda bedömningarna från 76,5 procent till 83,7 procent, förändringen är statistisk säkerställd ($p < 0,05$). Samtidigt förändrades medelvärdet för kubvärdet endast marginellt. Ökningen i beläggingsgrad kunde, enligt Joakim Amprazis, bero på att BME ger information om det ur ett belastningsergonomiskt perspektiv var möjligt att öka beläggningen på en balans.

Den ökade beläggningsgraden behövde inte bara bero på att fler arbetsmoment ingick i balanserna, utan kunde även i vissa fall bero på att arbetsmoment fick en ny, högre, PKI-tid. Om PKI-tiden ökade på pappret så arbetade operatören utifrån den tiden även innan, men inte fick betalt i tid. Den faktiska beläggningen var högre än den som stod på pappret och operatören behövde därför inte märka att beläggningen på balansen ökade.

5.3 Kvalitet

För att få en indikation om det fanns något samband mellan kvalitet och belastningsergonomi studeras först de fel som oftast rapporterades från samtliga banavsnitt, under en tidsperiod av sex veckor, och kubvärdet för det arbetsmoment som troddes ha orsakat felet. I Tabell 5-3 presenteras ett urval av de fel som förekom ofta.

Tabell 5-3: Sammanställning av ett urval fel vecka 20-25 år 2005

Banavsnitt	Feltyp	Antal fel	Kubvärde
1:1	Bromsljuskontakt XC90	89	9,2
1:1	Innebelysning k-dom	18	13,6
1:21/1:30	ABS-givare bak	10	8,1
1:21/1:30	Torkarmotor vindruta	15	19
1:2A	K-don A-stolpe hö	17	22
1:2A	K-don REM DU-kabel	11	21,9
1:3	Handbromskontakt S80V70	16	12,6
1:3	Växellåda (k-don)	28	13,5
1:42	Baklucka v/h övre V70	74	9,2
1:43	K-don REM	32	16,2
1:51	AC-tryckgivare	16	13
1:51	Siren	12	5,3
1:52	Batteripol (+) dragning XC90	7	5,8
1:61	Stolar	31	11,4
1:71	K-don dörrkablage	10	9,4

Den uppfattning jag fick då jag studerade vilka fel som rapporterades in i Eifel och sedan jämförde med kubvärdet för de feltyperna var tendens att arbetsmomenten som hade orsakat fel hade höga kubvärden.

Under perioden 2005-05-16 – 2005-06-26 byggdes 24036 bilar och under perioden rapporterades totalt 14318 fel in i Eifel. Omräknat till årsbasis, med hänsyn tagen till de produktionsfria veckorna under sommaren, rapporterades årligen cirka 110 000 fel in i Eifel.

Från intervjuerna med erfarna operatörer framkom att det som kom att påverka om ett arbetsmoment var krävande eller besvärligt för operatörerna var arbetsställning och tidstillgång. Intervjuer med operatörer visade att arbetsställningar med händerna över huvudet, tryck eller slag som påfrestar handled, klättra in i bil och att stå böjd

upplevdes som ansträngande, vilka även var de ställningar som enligt BME är skadliga om operatören för dem ofta exponeras. Men även arbetsmoment som krävde extra kraft på grund av materialets utformning upplevdes som ansträngande, kraftåtgången bedömdes även den med BME. Att mycket arbete skulle utföras på kort tid upplevs också som ansträngande, var sedan passform på materialet dålig tog monteringen längre tid än beräknat och operatören riskerade att bli nerjobbad, vilket innebar att operatören ligger efter och stressen ökar. Felen i Tabell 5-3 orsakades ofta av arbetsmoment med den typ av belastningsergonomiska brister som nämnts ovan.

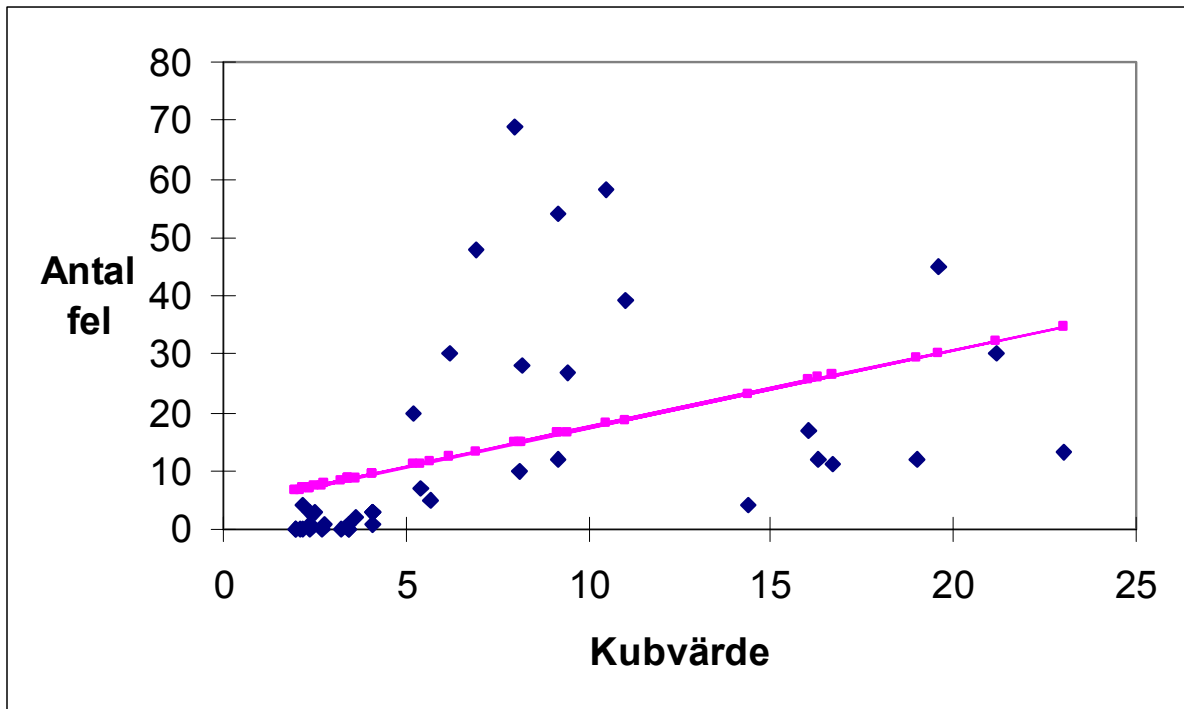
5.4 Koppling kvalitet – belastningsergonomi

För de fem framlottade banavsnitten studerades statistik i Eifel från perioden vecka 20 till och med vecka 25 år 2005. För de fel som förekom mycket under perioden jämfördes BME-bedömningar för att utreda om felet kunde ha en koppling till den belastningsergonomiska situationen. LME för de olika banavsnitten rådfrågades om det var oklart vad som kunde ha orsakat felet, problem med material ansågs ofta kunna vara orsak till uppkomst av fel. För att studera skillnaden mellan arbetsmoment med låga och höga kubvärden studerades även BME-bedömningarna för att hitta arbetsmoment som var bra ur en belastningsergonomisk synvinkel. Därefter studerades Eifel för att se om fel hade rapporterats som gick att knyta till dessa arbetsmoment.

I bilaga 2 presenteras sammanställningen över inrapporterade fel i Eifel från de fem banavsnitten och kubvärdet för arbetsmomenten som antogs ha orsakat felen, vilka sedan användes vid analysen nedan.

5.4.1 Resultat från koppling mellan kvalitet och belastningsergonomi

I Figur 5-9 visas denna sammanställning av kubvärde och antal fel grafiskt.



Figur 5-9: Kubvärde mot antal fel, med regressionslinje, vecka 20-25 år 2005

En regressionslinje anpassades till punkterna, spridningen var stor och regressionslinjen gav inte en bra prediktion av ett eventuellt samband mellan kubvärde och antal fel. Det fanns andra underliggande faktorer gömda i bruset som också påverkade felutfallet. Determinationskoefficienten var låg, alltså hur stor andel av variationen i beroendevariabeln, som förklarades av dess samvariation med förklaringsvariabeln. Detta tydde också på att regressionslinjen inte var en bra prediktionsmodell.

Ett hypotestest visade att det fanns ett signifikant samband mellan kubvärdet och antal fel ($p < 0,05$). Lutningen på regressionslinjen var positiv, alltså ökade antalet fel med ökat kubvärde.

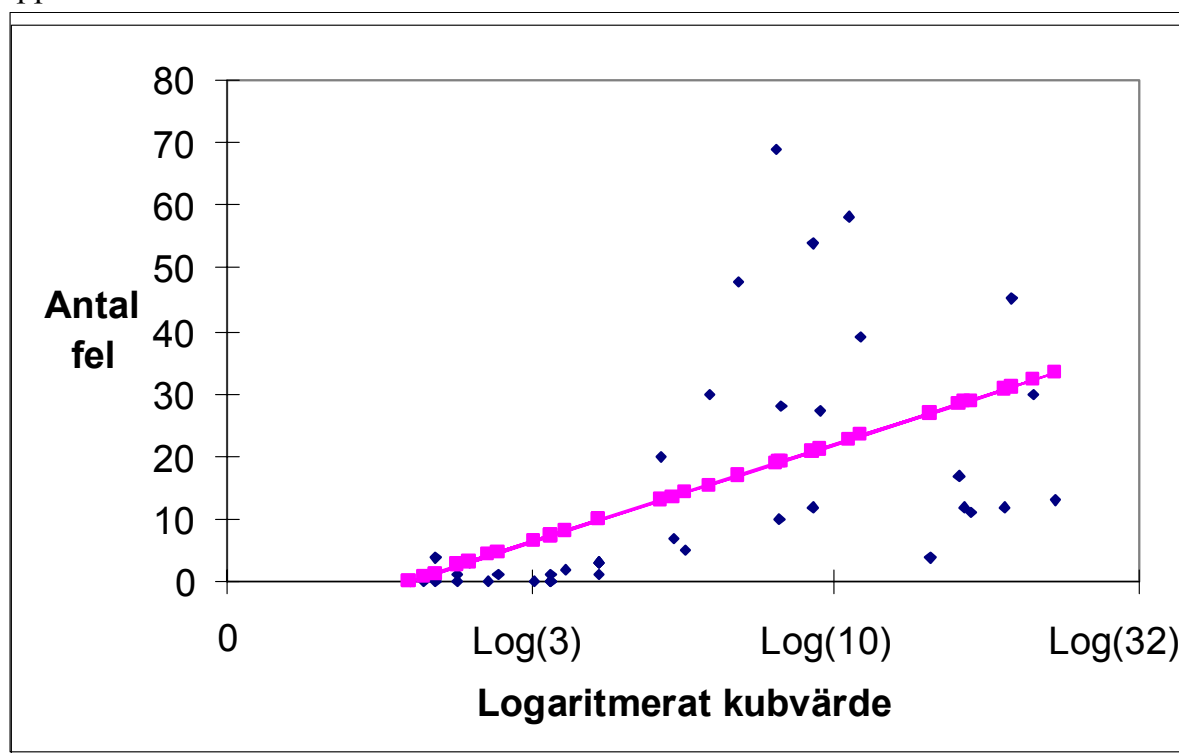
Regressionsanalysen för det linjära kubvärdet visade en ökning med 1,3 fel för varje ökning med en enhet av kubvärdet.

Genom att använda regressionslinjens ekvation gick det att skatta risken för kvalitetsbrister. Risken var ungefär 2,5 gånger så hög för arbetsmoment med belastningsergonomiska brister jämfört med de arbetsmoment som inte hade belastningsergonomiska brister. Risken fastställdes genom att beräkna det skattade antalet fel för medelvärdet av kubvärdet för arbetsmomenten med belastningsergonomiska brister som därefter jämfördes med det skattade antalet fel för

arbetsmoment utan belastningsergonomiska brister $[(1,337*12,53+3,996)/(1,337*3,19+3,996)=2,51]$.

5.4.2 Resultat från koppling mellan kvalitet och belastningsergonomi, logaritmisk skala

Att använda en linjär skala gav en utdragen skala. Kubvärdet skulle kunna beskrivas som en logaritmisk skala. När den linjära skalan användes motsvarade de kubvärden som bedömdes som röda drygt två tredjedelar av skalan, med en logaritmerad skala motsvarades ungefär 40 procent av skalan av kubvärdena som bedömdes vara röda. I Figur 5-10 visas logaritmen av kubvärdet på ett arbetsmoment mot antalet fel som uppkom vid utförandet av ett arbetsmoment.



Figur 5-10: Logaritmerat kubvärde mot antal fel, med regressionslinje, vecka 20-25 år 2005

Ett hypotestest visade att det fanns ett linjärt samband mellan variablerna kubvärde och antal fel ($p < 0,05$). Sambandet var starkare här än vid användandet av en linjär skala för kubvärdet.

Sambandet mellan kubvärde och antal fel var tydligare i Figur 5-10 än i Figur 5-9, determinationskoefficienten var högre, men den stora spridningen bland mätvärdena var fortfarande stor. Den stora spridningen gjorde att det inte heller här var lämpligt att använda regressionslinjen som prediktionsmodell.

För logaritmen av kubvärdet ökade antalet fel 2,2 för varje ökning av kubvärdet för ett arbetsmoment.

Genom att använda regressionslinjens ekvation för det logaritmerade kubvärdet kunde risken för kvalitetsbrister skattas. Risken var nära fyra gånger så hög för arbetsmoment med belastningsergonomiska brister jämfört med de arbetsmoment som inte hade belastningsergonomiska brister. Risken fastställdes genom att beräkna det skattade antalet fel för medelvärdet av det rensade kubvärdet för arbetsmoment med belastningsergonomiska brister som därefter jämfördes skattade antalet fel för arbetsmoment som inte hade belastningsergonomiska brister $[(31,29*12,53-9,39)/(31,29*3,19-9,39)=3,91]$.

5.4.3 Försök till skattning av antal fel

Den linjära regressionen utgjorde på grund av den stora spridningen inte en bra prediktionsmodell. Därför bildades ett konfidensintervall med de ursprungliga värdena för att fastställa om det var skillnad mellan antalet fel för arbetsmoment med ett kubvärde över 7,5 och för arbetsmoment med ett kubvärde under 7,5. Konfidensintervallet visade att det var skillnad mellan antalet fel, och att antalet fel var högre för arbetsmoment med kubvärde över 7,5 ($p < 0,05$).

Svagheten i denna analys var att värdena antogs vara normalfördelade enligt centrala gränsvärdessatsen, något som krävde stickproven vara oberoende från varandra, här var det tveksamt om höga och låga kubvärden kan göra att felen kunde antas uppkomma oberoende av varandra.

5.5 BME och dess praktiska användning

LME använde BME som ett verktyg vid balansering och skyddsombuden använde det som en del i att utbilda och informera andra om hur de skulle arbeta och för att kunna se eventuella risker i arbetet. Skyddsombuden var delaktiga i löpande förändringsarbetet och dess påverkan på operatörerna (Amprazis, 2005).

I detta avsnitt beskrivs hur verktyget BME användes i arbetet för såväl tekniker som skyddsombud. Intervjuer hölls med fem processtekniker, så kallade LME, som arbetar med bland annat balansering, för att få en bild av hur balanseringen skedde och hur BME var en del av den. De tillfrågade hade arbetat olika lång tid som LME, från cirka ett år och uppåt. Det fanns viss skillnad i svaren mellan de som var nya och de som hade längre erfarenhet från arbetet som LME.

5.5.1 Del i systematiskt arbetsmiljöarbete

Enligt SAMA (Systematiskt arbetsmiljöarbete) skulle en BME-bedömning utföras inför samtliga förändringar. BME var ett proaktivt verktyg som visade hur situationen skulle förändras om exempelvis en montering flyttades. Vid rationaliseringar togs hänsyn till arbetsmiljön, BME gav upplysning om nivån på den fysiska belastningen var acceptabel, generellt skulle kubvärdena inte höjas mer än marginellt och fler balanser skulle inte bli röda efter en förändring. Då ett förslag till förändring fanns kunde såväl skyddsombud, produktionsledare som LME sätta sig mot förändringen. LME kunde neka teknikorganisationen att lägga in ytterligare arbetsmoment på ett visst banavsnitt med hänsyn till att det redan var hög belastning på exempelvis axlar just där. Vid oenighet i teknikorganisationen lyftes frågan till teknikspezialisten inom ergonomi, vilken skulle ha kompetens att avgöra var arbetsmoment borde placeras med hänsyn till hur många som skulle drabbas och exponeringens varaktighet. BME-bedömningen vägde relativt tungt vid införandet av förändringar och var en hård faktor på ledningsnivå (Amprazis, 2005).

När produkten kom till processteknikern var den färdig. Det var kunden (arbetslaget) som skulle acceptera produkten, om produkten inte var bra utformad krävdes en handlingsplan för att kunden skulle acceptera den (Lehtinen, 2005). Den nya prestationsöverenskommelsen gjorde det möjligt för teknikerna att lägga in ytterligare arbete på en station om arbetslaget föredrog att utföra arbetsmomentet där. BME var inte styrande, det som styrde var om det var fysiskt möjligt – passade det höjdmässigt, i monteringsordning etcetera – att utföra monteringen på den specifika balansen. BME-bedömningen gav en fingervisning om vilken påverkan förändringen skulle ha på belastningsergonomi.

5.5.2 BME som en del i förändringsarbetet

På bana 1:01 monterades en batterikabel, batterikabeln levererades i ett pallställ och kablarna var sekvenssatsade. Ett förslag kom från rationaliseringsgruppen inom Research & Development och beredningen om att batterikabeln istället skulle levereras i en pall för varje variant, detta innebar en besparing på cirka 7 kronor per bil.

Besparingen kom från att den underleverantör som sekvenssatsade batterikabeln och levererade den, i fortsättningen enbart skulle utföra leveransen av batterikabeln. Operatören på banan skulle lyfta batterikabeln från pallen, som hade tre ramar, istället för att tidigare ta den från ett pallställ. I de beräkningar som utfördes av R & D togs inte någon hänsyn till de ergonomiska risker som förändringen innebar för operatörerna i slutmonteringen i Torslanda.

Vid ett möte mellan representanter från rationaliseringsgruppen, beredning och teknikavdelningen var det tydligt att de olika avdelningarna främst såg till det som de hade i uppgift att arbeta med. Då teknikavdelningen var mottagare av produkten var de ansvariga för införelsen i slutmonteringen, och var därför representerad. LME för det berörda banavsnittet och teknikspezialisten inom ergonomi bedömde att kubvärdet för arbetsmomentet ändrades från 7,2 till 24,3, vilket är en betydande förändring för den belastningsergonomiska situationen. R & D ansåg att den ergonomiska förlusten i slutmonteringen gick att kvitta mot den vinst som det innebar i ergonomi för underleverantören som inte tillhörde Volvo Car Corporation. För att förändringen skulle kunna genomföras krävde teknikavdelningen åtgärder för att göra den belastningsergonomiskt acceptabel.

En LME hade en trippelbalans, som enligt BME var gul. Varje vecka uppkom cirka 25 fel som hade orsakats på den balansen. Felen uppkom på grund av att tre personer samtidigt skulle stå och plocka material från samma ställe. Balansen omformades till en enkelbalans, grön enligt BME, och en dubbelbalans, röd enligt BME. Vid förändringar av ett banavsnitt var det arbetslaget som slutgiltigt avgjorde om förändringen skulle genomföras. Den totala ergonomiska situationen var bättre innan förändringen, men kvaliteten förbättrades och arbetslaget ville ha kvar de nya balanserna. För den röda balansen fanns en handlingsplan, när ersättaren till S80 tas i produktion skulle balansen bli gul. Vid den ombalanseringen gjordes avkall tillfälligt på ergonomin för att förbättra kvaliteten.

Det fanns balanser där LME och arbetslaget var överens om att införa förändringar som kunde göra den mer effektiv, men LME var tvungen att backa eftersom skyddsorganisationen sa nej. Ibland kom idéer och förslag som inte var realistiska att genomföra, förbättringen i produktivitet innebar en alltför försämrad belastningssituation för operatören.

5.5.3 BME som en del av produktionsupplägget

På frågan om hur balanseringen av ett banavsnitt skedde skiljde svaren mellan teknikerna, men de kompletterade varandra. Balanseringen skedde utifrån hur momenten passade i sekvensordning, om det fanns tid i balansen och om eventuell ombyggnation krävdes för att arbetsmoment skulle kunna flyttas mellan balanser. Det fanns en strävan efter att all montering skulle ske på ett ställe på bilen för att på så sätt undvika onödiga steg, när inte detta var möjligt skulle monteringen ske framifrån och bakåt, för att på så sätt utnyttja produktionslinans rörelse. En tekniker var ansvarig för ett banavsnitt som hade höj- och sänkbara bana, detta gjorde banavsnittet svårare att balansera eftersom allt arbete skulle ske i lämplig höjd. Även ergonomin var viktig,

förändringar på en balans fick inte innebära allt för stora försämringar. Genom att vara medveten om vilka moment som var tunga gick det att försöka undvika att kombinera dessa. Balanseringen skulle säkra och göra det möjligt att bygga kvalitet.

När teknikerna tillfrågades om det fanns arbetsmoment eller balanser som orsakade problem och därför tilldelas extra tid var svaren skiftande efter som de tillfrågade var ansvariga för olika banavsnitt. Det var svårt att få information om det fanns specifika moment där extra tid tilldelades för att operatören skulle hinna med arbetsmomentet. Vid införandet av nya monteringar var det inte alltid som tiden i PKI stämde med hur lång tid arbetsmomentet tog att utföra i verkligheten. I de fall den angivna tiden inte stämde överens med tiden som krävdes utfördes tidsstudier för att få fram rätt tid. ”Om det finns monteringsproblem som det inte går att hitta en lämplig lösning till kan dessa tilldelas extra tid.” Vid arbete i motorrum var operatören ibland tvungen att flytta kablar för att kunna utföra monteringen, tiden som gick åt för att flytta kablarna ingick inte i PKI-tiden och arbetsmomentet tilldelades därför extra tid. En montering var tung och det fanns en lyft som skulle användas, den fungerade dock dåligt. Eftersom monteringen var tung fanns tiden för att använda lyften kvar, fastän den inte används.

En fråga som ställdes handlade om hur teknikerna tänkte när de vägde produktivitet mot belastningsergonomi. Här skiljde sig svaren något mellan vad som stod i fokus för de olika teknikernas arbete. Några av svaren var: ”Teknikerns uppgift är att ha fokus på produktivitet.”, ”Det går inte att undvika moment som är fysiskt tunga, ibland måste de utföras.” samt ”Kan jag stå för balansen om fler moment kommer in?”. Om det var problem med ergonomin var det inte alltid som effektivare lösningar kunde genomföras. Genom att titta på ergonomin först blev det sedan lättare att arbeta vidare. Slutligen svarade en tekniker ”Det krävs att människan mår bra, får rätt betalt och har rätt förutsättningar för att rätt produkt ska kunna skapas”.

6 Diskussion

I detta kapitel diskuteras hur väl de metoder som har använts vid framtagningen av data har fungerat, samt åsikter om vad som skulle kunna göras annorlunda vid fortsatta studier. Även resultatet diskuteras och diskussionen kring det ligger till grund för de slutsatser och rekommendationer som rapporten avslutas med.

6.1 Datainsamling

På grund av den begränsade tiden som var tillgänglig för att utföra examensarbetet var det inte möjligt att utöka datainsamlingen ytterligare, vilket hade varit önskvärt för att kunna utföra en analys med tydligare resultat.

6.1.1 Metod för produktivitet

Beläggningsgrad som mått på produktivitet var ett praktiskt mått eftersom det direkt gick att knyta till en balans kubvärde. Men eftersom en balans viktade kubvärde var en produkt som bestod av bland annat beläggningsgrad, så inte sambandet mellan viktat kubvärde och beläggningsgrad speciellt mycket. Det som beläggningsgrad som mått missade var produktivitetsförluster som uppkom då en operatör på grund av brister i arbetsmiljön inte hann med att utföra sitt arbete utan blev tvungen att kalla på hjälp för att hinna med det som var avsett att utföras på balansen.

Genom att använda intervjuer för att samla in data om produktiviteten framgick det tydligt hur teknikerna använde BME. Eftersom BME var ett verktyg för att bedöma mjuka variabler var det av stor vikt att få en inblick i hur verktyget fungerade och hur det användes. Intervjuerna ökade även förståelsen för den komplexa verksamheten i slutmonteringen.

Även om BME var ett verktyg som skulle användas för att den belastningsergonomiska situationen skulle bedömas på lika grunder fanns det risk för under- eller övervärdering av den belastningsergonomiska situationen. Bedömningen utfördes av människor och resultat kunde speglas av deras subjektiva bedömning samt erfarenhet från att använda verktyget.

6.1.2 Metod för kvalitet

Att använda intervjuer för att få fram information om vilka moment som belastningsergonomiskt tunga, var effektivt med tanke på att ett begränsat antal områden studerades. Om fler, eller alla, banavsnitt hade studerats hade datainsamlingen via intervjuer tagit mycket tid i anspråk.

Intervjuerna var ett bra stöd för att förstå hur produktionen fungerade och vilken typ av arbetsmoment det var som bedömdes som belastningsergonomiskt ansträngande. Arbetsmomenten studerades främst utifrån BME-bedömningar, som hade balansinstruktionerna till grund. Att läsa instruktioner utan att ha insikt i hur momenten utförs i praktiken, gjorde det svårt att förstå vilka moment som var ansträngande för operatören. Intervjuer med operatörer och handledare var därför till stor hjälp för att få fram information om vilka moment, eller vilken typ av arbetsmoment, som upplevdes och bedömdes som ansträngande.

Statistiken över rapporterade fel inhämtades från felrapporteringsystemet Eifel. När ett fel uppkom var det den som upptäckte felet som skulle rapportera in det, något som inte alltid skedde. Eftersom inte alla fel rapporterades in fanns det en risk att antalet fel har underskattats. Inrapporteringen av fel var ibland ospecifik och det var svårt att förstå vad som orsakade felet. Samma typ av fel benämndes också olika. För att få klarhet i vilka fel som orsakades av brister vid monteringen rådfrågades tekniker vid osäkerhet.

En bättre metod skulle vara att studera felen när de uppkom och på den plats där de uppkom, för att lättare förstå vad som kan vara orsaken till dem. Denna metod skulle kräva stor insikt och förståelse för hur monteringen av en bil sker, men skulle kunna reducera de fel som inte var orsakade av brister i montering.

Det gick inte att finna något mått som på ett lämpligt sätt gick att knyta till utveckling av kvalitet i slutmonteringen. Det var svårt att från intervjuer få information om det fanns arbetsmoment där den belastningsergonomiska situationen hade förändrats på grund av införandet av BME. Inrapporteringsfrekvens i Eifel varierade och det gjorde att förändringar i antal inrapporterade fel kunde variera mellan olika mättillfällen.

6.2 Resultat

Resultat och analys från kapitel 5 kommer här att diskuteras vidare utifrån den teoretiska referensramen. För information om hur belastningsergonomi, genom BME, påverkar personalekonomi hänvisas till Axelssons (2006) examensarbete.

6.2.1 Samband produktivitet – belastningsergonomi

I avsnitt 4.5.3 presenterades en studie av vilka faktorer som påverkar truckförare (Eklund och Nolimo, 1998). Förarkostnaderna var betydligt högre än de kostnader som gick att knyta till trucken. Truckförarens kapacitet gick ner mot slutet av arbetsdagen, det var därför viktigt att arbetsmiljön var bra för att föraren skulle kunna prestera bra under hela arbetspasset.

Ovanstående samband stärkte analysen av beläggningsgrad. Beläggningsgraden jämfördes med det rensade kubvärdet inom de olika färgkoderna grön, gul och röd. Det framkom att när den belastningsergonomiska situationen var dålig var det svårare att uppnå hög beläggningsgrad. För att operatörerna på Volvo Personvagnar skulle orka prestera bra under hela arbetsdagen var det viktigt med en god arbetsmiljö, nu kompenseras ett högt kubvärde delvis med lägre beläggningsgraden på balansen och operatören fick tid för återhämtning.

En anledning till att tydliga samband inte gick att finna mellan beläggningsgrad och kubvärde, kunde vara att arbetet med balansering av arbetsstationer strävade efter att höja beläggningsgraden samt att det fanns handlingsplaner för de röda balanserna och att de gula och gröna balanserna inte skulle förändras så att de blev röda. Även om det inte gick att finna tydliga samband mellan belastningsergonomi, genom BME, och produktivitet utifrån de variabler som studerades utesluter inte studien att det finns andra variabler som går att koppla till belastningsergonomi. En variabel som skulle ha varit intressant att studera var om det fanns arbetsmoment som tilldelades extra arbetstid för att de var krångliga att montera och därmed orsakade problem. Vid intervjuer med teknikerna var det svårt att få fram information om i hur stor utsträckning sådana moment förekom. I fortsatta studier skulle detta kunna studeras vidare för att få en tydligare bild av kopplingen mellan vilka effekter brister i belastningsergonomi kunde ha på produktivitet.

Sett över hela slutmonteringen ökade produktiviteten. Task Force 1, TF1, och antal producerade bilar per årsman och vecka ökade samtidigt som nettotidsbehovet minskade. Förändringen i nettotidsbehov kunde bland annat bero på förbättringar av befintliga metoder vid monteringar, så kallade metodglidningar och tidsstudier, där den angivna tiden för monteringen var felaktig. Men en orsak var även att delar av verksamheten såldes ut till underleverantör, som numera utförde montering som tidigare utfördes på förstationer. Att nettotidsbehovet minskade medförde att operatörerna kunde utföra monteringarna på kortare tid, detta i kombination med införandet av SBS innebar att operatörerna kunde tillverka fler bilar under arbetstiden. Andelen TF1 av den totala tiden ökade, och detta berodde antagligen på att andelen TF2 minskade. Minskningen i TF2 hade sin grund i att de moment som inte var förädlade, såsom steg, emballage- och materialhantering minskade.

Nettotidsbehovet ökade i slutet av år 2004, se Figur 5-1, och det berodde på att antalet tillfälliga PKI ökade, vilket troligtvis berodde på ökat antal kvalitetsproblem. Om ökning av kvalitetsproblem krävde att ytterliggare arbetsmoment lades in, sjönk

produktiviteten när kvalitetsproblemen ökade. Hög kvalitet i produktionen innebar färre kassationer, omarbetningar och justeringar i produktionsprocessen. Detta betydde vanligen också att höjd kvalitet i produktionen innebar att den uppmätta produktiviteten ökade, avsnitt 4.5.6.

Att beläggningsgraden ökade, och tidsförlusten därmed minskade, innebar att de i avsnitt 4.3.3 sida 38 nämnda balanserings- och variantförlusterna minskade. Detta kunde bland annat bero på att BME hjälpte till att tydliggöra var det gick att belägga operatörerna mer ur en belastningsergonomisk synvinkel. Utifrån beläggningsgraden, som ett mått på förändringen i produktivitet, ökade produktiviteten. En orsak till detta anser jag vara att införandet av BME möjliggjorde större fokus på belastningsergonomi och att verktyget tydligt visade hur en förändring påverkade en balans samt gjorde det möjligt att se var det, ur en belastningsergonomisk synvinkel, var möjligt att belägga operatörerna mer.

Beläggningsgraden, utifrån BME-bedömningar, ökade sedan införandet av verktyget. Detta berodde antagligen dels på införandet av SBS och BME. SBS gjorde det möjligt att balansera större del av operatörernas tid. Införandet av BME, möjliggjorde för teknikerna att se när det gick att belägga en balans ytterliggare utan att förändra den belastningsergonomiska situationen. Även för beläggningsgraden hade minskningen i nettotidsbehov betydelse. Minskade tidsbehovet för arbetsmoment kunde det göra det genomförbart att balansera in fler moment i den för balansen avsedda cykeltiden.

Enligt avsnitt 5.5.3 var verktyget BME en del av produktionsupplägget, och därigenom fanns det hos teknikerna en medvetenhet om att hänsyn skulle tas till operatörernas belastningsergonomiska situation. Framförallt gav BME information om vilka moment som är belastningstunga, vilket gör att teknikern kunde undvika att kombinera dessa. En tekniker nämnde att för att människan ska kunna utföra ett bra arbete krävs att den får de rätta förutsättningarna. Med BME gavs möjlighet att bedöma om operatören även efter en förändring hade de rätta belastningsergonomiska förutsättningarna för att kunna utföra ett bra arbete.

BME var ett verktyg som byggde på delaktighet från dem som arbetade med det och i produktionen. Participerande ergonomi var en viktig del i att lösa problem och genomföra förändringar, avsnitt 4.5.1. En modell av ett produktionssystem beskrevs utifrån att när en del förändrades ändrades även de övriga delarna i produktionssystemet. BME var en del av det systematiska arbetsmiljöarbetet och visade hur arbetsmiljön förändras för de anställda vid förändringar i såväl teknologi och organisation som arbetsuppgift. Vid förändringar gav BME en bild av hur

förändringen skulle påverka den belastningsergonomiska situationen för operatören, samt en fingervisning om förändringen var realistisk att genomföra.

Enligt Liukkonen i avsnitt 4.3.1 krävdes det inte bara satsningar på bättre produktionsformer och effektivare teknikanvändning för att höja produktiviteten, det krävdes även satsningar i medarbetarnas produktionsförmåga och arbetstillfredsställelse. I avsnitt 4.3 nämndes en definition av produktivitsbegreppet från en konferens i Rom. Denna definition såg produktivitet som en personlig attityd och vad människan kunde åstadkomma med material, teknologi och kapital. KLE-strategin, avsnitt 2.2.9, stämde väl överens med definitionen från Rom, då även den hade fokus på och en tilltro till medarbetaren. Men även BME fokuserade på medarbetarens arbetssituation och att ge operatören möjlighet att utföra sitt arbete. Detta resonemang anser jag visar att Volvo har förståelse för vikten av fokus på belastningsergonomi och arbetsmiljö. För att kunna uppnå en effektivare produktion även i fortsättningen är det angeläget att fortsätta arbetet för en bättre arbetsmiljö.

Styrkan med att använda BME som ett verktyg för att bedöma hur förändringar påverkade arbetsmiljön var att, även om det var svårt att skatta kostnader för bristande ergonomi, BME uppmärksammade var brister och problem kunde uppstå. I avsnitt 5.5.2 gavs ett exempel på förändring i distributionen av en batterikabel. Besparingen som skulle uppnås tack vare minskade kostnader var betydande, men det var även försämringen av den belastningsergonomiska situationen enligt BME. Med hjälp av BME var det möjligt att belysa försämringen i arbetsmiljön som förändringen skulle innebära för operatören.

6.2.2 Samband kvalitet – belastningsergonomi

Regressionsanalysen av det logaritmerade kubvärdet, avsnitt 5.4.2, visade att antalet fel minskade med 2,2 per sex veckor för varje enhet som kubvärdet sjönk. Omräknat till årsbasis innebar en minskning av kubvärdet med en enhet för ett arbetsmoment en minskning med nästan 20 fel per år och arbetsmoment.

I avsnitt 5.4.2 framgick även att risken för fel var fyra gånger högre för de arbetsmoment som bedömdes som belastningsergonomiskt tunga mot övriga arbetsmoment. Detta resultat kom också från användningen av en logaritmisk skala istället för en linjär.

Kubskalan var uppbyggd, som beskrevs tidigare, genom att kubvärdet utgjorde produkten av tre bedömda faktorer som var och en antog ett värde mellan 1 och 3. Det totala kubvärdet antog således värden mellan 1 och 27. Denna skala torde därför inte

primärt kunna ses som en linjär skala. I ett försök att applicera en enkel matematisk modell användes en logaritmisk skala. Belastningsergonomis koppling till utfallet i kvalitet ger tydliga incitament för fokus på att belastningsergonomin, och därmed arbetsmiljön, är viktigt för att förbättra kvaliteten.

Den teoretiska referensramen stödde resultatet i avsnitt 5.4.2, det vill säga att en dålig belastningsergonomisk situation ökade risken för bristande kvalitet. I tidigare studier framkom det att den relativa risken för uppkomst av kvalitetsbrister vid ergonomiskt krävande uppgifter var nära tre gånger så stor som för andra uppgifter, avsnitt 4.5.5. Att det med hjälp av BME, genom kubvärdet, gick att visa att kvalitetsutfallet påverkades av belastningsergonomin, var en slags validering av modellen. Eftersom samma resultat tidigare konstaterats, kunde BME anses bedöma belastningsergonomin korrekt.

Ett flertal studier nämnde kopplingen mellan kvalitet och belastningsergonomi, avsnitt 4.5.5. Eklunds studie (1995), hos en svensk personbilstillverkare, visade på att trötthet och smärta resulterade i att mindre ansträngning lades på att utföra arbetsuppgifterna korrekt. Problem uppstod på grund av att operatörerna var trötta och därför inte hann med vad de skulle, utan lät justerare ta hand om problemen.

Trots att kvalitetsbrister i produktionen ofta orsakades av otillräcklig design, arbetsplats samt arbetsmiljö, tog kvalitetsarbetet sällan hänsyn till detta och använde sig av de kunskaper som fanns i ergonomiområdet (Eklund, 1997). Belastningsergonomiska problem hade en uppenbar koppling till såväl kvalitet, produktivitet som lönsamhet. Dåliga arbetsställningar var den faktor som tydligast sågs direkt inverka på kvalitet (Axelsson, 1995).

I avsnitt 4.5 nämns att obekväma ställningar kunde ge upphov till skakningar vilka försvårade precision och därmed försämrade kvalitet och produktivitet. Även detta stärkte hypotesen om att det fanns ett samband mellan belastningsergonomi, genom kubvärde, och antal fel som uppkom.

6.2.3 Motivering till fortsatt fokus på arbetsmiljö

Belastningsfaktorer misstänks vara den främsta faktorn som orsakade arbetssjukdomar hos förvärvsarbetande i transportmedelstillverkningen, avsnitt 4.2. Den största delen av kostnaderna för arbetssjukdomar i rörelseorganen utgörs av produktionsbortfall, avsnitt 4.5. Därutav var det av intresse att arbeta för att minimera denna uppkomstkälla till arbetssjukdomar.

Anställda som kände sig säkra och trivdes på arbetsplatsen utförde ett bättre arbete i den ordinarie verksamheten, avsnitt 4.5.2. En god arbetsmiljö ökade de anställdas vilja att prestera bra och att lämna förslag på förbättringar när de visste att deras synpunkter togs på allvar, avsnitt 4.5.2. Både kvalitets- och ergonomiområdet skulle ha nytta av att ta vara på de kunskaper som fanns inom de båda områdena. Att använda ett participativt arbetssätt, med samtidigt fokus på belastningsergonomi och kvalitet, gav större möjlighet att förbättra arbetsvillkor och kvalitet simultant och därmed göra fler intressenter nöjda (Eklund, 1997).

I avsnitt 4.5.5 berördes även återföring av information, god informatorisk kommunikation och de anställdas möjlighet att påverka och delaktighet i arbetsmiljöarbetet som faktorer vilka påverkade kvaliteten. Med BME gavs operatörerna, genom skyddsombuden, möjlighet att påverka sin arbetssituation. BME uppmärksammade var förbättringar krävdes i den belastningsergonomiska arbetsmiljön och hur den skulle påverkas av förändringar.

Att BME var ett verktyg som användes för att bedöma arbetsmiljön dels av tekniker och dels av skyddsombud (vilka representerar operatörerna) ökade fokus på belastningsergonomi. Jag anser att genom ett ökat fokus på belastningsergonomi, ökar möjligheten för bättre kvalitet, vilket krävs för att Volvo Personvagnar ska kunna fortsätta tillfredsställa sina kunders behov. Att bättre tillfredsställa kundernas behov var ett viktigt steg för att uppnå de mål på kvalitet som fanns i Volvo Personvagnars kvalitetspolicy: att bli världens mest eftertraktade och framgångsrika högklassiga bilmärke.

Ergonomi var tekniskt sett lätt att åtgärda och visade på stora förbättringar i den företagsekonomiska lönsamheten. De ekonomiska vinsterna var till exempel produktionsökning och att arbetstidsbehovet minskade, avsnitt 4.5.3. Litteraturstudien, avsnitt 4.5.4, visade även att förbättringar i arbetsmiljön medförde betydande förbättringar i produktivitet. Bland annat gjorde brister i arbetsmiljön det svårt för de anställda att producera den kvalitet som eftersträvades och brister i kvalitet ledde till problem i produktionen. Detta anser jag vara ett starkt argument för fortsatt arbete med arbetsmiljöns utformning. Jag menar att det är viktigt att inte se arbetsmiljökostnader som ren kostnad utan som investeringar i produktionsprocessen. De människor som arbetar i slutmonteringen är en mycket viktig del, ett viktigt verktyg, för att bilar ska kunna produceras.

7 Slutsatser och rekommendationer

I det här kapitlet presenteras de slutsatser som har kommit fram i examensarbetet, som är tänkt att vara ett stöd för fortsatt fokus på arbetsmiljöarbete och arbetet mot bättre kvalitet och högre produktivitet.

7.1 Slutsatser

Examensarbetets syfte var tvådelat och skulle koppla belastningsergonomi, genom BME (BeräkningsModell Ergonomi), till kvalitet och produktivitet. Syftet var även att studera om det gick att utläsa några förändringar i kvalitet och produktivitet efter införandet av BME.

Det fanns samband mellan belastningsergonomi och kvalitet, egentligen mellan kubvärde och antal fel. En sänkning av kubvärdet med en enhet medförde en minskning med 20 fel per år, baserat på ett arbetsmoment. Dock gick det inte att omsätta vad en minskning av antalet fel innebar i monetära termer. Försämrade belastningsergonomi innebar även en ökad risk för kvalitetsbrister. Risken för att kvalitetsbrister uppkom utav ett belastningstungt arbetsmoment var cirka fyra gånger större än att det uppkom från ett arbetsmoment som inte bedömdes som belastningstungt enligt BME. Det var inte möjligt att utläsa om införandet av BME medförde några förändringar i kvalitetsutfallet.

Studien på Volvo visade på ett samband mellan kvalitet och belastningsergonomi. Detta samband framkom även i tidigare studier och redovisades i litteraturstudien. Den tydliga kopplingen gav även incitament för att förbättringar i arbetsmiljön bör vara en naturlig del i arbetet med att förbättra kvaliteten.

Det var svårt att hitta bra mått för att studera hur produktivitet gick att koppla till belastningsergonomin. Ett lämpligt mått som gick att finna var beläggningsgrad, men det var svårt att hitta tydliga samband. Kubvärdet var högre på de röda balanserna när beläggningsgraden var låg. Sämre belastningsergonomi innebar lägre produktivitet.

Ett skäl till att samband var svårt att finna var bland annat att antalet observationer var begränsat på grund av att BME endast hade använts under en begränsad period. Även om det var svårt att finna lämpliga mått på Volvo, visade tidigare studier inom området att satsningar för att förbättra arbetsmiljön medförde stora förbättringar i produktivitet. Detta till stor del på grund av att arbetsmiljöns utformning gav de anställda förutsättningar att prestera det som förväntades av dem.

Studien av utvecklingen av nettotidsbehovet, visade att kvalitet och produktivitet var starkt kopplade till varandra. Nettotidsbehovet ökade, vilket kan ses som lägre produktivitet, när insatser för att komma till rätta med kvalitetsproblem sattes in. Brister i kvalitet orsakade alltså lägre produktivitet.

7.2 Rekommendationer

För att ständigt arbeta med att förbättra och effektivisera produktionen, i mått av kvalitet och produktivitet, krävs att arbete sker även med arbetsmiljön.

Det är inom bilindustrin hela tiden fokus på att bli bättre och effektivare. Jag anser att litteraturstudien stödjer min åsikt om att hänsyn måste tas till dem som utför arbetet, det vill säga operatörerna på banan. I centrum för förändringar måste stå hur dessa förändringar kommer att påverka inte bara utfallet i produktionen utan även de som ska utföra arbetet efter förändringen.

För att bibehålla det väl fungerande systematiska arbetsmiljöarbete som nu bedrivs på VCT är det viktigt att det finns personal som har kompetens om BME och kan stötta tekniker och skyddsombud i användningen av verktyget. Idag finns en struktur för hur beslut om förändringar på banan ska ske, strukturen gör det möjligt för alla intressenter att göra sin röst hörd och framföra åsikter om vad som krävs för att förändringen ska vara möjlig att genomföra.

Tidigare studier visade att förbättringar i arbetsmiljön även innebar förbättringar i kvalitet och produktivitet. Investeringarna i arbetsmiljö var kostsamma, men innebar betydande besparingar bland annat tack vare färre produktionsstörningar. Min förhoppning är att arbetsmiljöförbättringar inte ska ses som kostnader utan som investeringar i produktionsprocessen. Ges operatören rätt förutsättningar för att kunna utföra det som krävs, kommer det finnas betydligt större möjligheter att nå uppsatta mål. Genom att ge förutsättningar för att bygga rätt från början kommer även besparingar att uppstå då tiden för omarbetningar minskar.

8 Källförteckning

8.1 Skriftliga referenser

Abrahamsson, L. (2000). Production economics analysis of investment initiated to improve working environment. *Applied Ergonomics*, 31:1, 1-7.

Amprazis, J. (2005). *BME – Utbildning för Tekniker & Skyddsombud VCT*. Volvo Cars Torslanda, Göteborg.

Andersson, C., Gustafsson A., Kanhede, T., Lindström T. (2003). *Teknikstöd Montering VCT STEG 1*. Volvo Personvagnar AB, Göteborg.

Anderson, H (2004). *Bättre arbetsmiljö: Handbok*. Prevent, Göteborg.

Arbetsgivarföreningen SFO (1987). *Mänsklig miljö – lönande investering*, SFOs Skriftserie.

Armstrong, T. J. et al (1993). A Conceptual Model of Work-Related Neck and Upper-Limb Musculoskeletal Disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 1993, 19:2, 73-84.

Axelsson A. (2006). *Validering av BME – ett verktyg för kartläggning av belastningsergonomi*. Examensarbete, Institutionen för Konstruktions- och Produktionsteknik, Linköpings tekniska högskola, Linköping. ISRN LITH-IKP-EX--06/2346--SE.

Axelsson, J. (1995). *Arbetsmiljödriven kvalitetsutveckling*. Licentiatavhandling, Institutionen för Konstruktions- och Produktionsteknik, Linköpings tekniska högskola, Linköping.

Axelsson, J.R.C & Bergman, B. (1999). Att bygga och riva pyramider – offensiv kvalitets- och arbetsutveckling. I *Ständig förbättring – om utveckling av arbete och kvalitet* (Tommy Nilsson red.). Arbetslivsinstitutet, Stockholm.

Bergman B. & Klefsjö B. (2001). *Kvalitet från behov till användning*. Studentlitteratur, Lund.

Dahlgaard J. J., Kristensen K., Kanji G. K. (1998). *Fundamentals of Total Quality Management*. Chapman & Hall, London.

Eklund, J. (1995). Relationship between ergonomics and quality in assembly work. *Applied Ergonomics*, 26, 15-30.

Eklund, J. (1997). Ergonomics, quality and continuous improvement – conceptual and empirical relationships in an industrial context. *Ergonomics*, 40:10, 982-1001

Eklund, J. och Nolimo, K. (1998). Ergonomi och effektivitet i interaktionen mellan truckar och dess förare. *Arbete, människa, miljö*. Nr 3/98, 155-161.

Engström, T., Jonsson, D. och Medbo, L. (2005). *Alternativ montering: principer och erfarenheter från fordonsindustrin*. Metall, Stockholm.

Gröjer, J.-E. och Liukkonen, P. (1990). *Bokför arbetsmiljön*. Arbetarskyddsnämnden, Stockholm.

Hagberg, M. (1996). *Nacke & Skuldra: att förebygga arbetsrelaterad sjuklighet*. Rådet för arbetslivsforskning, Stockholm.

Helling, J. (1992). *Världsmästarna: en ny generation av tillverkningsföretag*. Sellin & Partner förlag AB, Stockholm.

Hill, T. (2000). *Manufacturing strategy: text and cases*. Palgrave, New York.

Johansson, U. (1997). The profitability of investments in work life-oriented rehabilitation. *Personnel Review*, 26:5, 395-415.

Kuorinka, I. och Forcier, L. (eds) (1995). *Work related musculoskeletal disorders (WMSDs): a reference book for prevention*. Taylor & Francis, London.

Liukkonen P. (1992). *Ökad produktivitet – en fråga om att engagera personalen och använda tiden rätt*. Svenska arbetsgivarföreningen, Stockholm.

Micha Lange, M. (2002). *Systematiskt arbetsmiljöarbete: från ord till handling*. Kommentus Förlag, Stockholm.

Olhager, J. (2000). *Produktionsekonomi*. Studentlitteratur, Lund.

Statens offentliga utredningar (1991). *Drivkrafter för produktivitet och välbefinnande: Produktivitetsdelegationens betänkande, SOU 1991:82*. Allmänna Förlaget, Stockholm.

VCT-nytt (2005). *Kraftsamling för högre kvalitet* VCT-nytt

Volvo Personvagnar AB 2005 Fickfakta (2005).

Volvo Personvagnar AB internmaterial (2005).

Womack, J. och Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. Simon & Schuster UK Ltd, London.

8.2 Elektroniska referenser

Arbetsmiljöverket, Arbetsmiljölagen från 1 juli 2005, URL:
<http://www.av.se/regler/arbetsmiljolagen>, Hämtade 2005-10-17

Arbetsmiljöverket, Arbetssskador 2003 (STAT0503), URL:
<http://www.av.se/statistik/showtype.asp?typeid=1>, Hämtad 2005-11-11

Arbetsmiljöverket, SAM – Vad är ett systematiskt arbetsmiljöarbete?, URL:
<http://www.av.se/amnessidor/sam> Hämtad 2005-10-17

Nationalencyklopedins internetjänst, sökord: arbetsmiljöarbete, URL: www.ne.se, Hämtad 2005-10-17

SKF Sverige AB, Om SKF, URL:
http://www.skf.com/portal/skf_se/home/omskf?contentId=056873&lang=sv, Hämtad 2005-09-12

Volvo Personvagnar AB, Newsroom – Företagsinfo, URL:
<http://www.volvocars.se/Volvoownership/default.htm>, Hämtad 2005-09-12

Volvo Personvagnar AB internmaterial, intern hemsida (2005) Hämtad 2005-09-12

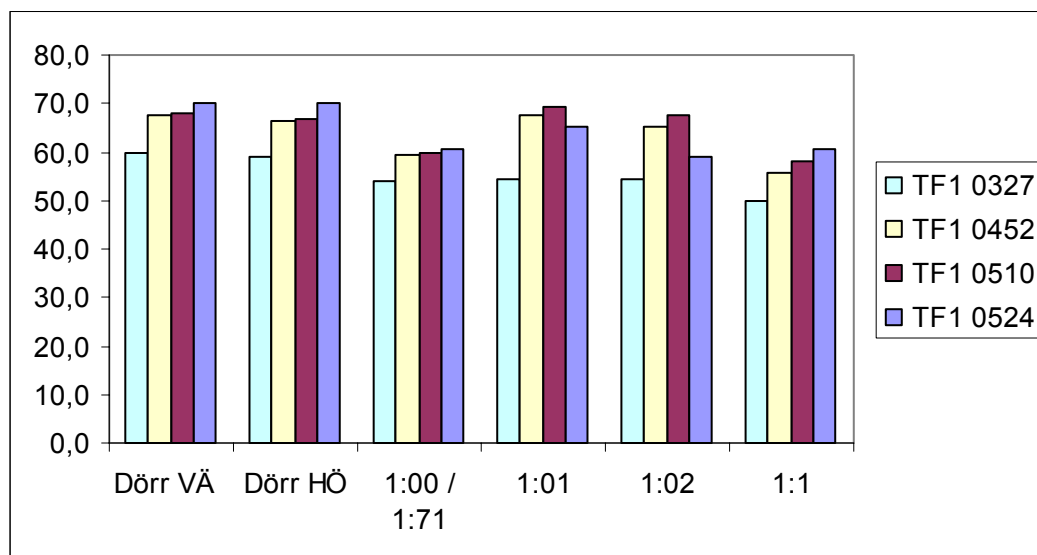
8.3 Muntliga referenser

Amprazis, Joakim	LME, ergonomi
Atik, Mustafa	Projektledare sjukfrånvaro
Balic, Haris	LME, process
Bertilsson, Ingemar	Teknikspecialist, BLIX
Borstel, Jonna von	Operatör
Gullstrand, Lennart	Teknikspecialist, SBS
Kanhede, Thomas	Arbetsgivarpolitiska frågor
Karlsson, Eva	Operatör
Karlsson, Jonas	LME, process
Källgren, Jenny	Operatör
Larsson, Maria	Operatör
Lehtinen, Maarit	LME, process
Lindahl, Bibbi	Koordinator Montering
Löfgren, Sofia	Operatör
Palm, Magnus	LME, process
Möller, Anette	Chef rekrytering
Rebelo Da Silva, Carlos	Huvudskyddsombud
Rejmann, Agnieszka	Gruppchef, BB/QD
Tilander, Conny	LME, process
Wåhlin, Daniell	Manager LME Product EL & Chamotra
Österholm, Jimi	Lagutveckling

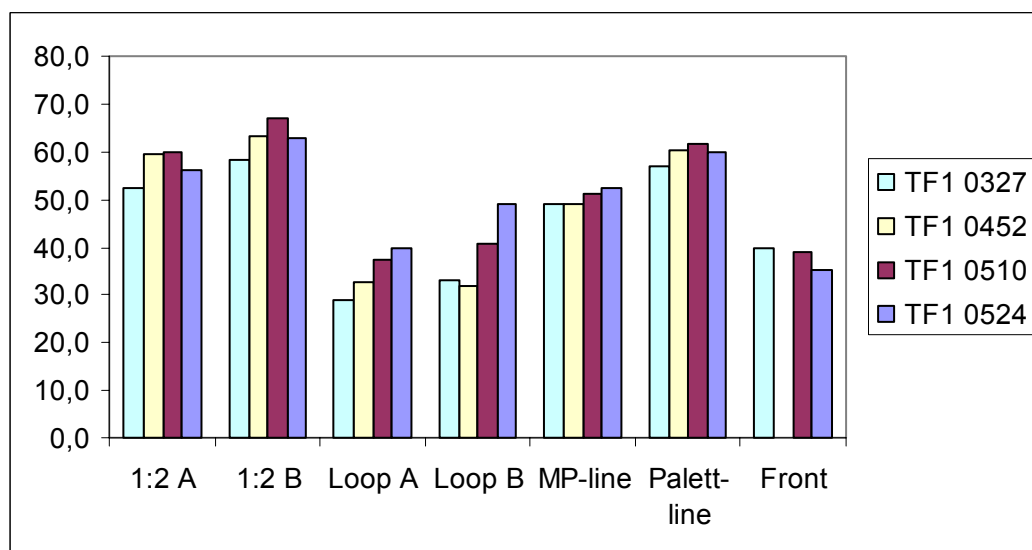
9 Bilagor

BILAGA 1

Nedanstående figurer visar hur den förädlade tiden, kallade TF1 (Task Force 1) har förändrats inom respektive produktverkstadsområde för varje banavsnitt. För samtliga banavsnitt, utan Front (Produktverkstadsområde MP Area), har den förädlade tiden ökat under perioden vecka 27 år 2003 till vecka 24 år 2005.

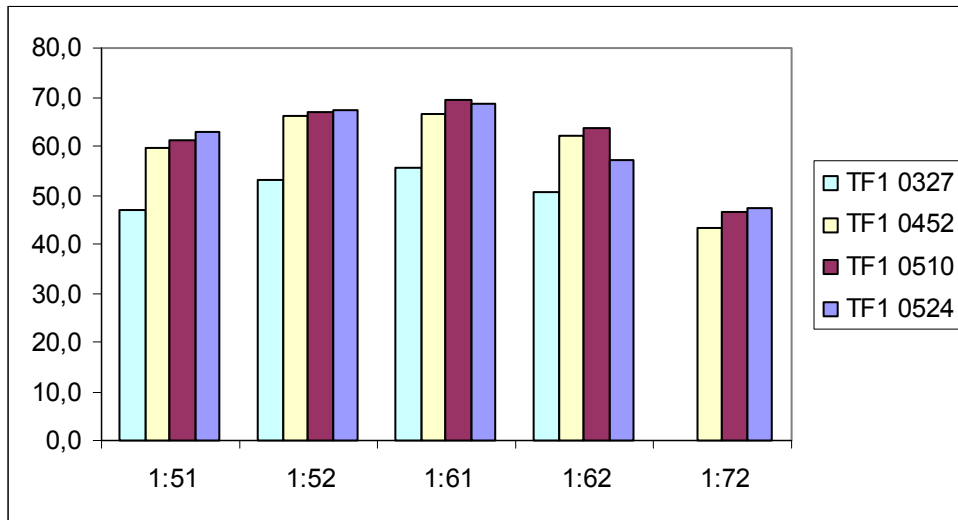


Figur 9-1: Utveckling TF1 produktverkstadsområde Door

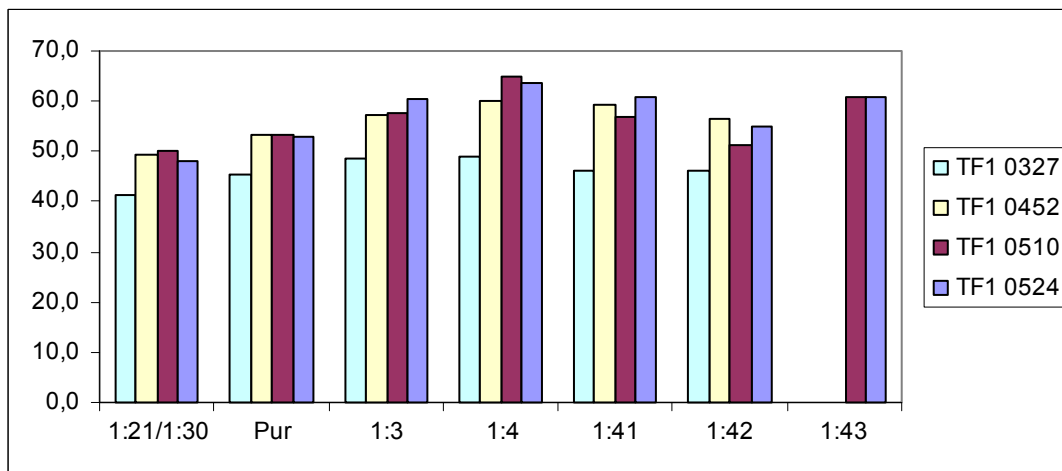


Figur 9-2: Utveckling TF1 produktverkstadsområde MP-Area

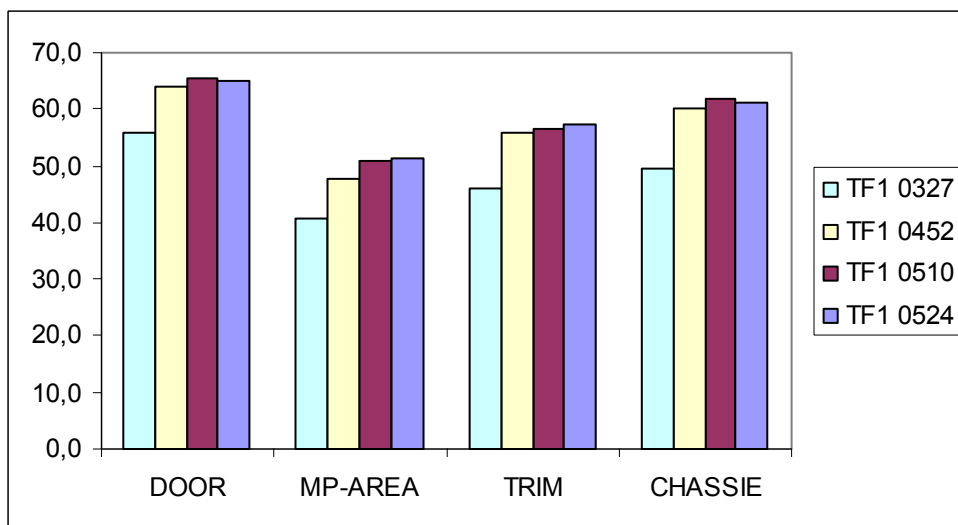
BILAGA 1



Figur 9-3: Utveckling TF1 produktverkstadsområde Chassie



Figur 9-4: Utveckling TF1 produktverkstadsområde Trim



Figur 9-5: Utveckling TF1 för respektive produktverkstadsområde

BILAGA 2

I Tabell 9-1 och Tabell 9-2 visas de data som användes till grund för analysen av sambandet mellan kvalitet och belastningsergonomi. I avsnitt 5.4 presenteras resultat och analys. Data är insamlat från BME-bedömningar samt från felrapporterings-systemet Eifel.

Tabell 9-1: Fel förekommande med hög frekvens

Avsnitt	Feltyp	Kubvärde	Antal fel
1:01	Huvabsorbent	19,6	45
1:01	AC zon 7	6,2	30
1:01	Trippeltätning bagage 5D V70	5,2	20
1:01	Växelvajer	6,9	48
1:1	Bromsljus	9,2	54
1:1	Instegshandtag	8,16	28
1:1	Pedallägesgivare	9,2	12
1:1	Solskydd - stödlager	16	17
1:1	Lins	11	39
1:2A	K-don CEM Bulkhead	19	12
1:2A	Panel A+B Stolpe	10,5	58
1:2A	Sekundärlist	16,3	12
1:2A	AC zon 6,8,9	8	69
1:4	Panel baklucka	23	13
1:4	Kallbox lock	9,4	27
1:52	Bagagerunsbelysning	8,1	10
1:52	Innerskärm+popnit	16,7	11
1:52	Skärmbreddare	21,2	30
1:52	Insynsskydd	14,4	4

Tabell 9-2: Fel förekommande med låg frekvens

Avsnitt	Feltyp	Kubvärde	Antal fel
1:01	Dekal avgas motorhuv	2,4	3
1:01	Krocksensor fram	3,2	0
1:01	Baklist bagage S80	3,6	2
1:01	Krocksensor bak	2,4	0
1:01	Handtag baklucka S80	4,1	3
1:1	Montera tätningsslöck	2,2	0
1:1	Fjäderben	5,7	5
1:1	Borga clips	2	0
1:2A	Bältessträckare XC90	2,8	1
1:2A	Krockbalk drag	2,7	0
1:2A	Montera lufttätning	2,2	4
1:2A	Placera/drag A-stolpe XC90	2,1	0
1:2A	Dragning plenumbox	4,1	3
1:4	Tryck fast belysning	2	0
1:4	Montera G-list	3,4	1
1:4	Låsa V70	2,4	1
1:4	Montera gasdämpare	3,4	0
1:52	Koppla antennförstärkare	2,5	3
1:52	Batteri (+) pol S80/V70	4,1	3
1:52	Lastgolvsstöd XC90	4,1	1
1:52	Ljudabsorbent	3,4	0
1:52	Dragkrockbalk XC90	5,4	7



Avdelning, Institution
Division, Department

Industriell arbetsvetenskap
Institutionen för konstruktions- och produktionsteknik (IKP)
Linköpings tekniska högskola

Datum
Date
2006-01-23

Språk
Language

- Svenska/Swedish
 Engelska/English

Rapporttyp
Report category

- Licentiatavhandling
 Examensarbete
 C-uppsats
 D-uppsats
 Övrig rapport

ISBN

ISRN

LITH-IKP-EX--06/2349--SE

Serietitel och serienummer **ISSN**
Title of series, numbering

URL för elektronisk version

<http://www.ep.liu.se>

Titel
Title

Beräkningsmodellen BME och dess koppling till kvalitet och produktivitet
The BME Model of Calculation and its Connection to Quality and Productivity

Författare
Author

Emma Björk

Sammanfattning
Abstract

Detta examensarbete är skrivet vid produktionsteknikavdelningen, på uppdrag av Volvo Personvagnar AB i Torslanda, Göteborg. Produktionsteknikavdelningen utför bland annat balansering i slutmonteringen. Slutmonteringen är det sista steget innan en bil är färdig att levereras till kund. Volvo Personvagnar har tagit fram ett verktyg BME (BeräkningsModell Ergonomi) för att kunna bedöma operatörens arbetsmiljö, speciellt den belastningsergonomiska arbetssituationen. Syftet med examensarbetet är att utvärdera hur verktyget BME går att koppla till utfallet i produktivitet och kvalitet i slutmonteringen i fabriken i Torslanda.

Resultatet visar att det finns en koppling mellan arbetsmoment som bedöms som belastningstunga och antalet rapporterade fel. För varje ökat poäng i BME-bedömningen, det vill säga då den belastningsergonomiska situationen försämrades, ökade risken för fel med 20 fel på årsbasis. Risken för kvalitetsbrister var cirka fyra gånger högre för ergonomiskt krävande arbetsmoment än för andra.

Det gick att finna ett samband mellan beläggningsgrad och poäng i BME-bedömningen för de belastningstunga arbetsstationerna. De av arbetsstationer som hade lägre beläggningsgrad hade erhållit högre poäng i BME-bedömningen. BME var ett viktigt verktyg vid förändringar eftersom det gav en bild av hur genomförda förändringar kom att påverka arbetsmiljön för operatören. Innan verktyget började användas fanns det inget som teknikerna kunde ha som grund för att utföra en bedömning av belastningsergonomin. Införandet av BME medförde att teknikerna fick större fokus på belastningsergonomi.

Nyckelord
Keyword

Arbetsmiljö, Belastningsergonomi, Kvalitet, Monteringsarbete, Produktion, Produktivitet.