

Kunskapssammanställning 2016:1
Fysisk variation och belastningsbesvär
i arbetet



Kunskapssammanställning 2016:1

Fysisk variation och belastningsbesvär i arbetet

Svend Erik Mathiassen och Charlotte Lewis
Högskolan i Gävle, Akademin för hälsa och arbetsliv,
Centrum för belastningsskadeforskning

ISSN: 1650-3171

Omlagsfoto: Nolte Lourens (Mostphotos)

Tryck: Elanders Sverige AB 2016

Innehåll

Förord 5

1. En kunskapssammanställning om fysisk variation 6

2. Men vi vet ju redan att variation är bra?! 8

3. Vad är "variation" och hur kan den ändras? 13

4. Varför är variation i fysisk belastning intressant? 24

5. Litteratursökning 31

6. Kan variationen i fysisk belastning påverkas? 34

6.1. Innehåll och villkor i befintliga arbetsuppgifter 34

6.1.1. Ändrad utrustning 35

6.1.2. Ändrat innehåll i arbetsuppgiften 37

6.1.3. Ändrat arbetsmönster 38

6.2. Tidslinje av befintliga arbetsuppgifter 40

6.2.1. Ändrad fördelning av befintliga uppgifter (samma totala proportioner) 43

6.2.2. Ändrade proportioner av befintliga uppgifter 43

6.3. Tillskott av nya arbetsuppgifter 44

6.3.1. Nya arbetsuppgifter: förändringar på en individnivå 45

6.3.2. Nya arbetsuppgifter: förändringar på en organisatorisk nivå 46

7. Vilka effekter har en ändrad variation i fysisk belastning? 52

7.1. Innehåll och villkor i befintliga arbetsuppgifter 53

7.1.1. Ändrad utrustning 53

7.1.2. Ändrat innehåll i arbetsuppgiften 53

7.1.3. Ändrat arbetsmönster 56

7.2. Tidslinje av befintliga arbetsuppgifter 56

7.2.1. Ändrad fördelning av befintliga uppgifter (samma totala proportioner) 56

7.2.2. Ändrade proportioner av befintliga uppgifter 58

7.3. Tillskott av nya arbetsuppgifter 61

7.3.1. Nya arbetsuppgifter: förändringar på en individnivå 61

7.3.2. Nya arbetsuppgifter: förändringar på en organisatorisk nivå 62

8. Fysisk variation – vad vet vi, vad vet vi inte, och hur går vi vidare? 73

9. Kort sagt om hela kunskapssammanställningen 79

**10. Physical variation at work and musculoskeletal disorders
– summary in English 81**

Referenser 83

Förord

Arbetsmiljöverket har fått i uppdrag av regeringen att informera och sprida kunskap om områden av betydelse för arbetsmiljön. Under kommande år publiceras därför ett flertal kunskapssammanställningar där välrenommerade forskare sammanfattat kunskapsläget inom ett antal teman. En vetenskaplig granskning av denna rapport har utförts av Docent Allan Toomingas, Institutet för miljömedicin vid Karolinska institutet; Centrum för arbets- och miljömedicin vid Stockholms läns landsting. Den slutliga utformningen ansvarar dock författarna själva för.

Rapporterna finns kostnadsfritt tillgängliga på Arbetsmiljöverkets webbplats. Där finns även material från seminarieserien som Arbetsmiljöverket arrangerar i samband med rapporternas publicering. Projektledare för kunskapssammanställningen vid Arbetsmiljöverket har varit Ulrika Thomsson Myrvang och Carin Håkansta. Vi vill även tacka övriga kollegor vid Arbetsmiljöverket som varit behjälpliga i arbetet med rapporterna.

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

Ann Ponton Klevestedt

1. En kunskapssammanställning om fysisk variation

Fysisk variation i arbetet anses både av forskare och praktiker vara en väsentlig förutsättning för god hälsa, välbefinnande och prestation. Detta speglas tydligt i Arbetsmiljöverkets föreskrift 2012:2 om belastningsergonomi, som uttalar att arbetsgivaren i de fall då repetitivt, starkt styrt eller bundet arbete måste utföras på grund av särskilda omständigheter ska förebygga riskerna för ohälsa eller olycksfall på ett sätt som leder till ökad variation i arbetet (Arbetsmiljöverket, 2012). Föreskriften säger att detta kan ske till exempel genom arbetsväxling, arbetsutvidgning eller pauser.

I denna kunskapssammanställning förklarar och diskuterar vi vad forskningen vet i dag om fysisk variation i arbete av den karaktär som föreskriften främst riktas mot, dvs. arbete där likartade rörelser upprepas om och om igen, eller där arbetsställningen är nästan oförändrad under långa perioder i sträck. Exempel på det första är styckning, exempel på det andra är intensivt datorarbete. Sammanställningen tar upp vad fysisk "variation" egentligen är (kapitel 3) och vi föreslår en konsekvent terminologi som kan hjälpa till att reda ut den betydande förvirring som råder i dagsläget. "Variation" i en fysisk belastning definieras då som dess förändring över tid, och begreppet "diversitet" används för att beskriva skillnad i belastning, till exempel mellan arbetsuppgifter (Mathiassen, 2006). Kapitel 4 beskriver de grundläggande fysiologiska reaktioner i kroppen som ligger bakom att fysisk variation har ett sannolikt samband med till exempel trötthet och belastningsbesvär. Kunskapssammanställningens största del ägnas sedan åt en genomgång av drygt 50 vetenskapliga studier som antingen dokumenterar olika sätt att skapa fysisk variation i arbetet (kapitel 6) eller beskriver effekterna på hälsa, välbefinnande och produktivitet av ett förändringsarbete som lett till ändrad fysisk variation (kapitel 7). Vi delar in forskningen enligt tre grundläggande sätt att påverka individens variation i arbetet: ändra en enskild arbetsuppgift, ändra tidsförloppet av de olika arbetsuppgifterna som ingår i jobbet, eller utöka jobbet med nya arbetsuppgifter. I slutet av varje kapitel sammanfattar vi de viktigaste slutsatserna om vad forskningen visat och inte visat. I kapitel 8 reflekterar vi mot bakgrund av de föregående kapitlen över vilka råd om fysisk variation i arbetet som

har rimligt stöd i forskningen och vilka frågor som fortfarande är obesvarade. Slutligen ger kapitel 9 en kort sammanfattning av vad kunskapssammanställningen kommit fram till. I kapitel 10 är denna sammanfattning översatt till engelska. Samtliga rapportens delar uppmärksammar genusaspekter av fysisk variation.

Kunskapssammanställningen fokuserar alltså på studier av repetitivt eller bundet yrkesarbete och strävar efter att vara heltäckande i den delen. På angränsande områden, till exempel vad gäller arbetsfysiologiska eller mättekniska studier, har vi bemödat oss om att lägga in referenser som särskilt lämpar sig som utgångspunkt för vidare fördjupning för den intresserade läsaren.

Kunskapssammanställningen riktar sig till aktörer inom praktiskt arbetsmiljöarbete som Arbetsmiljöverket och företagshälsovården, även om den förhoppningsvis även kan vara till nytta och inspiration i vetenskapliga kretsar. Vi hoppas också att de som främst utformar arbetet och därmed arbetsmiljön, dvs. företagsledare och produktionsplanerare, kan dra nytta av sammanställningens slutsatser och goda råd.

2. Men vi vet ju redan att variation är bra?!

I Arbetsmiljöverkets föreskrift om belastningsergonomi, AFS 2012:2 (Arbetsmiljöverket, 2012) uttalar 7§ att:

Arbetsgivaren ska se till att det normalt inte förekommer arbete som är repetitivt, starkt styrt eller bundet. Om en arbetstagare ändå måste utföra sådant arbete på grund av särskilda omständigheter, ska arbetsgivaren förebygga riskerna för ohälsa eller olycksfall till följd av hälsofarliga eller onödigt tröttande belastningar. Det förebyggande arbetet ska leda till ökad variation i arbetet till exempel genom arbetsväxling, arbetsutvidgning eller pauser.

Även 8§ framhåller att arbetet måste erbjuda tillräcklig fysisk variation:

Arbetsgivaren ska se till att arbetstagarna har möjligheter att påverka upplägget och genomförandet av det egna arbetet, så att de får tillräcklig rörelsevariation och återhämtning.

Övertygelsen att repetitivt arbete är förknippat med en ökad risk för belastningsbesvär speglas i själva definitionen av "repetitivt arbete" i AFS 2012:2:

Arbete som innebär att man upprepar liknande arbetsrörelser om och om igen. Tiden för varje arbetsmoment är kort och rörelserna sker i sådan omfattning att arbetstagaren kan drabbas av besvär i rörelseorganen.

Även de som arbetar ger uttryck för att repetitivt arbete är ett hälsoproblem. I den senaste av Arbetsmiljöverkets återkommande enkätundersökningar av besvär bland sysselsatta i Sverige rapporterar 2,7 procent av alla kvinnor och 1,9 procent av alla män att de haft besvär under de senaste 12 månaderna till följd av "korta, upprepade arbetsmoment" (Arbetsmiljöverket, 2014b). Att mera variation skulle vara ett effektivt recept för att motverka besvär och trötthet ligger till grund för en mängd goda råd som myndigheter, konsulter och massmedia gett och ger om hur arbetsgivaren och den enskilde kan lösa problem i yrken som präglas av enahanda belastningar. Utmärkta exempel är Arbetsmiljöverkets rekommendationer om repetitivt arbete (Arbetsmiljöverket, 2015b) och om arbete på callcenter

(Arbetsmiljöverket, 2015a), som båda konkretiserar anvisningarna i AFS 2012:2 genom att ge exempel på åtgärder som kan öka den fysiska variationen i industriella miljöer, respektive på kontor.

Rekommendationerna lutar sig mot en voluminös forskningslitteratur som ägnats åt repetitivt arbete, och åt arbete där arbetsställningar och muskelaktivitet är snarlika under långa tidsperioder (Nordander m.fl., 2009). Flera sammanfattningar av forskningslitteraturen konkluderar att repetitivt arbete, som en av flera belastningsfaktorer, har ett samband med besvär i axlarna (National Research Council, 2001, Punnett & Wegman, 2004, van der Windt m.fl., 2000). Djurexperimentella studier stödjer att repetitivt arbete kan leda till skador på musklerna (Barbe & Barr, 2006). Även inom vetenskapssamhället finns det alltså en tro på att repetitiva och bundna arbetsuppgifter förtjänar särskild uppmärksamhet (McDonald & Keir, 2015). Ett vittnesbörd om detta är att just dessa faktorer i arbetet uppmärksammas särskilt i flera av de instrument som forskare utvecklat för ergonomisk riskbedömning (Takala m.fl., 2010).

I en kunskapssammanställning till Arbetsmiljöverket om genus och fysisk belastning (Lewis & Mathiassen, 2013) framhöll vi själva att en sannolik orsak till att kvinnor har mer arbetsrelaterade belastningsbesvär än män är att de i en högre grad ställs inför repetitiva och bundna arbetsuppgifter. En sådan slutsats förutsätter naturligtvis att repetitivt och bundet arbete verkligen har ett samband med belastningsbesvär. Samtidigt pekar slutsatsen på två viktiga genusaspekter av fysisk variation: kvinnor verkar i en högre grad än män fastna i repetitiva arbeten, även i arbetssystem där det finns utrymme för variation (Nordander m.fl., 1999), och fler kvinnor än män i arbetslivet som helhet kan vara i behov av effektiva åtgärder mot enahanda arbeten.

Övertygelsen att ohälsa till följd av enahanda arbetsuppgifter kan undvikas genom ökad fysisk variation har anammats av många företag och organisationer, som till exempel anser att arbetsväxling – som explicit pekas ut i AFS 2012:2 som en effektiv insats – är en attraktiv åtgärd. Således visar studier från USA, Kanada och Nederländerna att en stor andel av alla företag i industrisektorn har en positiv attityd till arbetsväxling (eller, med ett annat ord, jobbrotation), och förklarar sig tillämpa densamma, med det huvudsakliga syftet att minska risker för belastningsbesvär (Davis & Jorgensen, 2005, Jorgensen m.fl., 2005, Leider m.fl., 2015b, Schneider m.fl., 2005, Vézina, 2003).

Men tron på att enahanda arbete innebär en uppenbar risk för belastningsbesvär och att variation är rätt åtgärd har ifrågasatts.

Statens beredning för medicinsk utvärdering, SBU, publicerade 2012 en litteraturöversikt som konkluderar att den vetenskapliga evidensen för att repetitivt arbete leder till besvär i nacken är otillräcklig (SBU, 2012). Att repetitivt arbete leder till besvär i armbågar och underarmar ges vetenskapligt stöd med viss tvekan, och samma sak gäller för besvär i handleder och händer, fast i detta fall endast om det repetitiva arbetet är kombinerat med hög kraftutveckling (SBU, 2012). Arbete i långa perioder med samma arbetsställning avhandlas endast indirekt, i så måtto att det finns vetenskapligt stöd för att "långvarigt arbete med datormus" kan leda till besvär i axlar, armbågar och underarmar. Även andra litteratursammanfattningar ger uttryck för att kunskapsläget är otillräckligt (till exempel Côté m.fl., 2008).

Initiativ som främjar fysisk variation i syfte att minska belastningsbesvär faller naturligtvis till marken om brist på variation egentligen inte är förknippad med en ökad besvärisk. Men det skulle fortfarande kunna vara så att variation i arbetet resulterar i mindre trötthet eller bättre produktivitet. Men även i den delen manas det i flera tidigare översiktsartiklar till viss skepsis. Både Tucker (Tucker, 2003), Mathiassen (Mathiassen, 2006), Leider m.fl. (Leider m.fl., 2015a) och Luger m.fl. (Luger m.fl., 2014) konkluderar att vi egentligen inte vet i en stringent vetenskaplig mening om ökad variation i form av till exempel arbetsväxling (jobbrotation) eller utökade pauser i arbetet har någon positiv effekt på trötthet och belastningsbesvär.

Det är viktigt att förstå dessa konklusioner rätt. Att inte veta med tillräcklig säkerhet om repetitivt arbete innebär ökade risker för besvär, eller inte veta om fysisk variation är betydelsefull, och i så fall hur en optimal variation ser ut, är inte samma sak som att veta att variation *inte* har någon betydelse. Nämnade sammanställningar av (delar av) den vetenskapliga litteraturen framhåller att forskningen inte vet *tillräckligt* för att kunna gå i god för att olika idéer om hur man skapar variation egentligen leder till något resultat. En av artiklarna pekar till och med på att forskarna inte ens är överens om hur begreppet "variation" kan definieras, och än mindre hur den kan mätas (Mathiassen, 2006).

Lika fullt framstår en motsättning mellan vad som verkar vara etablerade "sanningar" i den ergonomiska praktiken om enahanda arbeten och variation, och den tveksamhet som framstår i tidigare sammanfattningar av den vetenskapliga litteraturen. Mot denna bakgrund syftar vår kunskapsmanställning till att ge en ökad insikt i vad variation är, varför variation i fysisk belastning kan antas vara

viktig i ett fysiologiskt och medicinskt sammanhang, hur den kan påverkas i arbetslivet, och vilka insatser i syfte att skapa mera fysisk variation som enligt forskningen visat sig vara lyckade (eller inte) vad gäller att minska trötthet, öka välbefinnande och reducera besvär/förekomst. Sammanställningen fokuserar på yrken där man kan befara (och där den granskade forskningen befarat) att variationen är otillräcklig (Straker & Mathiassen, 2009), dvs. arbeten som omfattas av formuleringen *repetitivt, starkt styrt eller bundet* i AFS 2012:2. Därav följer att samtliga initiativ som sammanställningen diskuterar syftar till att skapa en ökad variation, även om det i vissa sektorer i arbetslivet är en relevant fråga om variationen borde minska snarare än öka. I och med att sammanställningen vill ge kunskapsstöd åt utvecklingen av hållbara arbetssystem riktar den in sig mot förändringar i arbetsuppgifter, arbetsroller och arbetsfördelning och bortser från forskning om arbetsteknik (i vid mening), dvs. forskning om den enskilde individens personliga sätt att utföra ett visst arbete. Med andra ord granskar sammanställningen effekten av ändringar i den externa exponeringen (van der Beek & Frings-Dresen, 1998, Winkel & Mathiassen, 1994) på variationen i den enskildes fysiska belastning, men ger sig inte på någon djupare nivå in på betydelsen av den enskildes eget sätt att "översätta" sina arbetsuppgifter till muskelaktivitet och rörelser, även om detta är en synnerligen intressant fråga inom ergonomi.

I och med sitt fokus på arbete som är repetitivt och/eller präglas av långa tidsperioder med snarlika arbetsställningar och muskelaktivitet ägnas kunskapssammanställningen specifikt åt "lokal" variation i muskelaktivitet och arbetsställningar, där de utfall man är särskilt intresserad av är trötthet, belastningsbesvär och produktivitet. Begränsningen till lokalt fysiskt belastande arbete innebär att sammanställningen inte ger sig in på betydelsen av variation för metaboliska och kardiovaskulära utfall, vilket annars är en växande fråga i arbetshälsoforskningen. I det fallet rör frågan om variation särskilt växlingar mellan sittande och stående/gående arbete, och vi vill hänvisa till flera utmärkta artiklar som förklarar och diskuterar dagens forskning om variation i denna skepnad (Chau m.fl., 2010, Commissaris m.fl., 2015, Karakolis & Callaghan, 2014, Neuhaus m.fl., 2014, Toomingas m.fl., 2012, Tudor-Locke m.fl., 2014). Vi bortser även från studier som berör tyngre dynamiskt arbete, som till exempel lyft i vården (Beynon m.fl., 2000). Mental/kognitiv variation kommer inte heller att tas upp, även om det mycket väl kan vara en lika viktig faktor som den fysiska variationen för om ett jobb är tillfredsställande och hälsofrämjande (Fisherl, 1993).

Kort sagt

- Det är en allmän övertygelse bland forskare och ergonomer att repetitivt arbete och arbete där belastningen är snarlik under långa tidsperioder kan leda till besvär. Samtidigt hävdar flera kunskaps-sammanställningar att det vetenskapliga underlaget för dessa samband är begränsat.
- Mera variation i fysisk belastning anförs mycket ofta som en effektiv åtgärd mot belastningsbesvär i yrken som präglas av repetitivt, styrt eller bundet arbete. Till exempel uttalar Arbetsmiljöverkets föreskrift om belastningsergonomi att riskerna i sådant arbete ska förebyggas genom åtgärder som leder till ökad variation, till exempel genom arbetsväxling, arbetsutvidgning eller pauser.
- Tidigare kunskapsöversikter konkluderar att det endast finns ett begränsat vetenskapligt stöd för att variation och arbetsväxling (jobbrotation) har en positiv effekt på trötthet och belastningsbesvär.
- Denna kunskapssammanställning tar upp vad "variation" i fysisk belastning är, vilka fysiologiska reaktioner i kroppen som talar för att fysisk variation har ett samband med trötthet och belastningsbesvär, hur man kan skapa fysisk variation i arbetet, och vilken forskning som finns om effekterna av initiativ som ändrar den fysiska variationen.

3. Vad är "variation" och hur kan den ändras?

Många olika begrepp används både i den vetenskapliga och i den mer allmänna diskussionen av fysisk variation och de typer av arbete där bristen på variation är särskilt tydlig. "Repetitiva rörelser", "statiskt arbete", "låsta arbetsställningar", "kortcykliskt arbete", "snabba rörelser", "dynamisk belastning", för att bara nämna några. Denna snårskog av ord illustrerar att det råder en betydande förvirring – eller åtminstone oklarhet – om vad variation i belastning egentligen är, och hur det kan definieras på ett enhetligt och logiskt sätt. Även välmeriterade forskare på ergonomiområdet har haft olika uppfattningar, till exempel om vad "repetitivt arbete" är. Åsa Kilbom konstaterade i en översiktsartikel 1994 att "The concept 'repetitive work' refers to similar work tasks performed again and again" (Kilbom, 1994). Mats Hagberg framhöll 1992 att "Motion is the change in joints and change of body parts in space. Repetition is the frequency and the rate of these changes" (Hagberg, 1992). Och i några av de mest citerade vetenskapliga artiklarna någonsin om repetitivt arbete definierar författarna högrepetitiva jobb så här: "High repetitive jobs were defined as those with a cycle time of less than 30 seconds or more than 50% of the cycle time involved performing the same type of fundamental cycles" (Silverstein m.fl., 1986, Silverstein m.fl., 1987). Kilboms definition refererar till ett arbete med en hög grad av "similaritet", alltså att samma arbetsuppgift återkommer ofta. Det är även den förklaring som finns i Arbetsmiljöverkets föreskrift 2012:2 (Arbetsmiljöverket, 2012). Hagbergs beskrivning siktar in sig på hur ofta personen ändrar arbetsställning, och Silversteins uppfattning kretsar runt similaritet, men lägger till hur lång arbetscykeln får vara, och, för uppgifter med "längre" cykeltider, hur stor andel av arbetscykeln som själva rörelsemönstret måste vara likadant.

Den gemensamma nämnaren för alla dessa uttryck och definitioner är att de handlar om hur arbetet är upplagt i tid. Mot denna bakgrund föreslog Mathiassen 2006 att "variation" kan definieras som "the change in exposure across time", alltså belastningens förändring över tid (Mathiassen, 2006). I vardagligt språk används ordet "variation" både i denna betydelse, dvs. att något ändras över tid, och i betydelsen "skillnad mellan olika saker", som när man till exempel

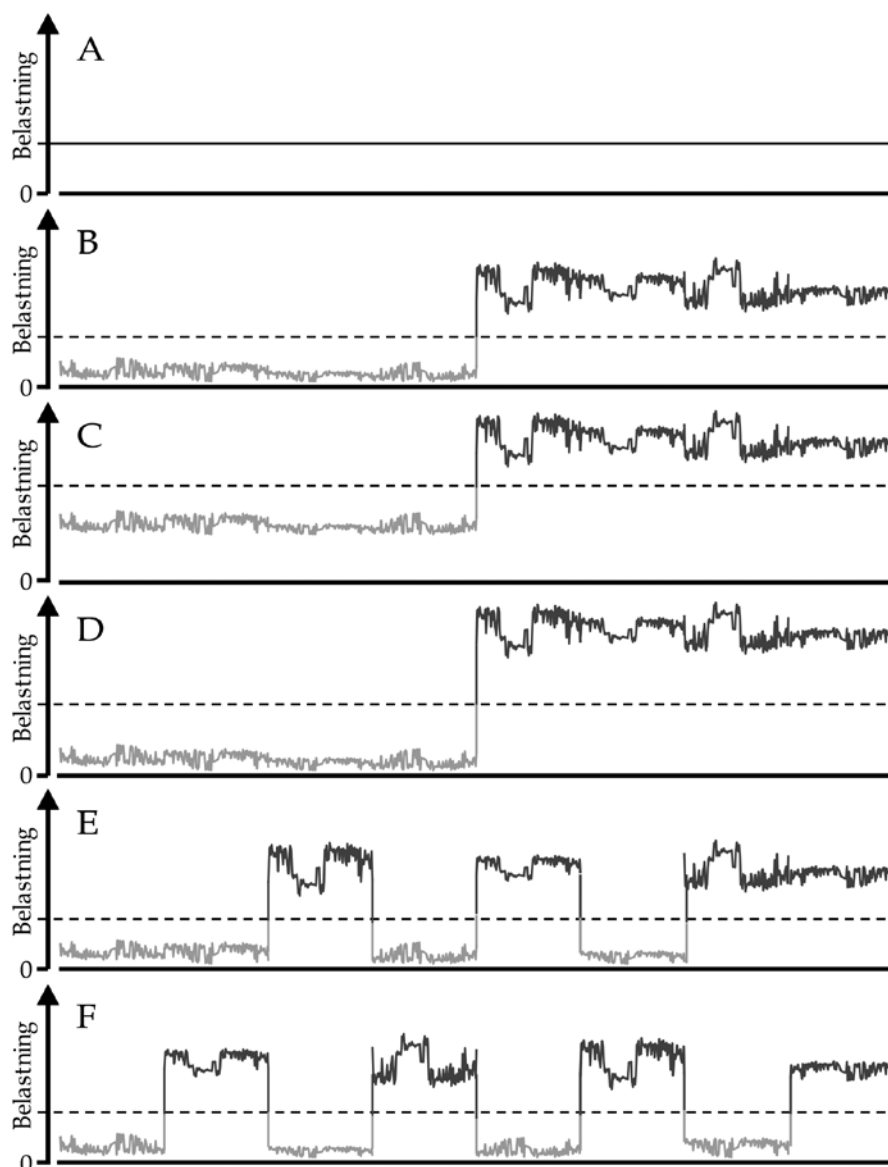
säger att det är stor variation i belastning mellan kontors- och industriarbetare. Det leder ofta till förvirring och missförstånd om samma ord täcker två ganska olika fenomen, och inom forskningen bemödar man sig om att ha otvetydiga avgränsningar av sina begrepp. Att reservera ordet "variation" till att endast täcka förändringar över tid är ett försök på att skapa ett enhetligt språkbruk, åtminstone i sammanhang där det är viktigt att alla har en gemensam referens.

Med denna definition kommer de olika uttrycken ovan att beskriva olika aspekter av variation. Till exempel refererar "repetitiva rörelser" till att likartade rörelsemönster uppträder flera gånger under den tidsperiod man betraktar, utan att för den sakens skull sätta några kriterier för hur det upprepade mönstret ser ut eller hur lång en sådan arbetscykel är. Begreppet "låsta" eller "bundna" arbetsställningar används då arbetsställningen förändras endast lite över tid, i motsats till "dynamisk belastning", som just innebär uppenbara, snabba rörelser.

Artikeln som definierade "variation" kom även fram till att det finns tre grundläggande aspekter av variation (figur 1): *hur mycket* belastningen ändrar sig över tid, *hur ofta* den ändras, och i vilket omfattning *likadana* sekvenser av belastning återkommer under arbetet (Mathiassen, 2006).

Dessa tre aspekter är i princip oberoende av varandra (figur 1). Även om en belastning inte ändrar sig särskilt mycket kan den ändra sig snabbt, som vid snabba handledsrörelser inom ett snävt vinkelintervall i handleden. Och omvänt kan en belastning ändra sig mycket långsamt, som när man omsorgsfullt målar en vägg från golv till tak med långa svepande armrörelser. Similaritetsaspekten, eller *likadanheten*, i sin tur säger inget om hur mycket eller hur snabbt belastningarna varierar inom de tidsperioder eller arbetscykler som upprepas. Total brist på variation blir det om nivån på den belastning man tittar på – ofta muskelaktivitet eller arbetsställning – inte ändrar sig överhuvudtaget över tid (figur 1A). Denna extrema situation, som knappast finns i arbetslivet, är den som eftersträvats i många arbetsfysiologiska laboratoriestudier av trötthetsutveckling. En total brist på variation kan – åtminstone i ett teoretiskt extremfall – finnas oavsett vad belastningsnivån må vara: hög, som vid en nästan maximal muskelkraftutveckling eller en extrem arbetsställning, eller låg, som vid total muskulär vila eller en neutral arbetsställning. Detta är en bra illustration av att *variationen* är ett uttryck för andra egenskaper vid en fysisk belastning än dess genomsnittliga nivå (figur 1B och 1C).

Det är viktigt att inse att definitionen av fysisk variation, dvs.



Figur 1: Fysisk variation och dess olika dimensioner. Figur 1A visar en belastning, t.ex. en arbetsställning, som inte ändrar sig över tid; i detta extrema fall finns det alltså ingen variation alls i belastningen. Figur 1B visar ett "jobb" som består av lika stora andelar av två arbetsuppgifter, en ljusgrå med låg genomsnittsbelastning och en mörkgrå med hög. Den streckade linjen markerar "jobbets" medelbelastning. I båda uppgifterna är belastningen olika vid olika tidpunkter; det finns alltså variation inom varje uppgift. "Jobbet" ger därför också fysisk variation, och den är större än i de två arbetsuppgifterna var för sig: spridningen i arbetsbelastning ökar när de två uppgifterna kombineras, därför att de ligger på olika belastningsnivåer. I 1C har belastningsnivån ökat lika mycket för den ljusgrå och den mörkgrå arbetsuppgiften, och medelbelastningen (den streckade linjen) är högre än i 1B. Tidsförloppet av belastningen är däremot detsamma som i 1B, och det betyder att variationen är oförändrad. I 1D är belastningsnivån för den mörkgrå arbetsuppgiften högre än i 1B, men den ljusgrå ligger kvar. Spridningen i belastning för "jobb" 1D är alltså större än i 1B, vilket innebär att 1D ger mera variation med avseende på aspekten "hur mycket". Figur 1E visar ett jobb som består av exakt samma arbetsuppgifter som det i figur 1B, och även i samma andelar. I termer av "hur mycket" är variationen alltså densamma för 1B och 1E. Men i 1E växlar belastningen mellan den ljusgrå och den mörkgrå uppgiften oftare än i 1B; dvs. att variationen är större i 1E med hänsyn till aspekten "hur ofta". I jobbet i figur 1F växlar belastningen ännu oftare, och samtidigt är belastningsförloppet mera likadant över tid: fyra lika långa "arbetscykler" som var och en består av lika långa perioder ljusgrått och mörkgrått arbete. I 1F är alltså aspekten "hur likadant" mera utpräglad än i de andra situationerna.

en belastnings förändring över tid, inte säger något om tidsskalan för förändringarna i belastning. Det betyder att även "långsamma" förändringar av belastning – mellan veckodagar, mellan årstider, mellan olika yrken som individen har genom åren – är ett uttryck för variation. Den litteratur som refereras till i de följande kapitlen ägnar sig i princip uteslutande åt variation i ett kort tidsperspektiv; typiskt inom en dag på jobbet eller inom en enskild arbetsuppgift, där de längre tidsperspektiven kan vara nog så intressanta, till exempel för om individen hinner återhämta sig från en intensiv period av arbete innan det är dags för nästa.

Fysisk variation går att mäta, vilket är en förutsättning till exempel för att förstå genomslaget av en intervention som syftar till ökad variation, eller av en rationalisering som minskar variationen. Den vetenskapliga litteraturen innehåller många förslag till variabler som beskriver variation; från de som är enkla att förstå och räkna fram till synnerligen svårbemästrade och svårtolkade, som inte är realistiska att använda annat än för forskningsändamål.

Ett enkelt mått på aspekten hur mycket en belastning varierar är belastningsomfånget, dvs. avståndet mellan den minsta och den största belastningen under den period man observerar (figur 1B, 1C, 1D). Mått av samma karaktär, men aningen mera komplicerade, som använts mycket i forskningen är standarddeviationen av belastning (Richter m.fl., 2009), och mått där man räknar fram det belastningsintervall inom vilket till exempel 80 eller 90 procent av all belastning befinner sig (Mathiassen m.fl., 2012). Även kombinationer av dessa mått har föreslagits för att fånga upp variationen i såväl mycket korta (1 minut) som något längre (1 dag) tidsfönster (Arvidsson m.fl., 2012). Små standarddeviationer och smala belastningsintervaller visar på begränsad variation.

Enkla mått på aspekten *hur ofta* (figur 1E, 1F) är till exempel att räkna antalet rörelser per minut (Colombini, 1998), observera hur ofta arbetsställningen ändras (Kilbom & Persson, 1987, Toomingas m.fl., 2012) eller räkna frekvensen av perioder då muskelaktiviteten underskrider (Fernström & Åborg, 1999, Nordander m.fl., 2000, Veiersted m.fl., 1990) eller överskrider (Mork & Westgaard, 2005) en viss nivå. Rörelsehastighet, som numera är ett vanligt mått i dokumentationer av arbetsbelastningar med teknisk mätutrustning (Hansson m.fl., 2010, Wahlström m.fl., 2010), är ett mått på hur snabbt (eller ofta) arbetsställningar ändras, och därmed ett mått på variation.

Similaritetsaspekten är mera svårfångad, utom i de fall då arbetet uppenbarligen är byggt av upprepade arbetscykler (figur 1F) där

själva cykeltiden kan användas som mått på graden av *likadanhet* (Möller m.fl., 2004). Ett något mera avancerat mått på similaritet framkommer om man bestämmer vilka frekvenser av rörelser som förekommer särskilt ofta i arbetet (Ohlsson m.fl., 1994). Mera djupgående kvantitativa analyser av återkommande mönster av belastning kräver avancerade analysmetoder, som mäter graden av förutsägbarhet (determinism) i en dataserie, men som ligger bortom en enkel praktisk användbarhet (Mathiassen, 2006, Paraschiv-Ionescu m.fl., 2012).

Vid en total brist på variation, då belastningen inte ändras alls (figur 1A), blir svaret "ingenting" (dvs. noll) på frågan *hur mycket*, frågan *hur ofta* får svaret "aldrig" (dvs. noll även där) och *hur likadant* får besvaras med "obegränsat" eller "fullständigt", eftersom samtliga sekvenser av belastning är likadana.

En metod som kombinerar information om hur mycket och hur ofta en belastning varierar är "Exposure Variation Analysis" (EVA) (Mathiassen & Winkel, 1991). Sedan metoden presenterades i 1991 har den använts i ett stort antal forskningsstudier, framför allt av muskelbelastningar (Anton m.fl., 2003, Fjellman-Wiklund m.fl., 2004, Mathiassen & Winkel, 1996) och arbetsställningar (Ciccarelli m.fl., 2014, Delisle m.fl., 2004, Fethke m.fl., 2011). EVA delar upp ett tidsförlopp av belastning i fortlöpande sekvenser där belastningen håller sig inom ett visst intervall, till exempel mellan 45 och 60 grader om analysen gäller överarmarnas arbetsställning relativt till lodrätt (Mathiassen, 2006). EVA anger sedan hur stor andel av den totala analyserade tiden som belastningen befinner sig inom dessa olika intervall och stannar kvar där en viss tid. EVA kan på så sätt användas för att förstå till exempel om en stor andel av arbetstiden innebär ganska låga belastningar som inte ändras något väsentligt, vilket är typiskt för datorarbete, eller om det finns många korta sekvenser av hög belastning, som vid upprepade lyft.

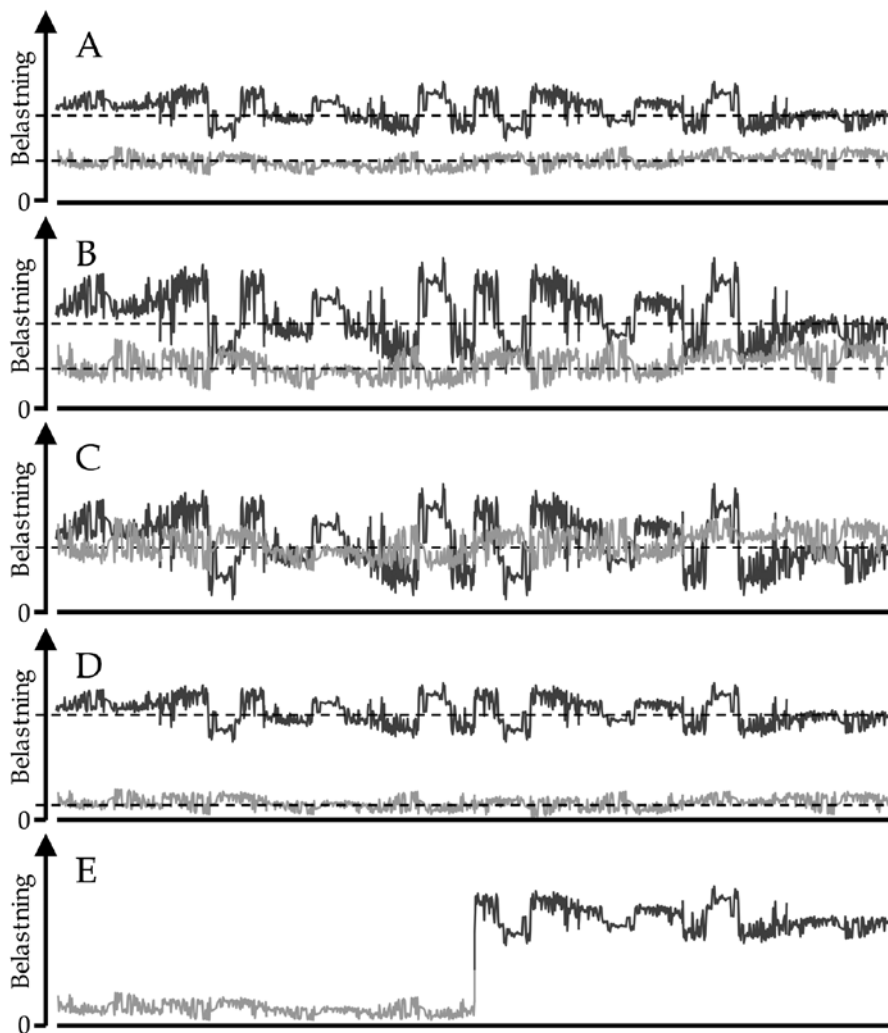
Det stora flertalet av de variabler som det ges exempel på ovan är utvecklade för att ta fram aspekter av variation inom korta tidsförlopp av belastning; som mest en hel arbetsdag. Metoder som på ett bra sätt kan mäta en individs belastningsvariation över ett längre tidsförlopp är en bristvara. Det finns visserligen ett mindre antal studier som rapporterar individens arbetsbelastning över flera dagar, men de är till en stor del ägnade åt att förstå belastningsmätningars statistiska egenskaper (Hansson m.fl., 2006, Mathiassen m.fl., 2002, Trask m.fl., 2014, Wahlström m.fl., 2010). De mått som presenteras där, typiskt spridningen i belastning mellan dagar, går även att tolka som mått på individens belastningsvariation (Mathiassen m.fl.,

2003b), men sådana försök har gjorts endast i en mycket begränsad omfattning. En bidragande orsak till denna brist på kunskap om långtidsvariation är naturligtvis att den förutsätter tillgång till många och långa registreringar av belastning. Med de teknologiska framsteg som skett och sker inom mätteknologi, särskilt för arbetsställningar och -rörelser (Skotte m.fl., 2014) kommer det inom några få år att vara tekniskt möjligt att samla in data om arbetsställningar över perioder av veckor, kanske månader. Redan i dag är det möjligt att lägga in en enkel mjukvara på datorn som kontinuerligt registrerar samtliga musrörelser och tangentbordsaktiviteter utan att användaren störs överhuvudtaget (Chang m.fl., 2008, Ijmker m.fl., 2011, Slijper m.fl., 2007). Detta öppnar möjligheter för att dokumentera tidsmönstret av datorarbete och avbrott från datorarbete över mycket långa tidsperioder, men någon sådan analys har inte presenterats än så länge i forskningslitteraturen.

Begreppet "variation" handlar alltså om förloppet av en belastning över tid, och därför kan det inte användas för att beskriva att två arbetsuppgifter eller åtta personer skiljer sig åt i belastning. Det blir fel att till exempel säga att "det finns stor variation i belastning mellan olika arbetsuppgifter i byggbranschen", även om det är en vardaglig användning av ordet variation. Samma artikel som definierade "variation" (Mathiassen, 2006) föreslog att "diversitet" kan täcka behovet av ett begrepp som uttrycker skillnad mellan till exempel personer eller arbetsuppgifter. Diversitet definieras där som "the extent that exposure entities differ", dvs. graden av skillnad mellan olika självständiga "enheter", till exempel arbetsuppgifter (figur 2). Begreppet är inspirerat av biologin, där diversitet används för att beskriva mångfalden av djur och växter i en naturmiljö: flera olika arter ger större diversitet.

Diversiteten av olika arbetsuppgifter, dvs. hur mycket de skiljer sig åt, till exempel med avseende på arbetsställning eller muskelaktivitet, ger ett mått på vilken potential de representerar för att skapa variation i ett arbete där de kombineras. En kombination av arbetsuppgifter med stor diversitet leder sannolikt till ett arbete med påtaglig variation (figur 2E), i motsats till uppgifter med snarlik belastning (låg diversitet) där en kombination inte kommer att skilja sig nämnvärt i variation från att endast utföra en av uppgifterna.

När det gäller metoder för att mäta diversiteten av olika arbetsuppgifter är det närliggande att rakt av jämföra medelvärdena av den aktuella belastningen i varje uppgift. Men på så sätt kan man endast svara på om just medelvärdena skiljer sig åt, och inte på hur säkert det är att en person som utför en arbetsuppgift verkligen får



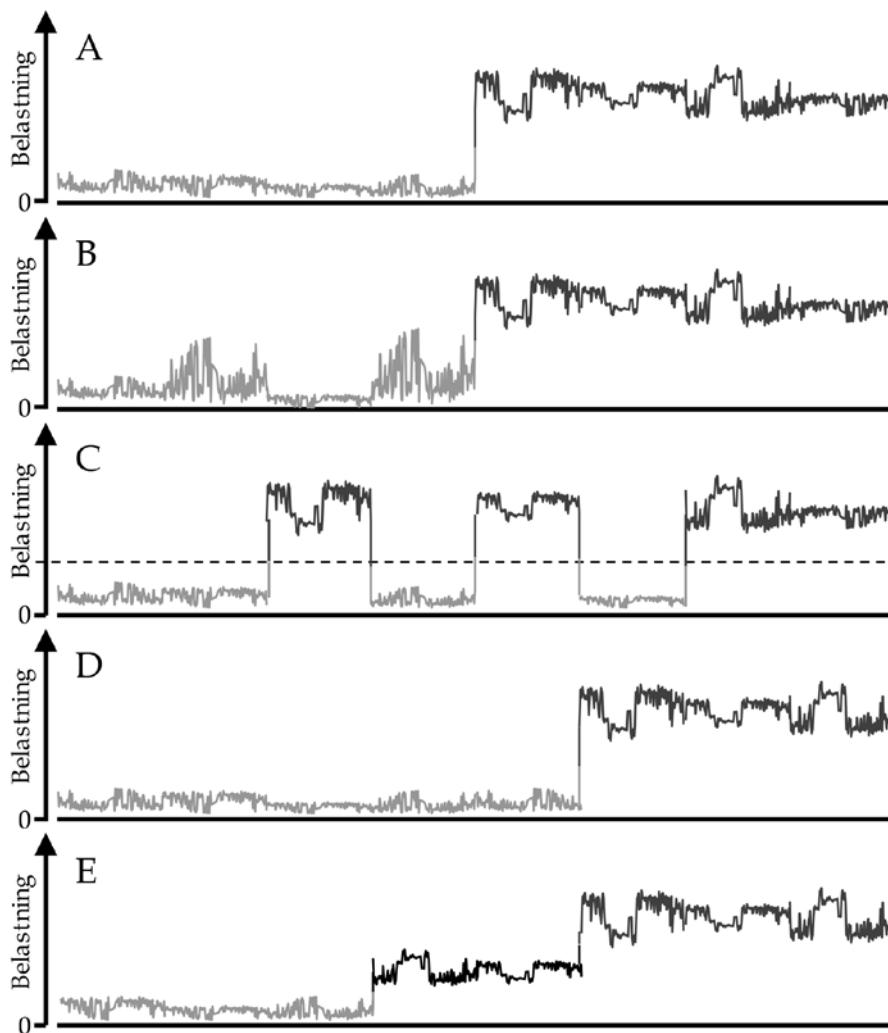
Figur 2: Diversitet, kontrast och kombination. Figur 2A visar två arbetsuppgifter som skiljer sig tydligt åt i både medelbelastning (de streckade linjerna) och hur mycket belastningen varierar över tid. I och med att skillnaden är så tydlig representerar de en hög grad av diversitet, och om man räknade fram kontrasten skulle värdet ligga högt på skalan mellan 0 och 1. Den ljusgrå och den mörkgrå uppgiften i figur 2B skiljer sig lika mycket i medelbelastning som uppgifterna i 2A, men spridningen i belastning inom varje uppgift är betydligt större. Det är alltså inte lika tydligt att belastningen är olika i de två uppgifterna; diversiteten är inte lika utpräglad, och kontrasten är mindre. I 2C har båda arbetsuppgifterna samma spridning i belastning som i 2B, men nu har de exakt samma medelvärde. De överlappar alltså varandra fullständigt i belastning; diversiteten är obefintlig och kontrasten är 0. De två uppgifterna i figur 2D är samma som avbildades i figur 1B. De har var för sig samma spridning i belastning som uppgifterna i 2A, men skiljer sig mera åt i medelvärde. Kontrasten är alltså större än i 2A. "Jobbet" i figur 2E är identiskt med det i figur 1B; figuren illustrerar att den totala spridningen i belastning (dvs. aspekten "hur mycket" variation) när man kombinerar arbetsuppgifter till ett "jobb" beror dels på hur stor skillnaden är i uppgifternas medelvärde, dels på hur stor spridningen är i var och en uppgift för sig.

en annan belastning än när hen utför en annan uppgift. Denna fråga får svar om diversiteten uttrycks i termer av så kallade kontraster (figur 2). Kontraster ligger på en skala från 0 till 1, där 0 innebär att belastningen i en arbetsuppgift inte går att skilja från den i en

annan, och 1 visar att det är fullständigt säkert att belastningen blir olika i de olika arbetsuppgifterna. Det finns både kontrastmått som uttrycker sannolikheten för att olika individer kommer att ha olika belastningar när de utför olika arbetsuppgifter (Mathiassen m.fl., 2005) och kontraster som speglar hur säkert det är att en och samma individ kommer att uppleva olika belastningar då hen arbetar med olika uppgifter (Barbieri m.fl., 2015, Richter m.fl., 2009). Särskilt det senare kontrastmättet är användbart för att begrunda hur säkert en kombination av olika arbetsuppgifter verkligen kommer att leda till en ändrad belastningsvariation (figur 2E).

Tidsförloppet av den fysiska belastningen i ett arbete (ett jobb) som består av flera arbetsuppgifter kan principiellt påverkas på tre olika sätt: genom en ändring av innehåll eller villkor i enskilda befintliga arbetsuppgifter, genom en ändrad uppläggning över tid av dessa arbetsuppgifter, och genom att tillföra nya arbetsuppgifter (figur 3). Därtill kommer att individen kan ändra sitt sätt att utföra arbetet utan att något nödvändigtvis behöver hända med arbetsuppgifternas innehåll och struktur, men som vi framhållit tidigare kommer kunskapssammanställningen inte att ta upp arbetsteknik och hur den skiljer sig inom och mellan individer, eller hur den påverkas av individriktade insatser som kurser i ergonomi.

Initiativ som ändrar den fysiska belastningen i enskilda arbetsuppgifter (jämför figur 3A och 3B) kan i princip påverka både spridningen (aspekten *hur mycket*) och frekvensen (aspekten *hur ofta*) av till exempel muskelbelastning och arbetsställning, liksom huruvida det finns återkommande belastningsmönster. Variationen skulle kunna påverkas av att ändra den utrustning som står till buds för att utföra uppgiften, av att ändra uppgiftens innehåll och av att ändra uppgiftens arbetsmönster. "Utrustning" täcker i en vid mening in hur arbetsstationen är utformad och vilka verktyg som står till förfogande. Det gäller både den "nära" arbetsplatsen, som till exempel skrivbord, stol, skärm och mus på en datorarbetsplats, och det gäller den spatials, "geografiska" miljön där arbetet utförs, dvs. utformningen av lokalerna runt omkring den nära arbetsplatsen. Den spatials miljön avgör till exempel hur långt man behöver gå till skrivaren eller vilka tekniska lösningar som finns för kommunikation med omvärlden. "Arbetsinnehåll" rör de faktiska uppgifter individen behöver utföra för att åstadkomma den produkt eller tjänst som arbetet går ut på att ta fram eller, ifall det är frågan om en rast eller paus, de aktiviteter individen själv kan välja att göra. Med "arbetsmönster" avser vi hur arbetet styrs, till exempel i termer av förväntad arbetstakt eller graden av autonomi i arbetsprocessen. Utrustning,



Figur 3: Olika sätt att ändra den fysiska variationen i ett jobb. "Jobbet" i figur 3A är identiskt med det i figur 1B och 2E. I figur 3B har en arbetsuppgift – den ljusgrå – ändrats med en ökad variation till följd. Jobbet i figur 3C innehåller samma proportioner av den ljusgrå och den mörkgrå arbetsuppgiften som i 3A; uppgifterna i sig har inte ändrats, men de är fördelade annorlunda över tid än i 3A. Även i figur 3D är arbetsuppgifterna samma som i 3A, men nu utgör den ljusgrå uppgiften en ökad andel av jobbet. Jobbet i figur 3E har utökats med en ny svart arbetsuppgift vars belastningsnivå ligger mellan den ljusgrå och den mörkgrå uppgiftens nivåer. Spridningen av belastning i jobbet som helhet, dvs. aspekten "hur mycket" av jobbet varierar, har i det här fallet minskat jämfört med situationen innan den nya uppgiften tillkom (dvs. situationen i figur 3A); belastningen ändrar sig emellertid oftare, så variationen har ökat med avseende på aspekten "hur ofta".

arbetsinnehåll och arbetsmönster kan, i princip, ändras oberoende av varandra. Till exempel kan den anställda få en nyinredd arbetsplats utan att arbetsuppgifterna eller den förväntade produktiviteten ändras; och den förväntade arbetstakten kan ökas samtidigt som att själva arbetsuppgiften och de verktyg som står till buds kvarstår.

Oberoende av om enskilda arbetsuppgifter i ett jobb förändras kan variationen i fysisk belastning påverkas genom att man gör om

”tidslinjen” av dessa uppgifter, dvs. hur mycket var och en förekommer i det totala arbetet, och hur de fördelar sig över tid. Ur en variationssynpunkt finns det två olika sätt på vilka sådana förändringar kan ske. Om de olika arbetsuppgifterna fördelas annorlunda över tiden, men fortfarande totalt sett ingår i samma omfattning i arbetet kommer inte *hur mycket*-aspekten av variationen att ändras, medan *hur ofta* alldeles säkert kommer att modifieras, och kanske även *hur likadant* (jämför figur 1B, 1E och 1F; jämför figur 3A och 3C). Ett exempel kan vara att fördela en viss total paustid under dagen i kortare perioder, som då även dyker upp oftare. Om däremot proportionerna av olika arbetsuppgifter ändras (jämför figur 3A och 3D) kan alla tre aspekterna av variation påverkas. Ett exempel här kan vara att öka den totala paustiden; detta innebär med automatik att även tidsfördelningen mellan arbete och paus kommer att se annorlunda ut, och därmed att variationen i belastning ändras (under förutsättning av att arbete och paus innebär olika belastningsmönster). Man kan med en enkel formel räkna fram vilken förväntad effekt på variationsaspekten *hur mycket* som följer av att kombinera olika arbetsuppgifter eller ändra hur stor andel de utgör av den totala arbetstiden (Barbieri m.fl., 2015, Mathiassen, 2006). Variationen blir stor ifall de enskilda arbetsuppgifterna skiljer sig betydligt åt i medelbelastning och var för sig varierar mycket (se figur 2E). En grundläggande förutsättning för att en ändrad tidslinje av olika arbetsuppgifter ska ha en effekt på variationen i arbetet som helhet är alltså att de enskilda arbetsuppgifterna skiljer sig åt i belastning.

Det tredje sättet att påverka den fysiska variationen i ett jobb är att tillföra nya arbetsuppgifter (figur 3E). I ett organisatoriskt perspektiv kan detta ske på två principiellt olika sätt, även om båda ur den enskilda individens synvinkel kan leda till samma förändringar i belastning. I det ena sättet omfördelas det befintliga arbetet inom en grupp så att de enskilda individerna får ett nytt arbetsinnehåll, som vid en klassisk arbetsväxling (jobbrotation). Det andra sättet är att hela organisationen (gruppen) tillförs nya arbetsuppgifter, och att detta får ett inflytande på arbetsinnehållet för de individer som redan finns där, dvs. att det nya arbetet inte enbart tas om hand av nyanställda. Ett motsvarande fast ”omvänt” exempel är att organisationen nischer in sig på en viss produktion och därför skalar bort arbetsuppgifter som anses onödiga. Detta sker till exempel vid outsourcing av verksamhet, och leder förmodligen till att utrymmet för att skapa variation i arbetet för den enskilde anställda krymper, i synnerhet om det arbete som försvinner skiljer sig tydligt åt från det som är kvar.

Kort sagt

- "Variation" i fysisk belastning definieras som belastningens förändring över tid.
- Det finns tre grundläggande aspekter av variation: *hur mycket* belastningen ändras över tid, *hur ofta* den ändras, och i vilket omfattning *likadana* sekvenser av belastning återkommer under arbetet. Dessa aspekter kan förändras oberoende av varandra.
- Det finns många sätt att mäta aspekten *hur mycket*, några sätt att mäta *hur ofta*, medan *likadanhet* (eller *similaritet*) är svårare att fånga med enkla mått.
- "Diversitet" definieras som graden av skillnad i belastning mellan olika självständiga enheter, till exempel arbetsuppgifter eller personer. Diversitet är alltså ett mått på mångfald.
- Diversiteten av arbetsuppgifter kan mätas genom en så kallad kontrast, som anger hur säkert det är belastningen i två (eller flera) uppgifter skiljer sig åt. Kontrasten beror på både medelbelastningen i uppgifterna och belastningens spridning.
- Den fysiska variationen i ett arbete (jobb) som består av flera arbetsuppgifter kan påverkas på tre olika sätt: genom en ändring av innehåll eller villkor i de enskilda arbetsuppgifterna, genom en ändrad uppläggning över tid av de olika arbetsuppgifterna, och genom att tillföra nya arbetsuppgifter.
- Variationen i enskilda arbetsuppgifters fysiska belastning kan i sin tur ändras genom att ändra den utrustning som står till buds för att utföra uppgiften, ändra uppgiftens innehåll (till exempel dess krav om precision) och ändra uppgiftens arbetsmönster (till exempel dess arbetstempo).

4. Varför är variation i fysisk belastning intressant?

Trots vissa förbehåll för att det vetenskapliga stödet än så länge är otillräckligt för att man säkert ska kunna säga om repetitivt, styrt och bundet arbete leder till ökad risk för belastningsbesvär, verkar det vara rimligt att anta att så är fallet. Det betyder att information om fysisk variation i olika yrken och arbetsuppgifter är relevant för att förstå i vilken mån de är förknippade med risk för belastningsbesvär. Det är även rimligt att förmoda att en ändrad fysisk variation kan resultera i en ändrad risk för belastningsbesvär på en organisations- och yrkesnivå, och kanske även i en annan trötthetsutveckling och prestanda på en individnivå.

Andelen av sysselsatta i Sverige som anser sig ha ett "omväxlande" arbete är strax över 50 procent (Arbetsmiljöverket, 2014a). Män och kvinnor ligger nästan lika i detta avseende. Även om "omväxlande" inte är synonymt med variation i fysisk belastning antyder denna siffra att brist på fysisk variation är utbredd i arbetslivet. Flera trender i näringslivet talar för att det knappast kommer att ske några större förändringar till det bättre framöver. Den tekniska utvecklingen har lett till att många yrken som tidigare var förknippade med tungt (och fysiskt varierat) kroppsligt arbete nu är stillasittande och endast kräver små rörelser och begränsad muskelkraft. Tydliga exempel är skogs- och gruvindustrin. Många verksamheter i både industri och tjänstesektor eftersträvar i dag en "lean" produktion, där onödig tidsanvändning rationaliseras bort och produktionen standardiseras (Liker, 2004). Detta kan begränsa utrymmet för de anställda att påverka själva arbetsprocessen och att ta små spontana pauser, vilket i sin tur leder till minskad variation (Wells m.fl., 2007). Många företag koncentrerar i dag sin egen verksamhet till få kärnområden och handlar in komponenter och tjänster från underleverantörer i stället för att producera dem själva, så kallad outsourcing. Det betyder att urvalet av olika arbetsuppgifter inom företagets ramar, dvs. diversiteten (se kapitel 3), minskar och därmed även utrymmet för att skapa jobb med fysisk variation. Vid produktionstoppar anställer företaget tillfällig arbetskraft (Benach m.fl., 2014), som tilldelas enkla arbetsuppgifter, samtidigt som dessa uppgifter då inte längre ingår i repertoaren för den fasta arbetsstyrkan. Både tillfälligt och

permanent anställda riskerar alltså att få arbetsroller med begränsad variation.

Betydelsen av variation för den fysiska prestationsförmågan och kroppens fysiologiska reaktioner har intresserat forskarna i decennier (Vernon m.fl., 1924). När det gäller betydelsen av variation i lokal belastning, vilket är denna kunskapssammanställnings fokus, har den helt övervägande andelen av arbetsfysiologiska studier ägnats åt att förstå hur vilopauser fungerar när de läggs in i ett annars statiskt muskellarbete; så kallat intermittent isometriskt arbete. I Sverige har en sådan forskning pågått sedan sent 1970-tal (Björkstén & Jonsson, 1977), fortsatt genom åren sedan dess (Mathiassen, 1993) och pågår fortfarande i dag (Rose m.fl., 2014). Forskarna har typiskt låtit försökspersoner arbeta med en isolerad muskelgrupp på en fastlagd, konstant belastningsnivå (en så kallad isoton kontraktion), och utan någon rörelse av den aktuella kroppsdelen eller av den muskelgrupp som används (en så kallad isometrisk kontraktion, figur 1A). Kontraktionen har sedan med jämna mellanrum avbrutits av en vilopaus av kontrollerad längd, och forskarna har på så sätt kunnat dra slutsatser om betydelsen av hur ofta det är paus och hur lång pausen är. Resultaten av sådana studier har sammanfattats i åtskilliga översiktsartiklar med ett tydligt intresse för tillämpningar i arbetslivet (Konz, 1998, Mital m.fl., 1991, Price, 1990). Forskningen visar utan undantag att vilopauser leder till en dramatiskt minskad trötthetsutveckling; individen kan med pauser fortsätta sitt arbete betydligt längre tid innan hen måste ge upp på grund av utmattning. Effekten av pauser är så pass uttalad, att den arbetsmängd¹ individen klarar av att producera inom en viss tid, till exempel en timme, är större med pauser än utan, trots att något av "arbets"tiden alltså går åt till vila (Björkstén & Jonsson, 1977). Detta resultat har väckt intresse inom produktionsteknik, eftersom det i grunden visar att människan som "maskin" kan producera mera vid ett väl valt pausförfarande än om hen inte får några pauser alls (Bechtold m.fl., 1984). Längre perioder av arbete innebär ett större behov av paus, men enligt vissa studier är det utökade pausbehovet inte "skalenligt": en fördubbling av arbetstiden leder till ett behov av en mer än dubbelt så lång vilopaus (Rohmert, 1973). Detta fynd bekräftas av studier som visar att korta pauser som återkommer ofta leder till en större reduktion av trötthet än längre pauser som upprepas mer sällan (Mathiassen,

1 Termen "arbetsmängd" är inte korrekt i relation till den strikta definition av "arbete" som tillämpas inom mekanisk fysik. En kraft åstadkommer ett arbete endast om den leder till rörelse, vilket ju inte är fallet vid en isometrisk kontraktion. Den mest rättvisande motsvarigheten till "arbete" i detta fall är produkten av kraften och den tid den verkar, och det är den produkten som avses här.

1993). Fyndet ligger troligen bakom den allmänna uppfattningen inom ergonomin att ofta återkommande "mikropauser" är en mer effektiv insats mot trötthet i arbetslivet än längre och mera utspridda pauser. Om individen arbetar med en viss genomsnittlig intensitet (dvs. producerar samma arbetsmängd inom en viss tid) har pauser som är lagom långa den största effekten på trötthet. "För korta" pauser verkar inte ge tillräcklig återhämtning och "långa" pauser kan inte kompensera tillräckligt för den ökning i kraftutveckling som måste till i de aktiva arbetsperioderna för att hålla genomsnittsintensiteten på samma nivå som då pauserna var kortare (Mathiassen, 1993). Vissa fysiologiska studier tyder på att kvinnor är något mera uthålliga än män vid låga muskelbelastningar, medan andra inte ser några skillnader (Lewis & Mathiassen, 2013). Även om det alltså kan finnas skillnader mellan könen i kroppens reaktioner på fysisk belastning (Côté, 2012, Lewis & Mathiassen, 2013) är det inte klarlagt om kvinnor och män återhämtar sig olika snabbt efter en period av belastning, och i så fall på vilket sätt och i vilken grad effekten av pauser (eller annan form av återhämtning) skulle skilja sig i en fysiologisk mening.

Det är anmärkningsvärt att forskarna i sina experiment om aktivitet och vila mycket sällan har kontrollerat att pauserna verkligen innebar att den annars aktiva muskelgruppen vilade. Det är nog ett rimligt antagande att så är fallet om perioderna av aktivitet och vila är "långa", och övergångsperioderna mellan de två faserna därför utgör endast en liten del av den totala arbetstiden. Men om cykeltiden är kort, dvs. att växlingarna sker tätt inpå varandra, hinner musklerna inte slappna av innan det är dags att återigen arbeta (Escorpizo & Moore, 2007). Även om detta ser ut att hända först då cykeltiden går ner mot några få sekunder visar det ändå att man bör vara försiktig med att sätta likhetstecken mellan viloperioder i ett "arbetschema" och faktisk vila för de muskler som annars arbetar.

En rimlig fråga är om effekten av vilopauser på trötthetsutveckling är en effekt av själva *vilan*, alltså att muskeln får slappna av helt och hållet, eller om den egentligen är ett resultat av den *variation* som ligger i att växla mellan olika intensiteter av arbete, där vila bara är ett möjligt läge. Det finns endast få studier som ställer den frågan, och de tyder på att svaret faktiskt är att variationen är det viktiga mera än själva vilan (Yung m.fl., 2012), och att tidsmönstret av en sådan variation har betydelse för både trötthet och obehag (Horton m.fl., 2012). Det faktum att yrkesarbete, även om det är repetitivt och bundet, innebär avsevärt mera fysisk variation än en isometrisk muskelkontraktion är en mycket trolig förklaring till att

trötthetsutvecklingen är betydligt mer blygsam vid rörligt arbete på en viss genomsnittlig intensitet än vid en isometrisk kontraktion av samma intensitet (de Looze m.fl., 2009, Mathiassen & Winkel, 1996). Även om man alltså måste vara varsam med att tolka resultat från hårt kontrollerade och förenklade belastningsförlopp som om de handlade om faktiskt yrkesarbete (Mathiassen & Winkel, 1992) är resultaten om växlingar mellan olika kraftnivåer inspirerande. I en arbetslivstolkning skulle de innebära att en klokt upplagd växling mellan olika produktiva arbetsuppgifter kan vara lika fysiologiskt effektiv som ett förlopp med motsvarande inslag av vila.

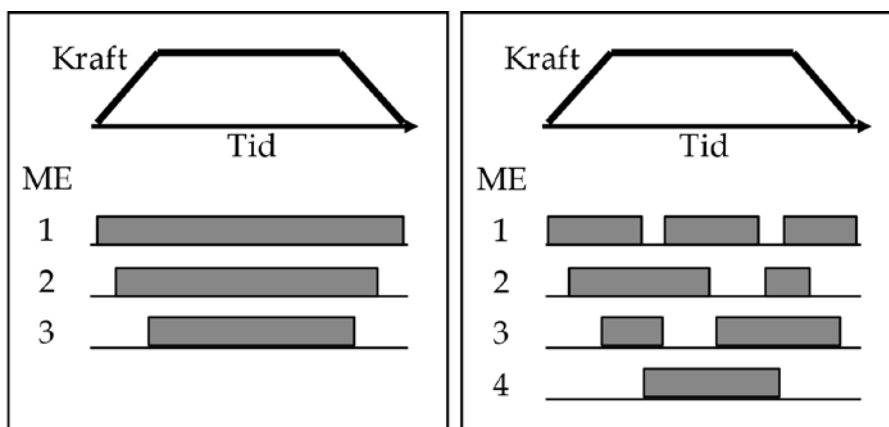
Idén får stöd av forskning i hur musklerna kontrolleras. Grundläggande kommer en ökning av kraftutvecklingen från total vila i en muskel till stånd genom att paket av muskelceller, så kallade motoriska enheter, rekryteras, den ena enheten efter den andra (figur 4). En motorisk enhet som rekryteras redan vid låga kraftkrav förblir aktiv ända tills dess att kraften underskrider den nivå där enheten först rekryterades. Denna basala princip har inom ergonomin döpts till "askungeprincipen": de enheter som går upp tidigt måste jobba hela tiden, och kan först lägga sig till vila då muskeln inte längre behöver arbeta överhuvudtaget (Hägg, 1991). Det är rimligt att anta att dessa enheter riskerar att skadas på sikt även om muskelns aktivitet som helhet kanske inte är särskilt hög (Visser & van Dieën, 2006). Hela muskeln i fråga behöver vila fullständigt om askungeenheterna ska få vila; variation i form av vilopausar är alltså absolut nödvändig. Detta innebär inte nödvändigtvis att hela individen måste vila; att växla till att arbeta med andra muskler är också en utväg.

Enligt askungeprincipen kommer en ökad kraftutveckling i en muskel att "lägga sten på börda" i så måtto att flera motoriska enheter sannolikt måste rekryteras, förutom att de som redan var igång fortsätter att vara aktiva. Detta borde innebära en snabbare utveckling av trötthet vid högre kraftnivåer. Men experiment har visat att detta inte alltid är fallet. Kortvariga ökningarna av muskelkraft kan till och med leda till en *bättre* uthållighet i isometriska kontraktioner (Falla & Farina, 2007). Resultatet förklaras av att kortvariga ökningarna av muskelkraft kan leda till interna omorganiseringar av vilka motoriska enheter inom muskeln som är aktiva, i en så kallad "substitution"; motoriska enheter byter av varandra, även om det totala antalet av aktiva enheter inte ändras sig; en sorts muskelintern arbetsväxling (figur 4). Att substitution faktiskt kan förekomma har visats i andra experiment (Westad m.fl., 2003).

En synnerligen relevant fråga i en arbetslivskontext blir då vilka faktorer i arbetet som kan kalla fram en substitution, och huruvida

substitution eller askungerekrytering är den förhärskande principen vid vanligt yrkesarbete. Forskningen kan inte ge något klart svar. Det är fortfarande oklart vilken typ av variation (kraft eller arbetsställning) som kan trigga en substitution, och hur mycket variation som krävs för att det ska ske (Forsman m.fl., 1999). En snarlik fråga rör hur stor diversiteten mellan arbetsuppgifter behöver vara för att de ska representera en fysiologisk meningsfull omväxling, dvs. att de muskler (och kanske andra av kroppens vävnader) som är aktiva i den ena arbetsuppgiften återhämtas under det att man utför den andra, och vice versa. En intressant studie av Wells m.fl. (Wells m.fl., 2010) visade att växlingar mellan olika typer av handgrepp kunde vara tillräcklig för att åtminstone delvis uppnå en sådan växelverkan, och en annan studie av McDonald m.fl. illustrerar att det går att återhämta sig från trötthet även om man fortsätter arbeta (McDonald m.fl., 2015), men forskningen runt denna centrala fråga är mycket begränsad.

Det är fullt möjligt att det finns skillnader mellan individer i sättet att rekrytera de motoriska enheterna inom en muskel (Thorn m.fl., 2002), och att olika individer därför även reagerar i grunden olika på variation av muskelaktivitet eller arbetsställning. Vi vet från annan forskning att individer som gör exakt samma enkla arbetsuppgift, som till exempel att ta ett gångsteg eller sträcka sig efter en kopp, ändå skiljer sig, både i hur de motoriskt förverkligar uppgiften och i hur mycket motoriken varierar mellan upprepningar av samma uppgift, så kallad "motorisk variabilitet". En del av denna skillnad mellan individer kan förklaras av hens aktuella status, till exempel om hen är van vid uppgiften eller har ont (Srinivasan & Mathiasen, 2012), men det verkar även som att en del beror på genetik eller tidiga motoriska erfarenheter. Det finns även forskning som antyder att kvinnor (i genomsnitt) skiljer sig från män i vissa delar av sin motoriska kontroll, och därför även i det fysiologiska resultatet av att utföra upprepade arbetscykler (Côté, 2012). Forskningen vet ganska litet om i vilken mån denna "spontana" motoriska variabiliteten är en generell personlig egenskap, dvs. om individen överlag är en "repeater" som mycket stereotypt upprepar en uppgift med samma uppsättning av rörelser och muskelaktivitet, eller en "replacer" som förmår omedvetet att variera sin motoriska lösning av samma uppgift. Storleksordningen av den enskildes spontana motoriska variabilitet skulle också kunna vara specifik för vissa kategorier av arbetsuppgifter, till exempel repetitiva plockrörelser med armarna. Forskning tyder även på att olika individer i olika omfattning drar nytta av den möjlighet till ökad variation som ligger i att växla



Figur 4: Askungerekrytering (till vänster) och substitution (till höger). I en muskel som går från vila till att utveckla kraft och sedan efter ett tag återgår till vila, såsom kraftkurvorna visar, rekryteras ett antal motoriska enheter, ME, som var för sig levererar ett bidrag till kraften. Enligt askungeprincipen, till vänster, tas motoriska enheter, här tre stycken, i bruk i tur och ordning, 1-2-3, då muskelkraften ökar (visat med de grå staplarna), förblir aktiva oavbrutet så länge muskeln levererar kraft, och slutar vara aktiva först då muskelkraften minskar igen förbi den nivå där den motoriska enheten rekryterades från början. Enligt den mindre "ordnade" substitutionsmodellen, till höger, är det fortfarande så att de motoriska enheterna tas i bruk efter varandra, 1-2-3, men under den efterföljande kraftutvecklingen kan det hända att någon aktiv enhet släcks ner och ersätts (substitueras) av en annan. I figuren sker detta första gången då ME1 ersätts av ME4, och sedan då ME3 tystnar och ersätts av att ME1 aktiveras igen. Till en viss tidpunkt under kraftutvecklingen är det (i figuren) alltid 3 aktiva motoriska enheter, men det är inte samma 3 hela tiden.

mellan arbetsuppgifter eller verktyg (Mathiassen m.fl., 2003b). Om det går att träna förmågan att utnyttja det utrymme för variation som de facto finns i alla människors motoriska repertoar – nervsystem, muskler och leder i samspel – vet vi väldigt litet. Idén att skapa kurser i arbetsteknik som specifikt övar upp ett optimalt utnyttjande av kroppens repertoar är inspirerande. Men vi låter det ligga; denna kunskapsammansättning ägnas åt förändringar i själva arbetet, inte åt initiativ ämnade att ändra den enskilde personens sätt att utföra detta arbete.

Den arbetsfysiologi som vi nyss beskrivit innebär att variationen i det arbete individen utför med stor sannolikhet är en avgörande faktor för det fysiologiska resultatet på sikt: trötthet (eller inte), besvär (eller inte), prestationsförmåga. Det innebär, som vi kommer att diskutera mera utförligt i kapitel 6, att det är viktigt att förstå vilka arbetsuppgifter som ingår i jobbet, hur belastningen och dess variation ser ut i varje enskild arbetsuppgift, och hur arbetsuppgifterna är fördelade över kortare och längre tidsperioder. Denna fysiologiska slutsats stämmer väl överens med den allmänna principen att en period av tung fysisk belastning inte är riskabel eller hälsovådlig i sig, annat än i de fall då den innebär en akut skada, som till exempel en

muskelbristning. Om en tyngre belastning efterföljs av en tillräcklig lång period av återhämtning kan den i själva verket vara hälsofrämjande, vilket är hela fundamentet för att fysisk träning kan leda till bättre kondition och muskelstyrka. Denna så kallade "allostatiska" princip (McEwen, 1998), där fysiologiska och psykiska reaktioner går i vågor men i ett större perspektiv är i balans, uttalar alltså att tidsmönstret av belastning – dvs. belastningens variation – är avgörande för om utfallet på sikt är positivt, som en ökad muskelstyrka, eller negativt, som besvär och smärta.

Kort sagt

- Endast ungefär hälften av sysselsatta i Sverige anser att de har ett omväxlande arbete.
- Rationalisering och outsourcing av produktion leder sannolikt till mindre fysisk variation inom den enskilda organisationen.
- Arbetsfysiologiska studier visar övertygande att variation i fysisk belastning är viktig för trötthetsutveckling och återhämtning. Effekten av vilopausar är särskilt väl dokumenterad, men även variation utan att musklerna vilar har en positiv effekt. Detta kan möjligen förklaras med att de aktiva musklerna triggas till en intern "arbetsväxling" mellan olika grupper av muskelfibrer (motoriska enheter) om muskeln ändrar kraft och längd.
- Tidsförloppet av växlingar mellan perioder av belastning och perioder av återhämtning är troligen viktigare för trötthetsutveckling och besvär än storleken av belastningen i sig.
- Individer skiljer sig förmodligen åt i sin förmåga att utnyttja de möjligheter som motoriken erbjuder för att utföra samma arbetsuppgift på olika sätt. Det skulle då kunna vara så att individer med en god förmåga är mera skyddade mot trötthet och besvär.

5. Litteratursökning

I de föregående kapitlen har vi visat att fysisk variation är en viktig fråga i arbetslivet, och att det finns goda fysiologiska skäl till att tro på att variation har betydelse för trötthet, återhämtning och belastningsbesvär. Vi har definierat begreppen "variation" och "diversitet", och identifierat olika principiella sätt att ändra variationen i en arbetsuppgift eller ett jobb. Mot denna bakgrund genomsökte vi den vetenskapliga litteraturen för studier där forskarna dokumenterat effekterna av olika åtgärder för ändrad variation i fysisk belastning. Vi sökte då efter studier som beskrev antingen i vilken omfattning variationen påverkats eller vilka effekter man såg av åtgärden. Vi genomförde sökningen i augusti 2014 i databasen PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) med en kombination av sökord som vi då ansåg vara tillräckligt omfattande för att fånga samtliga relevanta artiklar². Denna sökning resulterade i 3 680 träffar, som efter screening av samtliga titlar reducerades till 151 artiklar. I denna och nästa fas valde vi bort studier av aktiviteter som i en allt för hög grad skilde sig från arbetsuppgifter och belastningar som finns i arbetslivet. Vi bortsåg därför till exempel från studier av isometrisk aktivitet, men inkluderade studier av repetitiva rörelser även om själva den uppgift som var föremål för studien kunde vara en mycket förenklad modell av verkligt yrkesarbete, som till exempel att placera föremål i små hål (Bosch m.fl., 2011, Sundelin, 1993). Granskning av motsvarande 151 abstracts reducerade urvalet ytterligare till 63 artiklar, vilka vi läste i sin helhet. Detta ledde i sin tur till en bortgallring av 18 artiklar, så att sökningen i slutändan hade gett 45 artiklar av relevans för kunskapssammanställningens inriktning, med de avgränsningar som framgår av första kapitlet. Vi

2 (work OR job OR ergonomic OR ergonomics) AND (job enlargement OR job enrichment OR task rotation OR reorganization OR reorganization OR organizational change OR rationalisation OR job rotation OR pace OR pacing OR duty cycle OR cycle time OR pause OR pauses OR break OR breaks OR work-rest OR work/rest OR work rest OR repetition OR repetitions OR monotonous OR monotony OR static OR dynamic OR task order OR variation OR variability OR intermittent OR task variation OR task diversity OR task order) AND (musculoskeletal* OR cumulative trauma disorder OR muscles OR shoulder pain OR back pain OR MSD OR muscular fatigue OR physical load) NOT (athlete OR hemiplegia OR arthroplasty OR dyskinesia OR parkinson OR stroke OR carpal tunnel syndrome OR cancer OR sports)

insåg emellertid att det i detta urval fattades ett tiotal artiklar som vi, mot bakgrund av vår erfarenhet inom området och en mångårig observans på relevant litteratur, ansåg ha en uppenbar relevans. Vi kompletterade samlingen med dessa artiklar och med några få som publicerats efter augusti 2014. Vi kontrollerade även att vi inte missat ytterligare studier, dels genom att granska referenslistorna i de befintliga artiklarna, dels genom att använda funktionen "cited by" i databasen Scopus för ett tiotal nyckelartiklar av äldre datum, som vi ansåg att nyare studier av variation i fysisk arbetsbelastning knappast kunde bortse från.

De artiklar som till slut ingick i vår granskning är dels observationsstudier som jämför fysisk variation mellan olika yrken eller arbetsuppgifter, dels interventionsstudier i arbetslivet där man ändrat faktorer i arbetet som påverkar dess fysiska variation, dels kontrollerade experiment med fokus på effekter av en ändrad fysisk variation. Interventionsstudierna var i vissa fall upplagda som målriktade (fält)experiment, där forskarna försökt åstadkomma en förändring av fysisk variation genom åtgärder i arbetets struktur eller innehåll, eller de var uppföljningar av en naturlig förändring i produktionen som forskarna inte själva initierat. Kontrollerade experiment lämpar sig väl för att studera det omedelbara resultatet av att ändra på enstaka faktorer i arbetet, och vi inkluderade både studier där variationen var den kontrollerade faktorn och resultaten till exempel handlade om aspekter av muskulär trötthet, och studier vars forskningsfråga gällde effekten på belastningsvariation av ändrade arbetsvillkor, till exempel ökad arbetstakt. Fördelen med kontrollerade experiment jämfört med observationsstudier och interventioner i fält är att man vet vilka förhållanden som ändras, samtidigt med att alla andra viktiga faktorer inte tillåts ändra sig; detta är mycket sällsynt i en studie av faktiskt yrkesarbete. Nackdelen är att experimenten just därför att de isolerar enskilda faktorer kanske fjärrar sig för långt från det verkliga livet för att resultaten ska vara överförbara. I grunden beror det optimala studieupplägget naturligtvis på vilken typ av forskningsfråga man ställer.

Vår granskning gav sig inte in på djupet i den omfattande litteratur som studerat samband mellan (aspekter av) fysisk variation och belastningsbesvär i stora populationer med en epidemiologisk metodik. Dels är kunskapssammanställningens huvudsyfte att granska den vetenskapliga evidensen för att *förändringar* i arbetet som påverkar fysisk variation har en effekt på prestationsförmåga, välbefinnande och besvär, dels finns det redan, som refererat i kapitel 2, ett antal översiktsartiklar som sammanfattar den epidemiologiska

litteraturen om faktorer som speglar variation, såsom repetitivitet och bundna arbetsställningar.

I vår litteratursökning träffade vi på en del studier som tog upp variation i fysisk belastning och dess effekter för andra kroppsregioner än nacke, skuldror och armar. Vi gallrade bort dessa studier i enlighet med vårt fokus mot lokalt belastande, repetitivt och bundet arbete. Vi vill dock uppmärksamma att det bland dessa bortgallrade studier finns intressanta bidrag till att förstå betydelsen av fysisk variation i allmänna termer; till exempel studier om ryggens särskilda förhållanden vid lyftarbete (Beynon m.fl., 2000, Howarth m.fl., 2009, Van Dieen & Oude Vrielink, 1998), om betydelsen av växlingar mellan stående och sittande för muskelbelastning och smärta i ryggen (Sheahan m.fl., 2016), och om optimering av scheman för arbetsväxling (jobbrotation) i lyftarbete (Carnahan m.fl., 2000, Frazer m.fl., 2003, Tharmmaphornphilas & Norman, 2004).

Uppdragets omfattning tillät inte en regelrätt systematisk kvalitetsgranskning och betygssättning av varje enskild vetenskaplig artikel, eller en sammanfattning av vetenskaplig evidens enligt strikta, standardiserade kriterier. Vi har naturligtvis övervägt och i vissa fall anmärkt på tillförlitligheten av de resultat artiklarna presenterar, men har valt att ge vår sammanfattning en berättande karaktär. En fördel är att vi kan förmedla ett intryck av hela den volym av litteratur som finns på området, jämfört med en översikt där en del artiklar gallrats bort från början på grund av begränsad kvalitet.

Kort sagt

- Vi genomsökte den vetenskapliga litteraturen efter studier av relevans för fysisk variation i arbetet.
- Vi inkluderade 45 vetenskapliga artiklar från litteratursökningen och lade till ytterligare ett tiotal från våra egna databaser, och från den litteratur som publicerats efter vår sökning.
- Vi begränsade urvalet av studier till de som tog upp variation i fysisk belastning och dess effekter för nacke, skuldror och armar.

6. Kan variationen i fysisk belastning påverkas?

I detta kapitel beskriver vi forskning – i den mån den finns – som visar att aspekter av fysisk variation faktisk kan ändras på de tre olika sätt som vi beskrev i kapitel 3 och illustrerade i figur 3, dvs. genom att ändra innehåll eller villkor i de enskilda arbetsuppgifterna (kapitel 6.1.), genom att ändra uppläggnings över tid av de olika arbetsuppgifterna (kapitel 6.2.), och genom att tillföra nya arbetsuppgifter (kapitel 6.3.). I kapitel 7 går vi sedan igenom befintlig kunskap om huruvida initiativ inom de tre kategorierna faktisk har en effekt på viktiga utfall, dvs. fram för allt prestationsförmåga (inklusive trötthet), välbefinnande och belastningsbesvär. Eftersom det är meningsfullt att diskutera variation endast för "kompleta" förlopp av en eller flera arbetsdagar, dvs. inklusive de perioder som inte innebär produktivt arbete men kanske ger återhämtning, innefattar vi raster och pauser under rubriken "arbetsuppgifter". Vi ser då raster och pauser som ett naturligt och ofrånkomligt element i ett arbetssystem, vars innehåll och struktur, och därmed variation, kan ändras genom initiativ både i de produktiva och icke-produktiva delarna av arbetet.

6.1. Innehåll och villkor i befintliga arbetsuppgifter

Att ändra arbetsinnehållet i enskilda arbetsuppgifter eller ändra på den utrustning som står till buds för den som ska utföra arbetet är ett av ergonomins grundläggande verktyg. Det finns en uppsjö av forskning som visar på resultatet av ergonomiska initiativ på en arbetsuppgiftsnivå, oftast med syftet att minska belastningar som anses innebära risk för trötthet eller besvär. Samtidigt har denna "klassiska" ergonomi till en övervägande del styrts just av målet att reducera belastningen så mycket som möjligt (Straker & Mathiassen, 2009, Wells m.fl., 2007), även om det sedan drygt 20 år framförts kritik mot detta ideal (Westgaard, 1988, Winkel & Oxenburgh, 1990). Om belastningen reduceras för mycket kan den dels förlora i variation, dels närma sig inaktivitet med de negativa konsekvenser som

det kan innebära för hälsa och välbefinnande (Straker & Mathiassen, 2009). Forskare har alltså framfört att även enskilda arbetsuppgifter måste utformas så att de främjar fysisk variation. Samtidigt har mycket få studier faktiskt mätt effekten på belastningsvariationen av sådana initiativ. I de tre avsnitten 6.1.1., 6.1.2. och 6.1.3. refererar vi till studier i vårt material som visar exempel på att variationen i den enskilda arbetsuppgiften påverkas av förändringar av tre olika typer: ändringar av utrustning, ändringar i arbetsinnehåll och ändringar av arbetsmönster (se kapitel 3).

6.1.1. Ändrad utrustning

Arbetsstationens betydelse för variationen i fysisk belastning framgår av en kontrollerad experimentell studie av Straker m.fl. (Straker m.fl., 2009). Forskarna lät ett antal manliga och kvinnliga försökspersoner arbeta vid dels ett traditionellt skrivbord, dels ett bord som var format som en hästsko, och som även gav mera stöd för underarmarna. De fick arbeta med en läs- och skrivuppgift, antingen på datorn, och då vid två olika höjdlägen för datorskärmen relativt till personernas ögonhöjd, eller med papper och penna på bordsytan. För varje kombination av bordsdesign och teknologi mätte forskarna arbetsställningar och muskelaktivitet för ryggen, armarna och axlarna. Datat analyserades sedan specifikt med avseende på variation, dels genom att ta fram det intervall inom vilket 80 procent av belastningen befann sig (aspekten *hur mycket*), dels genom att göra en EVA-analys och därifrån uppskatta hur *likadan* belastningen var under arbetet. Arbeta vid det kurvade skrivbordet visade större variation än arbete vid det klassiska bordet, och den "gammaldags" tekniken med bok, papper och penna gav också större variation än de två datoriserade uppläggen. Försökspersonerna arbetade endast 10 minuter på var och en av de sex kombinationerna av skrivbord och teknologi, så resultaten måste tas med visst förbehåll för att belastningarna kan komma att se annorlunda ut i ett längre tidsperspektiv. Likafullt visar studien tydligt, att "klassiska" ergonomiska åtgärder inom arbetsplatsinredning kan ha betydelse för fysisk variation. Artikeln ger inga resultat för kvinnor och män separat.

Det experimentella fyndet att "gammaldags" teknologi är förknippad med större fysisk variation än moderna elektroniska lösningar bekräftades av en fältstudie av kontorsanställda i Australien (Ciccarelli m.fl., 2013, Ciccarelli m.fl., 2014). I den studien var dock inte själva arbetsplatsens utformning i fokus. I en annan fältstudie, av flygledare i Sverige, ville företaget ändra arbetsstationen från en

omodern lösning med radarskärmar och pappersremsor till ett datoriserat upplägg, där arbetet i princip helt och hållet utfördes med musen framför en datorskärm (Arvidsson m.fl., 2006). Forskarna kunde visa att den nya lösningen innebar ett mindre rörelseomfång för både armar och huvud (mindre variation vad gäller aspekten *hur mycket*), och en tydligt minskad hastighet i arbetsrörelserna (minskad variation vad gäller *hur ofta*). Den nya, datorbaserade konfigurationen innebar alltså ett mera bundet arbete med sämre variation. Forskarna förutsåg att detta skulle leda till en ökning av belastningsbesvär i armar och händer, vilket bekräftades i en senare studie (Arvidsson m.fl., 2008).

Studier av IT-teknik handlar på sätt och vis om betydelsen av de verktyg som står till förfogande för att utföra en arbetsuppgift. Verktyg i en mera bokstavlig bemärkelse studerades av Mathiassen m.fl. (Mathiassen m.fl., 2003b) i ett kontrollerat experiment, där erfarna monteringsarbetare (2 kvinnor och 5 män) fick fästa muttrar på tre ställningar, som simulerade situationer i verklig montering. Delta-garna utförde ett stort antal arbetscykler – cykeltiden var ungefär 4 sekunder – med två olika pneumatiska mutterdragare på de tre ställningarna och forskarna mätte arbetsställningar för huvud och överarmar, jämte muskelaktivitet i underarmar och axlar (trapezius). Forskarna räknade sedan fram spridningen i belastning mellan arbetscykler, vilket speglar aspekten *hur likadant* av variation. Det visade sig att variationen ökade tydligt då båda verktygen användes jämfört med att endast använda ett av dem, men att en betydligt större ökning ägde rum om monteringen växlade mellan de tre ställningarna, jämfört med att endast jobba på en av dem. En mycket försiktig konklusion skulle alltså kunna vara att det finns en större potential för att skapa omväxling i industriell montering genom att skapa flexibla arbetsstationer än genom att tillåta olika verktyg.

Ingen av studierna ovan ger resultat som kan belysa om kvinnor och män skulle uppleva olika effekter på variation i fysisk belastning av en ändrad arbetsutrustning. Eftersom utformningen av arbetsstationer och verktyg ofta leder till olika belastningsnivåer för den genomsnittliga kvinnan jämfört med den genomsnittliga mannen (Lewis & Mathiassen, 2013) är det fullt möjligt att även en ändrad utformning skulle kunna ge olika resultat, men det är svårt att på förhand säga om variationen i genomsnitt skulle öka mera eller mindre för kvinnan. Precis som med belastningsnivån beror effekten förmodligen mera på andra personfaktorer, som längd och vikt.

Det finns överhuvudtaget få studier om effekterna på fysisk variation av att ändra på verktyg, arbetsstation eller den geografiska miljö

där arbetet äger rum. Interventioner som genom ändrad utrustning uppmuntrar – eller tvingar – individen till att arbeta med mera variation i sin fysiska belastning vore intressanta som alternativ till den ”klassiska” ergonomiska ingången att designa arbetsplatser med målet att minimera belastningar och rörelser (Straker & Mathiassen, 2009). En växande forskning rör kontorsarbetsplatser som kan användas både sittande och stående (Karakolis & Callaghan, 2014, Tudor-Locke m.fl., 2014), och även om den forskningen framför allt är motiverad av en oro för negativa effekter på hjärta, kärl och ämnesomsättning av för mycket sittande, kan det även finnas en källa till lokal fysisk variation för armar och axlar i att växla mellan stående och sittande (Cudlip m.fl., 2015).

6.1.2. Ändrat innehåll i arbetsuppgiften

Det finns ganska få studier som dokumenterar effekten på fysisk variation av att ändra arbetsinnehållet utan att resultatet lika gärna kan bero på andra skillnader i arbetet. I en kontrollerad studie av repetitiv pipettering med en cykeltid på knappt 3 sekunder ändrade Srinivasan m.fl. (Srinivasan m.fl., 2015a) kraven på precision genom att använda provrör med olika diameter. Forskarna fann att spridningen mellan arbetscykler av ett antal variabler som beskrev deltagarnas rörelsemönster (ett mått på *hur likadant*, similaritet) ökade då precisionskraven minskade. Arbetsställningarna inom varje arbetscykel var aningen mera ”yviga” (aspekten *hur mycket*) och armens rörelser var långsammare (aspekten *hur ofta*) vid låga precisionskrav. Då man sedan ökade arbetstempot minskade spridningen mellan arbetscykler igen, och effekten av ökat tempo (se avsnitt 6.1.3.) verkade dominera över effekten av precisionskrav. I samma experimentserie lät forskarna pipetterarna arbeta med två olika instruktioner om vilket provrör de skulle träffa i varje enskild arbetscykel (Srinivasan m.fl., 2015b). Den ena var väldigt enkel; rören skulle tas exakt i den ordning de redan stod i en hållare. I en mera kognitivt krävande situation fick personen en kodad instruktion av en dator om vilket rör som var nästa mål. Den ökade svårighetsgraden hade inga effekter alls på *hur likadant* det motoriska mönstret var mellan arbetscykler; aspekten *hur likadant* påverkades alltså inte, och inte heller de andra aspekterna av variation.

I en studie av tre olika produktionssystem för tillverkning av golvement kunde Balogh m.fl. (Balogh m.fl., 2006) visa att händerna fick jobba med högre hastighet i en manuell tillverkningsprocess än vid en halvautomatisk och en helautomatisk tillverkning, men att

den senare lösningen innebar större spridning i arbetsställningar för arm, huvud och handled, alltså mera variation vad gäller *hur mycket* aspekten. I övrigt var skillnaderna mellan de tre systemen i variation av arbetsställningar och -rörelser moderata. Detta kan alltså tyda på att ändringar i det tekniska upplägget av en arbetsuppgift – i det här fallet graden av automatisering – kan påverka variationen i fysisk belastning, men resultatet måste tolkas försiktigt eftersom de tre systemen också skilde sig åt vad gällde fördelningen av arbetsuppgifter mellan de anställda.

En studie av samma karaktär rörde tre olika produktionssystem för att stycka grisar (Arvidsson m.fl., 2012). Forskarna mätte muskelaktivitet i armar och axlar, och arbetsställningar och rörelsehastigheter för huvudet, överarmen och handleden. Det fanns tydliga skillnader i genomsnittliga rörelsehastigheter mellan de tre systemen, och även i variationen (*hur mycket*), både inom fortlöpande 1-minutsperioder av arbete och mellan dessa perioder. Ett av de tre systemen verkade således visa en större spridning i överarmsvinklar inom varje minut än de två andra, men samtidigt en mindre skillnad mellan minuter. Den totala variationen i överarmsvinkel över hela arbetets tidslinje (dvs. "summan" av de två bidragen till variationen) verkade således inte skilja sig dramatiskt åt mellan systemen. Eftersom de tre systemen skilde sig åt även i hur arbetet var fördelat mellan styckarna är det vanskligt att tolka skillnaderna i belastningsvariation enbart som en konsekvens av de olika produktionsuppläggen, även om det är rimligt att tro att de haft betydelse.

6.1.3. Ändrat arbetsmönster

Den faktor som främst studerats då det gäller ett ändrat arbetsmönster är arbetstakten (tempot), och då i repetitivt, cykliskt arbete. I en kontrollerad studie av en verklig montering som överförts till laboratoriet fann Mathiassen m.fl. (Mathiassen & Winkel, 1996) genom en EVA-analys att *hur ofta*-aspekten av variationen i trapeziusmuskelns belastning ändrades då arbetstakten ökade med 20 procent; perioderna av muskelaktivitet på likartade nivåer blev kortare. Detta kan förklaras som en naturlig konsekvens av att hela arbetet och därmed tidsförloppet av belastningen "pressas ihop" i tiden, som ett dragspel.

I det kontrollerade experimentet om pipettering som beskrevs ovan (Srinivasan m.fl., 2015c) lät forskarna även försökspersonerna arbeta med två olika arbetstakter som skilde sig åt med 15 procent. Ett snabbare tempo ledde till mindre spridning mellan arbetscykler

av åtskilliga mått på arbetsställningar och -rörelser; arbetet blev alltså mera *likadant*. Detta resultat bekräftade tidigare studier av Madeleine på simulerad fiskfilettering (Madeleine, 2010), men var i vissa delar annorlunda än fynden i en studie av Bosch m.fl. (Bosch m.fl., 2011), där försökspersonerna under två timmar fick hantera små komponenter i en simulering av monteringsarbete. I den studien ledde en ökning av arbetstempot med 20 procent till en ökad skillnad mellan arbetscykler för vissa motoriska mått, som hastigheten i handledsrörelser och muskelaktiviteten i underarmen, medan spridningen i cykeltid och muskelaktivitet i axeln (trapezius) inte påverkades av tempot. I en fältstudie av styckare fann Christensen m.fl. att 6 styckare som förde kniven snabbt hade en något mindre cykel-till-cykelspridning i underarmens muskelaktivitet än 6 andra som arbetade mer än 50 procent långsammare (Christensen m.fl., 2000). Detta stödjer Srinivasan med fleras konklusion att högre tempo leder till mindre skillnad mellan arbetscykler (Srinivasan m.fl., 2015c).

I en kontrollerad studie av repetitivt monteringsarbete med en cykeltid strax under minuten lät Dempsey m.fl. ett antal kvinnliga försökspersoner arbeta med olika upplägg av produktionen (Dempsey m.fl., 2010). I ett upplägg fick deltagarna de komponenter som skulle monteras ihop med regelbundna tidsintervall som motsvarade den stipulerade produktionstakten, dvs. en simulering av villkoren på en hårt styrd monteringslinje. I ett annat upplägg fick deltagarna samtliga komponenter som krävdes för en halv timmes produktion, och lämnades sedan att själva disponera tiden, men fortfarande med kravet att vara klar inom utsatt tid. Den genomsnittliga arbetstakten var alltså likadan i de två fallen. I ett tredje upplägg fick de helt själva bestämma arbetstempot, men med instruktionen att välja ett tempo som de ansåg rimligt för en hel dags yrkesarbete. Det visade sig att i de två uppläggen där autonomin var störst var även de pauser som försökspersonerna fick mellan de aktiva delarna av varje arbetscykel kortast, och mera likadana till sin längd än i upplägget som simulerade en hårt styrd linje. Variationen var alltså ur denna tidsmässiga aspekt *mindre* då autonomin var större; individen "fastnade" i ett synnerligen stereotypt arbetsmönster. Den självvalda takten var snarlik den som krävdes i de två styrda uppläggen, vilket forskarna tolkade som att individen valde just den arbetstakt som hon var tränad att klara av.

Resultatet av Dempsey med fleras studie är anmärkningsvärt i och med att det illustrerar att en ökad autonomi för den enskilde att disponera arbetstiden – även om det kanske fortfarande finns ett

ganska strängt produktivetsbeting – inte nödvändigtvis innebär att den fysiska variationen ökar, dvs. att individen utnyttjar de nya möjligheter för variation som egentligen står till buds. Fyndet inspirerar till en fortsatt forskning om relationen mellan autonomi och variation: i vilka typer av arbete leder en ökad autonomi till att individen verkligen får ett mera omväxlande arbete; och när och varför blir det så, som i Dempsey-studien, att autonomi i stället innebär att individen fastnar i invanda arbetsätt?

Som för forskningen om ändrad arbetsutrustning finns det inga genusinriktade studier av effekten på fysisk variation av ett ändrat arbetsmönster. Dagens forskning kan alltså inte svara på om kvinnor i genomsnitt reagerar annorlunda än män på ett ändrat arbetstempo, eller om kvinnor på ett annorlunda sätt ”tolkar” ett större utrymme för att lägga upp en arbetsuppgift enligt eget val. Särskilt den senare frågan är intressant i ett arbetsliv där man i vissa sektorer eftersträvar standardiserade arbetsmetoder som ett sätt att säkra produktkvaliteten, medan man i andra lämnar stort utrymme åt den enskilde att ta fram kreativa sätt att lösa sina arbetsuppgifter.

6.2. Tidslinje av befintliga arbetsuppgifter

En grundläggande förutsättning för att en ändrad förekomst över tid av olika arbetsuppgifter ska ha en effekt på variationen i arbetet som helhet är att de enskilda arbetsuppgifterna skiljer sig åt i belastning (se kapitel 3). Det finns ett antal studier som belyser denna potential för ändrad variation i så måtto att de jämför belastningsmönstret i olika arbetsuppgifter inom ett visst yrke. Den svenska forskaren Bengt Jonsson gjorde några av de första – kanske de första – studierna överhuvudtaget som använde faktiska mätningar av lokala muskelbelastningar som ett underlag för att värdera vilka arbetsuppgifter som var meningsfulla att kombinera i en jobbrota-tion (Jonsson, 1988a, Jonsson, 1988b). Han fann att uppgifter på en monteringslinje skilde sig ganska litet åt vad gäller muskelaktivitet i skuldra och axel, och därför inte kunde förväntas ha någon vidare potential för att ge positiva effekter i en rotation. Däremot innebar kvalitetskontroll i samband med monteringen en högre andel tid med låg muskelbelastning och var därför intressant i en rotation. Arbetsuppgifter i gruvindustri och glasblåseri skilde sig väsentligt mera åt, och karakteriserades av periodvis höga belastningar, men även en relativt stor andel tid på låga nivåer. I vår terminologi var de uppgifterna alltså betydligt mera varierande ur en *hur mycket-*

aspekt. Jonsson rekommenderade att dessa "tunga" arbetsuppgifter kombineras med andra som har lägre belastningar överlag, eftersom han – som en naturlig konsekvens av dåtidens ergonomiska ideal – såg arbetsväxling som en utväg för att reducera belastningen i yrken som annars är för tunga; inte som ett sätt att öka variationen. Samma idé om jobbrotation som ett sätt att minska en genomsnittsbelastning till en "lämplig" nivå förekommer även i nyare publikationer (Yaoyuenyong & Nanthavanij, 2008), men är knappast relevant för de typer av yrkesarbete som vi diskuterar i den här kunskapssammanställningen.

Det finns ett fåtal andra studier som jämför arbetsuppgifter i "tunga" yrken. En ny dansk studie av byggnadsmålare presenterar en omfattande kartläggning av arbetsställningar och -rörelser i samtliga de arbetsuppgifter som ingår i jobbet (Heilskov-Hansen m.fl., 2014). Vissa skillnader fanns mellan uppgifterna, till exempel i händernas rörelsehastigheter, och några uppgifter var förknippade med mera variation (*hur mycket*-aspekten) än andra. Detta speglar alltså en viss potential för att en kombination av uppgifter skulle leda till mera variation än någon enskild uppgift i sig, och detta intryck bekräftades av att jobbet som helhet visade en större *hur mycket*-variation än de enskilda uppgifterna var och en för sig.

En betydligt större diversitet mellan arbetsuppgifter fanns i den studie av tre olika produktionssystem för tillverkning av golvement som nämndes ovan (Balogh m.fl., 2006). Inom det manuella och det automatiserade systemet skilde sig olika arbetsuppgifter tydligt åt, särskilt vad gällde rörelsehastigheter av huvud och armar, liksom andelen tid då aktiviteten i trapeziusmuskeln var mycket låg. De två arbetsuppgifter som analyserades i det halvautomatiska systemet hade praktiskt taget samma belastningsprofil.

I en studie av tandläkare visade Jonker m.fl. att olika arbetsuppgifter skiljde sig tydligt åt vad gällde genomsnittlig (median) huvudvinkel, där den lägsta vinkeln förekom vid administrativa uppgifter och den högsta vid patientbehandling (Jonker m.fl., 2011). Däremot var variationen (vinkelintervallet inom vilket deltagarna tillbringade 80 procent av sin arbetstid) minst vid patientbehandling. För både vänster och höger arm var variationen relativt hög då tandläkarna handskades med verktyg och material; medianvinklarna var snarlika för höger arm i de olika uppgifterna, där vänster arm lyftes mest under patientbehandling. Även i detta yrke ser det alltså ut att finnas en viss potential för att kombinationer av arbetsuppgifter ger mer variation än varje uppgift i sig, men

tyvärr ger inte studien data på variationen i jobbet som helhet. I en annan studie av muskelaktivitet och arbetsställningar hos tandläkare konkluderade forskarna dock att de mest vanliga uppgifterna i tandläkaryrket inte skiljer sig åt nämnvärt, och att en arbetsväxling (jobbrotation) måste ta in ytterligare uppgifter om den ska leda till en påtagligt ökad fysisk variation (Finsen m.fl., 1998).

En motsvarande konklusion dras i flera studier av kontorsarbete. Richter m.fl. visade i en studie från Nederländerna att vare sig medelbelastning (muskelaktivitet i axeln och underarmen) eller spridningen i belastning mellan fortlöpande minuter i arbetet skilde sig åt mellan datorarbete och icke-datorarbete, och att variationen (*hur mycket*) i kontorsarbetet därför inte skulle öka även om man ersatte något av datorarbetet med andra befintliga kontorsuppgifter (Richter m.fl., 2009). Samma slutsats drogs av Barbieri m.fl. i en studie av arbetsställningar och muskelbelastning bland brasilianska universitetsanställda (Barbieri m.fl., 2015). I båda dessa studier användes kontrastmått för att kvantifiera diversiteten mellan arbetsuppgifter (se kapitel 3), och båda studierna rapporterade data på både medelbelastningar och minut-till-minutspredning i belastningar. Enligt en studie på australiensiska universitetsanställda verkade olika typer av informations- och kommunikationsteknologi inte heller innebära några dramatiska skillnader i arbetsställningar och muskelaktivitet för nacke, axlar och armar, även om aktiviteter (både på och utan för arbetet) som utfördes utan elektronik hade en något högre *hur-mycket*-variation, särskilt i överarmarnas arbetsställningar (Cicarelli m.fl., 2014) och i trapeziusmuskeln's aktivitet (Cicarelli m.fl., 2013). En viss mindre skillnad i muskelaktivitet mellan datorarbete och uppgifter där datorn inte användes rapporterades även i en svensk studie (Fernström & Åborg, 1999), som dessutom kunde visa att aktiviteten under fikapauser var (ännu) lägre, men att pausgymnastik ledde till en betydlig ökning i trapeziusmuskeln's aktivitet jämfört med datorarbete; från 6–7 procent av muskeln's maximalt möjliga aktivitet till drygt 11 procent under pausgymnastiken. I en annan svensk studie av muskelaktivitet i axeln bland kontorsarbetare och städare nådde forskarna en likande konklusion: olika produktiva arbetsuppgifter inom var och ett av de två yrkena skilde sig föga åt i belastningsnivå och belastningsfrekvens, och enbart rasterna erbjöd en tydlig kontrast i belastningsprofil: muskelaktiviteten hade ett mindre "ryckigt" tidsförlopp, och en större andel av arbetstiden tillbringades med låg muskelaktivitet (Mathiassen m.fl., 2003a, Mathiassen m.fl., 2005).

Studierna ovan är överlag överens om, att pauser och raster är

förknippade med en mera "vilande" belastningsprofil än produktivt arbete (dvs. lägre muskelaktivitet, mer neutrala arbetsställningar, långsammare rörelser). Ett intressant undantag är den studie av flygledare i södra Sverige som omtalades tidigare (Arvidsson m.fl., 2006). Studien bekräftade visserligen att flygledarna tillbringade mera tid med huvud och armar i neutrala arbetsställningar under sina pauser, men visade också att toppbelastningarna under pauserna var snarlika de under arbete. Det betyder att variationen (aspekten *hur mycket*) var betydligt större under pauserna än under arbetet, trots att det inte fanns några särskilda aktiviteter ordnade i pauserna i syfte att öka variationen. Att pauserna innebar mer varierade belastningar än arbetet var särskilt påtagligt i den "nya" tekniska lösningen av flygledningsarbetet, där datorskärmar och möss hade ersatt det "gamla" systemets radarskärmar, styrkolor, pennor och pappersremсор.

Sammantaget ger dessa studier en överlag ganska dyster bild av att ändrade proportioner av befintliga arbetsuppgifter skulle kunna användas för att skapa mera variation, åtminstone i de yrken som studerats än så länge. Eftersom flera av studierna ägnas åt kontorsarbete tyder detta på att en effektiv insats för ökad variation där kräver introduktion av helt nya arbetsuppgifter med en betydligt "tyngre" fysisk belastning; detta framförs även explicit av flera av de refererade artiklarna (Barbieri m.fl., 2015, Finsen m.fl., 1998, Richter m.fl., 2009). För att uppskatta effekten på fysisk variation av att kombinera olika arbetsuppgifter måste man ha tillgång till data om dessa arbetsuppgifters belastningsnivå och variation. Det finns ett stort och än så länge ouppfyllt behov av ett sådant referensmaterial med belastningsdata för olika arbetsuppgifter i olika yrken.

6.2.1. Ändrad fördelning av befintliga uppgifter (samma totala proportioner)

Vårt litteraturmaterial innehåller inga studier där man explicit har studerat hur variationen ändras vid en omfördelning av befintliga arbetsuppgifter. Under förutsättning av att arbetsuppgifterna skiljer sig åt i belastningsprofil måste dock en sådan förändring påverka *hur ofta*-aspekten av variation, som förklarats tidigare (figur 3A vs. figur 3C).

6.2.2. Ändrade proportioner av befintliga uppgifter

I studien av brasilianska universitetsanställda (Barbieri m.fl., 2015) räknade forskarna fram hur stor variation (aspekten *hur mycket*) det

vore möjligt att uppnå i ett jobb som bestod av de befintliga arbetsuppgifterna, men i andra proportioner än de som faktiskt fanns i det befintliga jobbet. Med inspiration från en tidigare studie (Möller m.fl., 2004) uttryckte forskarna variationen i termer av en "job variance ratio", som definierades som relationen mellan det "nya" jobbets variation och den i ett jobb som enbart består av datorarbete. För de flesta av de 31 kontorsarbetare som ingick i studien var variationen i det befintliga jobbet 2-3 gånger större än i datorarbete, och även då forskarna "tillät" helt fria kombinationer av de befintliga arbetsuppgifterna höll sig variationen i arbetsställningar och muskelaktivitet på en moderat nivå, och långt under den variation som gick att uppnå om man tillförde helt annorlunda arbetsuppgifter i en simulerad jobbrotaion (se avsnitt 6.3.1.). Dessa beräkningar av variationen i virtuella jobb visade alltså tydligt att de befintliga arbetsuppgifterna inte erbjöd någon vidare potential för att öka den fysiska variationen.

Studien ovan räknade, som sagt, på hypotetiska "jobb", och vi hittade inga studier av verkligt arbete som ger data om effekten på fysisk variation av ändrade proportioner av befintliga arbetsuppgifter.

6.3. Tillskott av nya arbetsuppgifter

I förlängning av avsnitten 6.1. och 6.2., som diskuterade effekter på en individnivå av förändringar i arbetsätt och tidsstruktur för befintliga arbetsuppgifter, handlar detta avsnitt om hur individens belastningsvariation påverkas av ett utökat arbetsinnehåll, dvs. av att individen får nya arbetsuppgifter i tillägg till de hen redan hade (se figur 3E).

För att förstå effekterna av förändringar på organisations- eller gruppnivå i arbetsinnehåll är det väsentligt att observera hur det går för hela kollektivet av individer, för att kunna genomskåda om initiativ som tas för att förbättra arbetsinnehållet för vissa individer samtidigt leder till att det blir sämre för andra individer (se kapitel 3). Det organisatoriska perspektivet är tydligare när det gäller en ändrad arbetsfördelning mellan individer än om variationen i arbetet ändras på ett av de två grundläggande sätten som diskuterades i tidigare avsnitt; förändringar för den enskilda individen i enskilda arbetsuppgifters innehåll (kapitel 6.1.) och i tidslinjen av arbetsuppgifter (kapitel 6.2.) kan äga rum utan att nödvändigtvis påverka arbetet för någon annan.

6.3.1. Nya arbetsuppgifter: förändringar på en individnivå

I vår litteratursökning hittade vi ett antal kontrollerade experiment där individer tilldelats kompletterande uppgifter till ett arbete som redan fanns. I dessa experiment har forskarna intresserat sig för variationen (och i vissa fall dess effekter; se kapitel 7) hos den enskilde försöksdeltagaren utan att anlägga något organisations- eller grupperspektiv. Forskarna har alltså inte intresserat sig för hur det skulle kunna gå till i ett verkligt fall från arbetslivet att "leta upp" det nya arbetet, eller om det är realistiskt att omorganisera det befintliga arbetet så att det finns tidsutrymme för nya uppgifter.

I studien av Barbieri m.fl. (Barbieri m.fl., 2015) om variationen (*hur mycket*) i kontorsarbete med olika kompositioner av arbetsuppgifter konkluderade forskarna, som tidigare kommenterat, att några dramatiska förändringar inte var möjliga med de arbetsuppgifter som faktiskt stod till buds. Som ett teoretiskt experiment beräknade forskarna då den hypotetiska effekten på arbetets variation genom att ersätta 10 procent av datorarbetet i det befintliga jobbet med en aktivitet som antingen motsvarade hantering av lätta komponenter eller städning. Tillskottet av manuell hantering ledde till en viss ökad variation för några individer, men inte alla. Städinslaget, däremot, innebar en dramatisk ökning av variationen, långt bortom det man kunde uppnå genom att omorganisera de befintliga arbetsuppgifterna. Studien demonstrerade alltså – visserligen genom simulering – att en inspirerande källa till mera variation i lågbelastande kontorsyrken kan vara uppgifter som måste göras även på kontor, men som allt som oftast tas om hand av andra än de som sitter framför datorn.

Ett antal studier har ägnats åt att förstå om muskelaktiviteten under datorarbete påverkas av inslag av tyngre aktiviteter i arbetet; alltså om dessa tyngre aktiviteter inte bara innebär en belastningsökning i sig, vilket torde vara trivialt (Sundelin, 1993), utan om de sätter spår i hur datorarbetet sedan utförs. Samani m.fl. (Samani m.fl., 2009) kunde visa, att muskelaktiviteten i axeln (trapezius) under datorarbete var lägre strax efter en period av excentriskt arbete med skuldermusklerna (dvs. kontraktion under det att muskeln ökar sin längd) än innan, och att även muskelkoordinationen ändrades. En annan experimentell studie från samma grupp (Larsen m.fl., 2009) såg inga markanta skillnader i muskelaktiviteten under datorarbete då det föregicks av en maximal kontraktion jämfört med om det var vila innan, även om det fanns tecken på att vissa delar av trapeziusmuskeln blev sämre på att slappna av efter den maximala kontraktionen. Även om detta var hårt kontrollerade experiment il-

lustrerar de – vilket författarna påpekar – att det verkar möjligt att ta in tyngre aktiviteter i en arbetsväxling (jobbrotation) på kontor utan att det "smittar av sig" på ett negativt sätt till belastningen under det egentliga kontorsarbetet. En fältstudie av pausgymnastik som inslag i datorintensivt arbete stödjer denna konklusion, men lider av åtskilliga metodologiska brister (Sihvonen m.fl., 1989).

I flera av dessa experimentella studier har forskarna frågat om effekten av att tillföra pauser till ett annars oavbrutet arbetspass. Detta är en mera verklighetsnära version av det mycket välkända experimentet inom arbetsfysiologin som beskrevs i kapitel 4, nämligen att lägga in vilopauser i ett annars kontinuerligt muskelarbete med konstant kraft.

6.3.2. Nya arbetsuppgifter: förändringar på en organisatorisk nivå

Inom en grupp eller organisation finns ett antal arbetsuppgifter som någon måste utföra i en viss omfattning för att ta fram den produkt eller tjänst som verksamheten avser. Dessa arbetsuppgifter formerar tillsammans en "product cycle exposure" (Bao m.fl., 1996, Jarebrant m.fl., 2015, Pascual m.fl., 2008), dvs. den totala belastningsprofilen som följer av att ta fram en produkt. Product cycle exposure är i sin tur förknippad med en "total variation", som alltså motsvarar den fysiska variation en person skulle få om hen gjorde samtliga arbetsuppgifter i just de proportioner de förekommer i produktionen. En lyckad arbetsväxling (jobbrotation) klarar av att lägga en stor del av denna totala variation *inom* varje enskild individs jobb, vilket då nödvändigtvis kommer att innebära att skillnaden i arbetsbelastning och dess variation *mellan* individer inte är så stor. I motsatsen, dvs. en arbetsfördelning där varje individ har sitt eget begränsade arbetsinnehåll och är "specialist" på en liten del av den totala produktionen, kommer största delen av det totala utrymmet för variation att ligga mellan individer, och variationen i varje enskild individs belastning är mindre. Det är viktigt att inse, att den *genomsnittliga* belastningsnivån inom en grupp som genomgår en jobbrotation *inte* nödvändigtvis kommer att ändras om rotationen verkligen består av att på ett nytt sätt fördela den befintliga mängden och typen av arbetsuppgifter mellan det befintliga antalet individer. En ändrad medelbelastning är inte heller jobbrotationens primära syfte, och det är missledande att bedöma om en jobbrotation var lyckad genom att betrakta dess effekter enbart på gruppens medelbelastning. Mera rättvisande mått är, i förlängning av tankarna ovan, spridningen i belastning mellan individer, och graden av variation i varje individs belastning.

Arbetsväxling (jobbrotation) är alltså ett sätt att öka den enskildes fysiska variation, förutsatt att de arbetsuppgifter som står till buds tydligt skiljer sig i belastningsnivå och/eller belastningsvariation från de hen redan har. På en organisationsnivå går det även att berika utbudet av arbetsuppgifter genom att inkorporera helt nya uppgifter i produktionen, antingen genom att skapa om de uppgifter som finns, eller genom "in-sourcing", där organisationen vidgar sitt segment av den totala kedjan av aktiviteter som krävs för att åstadkomma produkten. Som "in-sourcing" antyder kan detta ses som en motsats till out-sourcing; organisationen väljer till exempel att tillverka vissa komponenter själv i stället för att handla in dem från underleverantörer, eller man lägger in städning bland organisationens egna aktiviteter i stället för att upphandla den. Det betyder att "product cycle exposure" ändras, och om de nya arbetsuppgifterna har en påtagligt annorlunda belastningsprofil än de som redan finns kan den totala variationen som innehålls i product cycle exposure öka. Förutsättningen för att detta kommer den enskilda individen till nytta är, precis som för jobbrotation, att de arbetsroller, eller "jobb" som skapas lyckas med att lägga en stor del av denna totala variation inom individer i stället för mellan individer. Det är till exempel uppenbart, att en in-sourcing av städning på ett kontorsföretag inte leder till någon berikning av de kontorsanställdas arbete om all städning ändå görs av städare.

Möller m.fl. jämförde belastningsmönstren på tre olika monteringsstationer på ett företag som tillverkade elektroniska kretskort (Möller m.fl., 2004). Fem montörer arbetade en timme på var och en av de tre stationerna, och forskarna jämförde muskelaktivitet i axlar och underarm, och arbetsställningar för huvud och överarmar då montörerna arbetade i en balanserad kombination av (rotation mellan) de tre stationerna med belastningsprofilen då montören arbetade uteslutande på en station. För alla tre stationer och montörer var variabiliteten i belastning mellan individuella arbetscykler – drygt 3 minuter långa – påtaglig, både för arbetsställningar och för muskelaktivitet. Medelvärde och frekvensen av förändringar i belastning (*hur ofta*-aspekten av variation) skilde sig mellan stationer, men i högre grad för arbetsställningar och muskelbelastning i axlarna än för underarmsbelastning. Detta innebar att rotationen mellan de tre stationerna i vissa fall ledde till mindre variation i underarmsbelastning än om montören arbetade enbart vid en station. Resultaten illustrerar det mycket viktiga faktum att en arbetsväxling inte nödvändigtvis leder till ökad fysisk variation; detta kommer att ske endast om de arbetsuppgifter som ingår i rotationen skiljer sig tydligt i medelbelastning och var för sig representerar en tydlig variation.

I en studie av symaskinmontering jämförde Bao m.fl. (Bao m.fl., 1996) två olika produktionslinjer, som skilde sig åt i flera avseenden, bland annat att den "nya" linjen inkluderade en sektion med delmontering av komponenter som inte fanns i den gamla. Dessutom kontrollerade montörerna i det nya systemet själva kvaliteten av sina produkter; detta var en separat arbetsstation i det gamla systemet. Forskarna visade genom tids- och aktivitetsanalysverktyget SAM (Luthman m.fl., 1990) att "product cycle exposure" var snarlika i de två systemen, men att de enskilda arbetsstationerna i det nya systemet hade en betydligt större diversitet än vad som var fallet i det gamla. Det fanns alltså en potential för positiva effekter av arbetsväxling mellan stationerna i det nya systemet, men det utnyttjades inte enligt forskarnas mätningar av montörernas arbetsställningar och muskelaktivitet.

Två av de studier som refererades i föregående kapitel om ändrade tidslinjer av befintliga uppgifter innehåller även element av arbetsväxling (jobbrotation). Den ena (Balogh m.fl., 2006) jämförde tre uppläggningar av golvelementtillverkning som förutom i själva produktionsupplägget även skilde sig åt i termer av jobbrotation. I det mest automatiserade systemet fanns ingen rotation, vilket det gjorde i både det manuella och det halvautomatiska systemet. Forskarna presenterar data om arbetsställningar och muskelbelastningar både för enskilda arbetsuppgifter (vilka skiljer sig åt i belastningsprofil) och för hela jobb, som alltså för de två senare systemens del är en kombination av dessa arbetsuppgifter. Det är svårt att med någon säkerhet uttolka hur mycket av individernas belastningsvariation som kan tillskrivas jobbrotationen, men i det manuella systemet var spridningen av huvudets och armarnas arbetsställningar (*hur mycket*-aspekten av variation) mindre i jobbet än i två av de tre arbetsuppgifter som ingår; en försiktig slutsats är alltså att jobbrotationen inte på ett avgörande sätt ökat variationen för den enskilde, jämfört med att alla skulle arbeta som specialister. I Arvidsson med fleras studie av olika produktionslinjer på slakteri (Arvidsson m.fl., 2012) fanns det, som i Balogh med fleras studie, skillnader i graden av arbetsväxling mellan de olika linjerna. Studien rapporterar dock inga belastningsdata för enskilda arbetsuppgifter, och det är därför omöjligt att lista ut om jobbrotationen innebar ökad belastningsvariation för den enskilde styckaren eller inte.

Ett anmärkningsvärt resultat av vår litteraturgranskning är alltså, att trots att det finns en del studier som ägnar sig åt effekterna av arbetsväxling (vilket vi diskuterar i nästa kapitel) är det praktiskt taget obeforskat om arbetsväxling faktiskt leder till en ökad variation i fy-

sisk belastning. Som vi förklarade i det föregående kapitlet förutsätter ett lyckat resultat, åtminstone för aspekten *hur mycket*, att de olika arbetsuppgifter som ingår i jobbro rotationen skiljer sig åt i medelbelastning och att de var för sig bidrar med variation. Studien av Möller m.fl. (Möller m.fl., 2004) illustrerar att en rotation kan leda till minskad variation, tvärs emot intentionerna. Det borde alltså vara en självklar del av en interventionsstudie om jobbro rotation att dokumentera vilka förändringar som faktiskt sker i belastningens variation för de individer som ingår i rotationen. I den delen finns ett stort behov av forskning i syfte att förstå vilka (typer av) arbetsuppgifter som är meningsfulla att inkludera i en jobbro rotation (arbetsväxling), till exempel genom att dokumentera enskilda uppgifters belastningsnivå och variation, räkna fram det förväntade resultatet då de kombineras, och sedan kontrollera att de skattade effekterna på den fysiska variationen verkligen visar sig, även i den verkliga jobbro rotationen i fält. I teorin skulle man kunna tänka sig en "jobbro rotation" även mellan organisationer och företag, så att ett jobb för den enskilde var komponerat av delar från olika organisationer. Detta kräver ett djupgående samarbete mellan respektive organisationer, och en utsträckt välvilja från till exempel fack och arbetsgivarorganisationer, och det finns inga dokumenterade exempel på framgångsrika initiativ av denna karaktär i den belastningsergonomiska litteraturen.

En annan anmärkningsvärd observation är den totala frånvaron av experimentella studier av jobbro rotation även om sådana studier är fullt möjliga. Man kan mycket väl tänka sig studier som efterliknar en jobbro rotation inom en persongrupp av hanterbar storlek, och tar reda på i vilken mån rotationen innebär mera belastningsvariation (och leder till andra fysiologiska och psykologiska utfall) än en arbetsfördelning där deltagarna är "specialister". Men sådana studier av alternativa arbetsfördelningar mellan flera personer, dvs. "kollektiv ergonomi", är oerhört sällsynta. Kontrollerade experiment om växling mellan olika arbetsuppgifter har hittills enbart ägnats åt frågor som rör den enskilde individens belastning, oberoende av andra individer (Raina & Dickerson, 2009), vilket egentligen inte är särskilt intressant om man vill förstå effekterna av arbetsväxling på en grupp nivå. Genusinriktade studier fattas också, även om man kan förmoda att effekten på fysisk variation av en arbetsväxling i genomsnitt skiljer sig mellan kvinnor och män, eftersom belastningen i var och en av de arbetsuppgifter som ingår i rotationen skiljer sig något mellan könen. En fråga av ett kanske ännu större intresse ur ett genusperspektiv är om kvinnor och män ges samma möjligheter att dra nytta av en arbetsväxling. Vi visade i en tidigare kunskapsman-

ställning att kvinnor och män inom samma yrke ofta har olika arbetsuppgifter, trots att det mycket sällan finns några biologiska skäl till att så är fallet (Lewis & Mathiassen, 2013). Detta antyder att kvinnor och män kanske inte får tillgång till den "kompletta" paletten av arbetsuppgifter i en organisation som praktiserar arbetsväxling. Detta, i sin tur, skulle kunna innebära att utrymmet för att få en positiv effekt på fysisk variation inte utnyttjas till sin fulla potential för vare sig kvinnor eller män.

Även om biologiskt kön kanske är en tydlig vattendelare i frågan om vem som får tillgång till vilka arbetsuppgifter är det viktigt att inte se detta enbart som en genusfråga. Det finns sannolikt andra utbredda attityder i arbetslivet om vilka typer av personer som passar för vilka uppgifter som lika litet grundar sig på några faktiska biologiska skillnader. Det vore till exempel intressant att även förstå i vilken omfattning äldre eller invandrare får optimala möjligheter för att ägna sig åt ett omväxlande arbete i enlighet med sin faktiska arbetsförmåga.

Nya arbetsuppgifter för den enskilde, antingen de förs in i samband med en arbetsväxling eller som ett led i en rationalisering med annat syfte, innebär naturligtvis ett krav på kompetens hos den enskilde att faktiskt kunna utföra dessa uppgifter. Det finns dokumenterade exempel på att företag som genomfört arbetsväxling försummat att lära upp de anställda ordentligt i de nya arbetsuppgifterna, vilket även kan skapa en motsträvig attityd till hela organisationsförändringen (Christmansson m.fl., 1999). Så även om vissa studier pekar på att anställda överlag kan ha en positiv bild av den fysiska och mentala omväxling som de kan få vid en arbetsväxling är det inte givet att så är fallet (Aptel m.fl., 2008, Järvi & Uusitalo, 2004). Det är inte heller säkert att alla anställda har tillräcklig fysisk eller mental arbetsförmåga för alla de uppgifter som kan ingå i en jobbrotation; till exempel har ålder förts fram som en faktor att ta hänsyn till i detta sammanhang (Gaudart, 2000). En framgångsrik jobbrotation vilar alltså på ett antal nödvändiga förutsättningar på en individ- och organisationsnivå som inte utan vidare kan uppfyllas i alla organisationer (Davis & Jorgensen, 2005, Jorgensen m.fl., 2005, Leider m.fl., 2015b, Schneider m.fl., 2005, Vézina, 2003). En djupare kunskap om vilka dessa förutsättningar är, på vilka sätt de påverkar prognosen för ett lyckat förändringsarbete, och hur organisationen kan arbeta med att optimera prognosen för framgång skulle vara synnerligen intressant och användbar.

Kort sagt

- Det finns endast få studier av variationen i enskilda arbetsuppgifter och hur den påverkas av utrustning, arbetsinnehåll och arbetsmönster. Ett högre arbetstempo i kortcykliskt arbete ser ut att ge mindre spridning i belastning mellan arbetscyklerna; så även ökade precisionskrav. Ökad mental belastning verkar inte ha någon särskild effekt på variationen i belastning.
- Det finns en brist på kunskap om nivå och variation i fysisk belastning i olika yrken och arbetsuppgifter. Tillgång till sådan information är nödvändig för att i förhand kunna uppskatta hur den fysiska variationen (aspekten *hur mycket*) påverkas av att kombinera olika arbetsuppgifter.
- I befintliga kontorsyrken verkar potentialen mycket begränsad för att nå ökad fysisk variation genom att ändra proportionerna av de arbetsuppgifter som står till buds (inklusive raster och pauser) .
- I en lyckad arbetsväxling fördelas den totala variation som finns i ett arbetsystem på ett sätt så att belastningen varierar mycket inom individer och endast litet mellan individer. Däremot kan man inte förvänta sig att den genomsnittliga belastningsnivån ändras för de individer som arbetar i systemet, och det är inte heller syftet med växlingen.
- Det finns mycket få studier som faktiskt dokumenterar hur den fysiska variationen för den enskilde påverkas av en arbetsväxling eller arbetsutvidgning, även om just detta oftast är syftet med dessa initiativ. Det är därför inte heller klarlagt om kvinnor och män typiskt ges olika villkor i en arbetsväxling och därmed upplever olika resultat vad gäller fysisk variation.

7. Vilka effekter har en ändrad variation i fysisk belastning?

Förra kapitlet visade på olika principiella sätt att ändra den fysiska variationen i arbetet, men kom även fram till att det empiriska underlaget överlag är bristfälligt då det gäller att dokumentera att dessa olika sätt verkligen har en effekt på variationen i fysisk belastning. Ändå vill vi mena att det verkar rimligt att anta att så är fallet. Dels talar den forskning som ändå finns i allmänhet för att variationen kan påverkas, dels verkar det ur en teoretisk synvinkel mycket trovärdigt. Det betyder att det är meningsfullt att fortsätta till frågan om i vilken utsträckning befintlig forskning kan visa att dessa olika typer av förändringar även kan ha en effekt på utfall av relevans för belastningsbesvär, inklusive prestationsförmåga och välbefinnande; antingen omedelbart som i kontrollerade experiment eller på längre sikt som i interventionsstudier.

Lika väl som det oftast finns en påtaglig spridning i belastning och belastningsvariation mellan individer som gör exakt samma arbetsuppgift, finns det även en skillnad mellan individer i responsen på samma arbete. Somliga tröttnas ut fortare än andra, och somliga utvecklar belastningsbesvär i yrken där andra förblir friska i årtal. När det gäller repetitivt och bundet arbete har forskningen haft problem att identifiera de faktorer som bestämmer om en viss individ reagerar negativt på en arbetssituation som andra klarar bra, eller omvänt, vilka de individfaktorer är som skyddar eller rentav främjar hälsan. Flera forskare har framfört hypotesen att individens förmåga att utnyttja sin motoriska repertoar (se kapitel 4) är viktig i detta sammanhang; en "repeater" skulle i så fall oftare vara i riskzonen än en "replacer" (Madeleine, 2010, Mathiassen m.fl., 2003b, Srinivasan & Mathiassen, 2012). Det finns viss biomekanisk och fysiologisk evidens som stödjer en sådan teori, till exempel att individer som växlar oftare än andra mellan olika muskeldelar under en isometrisk kontraktion även klarar av att arbeta längre innan utmattning (van Dieën m.fl., 1993). En av de mycket få studier som tar upp denna aspekt av individens arbetsteknik i ett faktiskt yrkesarbete konkluderade också att montörer som arbetade med mera varierade arbetsställningar (variationsaspekten *hur ofta*) utvecklade mindre belastningsbesvär än de som arbetade mindre varierat (Kilbom & Persson,

1987). I en studie av anställda på en chokladfabrik visade Veiersted m.fl. att de individer som kunde slappna av i axelpartiet under oplanerade maskinstopp, då det inte fanns något att göra utom att vänta, utvecklade mindre besvär med tiden än de som inte vilade (Veiersted, 1994). Även om individens arbetsteknik inte är ett tema för denna kunskapssammanställning vill vi passa på att efterlysa mera forskning om relationen mellan villkoren för att utföra ett arbete och individens personliga sätt att utföra detta; till exempel forskning om huruvida individer som inte spontant utnyttjar sin motoriska flexibilitet i samma grad som andra reagerar annorlunda på att ett företag inför standardiserade arbetsprocesser.

7.1. Innehåll och villkor i befintliga arbetsuppgifter

7.1.1. Ändrad utrustning

Vi hittade inga studier i vår litteratursökning som utvärderar effekten på prestationsförmåga, välbefinnande eller belastningsbesvär av förändringar i arbetsstation eller verktyg med syftet att öka fysisk variation. Vi väljer att avstå från en hypotetisk tolkning av den mångfald av studier som visserligen visar på effekter på belastningsnivån av olika ergonomiska interventioner, men inte tar sig an om interventionen även innebar en förändrad variation.

7.1.2. Ändrat innehåll i arbetsuppgiften

I enlighet med vår breda definition av "arbetsuppgifter" som samtliga aktiviteter som ingår i en arbetsdag, inklusive pauser och raster, inkluderar detta avsnitt studier där pauser i jobbet gjorts till föremål för intervention.

Två studier har undersökt effekten av att ersätta pausvila med någon form av produktiv aktivitet. I en kontrollerad studie av industriell montering (Mathiassen & Winkel, 1996) fick 8 kvinnliga personer 20 minuter rast efter att ha arbetat 100 minuter. Rasten efterföljdes av ytterligare 10 minuters fikapaus, och därefter arbetade kvinnorna i ytterligare ett två-timmars pass med 100 minuters montering och 20 minuters rast. Vid ett försökstillfälle innehöll rasten enbart sittande vila, vid ett annat fick personen lyfta lådor och göra administrativt arbete, dvs. uppgifter som var realistiska i relation till den industriella verklighet som experimentet ämnade imitera. De två olika pausprotokollen ledde inte till några skillnader i trötthetsutveckling

under hela "arbetsdagen", och trötthetsutvecklingen, mätt med både fysiologiska och psykofysiska metoder, var överhuvudtaget svag.

I en motsvarande studie lät Luger med flera sina försökspersoner – 7 kvinnliga och 7 manliga studenter – få 1 minuts paus efter 11 minuter av ett sittande repetitivt plockarbete, som skulle simulera lätt montering (Luger m.fl., 2015). Denna 11+1 cykel upprepades 5 gånger, och trötthetsutvecklingen dokumenterades med mätningar av muskelaktivitet och upplevd obehag. Vid ett tillfälle vilade försökspersonerna under sin paus, vid ett annat fick de flytta en 1,9 kg tung låda ett antal gånger fram och tillbaka på arbetsbordet. Den aktiva pausen var förknippad med en något mindre ökning över tid av upplevt obehag än den passiva, men andra trötthetsindikatorer – som visade att muskulär trötthet växte fram under arbetspasset – skilde sig inte åt mellan de två protokollen.

Ett flertal studier har ägnats åt att förstå effekterna av att under pauser från kontors- och datorarbete ersätta vila med olika varianter av gymnastik eller stretching. I en väldesignad och stor fältstudie på Nederländska kontorsarbetare (van den Heuvel m.fl., 2003) fick deltagarna, som samtliga hade rapporterat belastningsbesvär av en moderat omfattning, pop-ups på sin datorskärm varje gång de jobbat 35 minuter om att ta 5 minuters paus, och även pop-ups var femte minut om att ta en 7 sekunders mikropaus. Datorn var blockerad under dessa pauser. En grupp av anställda fick pop-ups utan ytterligare instruktioner, en annan uppmanades att under de "långa" pauserna göra några enkla gymnastiska övningar för nacke, armar och axlar. Interventionen pågick under 8 veckor, och resultatet utvärderades 3 månader senare. Även om pausförfarandet hade vissa positiva effekter på besvären jämfört med hur det gick i en kontrollgrupp som inte fick några pop-ups (se avsnitt 7.2.2. nedan om ändrade tidslinjer) fanns det inga skillnader i resultaten för aktiva och passiva pauser.

I en liknande studie, fast på kontorsanställda som inte screenades för besvär, fick deltagarna 4,5 minuters utökad paustid för varje arbetstimme (Henning m.fl., 1997b). Paustiden användes för vila under en 3-veckors period; under en efterföljande 3-veckors period användes pausen för enkla stretchövningar för armar, nacke och axlar. Forskarna fann i detta fall att de aktiva pauserna hade bättre effekter på ögon- och fotbesvär än de passiva, och att de även ledde till produktivitetökningar, vilket inte de passiva pauserna gjorde. Detta resultat framkom dock endast på ett av två studerade företag, möjligen därför att studien hade en starkare design på det företaget; deltagarna utsattes där för båda interventionerna, medan de på det andra företaget delades in i två olika grupper som fick aktiva respektive passiva

pauser.

I ytterligare en studie av stretching vs. vila bland kontorsanställda (Galinsky m.fl., 2007) fick två grupper om 21 respektive 30 anställda extra pauser utöver de som redan fanns i jobbet. Det sedvanliga pausschemat bestod av 2 gånger 15 minuter paus per dag, och därtill fick då de två grupperna ytterligare 4 gånger 5 minuters paus per dag. Båda grupperna uppmanades att resa på sig och lämna arbetsplatsen under pauserna, och den ena gruppen fick dessutom ett knappt 2 minuter långt stretchingprogram som de uppmanades att genomgå i början av varje paus. Forskarna fann dock att denna uppmaning efterlevdes i mindre än hälften av alla pauser, och såg inga skillnader i effekterna på humör, energi, obehag eller produktivitet mellan stretchinggruppen och gruppen med passiva pauser. Ett likande inkonklusivt resultat, i det fallet för upplevd ansträngning, rapporterades av Sundelin och Hagberg i en fältstudie där sekreterare fick 15–20 sekunders paus för varje 6 minuter av totalt 30 minuters arbete (Sundelin & Hagberg, 1989). Pausen användes antingen för vila, gymnastiska övningar, eller avledande mentalt arbete.

De fysiologiska reaktionerna på en 1-minuts vilopaus för varje 20 minuter av totalt 60 minuters precisionskrävande datorarbete med mus studerades i ett kontrollerat experiment av Crenshaw m.fl. (Crenshaw m.fl., 2006). Under pausen fick försökspersonerna – 15 kvinnliga studenter – antingen vila eller, vid ett annat tillfälle, göra ganska kraftkrävande armrörelser med ett träningsredskap. Trötthet, mätt med fysiologiska indikatorer, utvecklade sig likadant i de två protokollen, datorarbetet utfördes med samma säkerhet, och deltagarna rapporterade samma subjektiva trötthet. Dock fanns det tecken på, att de aktiva pauserna innebar en större blodgenomströmning i underarmen, även under datorarbetet. Författarna tolkade detta försiktigt som ett möjligt tecken på att de aktiva pauserna ledde till ett mera gynnsamt metaboliskt tillstånd under det efterföljande arbetet.

I samtliga de studier som refererats ovan ersattes vilopauser med någon form av fysisk aktivitet, antingen produktiv eller inte. I en kontrollerad experimentell studie av Mathiassen med flera frågade forskarna i stället om mentala uppgifter i pauser mellan perioder av fysiskt arbete kunde förbättra återhämtningen efter den trötthet som uppkommit, vilket det finns visst stöd för i neurofysiologiska teorier om centrala nervsystemets roll vid trötthetsutveckling (Mathiassen m.fl., 2014). Deltagarna fick arbeta 7 minuter på en ganska tung, repetitiv arbetsuppgift med armarna, som ledde till tydlig trötthet. Sedan fick de 3 minuters paus, där de gjorde ett kognitiv minnestest,

och detta mönster av fysisk och kognitiv belastning upprepades 6 gånger; dvs. sammantaget en timmes arbete. Experimentet upprepadades tre olika dagar då svårighetsgraden av den kognitiva uppgiften skilde sig åt. Forskarna fann vissa tecken, dock ganska otydliga, på att en lagom svår kognitiv uppgift ledde till en bättre återhämtning av kardiovaskulär stress än både en enklare och en svårare uppgift, men att effekterna på andra fysiologiska mätvärden, till exempel muskelaktivitet, inte skilde sig åt.

Sammanfattningsvis ger alltså forskningen ett tydligt intryck av att *pausers* innehåll – aktiva övningar, mentala aktiviteter, passiv vila – har begränsad om ens någon betydelse för hur trötthet utvecklas under arbetsdagen. I vår litteratursökning hittade vi inga studier som dokumenterade effekterna av att rekonstruera en viss *arbetsuppgift* så att den fortfarande skulle resultera i samma produkt som tidigare, men nu med mera variation i den fysiska arbetsbelastningen. Detta är en anmärkningsvärd brist i forskningen, som påminner om bristen på studier om ändrad utrustning, och som tydligt visar behovet av en progression av decennier av ergonomisk forskning i arbetsplatser och arbetsprocesser mot att nu ta utgångspunkt i behovet av ökad variation, i stället för behovet av att minska belastningsnivån.

7.1.3. Ändrat arbetsmönster

Vår litteratursökning identifierade inga studier som specifikt ägnade sig åt effekterna av ändrat arbetsmönster. I tre av de studier om arbetstempo som presenterades i förra kapitlet (Bosch m.fl., 2011, Christensen m.fl., 2000, Mathiassen & Winkel, 1996) samlade forskarna in data om upplevd trötthet och, i vissa fall, fysiologiska tecken på muskeltrötthet, men fann inga skillnader mellan olika arbetstempon.

7.2. Tidslinje av befintliga arbetsuppgifter

7.2.1. Ändrad fördelning av befintliga uppgifter (samma totala proportioner)

Arbetsfysiologiska studier av "statiska" muskelkontraktioner, där vare sig muskelns längd eller kraftutveckling tillåts ändra sig, visar tydligt att fördelningen över tid av ett visst pausutrymme har stor betydelse för trötthetsutvecklingen: korta och frekventa vilopausar är mera effektiva i att senarelägga trötthet än längre och därför

mindre frekventa pauser. Vi refererade till denna forskning i kapitel 4. Förmodligen inspirerat av dessa fynd har en del forskning ägnats åt att förstå effekterna av att fördela ett visst pausutrymme under ett arbetspass på olika sätt.

Dababneh m.fl. studerade i vilken mån fördelningen av 36 minuters paus varje dag – utöver sedvanliga raster och pauser – påverkade obehaget i olika kroppsregioner hos slakteriarbetare (Dababneh m.fl., 2001). De 36 minuterna fördelades jämnt under dagen; under en tvåveckors period som 12 perioder om vardera 3 minuter och under en annan tvåveckors period som 4 perioder om vardera 9 minuter. De "långa" pauserna innebar något mindre obehag för knä och ben, men för alla andra kroppsregioner fanns det ingen skillnad mellan de två pausprotokollen. Deltagarna själva föredrog överlag de "långa" pauserna.

En studie av pausfördelning under intensivt kontorsarbete på en nederländsk patentbyrå kommer i viss mån fram till den omvända slutsatsen (Boucsein & Thum, 1997). Under två olika dagar fick de anställda antingen 7,5 minuters paus efter varje 50 minuter av arbete, eller 15 minuters paus efter 100 minuters arbete. Den totala paustiden inklusive lunch var 82,5 minuter. De anställda föredrog protokollet med kortare pauser, och pulsmätningar tydde på att detta protokoll ledde till mindre stress, dock enbart under förmiddagen. Senare under dagen verkade protokollet med de längre pauserna ge bättre återhämtning, och forskarna konkluderar att ett protokoll med korta pauser på förmiddagen och längre på eftermiddagen är att rekommendera. Som en intressant ytterligare observation rapporterar forskarna att planerade pauser enligt schema gav bättre återhämtning än pauser som förorsakades av produktionsproblem eller störningar från kollegorna.

I en experimentell studie av datorarbete (Balci & Aghazadeh, 2003, Balci & Aghazadeh, 2004) lät forskarna 10 manliga studenter arbeta under totalt 150 minuter, varav 30 minuter var paus fördelade enligt 3 olika scheman: 10 minuters paus efter 60 minuters arbete, 5 minuters paus efter 30 minuters arbete, och ett komplext mönster med olika pauslängder, huvudsakligen kortare än 1 minut och aldrig över 14 minuter. I pauserna skulle deltagarna göra enkel gymnastik för armar, nacke och axlar. Det komplexa protokollet visade sig leda till mindre obehag överlag i olika kroppsregioner än de två andra protokollen, och även till bättre prestation i det datainmatningsarbete som deltagarna skulle göra. Vissa mindre skillnader mellan protokollen fanns i muskelfysiologiska trötthetstecken, vilka stödde att det tredje protokollet var att föredra.

Det är anmärkningsvärt att samtliga dessa studier handlar om fördelning av *pauser* i arbetet. Det vore minst lika befogat att studera effekten av att fördela produktiva arbetsuppgifter på olika sätt, både inom och mellan dagar. Frågan är tydligt relevant för arbetslivet, som är i behov av rekommendationer för hur man lägger upp scheman för växlingar mellan olika arbetsuppgifter på ett fördelaktigt sätt, till exempel om man inför jobbrotation (se avsnitt 7.3.2.). Vi vill understryka detta behov av forskning om tidsfördelning av produktiva arbetsuppgifter, som alltså i grunden handlar om att förstå aspekten *hur ofta* av variationen i fysisk belastning.

7.2.2. Ändrade proportioner av befintliga uppgifter

I en del av de studier av paus innehåll som presenterades i avsnitt 7.1.2. om ändrat arbetsinnehåll har forskarna även inkluderat en kontrollsituation där försöksdeltagarna inte fick någon paus alls utöver det utrymme som redan fanns i jobbet innan interventionen. Protokollen med och utan (extra) paus representerar en förändring av tidslinjen av befintliga arbetsuppgifter, därför att pausutrymmet ökar i interventionsprotokollen. De resultat som rör effekten av att få extra paustilldelning redovisas alltså i det här avsnittet. Det gäller även studier som utöver att ägna sig åt olika tidsmönster av pauser, såsom diskuterades i avsnitt 7.2.1., även inkluderade protokoll med olika totaltider av paus.

I Mathiassen med fleras kontrollerade experiment om industriell montering (Mathiassen & Winkel, 1996) jämförde forskarna trötthetsutvecklingen över en 4 timmars arbetsperiod då försökspersonerna antingen fick arbeta med endast en kortare fikapaus efter 2 timmar eller med ytterligare 20 minuters paus i anslutning till fikapausen. I det senare fallet var arbetstakten under monteringsarbetet högre som kompensation för att pausen inte innehöll montering. Forskarna fann inga skillnader i trötthetsutveckling mellan de två uppläggen.

I van den Heuvel med fleras studie av aktiva och passiva pauser i kontorsarbete (van den Heuvel m.fl., 2003) var effekten av pausinnehållet blygsam, som framgick ovan. Däremot fann forskarna tydliga skillnader mellan den grupp som fortsatte arbeta som vanligt och de två grupper som fick regelbundna pop-ups om att ta en paus från arbetet. Besvären minskade under studieperioden för flera personer i pausgrupperna än i kontrollgruppen. Pausgrupperna presterade också bättre i sitt arbete än kontrollgruppen.

Henning med fleras studie av anställda på ett försäkringsbolag (Henning m.fl., 1997a) innehöll förutom de två upplägningarna

av 4,5 minuters extra pauser med och utan stretching även en kontrollsituation där de anställda arbetade som vanligt och därför hade färre organiserade pauser. Studien visade på marginella effekter på obehag och produktivitet av att införa de extra 4,5 minuterna av passiv paus, där – som refererat i avsnitt 7.1.2. – de aktiva pauserna befanns ha en viss, om även ganska begränsad, effekt. På ett fördömligt sätt registrerade forskarna även i vilken grad de anställda tog de extra pauser de var berättigade – och uppmanade – att ta. Det visade sig att deltagarna i genomsnitt följde uppmaningarna att ta en paus, dvs. de pop-ups de fick på sin dator, till endast drygt 50 procent. Följsamheten var särskilt blygsam i en avdelning av försäkringsbolaget där de anställda hade långa och ibland svåra samtal med kunderna.

Att ett erbjudande om extra paus kanske utnyttjas i begränsad omfattning, och att det därför är synnerligen viktigt både i forskning och i praktik att verkligen kontrollera nyttjandegraden, illustreras med eftertryck i en studie av Genaidy m.fl. på arbetare som förpackade kött (Genaidy m.fl., 1995). De fick ett utrymme för att ta extra paus 24 minuter per dag med inslag av fysisk aktivitet, men utnyttjade endast detta till ungefär 5 procent. Förvånande nog fann forskarna att dessa extra pauser innebar minskade obehag, men resultatet kan mycket väl vara en effekt av att de anställda blev uppmärksammade på ett annat sätt än vanligt; någon kontrollgrupp fanns inte i studien.

I Galinsky med fleras studie av kontorsarbetare som fick 20 minuters extra paus per dag antingen med eller utan stretching ingick även ett protokoll utan extra pauser (Galinsky m.fl., 2007). I det fallet fick deltagarna 2 gånger 15 minuter paus per dag. Den utökade paustiden om 20 minuter ledde till mindre obehag än det normala pausschemat (även om pausinhållet inte var av betydelse, se avsnitt 7.1.2.), och de anställda arbetade fortare än vid det normala pausschemat. I en liknande studie på kontorsanställda några år tidigare med samma upplägg av 4 extra pauser om vardera 5 minuter varje dag under fyra veckor (Galinsky m.fl., 2000) hade samma forskargrupp inte sett någon effekt av de extra pauserna på produktivitet eller kvalitet i arbetet, men fann att pauserna innebar mindre obehag i armar och händer i slutet på arbetsveckan jämfört med det sedvanliga arbetsschemat.

Dababneh m.fl. fann, som refererat i avsnitt 7.2.1., endast marginella skillnader i lokalt obehag mellan arbetsdagar där 36 minuters extra paus var fördelade på 3-minuters perioder, respektive 9-minuters perioder (Dababneh m.fl., 2001). Den ökade paustiden i sig

verkade inte ha någon effekt; 3-minuters protokollet visade samma förlopp av obehag under arbetsdagens gång som kontrollveckor där det inte ingick extra paus.

Endast en studie som inte omtalats tidigare rör effekten av att utöka paustiden. I den studien fick arbetare i två fruktodlingar 20 minuters extra paus utöver de 50 minuterna de redan hade under en arbetsdag (Faucett m.fl., 2007). Pauserna fördelades med 5 minuter under varje timme då det annars inte fanns någon paus. En jämförelse med arbetare som hade den sedvanliga paustilldelningen visade att trötthetsutveckling och muskuloskeletala besvär var något mindre under de 3 dagar interventionen pågick, och att produktiviteten inte påverkades menligt av pauserna.

Som framgått rör samtliga dessa studier effekten av att ändra ett pausutrymme. Studier av att ändra proportionerna av produktiva arbetsuppgifter saknas, om man bortser från den effekt på produktiv tid som det naturligtvis kommer att ha om pausutrymmet ändras. Som anført i föregående avsnitt vore det synnerligen befogat att även studera ändringar i fördelningen mellan "riktiga" arbetsuppgifter.

Sammantaget verkar resultaten av att utöka pausutrymmet föga uppmuntrande, både för kontorsarbete och för repetitivt industriarbete. Vissa studier har inte kunnat visa några effekter alls på de utfall man observerat, och i de studier som visar på effekter är de föga imponerande. Det kan finnas flera anledningar till att så är fallet. Det finns av uppenbara skäl begränsningar i hur mycket oproduktiv "paustid" som kan läggas in i en fungerande produktion, och i flertalet av studierna ovan utökades paustiden med mindre än 5 procent, samtidigt som att flera studier antyder att inte ens detta utrymme utnyttjas fullt ut. Dessutom är det möjligt, särskilt i kontorsmiljöer, att den fysiska belastningen under pauser inte skiljer sig nämnvärt från arbetet i övrigt. Pausernas effekt på den fysiska variationen kan därför vara begränsat, och de innebär inte heller nödvändigtvis någon tydlig förändring av den totala belastningsnivån i arbetet. I det fallet är det knappast förvånande att pauserna inte har någon uppenbar fysiologisk effekt.

Vi vill även peka på, att det i flertalet av de refererade studierna är svårt att veta om de adderade pauserna påverkade mängden och fördelningen av de spontana pauser som fanns sedan tidigare. Det vore inget otroligt resultat, och det finns viss empiri som stödjer att så kan vara fallet (Hagberg & Sundelin, 1986). Det betyder i så fall att interventioner där den totala paustiden utökas inte innebär en lika stor effekt på den totala paustiden under arbetsdagen som det var tänkt. Det betyder också att förloppet över tid av arbete och paus

kan ändra sig vid sidan om det kontrollerade schema som själva interventionen la upp. Det är dessutom viktigt att inse att när proportionen av olika arbetsuppgifter i jobbet ändras kommer inte bara variationen att påverkas utan även den genomsnittliga belastningsnivån. Det kan alltså vara svårt att avgöra om eventuella effekter av en ändrad tidsfördelning mellan arbetsuppgifter beror på ändrad medelbelastning eller ändrad variation.

Mycket få av de studier som vi referat i detta och föregående avsnitt har vidimerat att interventionen faktiskt ökade variationen i fysisk belastning, och än mindre i vilken omfattning. Det finns alltså endast ett fåtal studier som dokumenterar en intervention *både* i termer av dess effekt på variationen i fysisk belastning *och* dess effekt på det fysiologiska eller medicinska utfall den var tänkt att påverka. Sådana studier är en förutsättning för att ta fram evidensbaserade råd om vilken karaktär och omfattning av variationsförändring som leder till vilka effekter på trötthet, prestanda, välbefinnande och besvär.

7.3. Tillskott av nya arbetsuppgifter

7.3.1. Nya arbetsuppgifter: förändringar på en individnivå

Studien av Luger m.fl. (Luger m.fl., 2015) där forskarna simulerade en enkel monteringsuppgift innehöll förutom de två protokollen med olika pausinnehåll som redovisades i avsnitt 7.1.2. även ett protokoll helt utan paus. Forskarna fann inga skillnader i trötthetsutvecklingen under den timmen arbetet pågick mellan protokollen med respektive utan paus.

I ett annat kontrollerat experiment med en liknande arbetsuppgift jämförde Sundelin två sätt att lägga upp en timmes arbete: dels utan paus, dels med paus där deltagarna gjorde pausgymnastik (Sundelin, 1993). I båda fallen ökade den elektriska aktiviteten i trapeziusmuskeln under experimentet, som ett tecken på "trötthet", men ändringen var mindre i protokollet med pauser. Ingen skillnad fanns mellan protokollen i obehag och upplevd ansträngning.

Lin m.fl. studerade den upplevda ansträngningen hos manliga försökspersoner som i ett kontrollerat experiment fick dra 360 muttrar med ett pneumatiskt verktyg i olika protokoll som skilde sig åt i arbetstempo och i motståndet då muttern drogs åt (Lin m.fl., 2012). Ett "arbetspass" tog 36 eller 72 minuter, beroende på den föreskrivna takten. Dessutom fick deltagarna arbeta enligt två olika pauspro-

tokoll: antingen helt utan paus eller med 3 minuters paus för varje 10 minuters arbete. Pauserna ledde till en tydlig minskning av den upplevda ansträngningen i detta ganska krävande arbete, där kravet på greppstyrka låg på över 40 procent av den maximala styrkan.

I en studie på offentligt anställda kontorsarbetare i Kanada delade forskarna in en population av sammanlagt 15 kontorsarbetare i tre grupper som alla fick utrymme under två arbetsveckor att ta upprepade pauser om 30 sekunder från sitt arbete under en period av 3 timmars arbete (McLean m.fl., 2001). I en grupp fick deltagarna bestämma själva när de tog paus, i en grupp var pausen fastlagd till en gång per 20 minuter, och i en grupp var det 40 minuter mellan pauserna. I alla tre grupperna jämförde forskarna obehag, produktivitet och muskelaktivitet i nacke, axlar och underarmar under pausveckorna med motsvarande resultat under två kontrollveckor då deltagarna strikt kontrollerades att inte ta några pauser alls under de 3 arbetstimmar. Det visade sig att alla pausprotokollen, och då särskilt 20-minutersprotokollet, ledde till en mindre ökning av obehag under de 3 timmarna jämfört med den ökning man såg utan paus, men att det i övrigt inte fanns några skillnader mellan protokollen i obehag eller produktivitet. Däremot fann forskarna att några av pausprotokollen – i ett ganska svårtolkat mönster – hade effekt på tidsförloppet av muskelaktivitet i nacken och underarmarna. Skillnaderna tolkas försiktigt av forskarna som ett tecken på att pausprotokollen triggar en intern reorganisering av muskelaktivitet av samma karaktär som den substitution vi beskrev i kapitel 4. Det ”spontana” pausprotokollet gav inte helt samma positiva resultat som de styrda, vilket illustrerar en viktig observation som även gjorts i andra studier (Henning m.fl., 1989, Rohmert & Luczak, 1973), nämligen att individen inte verkar ha en fullständigt tillförlitlig förmåga (eller vilja) att spontant ta pauser i den omfattning som krävs för att motverka att trötthet uppkommer efter ett tag. McLean med fleras studie stödjer därmed annan forskning som rekommenderar att individen får en påminnelse om att ta paus ifall hen inte själv kommit sig för i tid (Henning m.fl., 1996, Henning m.fl., 1994, Slijper m.fl., 2007). Ett problem i detta sammanhang är naturligtvis att det inte finns något tydligt fysiologiskt grundat svar på, när individen ska få påminnelsen (Voerman m.fl., 2007).

7.3.2. Nya arbetsuppgifter: förändringar på en organisatorisk nivå

I detta avsnitt har vi samlat studier som enligt vår bedömning handlar om förändringar inom en organisation som leder till att åtmins-

tone delar av personalstyrkan får tillskott av nya arbetsuppgifter. I vissa fall står det inte fullständigt klart om de arbetsuppgifter det är frågan om har hämtats från andra ställen i samma organisation eller om de kommer "utifrån"; i andra fall är det tydligt, eftersom studien själv definierar förändringen som en arbetsväxling (jobbrotation). Även om det ur ett organisatoriskt perspektiv är grundläggande skillnader mellan dessa varianter finner vi det befogat att diskutera dem gemensamt eftersom deras inflytande på den enskilde individens fysiska arbetsvillkor är jämförbara: i båda fallen läggs nya arbetsuppgifter till de som individen redan hade, och de arbetsuppgifterna hämtas från andra individer.

Ett antal studier förklarar sig explicit att rapportera effekterna av en jobbrotation eller av en organisationsförändring vars specifika syfte var att berika de anställdas jobb (Fernström & Åborg, 1999, Hinnen m.fl., 1992, Kuijer m.fl., 2004, Kuijer m.fl., 2005, Kuijer m.fl., 1999, Rissen m.fl., 2002, Tirloni m.fl., 2012, Vogel m.fl., 2013).

Fernström m.fl. studerade en organisationsförändring på ett kontor i offentlig verksamhet (Fernström & Åborg, 1999). Vid förändringen, som enligt cheferna syftade till att öka variationen i vissa anställdas jobb, fick en grupp av anställda som annars nästan uteslutande höll på med datainmatning utökade arbetsuppgifter; de skulle nu även göra annat kontorsarbete, till exempel telefonintervjuer och hantering av blanketter. Med ett års mellanrum, dvs. före och efter omorganiseringen, genomgick ett tjugotal anställda en klinisk undersökning med avseende på smärta i nacke och skuldror, och forskarna mätte muskelaktiviteten i trapeziusmuskeln under hela arbetsdagar. Mot bakgrund av videofilmning av hela dagen kunde forskarna sedan bestämma muskelaktiviteten i de arbetsuppgifter individen utförde. Det visade sig att de nya arbetsuppgifterna inte skilde sig något nämnvärt i belastningsnivå från det datainmatningsarbete som redan fanns i jobbet, och författarna anför att detta kan vara ett skäl till att förekomsten av belastningsbesvär inte hade minskat efter omorganiseringen.

I två studier, en från Sverige av Rissén med flera och en från Schweiz av Hinnen med flera följde forskarna en jobbrotation på stormarknader, som i båda fallen innebar att kassapersonalen fick utökade arbetsuppgifter. I den Schweiziska studien (Hinnen m.fl., 1992) växades kassaarbetet med arbetsuppgifter i charkdisken, och den svenska jobbrotationen (Rissen m.fl., 2002) innebar att kassapersonalen fick mera än hälften av sina arbetsdagar omlagda till andra arbetsuppgifter i butiken, huvudsakligen gående och stående. Både i den schweiziska och den svenska studien observerades kassör-

skornas arbetsställningar före och efter förändringen, och deltagarna – 31 i Sverige och 152 i Schweiz – besvarade frågor om sina belastningsbesvär. Rissén med flera samlade dessutom in omfattande data om aktiviteten i trapeziusmuskeln, blodtryck och subjektiva uppfattningar om till exempel stress och arbetstillfredsställelse. I den Schweiziska studien ledde jobbro rotationen till minskad förekomst av belastningsbesvär, men enbart i en grupp som arbetade med laser-scannare i kassan; inom en grupp som hade konventionella kassor såg forskarna ingen effekt av jobbro rotationen, och personalen ansåg att den var till besvär. I den svenska studien var muskelaktiviteten i trapezius lägre efter rotationen, och så även blodtrycket. Kassörskorna var överlag ganska nöjda med sitt arbete. Likafullt var förekomsten av nacke-skuldsmärta ungefär 70 procent både före och efter förändringen; det fanns exempel på individer som blivit bättre, men följaktligen även de som blivit sämre.

I en tvärsnittsstudie av 290 arbetare på ett brasilianskt kycklingslakteri samlade Tirloni m.fl. in data om självrapporterad smärta i olika kroppsregioner (Tirloni m.fl., 2012). Strax över 80 procent av deltagarna hade någon form av arbetsväxling, mellan 2-7 uppgifter, men forskarna ger ingen information om vilka dessa uppgifter var, eller vilken uppgift som utfördes av de knappt 20 procent av deltagarna som inte hade jobbro rotation. Ingen skillnad fanns i smärtprofil mellan de med och de utan jobbro rotation.

Slakteriarbetare var även föremål för en svensk studie av Vogel med flera, nu inom nöt- och grisköttproduktion (Vogel m.fl., 2013). Slakterierna hade fått påbud från Arbetsmiljöverket, bland annat om att minska tiden då styckarna arbetade med kniv och om att säkra att arbetet innehöll regelbundna pauser i tillräcklig omfattning. Företaget hörsammade dessa krav genom att införa flera pauser och genom att införa en jobbro rotation som innebar att styckning växlades med enklare kötthanterings- och kvalitetskontrolluppgifter. Forskarna dokumenterade förändringsarbetet och dess effekter genom enkäter till 331 arbetare efter det att ändringarna genomförts. Respondenterna ansåg sig mindre fysiskt trötta efter förändringen än innan, men i övrigt var skillnaderna blygsamma vad gällde förhållanden som frihet i arbetet, nyttjande av individens kompetens och variation i arbetet. Ungefär 30 procent rapporterade att rotationen inneburit att de ibland skulle utföra arbetsuppgifter som var svåra.

Den mest omfattande studien av jobbro rotation hittills rör sophantering i Nederländerna (Kuijer m.fl., 2004, Kuijer m.fl., 2005, Kuijer m.fl., 1999). Studien var fram för allt motiverad av ett intresse för tung manuell hantering och ländryggssmärta, men är relevant även

för denna kunskapssammanställning eftersom studien rapporterar resultat även för de som kör sopbilarna. I en inledande tvärsnittsstudie (Kuijer m.fl., 1999) jämförde forskarna arbetsställningar, puls, upplevd ansträngning och upplevd trötthet i två små grupper av sophämtare; 8 deltagare jobbade som antingen sophämtare eller gatusopare utan någon rotation, och 8 växlade mellan sophämtning och gatusopning eller mellan gatusopning och att åka sopbil. Gatusoparna lyfte armarna mera än sophämtarna i termer av andelen tid med armarna lyfta över 60 grader, och andelen tid för de som roterade mellan dessa två uppgifter låg, föga förvånande, däremellan. De som växlade arbetsuppgifter rapporterade en lägre upplevd trötthet och ansträngning än båda grupperna utan arbetsväxling. I en mera omfattande longitudinell studie (Kuijer m.fl., 2005) med en inledande tvärsnittsdelen (Kuijer m.fl., 2004) följde sedan forskargruppen olika grupper av sophämtare över ett år. En grupp om 46 arbetare hämtade sopor både i början av studien och efter 1 år; de hade alltså ingen arbetsväxling. En annan grupp om 63 roterade både i början och efter 1 år mellan att hämta sopor och köra sopbil i ungefär samma tidsproportion, och en tredje grupp om 21 var sophämtare i utgångsläget och roterade vid uppföljningen mellan sophämtning och bilkörning. Tvärsnittsdelen (Kuijer m.fl., 2004) bekräftade genom mätningar på några få personer att rotationen innebar fysiska belastningar som i genomsnitt låg mellan de som mättes för bilkörning och sophämtning, och fann inga skillnader i stresshormonaktivitet mellan arbetare som roterade och de som hade samma arbetsuppgift hela tiden. I den longitudinella delen som vilade på enkäter till de tre grupperna (Kuijer m.fl., 2005) fann forskarna, efter att ha justerat sina resultat för misstänkta förväxlingsfaktorer (confounders), blygsamma skillnader mellan de tre grupperna i upplevt behov av återhämtning efter arbetsdagen, och inga statistiskt säkerställda skillnader i besvärskategori bortsett från att grupperna med rotation hade en *ökad* förekomst av länderbesvär jämfört med gruppen som endast hämtade sopor. Forskarna förklarar detta oväntade fynd fram för allt som ett resultat av selektion in i jobbet som heltids-sophämtare av de som klarar yrket utan alltför stora ryggproblem. Ett likartat fynd av en högre förväntad risk för belastningsbesvär i yrkesgrupper med jobbrotaion än i yrkesgrupper som endast utförde en arbetsuppgift framkom nyligen i en stor amerikansk tvärsnittsstudie av handintensivt arbete (Bao m.fl., 2015). Resultatet är dock svårt att tolka eftersom det mycket väl kan ha varit så att grupperna med jobbrotaion hade getts inslag av alternativa arbetsuppgifter just därför att arbetet i övrigt var mycket intensivt för händer och handleder.

Två ytterligare studier med fokus på jobbrotation jämför olika grupper av anställda inom ett visst yrke, men rör inte som studierna ovan effekterna av en intervention (Roquelaure m.fl., 1997, Solovieva m.fl., 2006).

Roquelaure med fleras studie fokuserar på karpaltunnelsyndrom; ett tillstånd där fingrarna domnar av på grund av att nerverna till handen inte får plats i karpaltunneln, som är en kanal på handledens insida (Roquelaure m.fl., 1997). I studien jämförde forskarna 65 patienter med karpaltunnelsyndrom med 65 friska personer av samma kön och ålder som jobbade med industriell montering på samma företag som patienterna. Forskarna fann att det var flera i patientgruppen än i den friska gruppen som inte hade jobbrotation. Frånvaro av jobbrotation var dock endast en av flera faktorer som skilde sig åt mellan grupperna. Som i alla tvärsnittsstudier är det svårt att med säkerhet veta om skillnaderna i besvär var ett resultat av skillnaderna i belastning, eller om arbetsrollerna tillkommit som ett resultat av att personerna fått besvär.

Artros i fingerleden bland finska tandläkare är föremålet för en studie av Solovieva med flera. I enkäter till 291 tandläkare äldre än 45 år frågade forskarna efter en uppskattning av andelen tid som deltagarna lagt de senaste 20–30 åren (beroende på ålder) i 6 olika arbetsuppgifter som ingår naturligt i tandläkares arbete (Solovieva m.fl., 2006). Mot bakgrund av den rapporterade arbetsfördelningen delade forskarna in de 291 tandläkarna i 3 grupper med låg, medel och hög variation i arbetet; de med "hög" variation hade typiskt utfört alla uppgifterna någorlunda lika mycket, de med "låg" hade i huvudsak arbetat med endast en eller två uppgifter. Samtliga deltagare undersöktes med röntgen och delades därefter in i 4 grader av fingerledsartros. Statistiska analyser visade att gruppen med hög variation, dvs. påtaglig arbetsväxling, hade betydligt lägre förekomst av artros än de två andra grupperna.

Ett antal andra studier dokumenterar även de omorganisationer eller rationaliseringar, men då inte lika tydligt med inriktning mot arbetsväxling (Christmansson m.fl., 1999, Fredriksson m.fl., 2001, Guimaraes m.fl., 2012, Ólafsdóttir & Rafnsson, 1998).

Två av dessa studier ägde rum i den svenska bilindustrin (Christmansson m.fl., 1999, Fredriksson m.fl., 2001). I Christmansson med fleras studie (Christmansson m.fl., 1999) genomförde företaget, som tillverkade dörrhandtag, en omorganisering från montering på ett band med korta cykeltider till en lagbaserad montering där alla 12 medlemmar av ett lag skulle kunna göra hela monteringen och dessutom sköta vissa administrativa uppgifter som inte tidigare

låg med i monteringsarbetarnas beting. Företagets önskan var att omorganiseringen skulle leda till ökad produktivitet, men även till minskade problem med belastningsbesvär. Forskarna intervjuade 17 monteringsarbetare innan förändringen och ett arbetslag efter förändringen, dvs. 12 personer. Dessutom analyserade forskarna arbetsställningar och -rörelser i de olika arbetsuppgifterna med en systematisk observationsmetod och lät deltagarna svara på enkäter om bland annat inflytande, kontroll och arbetstillfredsställelse. Samtliga deltagare undersöktes av en läkare med avseende på smärta i nacken och armarna. Produktionsomläggningen ledde inte till bättre produktivitet. Deltagarna var nöjda med själva rotationsprincipen och med att den gav möjlighet att arbeta med flera olika uppgifter. Däremot uppfattades de nya arbetsrollerna som oklara, och man saknade en ordentlig introduktion till det nya jobbet. Förekomsten av belastningsbesvär var lika före och efter förändringen.

Fredriksson med fleras studie dokumenterade en förändring av ett produktionssystem för bilmontering från att vara baserad på arbetsstationer där två montörer tillsammans skulle montera hela produkten till att vara en line-baserad produktion, där monteringen var uppdelad på stationer (Fredriksson m.fl., 2001). I det senare fallet skulle lag om 7-8 arbetare ansvara för 3-4 stationer, och man roterade stationerna mellan sig 4 gånger varje dag. Företaget gick alltså från ett system med långa arbetscykler, men utan växling mellan uppgifterna, till ett system med kortare cykler och rotation. Det är därför svårt att uppskatta om den fysiska variationen var större eller mindre efter förändringen, men forskarna fann genom observationer att det nya systemet innebar en något mindre förekomst av repetitiva rörelser för händerna och mindre framåtböjning av huvudet. Tekniska mätningar kunde dock inte bekräfta dessa resultat. Förekomsten av besvär i nacke, axlar och armar ökade tydligt efter förändringen, även i jämförelse med utvecklingen i en kontrollgrupp vars arbetsuppgifter inte ändrats.

En brasiliansk studie beskriver en omorganisering av skotillverkning från ett produktionssystem baserat på en klassisk line till ett lagbaserat system där lagmedlemmarna förväntas utföra flera arbetsmoment (Guimaraes m.fl., 2012). Konstruktionen av det nya systemet liksom rotationsprinciperna inom systemet vilade på en ganska svår genomtränglig analys av inlärningskurvor för enskilda arbetsuppgifter och arbetarnas åsikter om hur svåra och attraktiva uppgifterna var. Arbetsväxlingen, som lades upp efter en komplicerad matematisk optimering, genomfördes för ett

produktionssegment som sysselsatte 100 arbetare. Skillnader i både belastningsbesvär, frånvaro och produktivitet, allt enligt företagets interna statistik, talade övertygande starkt för det nya systemet. Någon kontrollgrupp fanns inte.

En rationalisering i den isländska fiskindustrin i syfte att öka produktiviteten dokumenterades av Ólafsdóttir och Rafnsson (Ólafsdóttir & Rafnsson, 1998). Innan rationaliseringen var det vanligt att arbetarna – i huvudsak kvinnor – växlade mellan att arbeta med filetering, trimning, invägning och förpackning av fisken; efter rationaliseringen var man i stället "specialist" såtillvida att man arbetade på endast en arbetsstation längs en traditionell line. I arbetsuppgifterna i det tidigare systemet ingick även att då och då lyfta och bära hela lådor med fisk. Den fysiska variationen verkade alltså ha minskat påtagligt efter rationaliseringen, även om forskarna inte styrker detta med några mätdata. Mot bakgrund av enkätsvar från 176 kvinnor och 53 män innan rationaliseringen, och 323 kvinnor och 92 män efter visar forskarna att förekomsten av besvär ökade tydligt i armbågar och händer bland kvinnorna, medan männens besvärsbild var nästan oförändrad. Forskarnas egen teori är att besvärsökningen bland kvinnorna förorsakades av den minskade fysiska variationen i arbetet.

En särskild grupp av studier utgörs av simuleringar, där forskarna på en teoretisk nivå låtit datorn räkna fram hur en optimal jobbrotnation skulle se ut under ett antal givna förutsättningar gällande vilka arbetsuppgifter som finns att fördela, hur belastningen ser ut i dessa uppgifter, hur mycket uppgifterna förekommer i det simulerade produktionssystemet, hur många och vilka virtuella individer uppgifterna ska fördelas mellan, hur ofta individer ska gå till en annan arbetsuppgift, och hur långa arbetsdagarna är. Dessutom måste det finnas princip(er) som avgör om en lösning är bättre än en annan, till exempel i termer av risk för belastningsbesvär. De två simuleringsstudier som strax refereras ägnar sig specifikt åt lokalt belastande arbetsuppgifter inom montering, men vi vill även uppmärksamma att det finns andra studier som på en teoretisk nivå utvecklar och testar optimeringsprinciper för jobbrotnation, fast för lyftarbete (Carnahan m.fl., 2000, Frazer m.fl., 2003, Tharmmaphornphilas & Norman, 2004). Dessa studier presenterar grundläggande tankar om vilka faktorer som optimeringsmodeller bör ta hänsyn till och hur de ska vägas mot varandra i den matematiska modelleringen, som kan vara inspirerande även då optimeringen gäller lokalt belastande arbeten.

I en sådan simuleringsstudie (Cheshmehgaz m.fl., 2012) tar sig

forskarna an ett produktionssystem för repetitivt monteringsarbete och förklarar sig konstruera en algoritm för fördelning av arbetsuppgifter som bland annat tar hänsyn till att de virtuella arbetarna ska få variation i sina arbetsställningar. Artikeln är synnerligen svår att få grepp om, och vi avstår från försök på att tolka dess konklusioner.

I en annan simulering som även den handlar om produktionssystem för montering (Diego-Mas m.fl., 2009) vill forskarna skapa en jobbrotaion som leder till så liten risk för belastningsbesvär som möjligt genom att skapa stor variation i de enskilda arbetarnas jobb. Forskarna tar i sina algoritmer hänsyn till de fysiska och mentala krav som varje arbetsuppgift ställer, och att vissa arbetare kanske inte klarar samtliga arbetsuppgifter, och de inkluderar även hänsyn till vilka arbetsuppgifter varje arbetare föredrar. Forskarna säger sig ha utvecklat ett instrument, dvs. ett simuleringsprogram, som kan användas av produktionsplanerare, och studien illustrerar en tillämpning för en bilmonteringslinje med 18 stationer som ska fördelas mellan 18 arbetare i en arbetsväxling där de byter arbetsstation en gång i timmen eller en gång per två timmar.

Flertalet av de fältstudier av jobbrotaion som presenterats ovanför rapporterar endast resultat för de individer för vars skull rotationen genomfördes, dvs. de som förväntades uppnå en positiv effekt på hälsa och välbefinnande (Christmansson m.fl., 1999, Hinnen m.fl., 1992, Ólafsdóttir & Rafnsson, 1998, Rissen m.fl., 2002). De individer som "lämnade ifrån sig" arbetsuppgifter till rotationen studerades inte. Detta kan naturligtvis ge en orättvisande bild av arbetsväxlingens effekter på en grupp- och organisationsnivå. I flera av dessa fall är det även oklart om den studerade förändringen egentligen var en arbetsväxling i ordets kärnbemärkelse, dvs. om förändringen omfördelade en viss total uppsättning av arbetsuppgifter (dvs. en viss "product cycle exposure") inom en viss grupp av individer så att alla tog del av rotationen. Det är möjligt att de arbetsuppgifter som tillkom i den studerade populationen helt eller delvis hämtades från "specialister" i andra delar av organisationen utan att denna leverantörsgrupp i övrigt var delaktig i rotationen; dvs. en sorts partiell jobbrotaion. Oavsett vilket är det en brist i den befintliga forskningen att den anlagt ett organisationsperspektiv utan att följa spåret fullt ut genom att ägna uppmärksamhet åt *samtliga* individer vars arbete direkt eller indirekt påverkades till följd av rotationen. Studier med ett dylikt konsekvent och – så långt det är möjligt – heltäckande upplägg vore mycket intressanta.

Vi kan inte mot bakgrund av den litteratur vi har identifierat ge ett

empiriskt förankrat genusperspektiv på effekten av att ändra arbetsuppgifter eller tillföra nytt arbete. Många av studierna observerar antingen kvinnor eller män, men inte både och, och de studier som rör en blandad population rapporterar och diskuterar inte resultat för män och kvinnor separat, bortsett från Ólafsdóttir och Rafnssons studie av en rationalisering i den isländska fiskindustrin (Ólafsdóttir & Rafnsson, 1998). Vi vet därför inte om jobbrotationer till exempel får större eller mindre genomslag i kvinnodominerade organisationer än i mansdominerade, och vi vet inte om kvinnor och män behandlas olika vad gäller arbetsuppgifter då en jobbrotation genomförs i en blandad grupp. Det senare kan mycket väl vara fallet, eftersom kvinnor och män inom samma yrke ofta tilldelas eller tar på sig olika arbetsuppgifter (Lewis & Mathiassen, 2013). Ólafsdóttir och Rafnssons studie bekräftar detta antagande såtillvida att kvinnorna drabbades mera av de negativa effekterna av rationaliseringen än vad männen gjorde. Frågan om kvinnors och mäns villkor vid arbetsväxlingar bör, som vi nämnde i avsnitt 6.3.2., vidgas till att gälla även om andra utsatta grupper diskrimineras då arbetet fördelas mellan individer; alltså om arbetsvillkoren är jämlika, inte bara jämställda.

Studierna som refererats ovan ger ett övergripande intryck av att jobbrotation, åtminstone i de skepnader som studerats här, inte är ett effektivt initiativ för att minska belastningsbesvär. Detta var även konklusionen i en nyligen publicerad översiktsartikel om just denna fråga (Leider m.fl., 2015a). Men det är synnerligen anmärkningsvärt att mycket få av studierna rapporterar mätdata som styrker att variationen i fysisk belastning faktiskt ökade för de individer som ingick i rotationen, trots att det var det helt centrala syftet med förändringsarbetet. I den delen lider studierna alltså av samma uppenbara brist som studierna i avsnitt 7.2.2. om ändrade tidslinjer av befintliga arbetsuppgifter. Det är överhuvudtaget anmärkningsvärt att den forskning som faktiskt dokumenterar att olika initiativ kan påverka fysisk variation i arbetet, dvs. den forskning vi beskrev i kapitel 6, nästan aldrig studerar hur det sedan går vad gäller trötthet och besvär, och omvänt: att den forskning som studerat effekter av olika initiativ – i termer av trötthet eller andra relevanta utfall – och som vi redovisat i detta kapitel nästan aldrig dokumenterar i siffror att det faktiskt hände något med den fysiska variationen. Detta får man tro på (eller inte) mot bakgrund av mera eller mindre säkra antaganden, till exempel om huruvida de arbetsuppgifter som kombineras i en arbetsväxling (jobbrotation) verkligen skiljer sig övertygande åt i belastning. Som vi framfört

vid flera tillfällen i tidigare kapitel förutsätter en ökad fysisk variation att de arbetsuppgifter som kombineras skiljer sig tydligt åt i belastning; om detta inte är fallet kan en kombination till och med leda till *mindre* variation än den som redan fanns i vissa av de bidragande arbetsuppgifterna.

I väntan på empiriska fältstudier vore det intressant att använda simuleringar (Diego-Mas m.fl., 2009, Frazer m.fl., 2003) för att undersöka relationerna mellan, å ena sidan, diversiteten i utbudet av arbetsuppgifter inför en rotation, proportionerna av dessa uppgifter i den samlade produktionen, antalet personer som ingår i rotationen, och hur rotationen utformas – partiell eller fullständig – och, å andra sidan, hur väl man kan lyckas med att skapa arbeten som, åtminstone för de flesta, innebär ökad fysisk variation.

I detta kapitel har vi lojalt refererat de resultat som olika interventionsstudier kommit fram till. Samtidigt vill vi påpeka att dessa studier med mycket få undantag (Kuijer m.fl., 2005) lider av metodmässiga brister som gör att fynden måste tolkas med stor varsamhet. Bland de mest kritiska svagheter är små studiepopulationer, brist på en kontrollgrupp som inte utsätts för interventionen, och att uppföljningsperioden efter interventionen är för kort för att dess effekter ska ha hunnit stabiliseras. Studierna av fysisk variation delar dessa svagheter med en stor andel av ergonomiska interventionsstudier generellt (Westgaard & Winkel, 1997).

Kort sagt

- Det finns anmärkningsvärt få studier av effekterna på trötthet och besvär av initiativ som ökar variationen i fysisk belastning genom ändringar i utrustning, innehåll och arbetsmönster för enskilda arbetsuppgifter. De få studier som finns handlar främst om pauser från produktivt arbete och visar att effekten på trötthet är i princip lika antingen pauserna fylls med vila, fysisk aktivitet eller kognitiva uppgifter.
- De få studier som finns om en ändrad fördelning över tid av befintliga arbetsuppgifter handlar även de till en helt övervägande del om pauser i arbetet: effekten av en ökad total paustid eller en ändrad fördelning av pauserna över arbetsdagen. Utökad paustid ger mindre trötthetsutveckling fast effekten är liten, och tidsfördelningen av pauser verkar inte ha någon uppenbar betydelse. En förklaring kan vara att den fysiska belastningen i pauserna inte

skiljer sig något nämnvärt från belastningen under arbete.

- De studier som finns av arbetsväxling och utökat arbetsinnehåll ger överlag inget tydligt stöd för att dessa initiativ leder till minskad trötthet och besvär. Dessutom är studierna allmänt av en diskutabel vetenskaplig kvalitet och redovisar inte utfallet för samtliga de individer som är indragna i de studerade omorganisationerna.
- Det saknas överlag väl designade studier av praktiskt relevanta initiativ som genom att ändra arbetets innehåll eller uppläggning över tid försöker skapa en ökad variation i fysisk belastning, och som både dokumenterar effekten på den fysiska belastningen och de utfall på kort och långt sikt som följer på interventionen.
- Det saknas även studier av om sådana initiativ, till exempel arbetsväxling, kommer alla arbetstagare till nytta eller om vissa grupper, som kvinnor, äldre och invandrare, diskrimineras då arbetet fördelas mellan individer.

8. Fysisk variation – vad vet vi, vad vet vi inte, och hur går vi vidare?

Nästan hälften av alla sysselsatta i Sverige anser att de inte har ett omväxlande arbete. Många rapporterar besvär till följd av påfrestande arbetsställningar och korta, upprepade arbetsmoment. Arbetsmiljöverkets föreskrift om belastningsergonomi uttrycker explicit att mera variation är nödvändig i dessa fall, och att arbetsväxling, arbetsutvidgning och pauser är lämpliga åtgärder. Det måste även finnas handlingsutrymme för individen att själv skapa variation i sitt arbete. Vi anser att detta tydligt visar att fysisk variation i arbetet är en relevant fråga att ägna sig åt, även med förbehåll för att det råder brist på väl genomförda vetenskapliga studier som verkligen visar på samband mellan graden av fysisk variation i arbetet och viktiga utfall som trötthet, prestationsförmåga och belastningsbesvär.

I den ergonomiska praktiken, men även i den vetenskapliga litteraturen, råder det en betydande begreppsförvirring runt variation. Som i andra fall då olika ord används om samma sak, och olika saker beskrivs med samma ord leder detta till missförstånd. Vi visade i kapitel 3 att det finns en konkret och logisk definition på "variation" i fysisk belastning: belastningens förändring över tid (Mathiassen, 2006). Definitionen ger ett övergripande paraply för att se olika vardagliga uttryck om variation som varianter av samma grundläggande fenomen. Repetitiva rörelser, statiskt arbete, låsta arbetsställningar, kortcykliskt arbete – alla beskriver egenskaper vid arbetets förlopp över tid, dvs. variationen i fysisk belastning. Enligt denna definition av "variation" ger det ingen mening att prata om att det finns "variation" mellan olika arbetsuppgifter. För att fånga upp detta finns begreppet "diversitet", som just beskriver i vilken grad olika "enheter", som arbetsuppgifter eller personer, skiljer sig med avseende på belastning.

En heltäckande beskrivning av den fysiska variationen i en arbetsuppgift eller ett jobb behöver innefatta tre olika aspekter av variation: *hur mycket* belastningen ändrar sig över tid, *hur ofta* belastningen ändras, och *hur likadana* olika perioder av belastning är, alltså i vilken grad det finns återkommande block av belastning som ser likadana ut, som i repetitivt, kortcykliskt arbete. Det finns en del förslag i den vetenskapliga litteraturen till hur man kan mäta och sätta siffror på

dessa tre aspekter. *Hur mycket* och *hur ofta* är enklast att mäta med enkla uttryck och metoder (kapitel 3); *likadanhet* är mera knepig. Tyvärr finns det inte än så länge någon accepterad standard inom vetenskapssamhället för vilka metoder som är bäst att använda, och det leder till att det ofta är svårt att jämföra data om variation mellan olika vetenskapliga studier. Bristen på användbara och accepterade metoder för att bedöma variation är ännu mera uppenbar då det gäller ergonomisk praktik, där man – åtminstone än så länge – till en mycket stor del förlitar sig på observationer av arbetet för att avgöra hur den fysiska belastningen ser ut. De observationsbaserade instrument för ergonomisk belastnings- och riskvärdering som finns i dagsläget har stora brister, både vad gäller att överhuvudtaget ägna sig åt variation, vilket många inte gör, och i synnerhet vad gäller förmågan att fånga upp hur olika arbetsuppgifter tillsammans kan skapa ett jobb med bra (eller mindre bra) variation (Takala m.fl., 2010). Det finns alltså ett stort behov av att utveckla metoder som praktiker kan använda för att analysera och förstå graden av fysisk variation i ett arbete. I en förlängning uppstår då även behovet av metoder som kan ge en bild av hur variationen kommer att ändras om arbetet förändras, antingen det sker genom att ändra innehållet i enskilda arbetsuppgifter, ändra uppläggningsen i tid av olika arbetsuppgifter som redan finns i jobbet, eller ändra på vilka arbetsuppgifter som överhuvudtaget ingår i jobbet. Det finns teoretiska modeller för hur man kan räkna fram effekten av förändringar på aspekten *hur mycket*-variation (kapitel 3), men de har än så länge endast använts i ett forskningsmässigt sammanhang. Det finns även en brist på epidemiologisk eller experimentell forskning som kan visa hur det eventuella utrymmet för variation som representeras av olika arbetsuppgifter tas om hand av olika organisationer, och vilka faktorer som påverkar om utrymmet utnyttjas till sin fulla potential, vilket till en stor del är en fråga om hur arbetet fördelas mellan individer.

Bristen på accepterade metoder för att mäta variation, liksom det förhållande att fysisk variation i arbetslivet är ett relativt nytt fält inom forskningen, till exempel jämfört med forskning i den belastningsnivå som olika arbetsuppgifter innebär, betyder att vi egentligen inte vet särskilt mycket om hur den fysiska variationen ser ut i olika yrken och arbetsuppgifter. Det i sin tur innebär att det är svårt att tolka resultatet av nya mätningar; det finns inget bra referensmaterial än så länge, och vi vill peka på detta som en viktig prioritet i forskningen framöver.

Den arbetsfysiologiska forskningen bekräftar att fysisk variation är viktig (kapitel 4). Tyngdpunkten av forskning ligger på effekten

av att omväxla aktivitet med vila, där aktiviteten allt som oftast består av en muskelkontraktion med konstant kraft och utan någon rörelse. Vilopauser inlagda i den typen av muskelarbete har en tveklös effekt på trötthet; ett arbete kan fortgå mycket längre tid och/eller på en högre genomsnittlig intensitet med inlagda pauser än utan. På senare år har det publicerats studier även av variation mellan olika nivåer av kraft, som visar att variation i sig har en trötthetsreducerande effekt, utan att det nödvändigtvis behöver finnas en vilopaus.

Det verkar alltså rimligt att gå in i arbetslivet med en tro på att variation har en betydelse för trötthet, och kanske även för besvär på sikt. Gapet är dock fortfarande stort mellan arbetsfysiologin och arbetslivet, och det fattas studier som täcker in flera tidsmönster av växling mellan olika belastningar och arbetsställningar än de studier vi har tillgång till i dag. Kontrollerade experiment är en viktig inspiration för åtgärder i verkligt arbete, och det saknas kontrollerade studier till exempel av hur olika två arbetsuppgifter ska vara för att representera en fruktbar fysisk variation, dvs. ett tidsmönster av arbete där den ena arbetsuppgiften tillåter en återhämtning efter den andra. Särskilt intressant vore studier av kombinationer mellan arbetsuppgifter av olika karaktär och i olika tidsmönster, till exempel växlingar mellan "tung" och "lätta" arbetsuppgifter, eller mellan fysiskt och mentalt krävande uppgifter. I det sammanhanget vore det även intressant att veta om två uppgifter kan vara för olika, så att effekten av en kombination på trötthet och prestationsförmåga blir negativ. Det finns inte heller några kontrollerade studier av om en omfördelning av realistiska arbetsuppgifter inom en grupp av individer (eventuellt endast två) leder till ökad variation för var och en, och till positiva effekter på relevanta (korttids-)effekter, som trötthet och välbefinnande.

Kontrollerade studier av fysisk variation ger alltså, trots sina brister, en tydlig stimulans till att genomföra initiativ för ökad variation i arbetslivet, och resultat från strikt kontrollerade arbetsfysiologiska försök med hårt standardiserade belastningsförlopp har säkerligen legat bakom många av de idéer till förändring i det verkliga arbetslivet som studerats i forskningen och, kanske ännu viktigare, genomförts i praktiken utan att någonsin dokumenteras.

Om en förändring i arbetslivet som är tänkt att ge positiva effekter på trötthet och besvär genom en ökad fysisk variation ska vara effektiv är det naturligtvis en förutsättning att den faktiskt leder till mera variation. En helt dominerande andel av de studier vi presenterade i kapitel 7 om effekter av olika initiativ för ökad variation dokumenterar inte på något objektivt sätt att variationen faktiskt

påverkades. Författarna antar helt enkelt att så är fallet, eller bygger på sitt sunda förnuft. Detta är synnerligen anmärkningsvärt, och med en hård tolkning innebär det egentligen att vi inte vet om de eventuella effekter som observeras verkligen beror på förändringar i fysisk variation, eller om förändringsarbetet i grunden inte ledde till något resultat ens vad gäller individernas belastning. Omvänt har få av de studier som dokumenterar effekten på fysisk variation av att ändra arbetsuppgifter eller dess uppläggning över tid (kapitel 6) följt upp ändringarna genom studier av dess effekter på utfall som trötthet, prestationsförmåga och besvär. Där verkar forskarna anta att om belastningen ändras kommer även dess resultat att ändras, vilket naturligtvis inte nödvändigtvis är sant.

Samtliga studier av fysisk variation i arbetslivet och dess (kort-tids-)effekter rör variationen inom korta tidsfönster; typiskt inom en arbetsdag. Mycket få studier ägnar uppmärksamhet åt variationen mellan arbetsdagar, och inga alls tar upp hur den fysiska variationen utvecklar sig över veckor, månader eller år, vilket förmodligen är viktigt för den enskildes möjligheter att återhämta sig, till exempel från perioder av intensivt arbete. Uppföljningsperioden i de interventionsstudier om variation vi identifierade var kort; oftast i storleksordningen veckor. Det finns alltså inga studier som visar om till exempel utökade pauser eller jobbrotaion har några långtidseffekter på belastningsbesvär, och då naturligtvis än mindre om sådana effekter är positiva eller negativa.

Samtidigt får vi konstatera att de studier som ändå finns endast ger ett svagt vetenskapligt stöd för flera av de antaganden som enligt vår uppfattning råder i ergonomisk praktik. Ökat pausutrymme (inom de snäva gränser som sätts av produktionsvillkoren) har inte visats ha några påtagliga effekter, och utnyttjas kanske inte heller av alla anställda. Fördelningen av pauser över dagen verkar inte ha någon generell betydelse; vissa studier pekar på att kortare men mera frekventa pauser är bättre än långa och mera sällsynta; andra studier ger det motsatta resultatet. Och i inga av dessa fall är effekten av pauser särskilt uppenbar överhuvudtaget, vilket även var slutsatsen i en kunskapssammanställning som nyligen publicerades av en Nederländsk forskargrupp (Luger m.fl., 2014). Innehållet i pauserna verkar inte heller ha någon större betydelse, antingen det är vila, alternativ fysisk aktivitet eller mentala uppgifter. Jobbrotaion har inte på något övertygande sätt dokumenterats ha effekter på trötthet och besvär; vi delar den uppfattningen med en annan översiktsartikel av nederländska forskare (Leider m.fl., 2015a).

Vi vill förtydliga att dessa föga uppmuntrande resultat om effek-

ten av fysisk variation inte är liktydiga med att initiativ för ökad variation inte kan ge positiva resultat. Att så är fallet framgår otvetydigt av idrotts- och folkhälsovetenskapen: bättre hälsa och ökad fysisk kapacitet kan uppnås med en klok uppläggning av växlingar mellan träning och återhämtning. Vi vet att otillräcklig variation är negativt för hälsa och välbefinnande, men forskningen har alltså ännu inte lyckats komma underfund med hur en effektiv intervention för ökad variation skulle se ut i arbetslivet. Idrotts- och träningsfysiologin pekar på att positiva effekter uppnås genom intensiv belastning under korta perioder – åtminstone i jämförelse med en arbetsdag – efterföljt av en lång period av återhämtning, och det är en relevant fråga för forskningen i vilken mån ett sådant mönster kan anpassas till villkoren i ett produktivt arbetsliv. Vilka uppgifter skulle kunna ingå i en effektiv kombination som verkligen leder till ökad variation i belastning, och som även har positiva effekter på kort och långt sikt? Vilka är de optimala tidsförloppen av växlingar mellan dessa olika uppgifter i både korta (timmar, dagar) och längre (veckor, månader, år) tidsperspektiv? Frågor av denna typ kan med fördel besvaras både genom kontrollerade experiment där man till exempel kan avfärda vissa idéer och få stöd för att fortsätta med andra, och genom interventionsstudier i arbetslivet, med de svårigheter i genomförande och tolkning som de oundvikligen innebär (Silverstein & Clark, 2004, Westgaard & Winkel, 1997). Samtidigt utvecklas forskningsmöjligheterna snabbt, med nya, kreativa studieupplägg (Schelvis m.fl., 2015) och nya tekniska möjligheter för insamling av mätdata över långa perioder (Skotte m.fl., 2014). Vi vill särskilt peka på behovet av studier av ändrade arbetsfördelningar på en organisatorisk nivå, där till exempel en fullständig eller partiell jobbrotation dokumenteras och följs upp för samtliga berörda individer och inte enbart de som jobbrotationen är tänkt att hjälpa; och där det även finns en kontrollgrupp som inte genomgår samma organisationsförändringar. En intressant vinkling av en sådan forskning rör i vilken grad företag och organisationer i dagens arbetsliv överhuvudtaget kan erbjuda arbetsuppgifter som lämpar sig för en effektiv jobbrotation, eller om outsourcing och nischning inneburit att tillräcklig diversitet mellan arbetsuppgifter inte finns inom den egna organisationen. I så fall måste man vidga vyerna och undersöka möjligheter att korsa arbete mellan olika företag och branscher; till exempel kombinera arbete i vården och på callcenter.

I boken *Arbetslivsfysiologi* av Toomingas med flera reflekterar författarna i ett avslutande och framåtskådande kapitel över vilket yrke som på ett optimalt sätt representerar en fysiskt och mentalt

omväxlande arbetsbelastning och en god autonomi att lägga upp arbetsdagen – och därmed dess mönster av belastning och återhämtning – enligt egna behov (Toomingas m.fl., 2008). Författarna kommer fram till att fastighetsskötare är ett sådant idealyrke. Även om detta naturligtvis är tänkt som ett illustrativt exempel kan vi – med de förbehåll för bristfälligt vetenskapligt stöd som hela denna kunskapssammanställning andas – ansluta oss till en tro på att rätt förlopp av belastning över tid, dvs. rätt fysisk variation, är en nyckel till ett hållbart liv i arbete för den enskilde, och därmed även till fördel för arbetslivet i stort. Vi finner att den befintliga forskningen åtminstone inte talar *mot* att så är fallet.

Med försiktighet vågar vi gå så långt som till att inspirera arbetslivet och de aktörer som har inflytande på arbetets uppläggning till att tänka i termer av en "belastningscirkel", enligt samma tänk som en klassisk kostcirkel: undvik vissa belastningar som är skadliga eller uttröttande i sig, oavsett vad de kombineras med, och sätt i övrigt samman arbetet av rätt proportioner av arbetsuppgifter med en god diversitet; både i termer av låga, respektive lagom höga belastningar, och i termer av olika arbetsställningar; kanske då med större proportioner av ganska låga belastningar, men absolut med en representation även av de lagom höga (Straker & Mathiassen, 2009). Däremot kan och vill vi inte mot bakgrund av den befintliga forskningen ge några konkreta, mera explicita råd om vilka arbetsuppgifter som bäst kan kombineras med andra, eller hur det optimala tidsmönstret av omväxling ser ut, på en skala från mycket sällsynta växlingar, där belastningen brister på variation i långa perioder, till allt för snabba växlingar, där arbetet blir ryckigt. Vi vill uppmana till att man experimenterar med detta inom olika branscher, eftersom svaret sannolikt beror på vilket utrymme som finns för omväxling, och på de villkor som i övrigt råder i branschen, till exempel vad gäller bemanning och arbetstempo. Forskningen ger inte heller några fingervisningar om på vilket sätt genusaspekter eventuellt kan uppträda i relation till fysisk variation, utöver den ojämnställda fördelning av arbetsuppgifter som typiskt uppträder mellan kvinnor och män enligt vår tidigare kunskapssammanställning (Lewis & Mathiassen, 2013). Den grundar sig enligt vår uppfattning fram för allt på attityder, och vi ser inga biologiska hinder för att kvinnor till exempel kan gå in i en jobbrotaion på samma villkor som män. Vi vill gärna i den delen uppmana till att se jämställdhetsfrågan som en del av en större jämlikhetsfråga, som handlar om allas lika möjlighet att få ett arbete som motsvarar hennes möjligheter, begränsningar och önskemål.

9. Kort sagt om hela kunskapssammanställningen

- Mera variation i fysisk belastning anses både av forskare och praktiker vara en effektiv åtgärd mot trötthet och belastningsbesvär i yrken som präglas av repetitiva rörelser och bundna arbetsställningar. Endast ungefär hälften av sysselsatta i Sverige anser att de har ett omväxlande arbete.
- "Variation" i fysisk belastning definieras som belastningens förändring över tid.
- Det finns tre grundläggande aspekter av variation: *hur mycket* belastningen ändras över tid, *hur ofta* den ändras, och i vilket omfattning *likadana* sekvenser av belastning återkommer under arbetet. Dessa aspekter kan förändras oberoende av varandra.
- "Diversitet" definieras som graden av skillnad i belastning mellan olika självständiga enheter, till exempel arbetsuppgifter eller personer. Om en kombination av arbetsuppgifter ska leda till ökad variation måste uppgifterna skilja sig tydligt åt i belastningsnivå.
- Arbetsfysiologiska studier visar övertygande att variation i fysisk belastning är viktig för trötthetsutveckling och återhämtning.
- Tidsförloppet av växlingar mellan perioder av belastning och perioder av återhämtning är troligen viktigare för trötthetsutveckling och besvär än storleken av belastningen i sig.
- Den fysiska variationen i ett arbete (jobb) som består av flera arbetsuppgifter kan påverkas på tre olika sätt: genom en ändring av innehåll eller villkor i de enskilda arbetsuppgifterna, genom en ändrad uppläggning över tid av de olika arbetsuppgifterna, och genom att tillföra nya arbetsuppgifter.
- Det finns endast få studier av fysisk variation i enskilda arbetsuppgifter och hur den påverkas av utrustning, arbetsinnehåll och arbetsmönster. Antalet studier av effekterna på trötthet och besvär av sådana initiativ är också begränsat; studierna handlar främst om pauser från produktivt arbete och de dokumenterar mycket sällan om det faktiskt hänt något med variationen.
- Det finns en brist på kunskap om nivå och variation i fysisk belastning i olika yrken och arbetsuppgifter. Tillgång till sådan information är nödvändig för att i förhand kunna uppskatta hur den fysiska variationen påverkas av att kombinera olika arbetsuppgifter.

- De få studier som finns om en ändrad fördelning över tid av befintliga arbetsuppgifter handlar även de till en helt övervägande del om pauser i arbetet: effekten av en ökad total paustid eller en ändrad fördelning av pauserna över arbetsdagen. Inget av dessa initiativ verkar ha någon påtaglig effekt på trötthet eller besvär. Det saknas alltså studier av ändrade fördelningar över tid av individens befintliga produktiva arbetsuppgifter.
- I en lyckad arbetsväxling fördelas den totala fysiska variationen som finns i ett arbetssystem på ett sätt så att belastningen varierar mycket inom individer och endast litet mellan individer. Däremot kan man inte förvänta sig att den genomsnittliga belastningsnivån ändras för de individer som arbetar i systemet, och det är inte heller syftet med växlingen.
- Det finns mycket få studier som faktiskt dokumenterar hur den fysiska variationen för den enskilde påverkas av en arbetsväxling eller en arbetsutvidgning, även om just detta oftast är främsta syftet med dessa initiativ.
- De studier som finns av arbetsväxling och arbetsutvidgning ger överlag inget tydligt stöd för att dessa initiativ leder till minskad trötthet och besvär. Dessutom är studierna allmänt av en diskutabel vetenskaplig kvalitet, har korta uppföljningsperioder och redovisar inte utfallet för samtliga de individer som är indragna i de studerade omorganisationerna.
- Det saknas överlag väldesignade studier av praktiskt relevanta initiativ som genom att ändra arbetets innehåll eller uppläggning över tid försöker skapa en ökad variation i fysisk belastning, och som både dokumenterar effekten på den fysiska belastningen och de utfall på kort och långt sikt som följer på interventionen.
- Det saknas även studier av om sådana initiativ, till exempel ändrade arbetsstationer eller arbetsväxling, kommer alla arbetstagare till nytta eller om vissa grupper, som kvinnor, äldre och invandrare, diskrimineras då arbetet skapas om.
- Forskningen kan alltså inte i dag ge svar på några av de mest grundläggande frågorna om variation i fysisk arbetsbelastning i en praktisk verklighet. Vilka arbetsuppgifter kan ingå i en effektiv kombination som verkligen leder till ökad variation i belastning, och som även har positiva effekter på kort och långt sikt? Vilka är de optimala tidsförloppen av växlingar mellan dessa olika uppgifter i både korta (timmar, dagar) och längre (veckor, månader, år) tidsperspektiv?

10. Physical variation at work and musculoskeletal disorders – summary in English

- More variation in physical workload is considered both by researchers and practitioners to be an effective intervention against fatigue and musculoskeletal disorders in jobs characterized by repetitive movements and constrained postures.
- “Variation” in physical workload can be defined as the change in exposure across time.
- Three basic aspects of variation can be identified: *how much* load changes across time, *how often* it changes, and to which extent *similar* sequences of load occur during work. These three aspects can change independent of one another.
- “Diversity” can be defined as the extent to which exposure entities differ. Entities may, for instance, refer to work tasks or individuals. Combining work tasks will lead to increased variation only if the tasks differ considerably in physical work load.
- Studies in work physiology clearly show that variation in physical workload has a significant influence on fatigue and recovery.
- The time-line of changes between periods of “high” workload and periods of recovery is probably more important in determining the development of fatigue and disorders than the load level *per se*.
- Physical variation in a job comprising several tasks can be manipulated in three different ways: by changing the contents or conditions in individual tasks, by changing the time-line and proportions of tasks relative to each other, and by adding new tasks to the job.
- Few studies are available of physical variation in individual tasks and how it is affected by equipment, task contents, and conditions when performing the task. Studies of the effectiveness of such initiatives on fatigue and disorders are also few; they mainly deal with the effects of breaks from productive work and very rarely document whether anything actually happened to physical variation.
- There is a need for more knowledge on the level *and* variation of physical workload in different jobs and tasks. This information is

a necessary requirement when predicting the effect on physical variation of combining tasks.

- Few studies deal with a changed distribution across time of different tasks, and they almost all consider breaks in productive work: the effect of increased break allowances or a changed distribution of breaks across the workday. None of these initiatives appear to have any particular effect on fatigue or discomfort. There is a lack of studies devoted to redistribution of an individual's current productive tasks.
- A successful job rotation distributes total physical variation in a work system so that physical loads vary more *within* individuals and less *between* individuals. The average load level cannot, however, be expected to change for individuals working in the system, and this is not either the purpose of the job rotation.
- Very few studies actually document how much physical variation changes for an individual taking part in a job rotation or job enlargement, even though this is most often the major purpose of those initiatives.
- Available studies on job rotation and job enlargement do not give any firm support for these initiatives leading to less fatigue and disorders. The studies are, in general, of a limited scientific quality, they have short follow-up periods, and they do not show the outcome for all individuals being part of reorganisations.
- There is a need for more studies of practically relevant initiatives devoted to creating increased physical variation by changing the contents of work or its temporal structure. The studies should document effects on the physical work load as well as on the short- and long-term outcomes of interest.
- There is also a need for studies addressing whether such initiatives, for instance job rotation, will benefit all employees, or whether particular groups, such as females, elderly or immigrants, are discriminated when tasks are reconfigured or redistributed among individuals.
- Thus, as of to-day, research cannot answer some of the basic questions about physical variation at work. Which tasks can be effectively combined into a job with increased variation so that both long- and short-term outcomes will be beneficial? What is the optimal temporal structure of changes between such tasks in a short (hours, days) and long (weeks, months, years) perspective?

Referenser

- ANTON, D., COOK, T. M., ROSECRANCE, J. C. & MERLINO, L. A. (2003) Method for quantitatively assessing physical risk factors during variable noncyclic work. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 29, 354–362.
- APTEL, M., CAIL, F., GERLING, A. & LOUIS, O. (2008) Proposal of parameters to implement a workstation rotation system to protect against MSDs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38, 900–909.
- ARBETSMILJÖVERKET (2012) *Belastningsergonomi. AFS 2012:2*, Stockholm, Arbetsmiljöverket.
- ARBETSMILJÖVERKET (2014a) *Arbetsmiljön 2013; Arbetsmiljöstatistik Rapport 2014:3*, Stockholm, Arbetsmiljöverket.
- ARBETSMILJÖVERKET (2014b) *Arbetsorsakade besvär 2014. Arbetsmiljöstatistik Rapport 2014:4*, Stockholm, Arbetsmiljöverket.
- ARBETSMILJÖVERKET (2015a) *Bra arbetsmiljö på callcenter. ADI 607*, Stockholm, Arbetsmiljöverket.
- ARBETSMILJÖVERKET (2015b) *Repetitivt arbete ska minska. ADI 669*, Stockholm, Arbetsmiljöverket.
- ARVIDSSON, I., AXMON, A. & SKERFVING, S. (2008) A follow-up study of musculoskeletal disorders 20 months after introduction of a mouse-based computer system *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 34, 374–380.
- ARVIDSSON, I., BALOGH, I., HANSSON, G. A., OHLSSON, K., ÅKESSON, I. & NORDANDER, C. (2012) Rationalization in meat cutting – consequences on physical workload. *Applied Ergonomics*, 43, 1026–1032.
- ARVIDSSON, I., HANSSON, G.-Å., MATHIASSEN, S. E. & SKERFVING, S. (2006) Changes in physical workload with implementation of mouse-based information technology in air traffic control. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 613–622.
- BALCI, R. & AGHAZADEH, F. (2003) The effect of work-rest schedules and type of task on the discomfort and performance of VDT users. *Ergonomics*, 46, 455–465.
- BALCI, R. & AGHAZADEH, F. (2004) Effects of exercise breaks on performance, muscular load, and perceived discomfort in data entry and cognitive tasks. *Computers & Industrial Engineering* 46, 399–411.
- BALOGH, I., OHLSSON, K., HANSSON, G., T., E. & SKERFVING, S. (2006) Increasing the degree of automation in a production system: Consequences for the physical workload. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36 353–365.
- BAO, S., KAPELLUSCH, J. M., MERRYWEATHER, A. S., THIESE, M. S., GARG, A., HEGMANN, K. T. & SILVERSTEIN, B. A. (2015) Relationships between job organisational factors, biomechanical and psychosocial exposures. *Ergonomics*, ePub ahead of print.
- BAO, S., MATHIASSEN, S. E. & WINKEL, J. (1996) Ergonomic effects of a management-based rationalization in assembly work – a case study. *Applied Ergonomics*, 27, 89–99.

- BARBE, M. F. & BARR, A. E. (2006) Inflammation and the pathophysiology of work-related musculoskeletal disorders. *Brain, Behavior, and Immunity*, 20, 423–429.
- BARBIERI, D. F., SRINIVASAN, D., MATHIASSEN, S. E., NOGUEIRA, H. & DE OLIVEIRA, A. B. (2015) The ability of non-computer tasks to increase bio-mechanical exposure variability in computer-intensive office work. *Ergonomics*, 58, 50–64.
- BECHTOLD, S. E., JANARO, R. E. & DEWITT, L. S. (1984) Maximization of labor productivity through optimal rest-break schedules. *Management Science*, 30, 1442–1458.
- BENACH, J., VIVES, A., AMABLE, M., VANROELEN, C., TARAFIA, G. & MUNTANER, C. (2014) Precarious employment: understanding an emerging social determinant of health. *Annual Review of Public Health*, 35, 229–253.
- BEYNON, C., BURKE, J., DORAN, D. & NEVILL, A. (2000) Effects of activity-rest schedules on physiological strain and spinal load in hospital-based porters. *Ergonomics*, 43, 1763–1770.
- BJÖRKSTÉN, M. & JONSSON, B. (1977) Endurance limit of force in long-term intermittent static contractions. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 3, 23–27.
- BOSCH, T., MATHIASSEN, S. E., VISSER, B., DE LOOZE, M. P. & VAN DIEEN, J. H. (2011) The effect of work pace on workload, motor variability and fatigue during simulated light assembly work. *Ergonomics*, 54, 154–168.
- BOUCSEIN, W. & THUM, M. (1997) Design of work/rest schedules for computer work based on psychophysiological recovery measures. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20, 51–57.
- CARNAHAN, B. J., REDFERN, M. S. & NORMAN, B. (2000) Designing safe job rotation schedules using optimization and heuristic search. *Ergonomics*, 43, 543–560.
- CHANG, C. H., JOHNSON, P. W. & DENNERLEIN, J. T. (2008) A wide range of activity duration cutoffs provided unbiased estimates of exposure to computer use. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 5, 790–796.
- CHAU, J., VAN DER PLOEG, H. P., VAN UFFELEN, J., WONG, J., RIPHAGEN, I. & HEALY, G. N. (2010) Are workplace interventions to reduce sitting effective? A systematic review. *Preventive Medicine*, 51, 352–356.
- CHESHMEHGAZ, H. R., HARON, H., KAZEMIPOUR, F. & DESA, M. I. (2012) Accumulated risk of body postures in assembly line balancing problem and modeling through a multi-criteria fuzzy-genetic algorithm. *Comp Ind Eng*, 63, 503–512.
- CHRISTENSEN, H., SØGAARD, K., PILEGAARD, M. & OLSEN, H. B. (2000) The importance of the work/rest pattern as a risk factor in repetitive monotonous work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25, 367–373.
- CHRISTMANSSON, M., FRIDEN, J. & SOLLERMAN, C. (1999) Task design, psycho-social work climate and upper extremity pain disorders – effects of an organisational redesign on manual repetitive assembly jobs. *Appl Ergon*, 30, 463–472.
- CICCARELLI, M., STRAKER, L., MATHIASSEN, S. E. & POLLOCK, C. (2013) Variation in muscle activity among office workers when using different information technologies at work and away from work. *Human Factors*, 55, 911–923.

- CICCARELLI, M., STRAKER, L., MATHIASSEN, S. E. & POLLOCK, C. (2014) Posture variation among office workers when using different information and communication technologies at work and away-from-work. *Ergonomics*, 57, 1678–1686.
- COLOMBINI, D. (1998) An observational method for classifying exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics*, 41, 1261–1289.
- COMMISSARIS, D. A. C. M., HUYSMANS, M. A., MATHIASSEN, S. E., SRINIVASAN, D., KOPPEL, L. L. J. & HENDRIKSEN, I. J. M. (2015) Interventions to reduce sedentary behavior and increase physical activity during productive work; a systematic review. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, ePub ahead of print, DOI: 10.5271/sjweh.3544
- CÔTÉ, J. N. (2012) A critical review on physical factors and functional characteristics that may explain a sex/gender difference in work-related neck/shoulder disorders. *Ergonomics*, 55, 173–182.
- CÔTÉ, P., VAN DER VELDE, G., CASSIDY, J. D., CARROLL, L. J., HOGG-JOHNSON, S., HOLM, L. W., CARRAGEE, E. J., HALDEMAN, S., NORDIN, M., HURWITZ, E. L., GUZMAN, J., PELOSO, P. M. & BONE AND JOINT DECADE 2000–2010 TASK FORCE ON NECK PAIN AND ITS ASSOCIATED DISORDERS (2008) The burden and determinants of neck pain in workers: results of the Bone and Joint Decade 2000–2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *Spine*, 33 (4 suppl), S60–S74.
- CRENSHAW, A. G., DJUPSJÖBACKA, M. & SVEDMARK, A. (2006) Oxygenation, EMG and position sense during computer mouse work. Impact of active versus passive pauses. *European Journal of Applied Physiology*, 97, 59–67.
- CUDLIP, A. C., CALLAGHAN, J. P. & DICKERSON, C. R. (2015) Effects of sitting and standing on upper extremity physical exposures in materials handling tasks. *Ergonomics*, ePub ahead of print.
- DABABNEH, A. J., SWANSON, N. & SHELL, R. L. (2001) Impact of added rest breaks on the productivity and well being of workers. *Ergonomics*, 44, 164–174.
- DAVIS, K. & JORGENSEN, M. (2005) Ergonomics. Pros and cons of job rotation as a means of reducing injury costs. *J Occup Environ Hyg*, 2, D1–D3.
- DE LOOZE, M. P., BOSCH, T. & VAN DIEËN, J. (2009) Manifestations of shoulder fatigue in prolonged activities involving low-force contractions. *Ergonomics*, 52, 428–437.
- DELISLE, A., IMBEAU, D., SANTOS, B., PLAMONDON, A. & MONTPETIT, Y. (2004) Left-handed versus right-handed computer mouse use: effect on upper-extremity posture. *Applied Ergonomics*, 35, 21–28.
- DEMPSEY, P. G., MATHIASSEN, S. E., JACKSON, J. A. & O'BRIEN, N. V. (2010) Influence of three principles of pacing on the temporal organization of work during cyclic assembly and disassembly tasks. *Ergonomics*, 53, 1347–1358.
- DIEGO-MAS, J. A., ASENSIO-CUESTA, S., SANCHEZ-ROMERO, M. A. & ARTACHO-RAMIREZ, M. A. (2009) A multi-criteria genetic algorithm for the generation of job rotation schedules. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39, 23–33.
- ESCORPIZO, R. S. & MOORE, A. E. (2007) The effects of cycle time on the physical demands of a repetitive pick-and-place task. *Applied Ergonomics*, 38, 609–615.
- FALLA, D. & FARINA, D. (2007) Periodic increases in force during sustained contraction reduce fatigue and facilitate spatial redistribution of trapezius muscle activity. *Experimental Brain Research*, 182, 99–107.

- FAUCETT, J., MEYERS, J., MILES, J., JANOWITZ, I. & FATHALLAH, F. (2007) Rest break interventions in stoop labor tasks. *Applied Ergonomics*, 38, 219–226.
- FERNSTRÖM, E. A. C. & ÅBORG, C. M. (1999) Alterations in shoulder muscle activity due to changes in data entry organisation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23, 231–240.
- FETHKE, N. B., GANT, L. C. & GERR, F. (2011) Comparison of biomechanical loading during use of conventional stud welding equipment and an alternate system. *Applied Ergonomics*, 42, 725–734.
- FINSEN, L., CHRISTENSEN, H. & BAKKE, M. (1998) Musculoskeletal disorders among dentists and variation in dental work. *Applied Ergonomics*, 29, 119–125.
- FISHERL, C. (1993) Boredom at work: A neglected concept. *Human Relations*, 46, 395–417.
- FJELLMAN-WIKLUND, A., GRIP, H., KARLSSON, J. S. & SUNDELIN, G. (2004) EMG trapezius muscle activity patterns in string players: Part I – is there variability in the playing technique? *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33, 347–356.
- FORSMAN, M., KADEFORS, R., ZHANG, Q., BIRCH, L. & PALMERUD, G. (1999) Motor-unit recruitment in the trapezius muscle during arm movements and in VDU precision work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 619–630.
- FRAZER, M. B., NORMAN, R. W., WELLS, R. P. & NEUMANN, P. W. (2003) The effects of job rotation on the risk of reporting low back pain. *Ergonomics*, 46, 904–919.
- FREDRIKSSON, K., BILDT, C., HÄGG, G. & KILBOM, A. (2001) The impact on musculoskeletal disorders of changing physical and psychosocial work environment conditions in the automobile industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 28, 31–45.
- GALINSKY, T., SWANSON, N., SAUTER, S., DUNKIN, R., HURRELL, J. & SCHLEIFER, L. (2007) Supplementary breaks and stretching exercises for data entry operators: a follow-up field study. *American Journal of Industrial Medicine*, 50, 519–527.
- GALINSKY, T. L., SWANSON, N. G., SAUTER, S. L., HURRELL, J. J. & SCHLEIFER, L. M. (2000) A field study of supplementary rest breaks for data-entry operators. *Ergonomics*, 43, 622–638.
- GAUDART, C. (2000) Conditions for maintaining ageing operators at work – a case study conducted at an automobile manufacturing plant. *Applied Ergonomics*, 31, 453–462.
- GENAIDY, A. M., DELGADO, E. & BUSTOS, T. (1995) Active microbreak effects on musculoskeletal comfort ratings in meatpacking plants. *Ergonomics*, 38, 326–336.
- GUIMARAES, L. B., ANZANELLO, M. J. & RENNER, J. S. (2012) A learning curve-based method to implement multifunctional work teams in the Brazilian footwear sector. *Applied Ergonomics*, 43, 541–547.
- HAGBERG, M. (1992) Exposure variables in ergonomic epidemiology. *American Journal of Industrial Medicine*, 21, 91–100.
- HAGBERG, M. & SUNDELIN, G. (1986) Discomfort and load on the upper trapezius muscle when operating a wordprocessor. *Ergonomics*, 29, 1637–1645.

- HANSSON, G.-Å., ARVIDSSON, I., OHLSSON, K., NORDANDER, C., MATHIASSEN, S. E., SKERFVING, S. & BALOGH, I. (2006) Precision of measurements of physical workload during standardised manual handling. Part II: Inclinometry of head, upper back, neck and upper arms. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16, 125–136.
- HANSSON, G.-Å., BALOGH, I., OHLSSON, K., GRANQVIST, L., NORDANDER, C., ARVIDSSON, I., ÅKESSON, I., UNGE, J., RITTNER, R., STRÖMBERG, U. & SKERFVING, S. (2010) Physical workload in various types of work: Part II. Neck, shoulder and upper arm. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40, 267–281.
- HEILSKOV-HANSEN, T., SVENDSEN, S. W., THOMSEN, J. F., MIKKELSEN, S. & HANSSON, G.-Å. (2014) Sex differences in task distribution and task exposures among danish house painters: an observational study combining questionnaire data with biomechanical measurements. *PLoS One*, 9, e110899.
- HENNING, R. A., BOPP, M. I., TUCKER, K. M., KNOPH, R. D. & AHLGREN, J. (1997a) Team-managed rest breaks during computer-supported cooperative work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20, 19–29.
- HENNING, R. A., CALLAGHAN, E. A., ORTEGA, A. M., KISSEL, G. V., GUTTMAN, J. I. & BRAUN, H. A. (1996) Continuous feedback to promote self-management of rest breaks during computer use. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18, 71–82.
- HENNING, R. A., JACQUES, P., KISSEL, G. V., SULLIVAN, A. B. & ALTERAS-WEBB, S. M. (1997b) Frequent short rest breaks from computer work: effects on productivity and well-being at two field sites. *Ergonomics*, 40, 78–91.
- HENNING, R. A., KISSEL, G. V. & MAYNARD, D. C. (1994) Compensatory rest breaks for VDT operators. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14, 243–249.
- HENNING, R. A., SAUTER, S. L., SALVENDY, G. & KREIG, E. F. (1989) Microbreak length, performance, and stress in a data entry task. *Ergonomics*, 32, 855–864.
- HINNEN, U., LÄUBLI, T., GUGGENBÜHL, U. & KRUEGER, H. (1992) Design of check-out systems including laser scanners for sitting work posture. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 18, 186–194.
- HORTON, L. M., NUSSBAUM, M. A. & AGNEW, M. J. (2012) Effects of rotation frequency and task order on localised muscle fatigue and performance during repetitive static shoulder exertions. *Ergonomics*, 55, 1205–1217.
- HOWARTH, S. J., BEACH, T. A., PEARSON, A. J. & CALLAGHAN, J. P. (2009) Using sitting as a component of job rotation strategies: are lifting/lowering kinetics and kinematics altered following prolonged sitting. *Applied Ergonomics*, 40, 433–439.
- HÄGG, G. M. (1991) Static work loads and occupational myalgia – a new explanation model. IN ANDERSON, P. A., HOBART, D. J. & DAINOFF, J. V. (Eds.) *Electromyographical Kinesiology*. Amsterdam, Elsevier.
- IJMKER, S., HUYSMANS, M. A., VAN DER BEEK, A. J., KNOL, D. L., VAN MECHELEN, W., BONGERS, P. M. & BLATTER, B. M. (2011) Software-recorded and self-reported duration of computer use in relation to the onset of severe arm-wrist-hand pain and neck-shoulder pain. *Occupational and Environmental Medicine*, 68, 502–509.
- JAREBRANT, C., WINKEL, J., JOHANSSON HANSE, J., MATHIASSEN, S. E. & ÖJMERTZ, B. (2015) ErgoVSM – A tool for integrating Value Stream Mapping and ergonomics in manufacturing. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, ePub ahead of print, DOI 10.1002/hfm.20622.

- JONKER, D., ROLANDER, B., BALOGH, I., SANDSJÖ, L., EKBERG, K. & WINKEL, J. (2011) Mechanical exposure among general practice dentists in Sweden and possible implications of rationalisation. *Ergonomics*, 54, 953–960.
- JONSSON, B. (1988a) Electromyographic studies of job rotation. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 14 Suppl 1, 108–109.
- JONSSON, B. (1988b) The static load component in muscle work. *European Journal of Applied Physiology*, 57, 305–310.
- JORGENSEN, M., DAVIS, K., KOTOWSKI, S., AEDLA, P. & DUNNING, K. (2005) Characteristics of job rotation in the Midwest US manufacturing sector. *Ergonomics*, 48, 1721–1733.
- JÄRVI, M. & UUSITALO, T. (2004) Job rotation in nursing: a study of job rotation among nursing personnel from the literature and via a questionnaire. *Journal of Nursing Management*, 12, 337–347.
- KARAKOLIS, T. & CALLAGHAN, J. P. (2014) The impact of sit-stand office workstations on worker discomfort and productivity: A review. *Applied Ergonomics*, 45, 799–806.
- KILBOM, Å. (1994) Repetitive work of the upper extremity: Part II – the scientific basis (knowledge base) for the guide. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14, 59–86.
- KILBOM, Å. & PERSSON, J. (1987) Work technique and its consequences for musculoskeletal disorders. *Ergonomics*, 30, 273–279.
- KONZ, S. (1998) Work/rest: part II – The scientific basis (knowledge base) for the guide. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 22, 73–99.
- KUIJER, P. P., DE VRIES, W. H., VAN DER BEEK, A. J., VAN DIEËN, J. H., VISSER, B. & FRINGS-DRESEN, M. H. W. (2004) Effects of job rotation on work demands, workload, and recovery of refuse truck drivers and collectors. *Human Factors*, 46, 437–448.
- KUIJER, P. P., VAN DER BEEK, A. J., VAN DIEËN, J. H., VISSER, B. & FRINGS-DRESEN, M. H. (2005) Effect of job rotation on need for recovery, musculoskeletal complaints, and sick leave due to musculoskeletal complaints: a prospective study among refuse collectors. *American Journal of Industrial Medicine*, 47, 394–402.
- KUIJER, P. P., VISSER, B. & KEMPER, H. C. (1999) Job rotation as a factor in reducing physical workload at a refuse collecting department. *Ergonomics*, 42, 1167–1178.
- LARSEN, M. K., SAMANI, A., MADELEINE, P., OLSEN, H. B., SØGAARD, K. & HOLTERMANN, A. (2009) Short-term effects of implemented high intensity shoulder elevation during computer work. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 10, 101.
- LEIDER, P. C., BOSCHMAN, J. S., FRINGS-DRESEN, M. H. W. & VAN DER MOLEN, H. F. (2015a) Effects of job rotation on musculoskeletal complaints and related work exposures: a systematic literature review. *Ergonomics*, 58, 18–32.
- LEIDER, P. C., BOSCHMAN, J. S., FRINGS-DRESEN, M. H. W. & VAN DER MOLEN, H. F. (2015b) When is job rotation perceived useful and easy to use to prevent work-related musculoskeletal complaints? *Applied Ergonomics*, 51, 205–210.
- LEWIS, C. & MATHIASSEN, S. E. (2013) *Belastning, genus och hälsa i arbetslivet. Rapport 2013:9*, Stockholm, Arbetsmiljöverket.
- LIKER, J. K. (2004) *The Toyota Way: fourteen management principles from the world's greatest manufacturer*, New York, McGraw-Hill.

- LIN, J. H., MCGORRY, R. W. & MAIKALA, R. V. (2012) The effects of joint torque, pace and work:rest ratio on powered hand tool operations. *Ergonomics*, 55, 361–370.
- LUGER, T., BOSCH, T., HOOZEMANS, M., DE LOOZE, M. P. & VEEGER, D. (2015) Task variation during simulated, repetitive, lowintensity work – influence on manifestation of shoulder muscle fatigue, perceived discomfort and upper-body postures. *Ergonomics*, ePub ahead of print.
- LUGER, T., BOSCH, T., VEEGER, D. & DE LOOZE, M. P. (2014) The influence of task variation on manifestation of fatigue is ambiguous – a literature review. *Ergonomics*, 57, 162–174.
- LUTHMAN, G., BOHLIN, H. & WIKLUND, A. (1990) *MTM i Sverige 1950–1990, teknik och praktik*. Stockholm, Sveriges Rationaliseringsförbund.
- MADELEINE, P. (2010) On functional motor adaptations: from the quantification of motor strategies to the prevention of musculoskeletal disorders in the neck-shoulder region. *Acta Physiologica (Oxford)*, 199 Suppl 679, 1–46.
- MATHIASSEN, S. E. (1993) The influence of exercise/rest-schedule on the physiological and psychophysical response to isometric shoulder-neck exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 67, 528–539.
- MATHIASSEN, S. E. (2006) Diversity and variation in biomechanical exposure: what is it, and why would we like to know? *Appl Ergon*, 37, 419–427.
- MATHIASSEN, S. E., BURDORF, A. & VAN DER BEEK, A. J. (2002) Statistical power and measurement allocation in ergonomic intervention studies assessing upper trapezius EMG amplitude. A case study of assembly work. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 12, 27–39.
- MATHIASSEN, S. E., BURDORF, A., VAN DER BEEK, A. J. & HANSSON, G.-Å. (2003a) Efficient one-day sampling of mechanical job exposure data – a study based on upper trapezius activity in cleaners and office workers. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 64, 196–211.
- MATHIASSEN, S. E., HALLMAN, D., LYSKOV, E. & HYGGE, S. (2014) Can cognitive activities during breaks in repetitive manual work accelerate recovery from fatigue? A controlled experiment. *PLoS One*, 9, e112090.
- MATHIASSEN, S. E., MÖLLER, T. & FORSMAN, M. (2003b) Variability in mechanical exposure within and between individuals performing a highly constrained industrial work task. *Ergonomics*, 46, 800–824.
- MATHIASSEN, S. E., NORDANDER, C., SVENDSEN, S. W., WELLMAN, H. M. & DEMPSEY, P. G. (2005) Task-based estimation of mechanical job exposure in occupational groups. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 31, 138–151.
- MATHIASSEN, S. E., WAHLSTRÖM, J. & FORSMAN, M. (2012) Bias and imprecision in posture percentile variables estimated from short exposure samples. *BMC Medical Research Methodology*, 12, 36.
- MATHIASSEN, S. E. & WINKEL, J. (1991) Quantifying variation in physical load using exposure-vs-time data. *Ergonomics*, 34, 1455–1468.
- MATHIASSEN, S. E. & WINKEL, J. (1992) Can occupational guidelines for work-rest schedules be based on endurance time data? *Ergonomics*, 35, 253–259.
- MATHIASSEN, S. E. & WINKEL, J. (1996) Physiologic comparison of three interventions in light assembly work: reduced work pace, increased break allowance and shortened working days. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 68, 94–108.

- MCDONALD, A. C. & KEIR, P. J. (2015) The response of the shoulder complex to repetitive work: Implications for workplace design. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 43, 21–32.
- MCDONALD, A. C., TSE, C. T. F. & KEIR, P. J. (2015) Adaptations to isolated shoulder fatigue during simulated repetitive work. Part II: Recovery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, ePub ahead of print.
- MCEWEN, B. S. (1998) Stress, adaptation, and disease. Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 840, 33–44.
- MCLEAN, L., TINGLEY, M., SCOTT, R. N. & RICKARDS, J. (2001) Computer terminal work and the benefit of microbreaks. *Applied Ergonomics*, 32, 225–237.
- MITAL, A., BISHU, R. R. & MANJUNATH, S. G. (1991) Review and evaluation of techniques for determining fatigue allowances. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 8, 165–178.
- MORK, P. J. & WESTGAARD, R. H. (2005) Long-term electromyographic activity in upper trapezius and low back muscles of women with moderate physical activity. *Journal of Applied Physiology*, 99, 570–578.
- MÖLLER, T., MATHIASSEN, S. E., FRANZON, H. & KIHLEBERG, S. (2004) Job enlargement and mechanical exposure variability in cyclic assembly work. *Ergonomics*, 47, 19–40.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2001) *Musculoskeletal Disorders and the Workplace*. Washington DC, National Academies Press.
- NEUHAUS, M., EAKIN, E. G., STRAKER, L., OWEN, N., DUNSTAN, D. W., REID, N. & HEALY, G. N. (2014) Reducing occupational sedentary time: a systematic review and meta-analysis of evidence on activity-permissive workstations. *Obesity Reviews*, 15, 822–838.
- NORDANDER, C., HANSSON, G.-Å., RYLANDER, L., ASTERLAND, P., UNGE BYSTRÖM, J., OHLSSON, K., BALOGH, I. & SKERFVING, S. (2000) Muscular rest and gap frequency as EMG measures of physical exposure: the impact of work tasks and individual related factors. *Ergonomics*, 43, 1904–1919.
- NORDANDER, C., OHLSSON, K., BALOGH, I., RYLANDER, L., PÅLSSON, B. & SKERFVING, S. (1999) Fish processing work: the impact of two sex dependent exposure profiles on musculoskeletal health. *Occup Environ Med*, 56, 256–264.
- NORDANDER, C., OHLSSON, K., ÅKESSON, I., BALOGH, I., HANSSON, G.-Å., STRÖMBERG, U., RITTNER, R. & SKERFVING, S. (2009) Risk of musculoskeletal disorders among females and males in repetitive/constrained work. *Ergonomics*, 52, 1226–1239.
- OHLSSON, K., HANSSON, G.-Å., BALOGH, I., STRÖMBERG, U., PÅLSSON, B., NORDANDER, C., RYLANDER, L. & SKERFVING, S. (1994) Disorders of the neck and upper limbs in women in the fish processing industry. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 54, 826–832.
- ÓLAFSDÓTTIR, H. & RAFNSSON, V. (1998) Increase in musculoskeletal symptoms of upper limbs among women after introduction of the flow-line in fish-fillet plants. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 21, 69–77.
- PARASCHIV-IONESCU, A., PERRUCHOUD, C., BUCHSER, E. & AMINIAN, K. (2012) Barcoding human physical activity to assess chronic pain conditions. *PLoS One*, 7, e32239.

- PASCUAL, S. A., FRAZER, M. B. & WELLS, R. (2008) Mechanical exposure and musculoskeletal disorder risk at the production system level: A framework and application. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 18, 391–408.
- PRICE, A. D. F. (1990) Calculating relaxation allowances for construction operatives – part 2: local muscle fatigue. *Applied Ergonomics*, 21, 318–324.
- PUNNETT, L. & WEGMAN, D. H. (2004) Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 13–23.
- RAINA, S. M. & DICKERSON, C. R. (2009) The influence of job rotation and task order on muscle fatigue: a deltoid example. *Work*, 34, 205–213.
- RICHTER, J. M., MATHIASSEN, S. E., SLIJPER, H. P., OVER, E. A. & FRENS, M. A. (2009) Differences in muscle load between computer and non-computer work among office workers. *Ergonomics*, 52, 1540–1555.
- RISSEN, D., MELIN, B., SANDSJÖ, L., DOHNS, I. & LUNDBERG, U. (2002) Psychophysiological stress reactions, trapezius muscle activity, and neck and shoulder pain among female cashiers before and after introduction of job rotation. *Work and Stress*, 16, 127–137.
- ROHMERT, W. (1973) Problems in determining rest allowances. Part 1: Use of modern methods to evaluate stress and strain in static muscular work. *Applied Ergonomics*, 4, 91–95.
- ROHMERT, W. & LUCZAK, H. (1973) Ergonomische Untersuchung von Teilzeit-Schichtsystemen und Pausen bei informatorischer Arbeit. *Internationales Archiv für Arbeitsmedizin*, 31, 171–191.
- ROQUELAURE, Y., MECHALI, S., DANO, C., FANELLO, S., BENETTI, F., BUREAU, D., MARIEL, J., MARTIN, Y. H., DERRIENNIC, F. & PENNEAU-FONTBONNE, D. (1997) Occupational and personal risk factors for carpal tunnel syndrome in industrial workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 23, 364–369.
- ROSE, L. M., NEUMANN, P. W., HÄGG, G. M. & KENTTÄ, G. (2014) Fatigue and recovery during and after static loading. *Ergonomics*, 57, 1696–1710.
- SAMANI, A., HOLTERMANN, A., SØGAARD, K. & MADELEINE, P. (2009) Active pauses induce more variable electromyographic pattern of the trapezius muscle activity during computer work. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19, e430–e437.
- SBU (2012) *Arbetets betydelse för uppkomst av besvär och sjukdomar. Nacken och övre rörelseapparaten*. Stockholm, Statens beredning för medicinsk utvärdering.
- SCHELVIS, R. M. C., OUDE HENGEL, K. M., BURDORF, A., BLATTER, B. M., STRIJK, J. E. & VAN DER BEEK, A. J. (2015) Evaluation of occupational health interventions using a randomized controlled trial: challenges and alternative research designs. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 41, 491–503.
- SCHNEIDER, S., DAVIS, K. & JORGENSEN, M. (2005) Ergonomics. Pros and cons of job rotation as a means of reducing injury costs. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2, D1–D3.
- SHEAHAN, P. J., DIESBOURG, T. L. & FISCHER, S. L. (2016) The effect of rest break schedule on acute low back pain development in pain and non-pain developers during seated work. *Applied Ergonomics*, 53, 64–70.

- SIHVONEN, T., BASKIN, K. & HÄNNINEN, O. (1989) Neck-shoulder loading in wordprocessor use. Effect of learning, gymnastics and armsupports. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 61, 229–233.
- SILVERSTEIN, B. A. & CLARK, R. (2004) Interventions to reduce work-related musculoskeletal disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 135–152.
- SILVERSTEIN, B. A., FINE, L. J. & ARMSTRONG, T. J. (1986) Hand-wrist cumulative trauma disorders in industry. *British Journal of Industrial Medicine*, 43, 779–784.
- SILVERSTEIN, B. A., FINE, L. J. & ARMSTRONG, T. J. (1987) Occupational factors and carpal tunnel syndrome. *American Journal of Industrial Medicine*, 11, 343–358.
- SKOTTE, J., KORSHØJ, M., KRISTIANSEN, J., HANISCH, C. & HOLTERMANN, A. (2014) Detection of physical activity types using triaxial accelerometers. *Journal of Physical Activity & Health*, 11, 76–84.
- SLIJPER, H. P., RICHTER, J. M., SMEETS, J. B. & FRENS, M. A. (2007) The effects of pause software on the temporal characteristics of computer use. *Ergonomics*, 50, 178–191.
- SOLOVIEVA, S., VEHMAS, T., RIIHIMÄKI, H., TAKALA, E. P., MURTOMAA, H., LUOMA, K. & LEINO-ARJAS, P. (2006) Finger osteoarthritis and differences in dental work tasks. *Journal of Dental Research*, 85, 344–348.
- SRINIVASAN, D. & MATHIASSEN, S. E. (2012) Motor variability in occupational health and performance. *Clinical Biomechanics*, 27, 979–993.
- SRINIVASAN, D., MATHIASSEN, S. E., SAMANI, A. & MADELEINE, P. (2015a) The combined influence of task accuracy and pace on motor variability in a standardized repetitive precision task. *Ergonomics*, 58, 1388–1397.
- SRINIVASAN, D., MATHIASSEN, S. E., SAMANI, A. & MADELEINE, P. (2015b) Effects of concurrent physical and cognitive demands on arm movement kinematics in a repetitive upper-extremity precision task. *Human Movement Science*, 42, 89–99.
- SRINIVASAN, D., SAMANI, A., MATHIASSEN, S. E. & MADELEINE, P. (2015c) The size and structure of arm movement variability decreased with work pace in a standardized repetitive precision task. *Ergonomics*, 58, 128–139.
- STRAKER, L., BURGESS-LIMERICK, R., POLLOCK, C. & MASLEN, B. (2009) The influence of desk and display design on posture and muscle activity variability whilst performing information technology tasks. *Applied Ergonomics*, 40, 852–859.
- STRAKER, L. & MATHIASSEN, S. E. (2009) Increased physical work load in modern work – a necessity for better health and performance? *Ergonomics*, 52, 1215–1225.
- SUNDELIN, G. (1993) Patterns of electromyographic shoulder muscle fatigue during MTM-paced repetitive arm work with and without pauses. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 64, 485–493.
- SUNDELIN, G. & HAGBERG, M. (1989) The effects of different pause types on neck and shoulder EMG activity during VDU work. *Ergonomics*, 32, 527–537.
- TAKALA, E. P., PEHKONEN, I., FORSMAN, M., HANSSON, G.-Å., MATHIASSEN, S. E., NEUMANN, W. P., SJØGAARD, G., VEIERSTED, K. B., WESTGAARD, R. H. & WINKEL, J. (2010) Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 36, 3–24.
- THARMMAPHORNPHILAS, W. & NORMAN, B. A. (2004) A quantitative method for determining proper job rotation intervals. *Annals of Operations Research*, 128, 251–266.

- THORN, S., FORSMAN, M., ZHANG, Q. & TAODA, K. (2002) Low-threshold motor unit activity during a 1-h static contraction in the trapezius muscle. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30, 225–236.
- TIRLONI, A. S., DOS REIS, D. C., DOS SANTOS, J. B., REIS, P. F., BARBOSA, A. & MORO, A. R. (2012) Body discomfort in poultry slaughterhouse workers. *Work*, 41 Suppl 1, 2420–2425.
- TOOMINGAS, A., FORSMAN, M., MATHIASSEN, S. E., HEIDEN, M. & NILSSON, T. (2012) Variation between seated and standing/walking postures among male and female call centre operators. *BMC Public Health*, 12, 154.
- TOOMINGAS, A., MATHIASSEN, S. E. & WIGAEUS TORNQVIST, E. (2008) *Arbetslivsfysiologi*. Lund, Studentlitteratur.
- TRASK, C., MATHIASSEN, S. E., WAHLSTRÖM, J. & FORSMAN, M. (2014) Cost-efficient assessment of biomechanical exposure in occupational groups, exemplified by posture observation and inclinometry. *Scandinavia Journal of Work, Environment & Health*, 40, 252–265.
- TUCKER, P. (2003) The impact of rest breaks upon accident risk, fatigue and performance: a review. *Work & Stress*, 17, 123–137.
- TUDOR-LOCKE, C., SCHUNA JR, J. M., FRENHAM, L. J. & PROENCA, M. (2014) Changing the way we work: elevating energy expenditure with workstation alternatives. *International Journal of Obesity*, 38, 755–765.
- WAHLSTRÖM, J., MATHIASSEN, S. E., LIV, P., HEDLUND, P., FORSMAN, M. & AHLGREN, C. (2010) Upper arm postures and movements in female hairdressers across four full working days. *Annals of Occupational Hygiene*, 54, 584–594.
- VAN DEN HEUVEL, S. G., DE LOOZE, M. P., HILDEBRANDT, V. H. & THE, K. H. (2003) Effects of software programs stimulating regular breaks and exercises on work-related neck and upper-limb disorders. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 29, 106–116.
- VAN DER BEEK, A. J. & FRINGS-DRESEN, M. H. W. (1998) Assessment of mechanical exposure in ergonomic epidemiology. *Occupational and Environmental Medicine*, 55, 291–299.
- VAN DER WINDT, D. A. W. M., THOMAS, E., POPE, D. P., DE WINTER, A. F., MACFARLANE, G. J., BOUTER, L. M. & SILMAN, A. J. (2000) Occupational risk factors for shoulder pain: a systematic review. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, 433–442.
- VAN DIEËN, J., OUDE VRIELINK, H. H. & TOUSSAINT, H. (1993) An investigation into the relevance of the pattern of temporal activation with respect to the erector spinae muscle's endurance. *European Journal of Applied Physiology*, 66, 70–75.
- VAN DIEËN, J. H. & OUDE VRIELINK, H. H. (1998) Evaluation of work-rest schedules with respect to the effects of postural workload in standing work. *Ergonomics*, 41, 1832–1844.
- VEIERSTED, K. B. (1994) Sustained muscle tension as a risk factor for trapezius myalgia. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14, 333–339.
- VEIERSTED, K. B., WESTGAARD, R. H. & ANDERSEN, P. (1990) Pattern of muscle activity during stereotyped work and its relation to muscle pain. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 62, 31–41.
- WELLS, R. H., MATHIASSEN, S. E., MEDBO, L. & WINKEL, J. (2007) Time – a key issue for musculoskeletal health and manufacturing. *Applied Ergonomics*, 38, 733–744.

- WELLS, R. H., MCFALL, K. & DICKERSON, C. R. (2010) Task selection for increased mechanical exposure variation: relevance to job rotation. *Ergonomics*, 53, 314–323.
- VERNON, H. M., BEDFORD, T. & WARNER, C. G. (1924) *Two studies on rest pauses in industry*. London, His Majesty's Stationery Office.
- WESTAD, C., WESTGAARD, R. H. & DE LUCA, C. J. (2003) Motor unit recruitment and derecruitment induced by brief increase in contraction amplitude of the human trapezius muscle. *Journal of Physiology*, 552, 645–656.
- WESTGAARD, R. H. (1988) Measurement and evaluation of postural load in occupational work situations. *European Journal of Applied Physiology*, 57, 291–304.
- WESTGAARD, R. H. & WINKEL, J. (1997) Ergonomic intervention research for improved musculoskeletal health: a critical review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20, 463–500.
- VÉZINA, N. (2003) Implantation de la rotation : quels sont les enjeux? Quelles sont les balises? *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, 5-2.
- WINKEL, J. & MATHIASSEN, S. E. (1994) Assessment of physical work load in epidemiologic studies: concepts, issues and operational considerations. *Ergonomics*, 37, 979–988.
- WINKEL, J. & OXENBURGH, M. (1990) Towards optimizing physical activity in VDT/office work. IN SAUTER, S. L., DAINOFF, M. & SMITH, M. (Eds.) *Promoting health and productivity in the computerized office: models of successful ergonomic intervention*. London, Taylor & Francis.
- VISSER, B. & VAN DIEËN, J. H. (2006) Pathophysiology of upper extremity muscle disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16, 1–16.
- VOERMAN, G. E., SANDSJÖ, L., VOLLENBROEK-HUTTEN, M. M., LARSMAN, P., KADEFORS, R. & HERMENS, H. J. (2007) Effects of ambulant myofeedback training and ergonomic counselling in female computer workers with work-related neck-shoulder complaints: a randomized controlled trial. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 17, 137–152.
- VOGEL, K., KARLTUN, J., EKLUND, J. & ENGKVIST, I. L. (2013) Improving meat cutters' work: changes and effects following an intervention. *Applied Ergonomics*, 44, 996–1003.
- YAOYUENYONG, S. & NANTHAVANIJ, S. (2008) Heuristic job rotation procedures for reducing daily exposure to occupational hazards. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 14, 195–206.
- YUNG, M., MATHIASSEN, S. E. & WELLS, R. H. (2012) Variation of force amplitude and its effects on local fatigue. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 3865–3879.



**ARBETSMILJÖ
VERKET**