

# Analyse af efteruddannelsesbehov for operatører i helt eller delvist automatiserede montageproduktioner - Rapport

Udført af Svend Jensen, ERA – Erhvervspædagogisk Rådgivning ApS for Industriens Uddannelser  
december 2015

Indledning .....	3
Metodeovervejelser.....	4
<b>1. Udviklingen i industriel montageproduktion .....</b>	<b>5</b>
1.1 Generelle udviklingstendenser i industriel montage.....	6
1.1.1 Udviklingstendenser i de besøgte virksomheder.....	6
1.1.2 Betydningen af udviklingstendenserne i virksomhederne .....	9
1.1.3 Fleksibel automation .....	11
1.2 Opsamling .....	13
<b>2. Montage i de besøgte virksomheder .....</b>	<b>14</b>
1.3 Manuel montage.....	14
1.4 Delvis automatiseret montage.....	21
1.5 Automatisk montage.....	24
1.6 Montage med robot coworkers .....	28
1.7 Uddannelsesbehov i de besøgte virksomheder.....	30
1.8 Opsamling .....	32
peratørprofiler i industriel montage.....	33
Udspil til uddannelsesinitiativer .....	34
1.9 Udvikling af nye AMU-mål.....	34
1.10 Ny FKB for montage.....	36
1.11 Opsamling .....	37
Afsluttende bemærkninger.....	38
Litteratur .....	39

## Indledning

Denne rapport dokumenterer et analysearbejde vedrørende efteruddannelses- behov for operatører beskæftiget i helt eller delvist automatiserede montage- produktioner. Analysearbejdet er gennemført ud fra følgende formålsbeskrivelse:

*Formålet med projektet er at analysere teknisk-faglige kompetencekrav og efteruddannelsesbehov for operatører, der arbejder i helt eller delvist automatiserede montageproduktioner (typisk linjeproduktioner). Herunder skal projektet skabe grundlag for (ny)udvikling af en AMU-kursusportefølje med sammenhæng og progression inden for området.*

I takt med at montageproduktion bliver mere fleksibel og automatiseret, stilles der nye krav til operatørernes kompetencer inden for det produktionstekniske område. Operatørgruppen bliver en mere central medarbejdergruppe i forbindelse med den løbende udvikling af produktionen, og driften af anlæggene omfatter i stigende grad deltagelse i forskellige reparations- og vedligeholdelsesopgaver. Dette sker inden for en række delbrancher herunder metalindustrien samt træ- og møbelindustri.

Analysearbejdet bygger i udgangspunktet på en forventning om, at operatørerne har eller får behov for at tilegne sig automatiktekniske basiskompetencer med henblik på at kunne udføre vedligehold og ukompliceret fejlfinding på anlæggene. De automatiktekniske kompetencer vil også styrke operatørernes driftsmæssige kompetencer ved omstilling af produktionen og i forbindelse med indførelse af ny teknologi.

Analysen skal på denne baggrund skabe grundlag for et udkast til en kursusportefølje til relevante grupper af operatører. Kurserne skal fungere som en form for grunduddannelse for operatørers deltagelse i drift, vedligehold og reparationer på produktionsanlæg.

Analysearbejdet er gennemført i samarbejde med IU-konsulenterne Jesper Hvilsby Ulrich og Morten Møldrup fra Industriens Uddannelser. IU-konsulenterne har undervejs fungeret som sparringspartnere og deltaget i projektmøderne.

Følgende 11 virksomheder har deltaget i analysearbejdet:

- Danfoss i Silkeborg
- Grundfos i Bjerringbro
- Linak i Nordborg
- Expedit i Hadsten
- Louis Poulsen Lighting i Vejen
- Gram Commercial i Vojens
- GPV Electronics i Aars
- Bosal-Sekura Industries i Randers
- Pressalit i Ry
- Vestas i Hammel
- Coloc i Hadsund

Denne virksomhedspopulation repræsenterer en stor spændvidde i forskellige former for montage og grader af automatisering. Virksomhederne er udvalgt i samarbejde med Industriens Uddannelser.

## Metodeovervejelser

Virksomhedspopulationen er sammensat af virksomheder, der udfører forskellige repræsentative former for montage af industriprodukter som et led i fremstillingsprocesser i produktionen. Montage som arbejdsområde bygger på operationer, hvor enkeltdele eller komponenter sammenføjes til et produkt, som en gi- ven virksomhed leverer til en kunde. Under montageoperationer anvendes forskellige sammenføjningsteknikker, som kræver nogle særlige kompetencer af den pågældende medarbejder. Enkeltdele og komponenter kan være fremstillet af den samme virksomhed, men kan også være leveret af underleverandører.

Fokus i analysearbejdet har som udgangspunkt ligget på operatørers jobfunktioner i helt eller delvist automatiserede montageproduktioner. Det har imidlertid vist sig nødvendigt at inddrage manuel montage i væsentlig højere grad end forudset med henblik på at afdække udviklingen i denne montageform i forhold til automatisk montage. Belysningen af de automatiseringsmuligheder, der lig- ger i den manuelle montage, vil bidrage til at gøre analysearbejdet mere fremadrettet, og der kan vise sig uddannelsesbehov for operatører i denne forbindelse. En begyndende anvendelse af robot coworkers er et eksempel på denne problemstilling.

Analysearbejdet skal danne grundlag for en revision af FKB 2754 "Montage af lettere industriprodukter" og vurderinger af relevansen af en sammenskrivning af FKB 2754 og FKB 2751 "Produktion af køle- og klimaanlæg". FKB 2751 om- handler også industriel montage, hvor omgangen med kølemidler i produktionen har udgjort et særligt kompetenceområde for operatørerne. Dette gør det nød- vendigt at inddrage køleområdet, hvilket også bidrager til et bredere perspektiv på analysearbejdet, end hvad automatisk montage umiddelbart tilsiger.

Analysen er en kvalitativ analyse gennemført i tre faser. Den første fase udgør en foranalyse, som har indeholdt en desk research med undersøgelse af udviklingen i industriel montage igennem studier af rapporter, hjemmesider m.m. Undersøgelser af udbuddet af AMU-kurser inden for montage indgår også i for- analysen. Desk researchen er desuden suppleret med besøg på Institut for Mekanik og Produktion på Aalborg Universitet og Center for Robotteknologi i Oden- se. Sammensætningen af virksomhedspopulationen og opbygning af analyse- strategier, spørgerammer m.m. udgør også en del af foranalysen.

I fase 2 og 3 gennemføres en virksomhedsanalyse, hvor 10 udvalgte virksomheder danner virksomhedspopulationen. Fase 2 udgør en indledende virksomheds- analyse, hvor 3 virksomheder besøges, og der foretages derefter en vurdering af, om de resterende virksomheder stadig er velvalgte. Under virksomhedsbesøgene gennemføres typisk et kvalitativt interview med én eller flere relevante personer fra virksomheden om fx udviklingen i teknologien i produktionen og

operatørgruppens uddannelsesbehov. Interviewet optages på en digitalrecorder og gennemlyttes efterfølgende. Efter interviewet gennemføres en rundgang på virksomheden, hvor især operatørernes arbejdsopgaver observeres og drøftes med operatørerne sammen med udredninger af den anvendte teknologi.

I analysearbejdets sidste del behandles de indkomne data og rapporten skrives. I denne del indgår der flere udviklingsopgaver herunder skrivning af en fælles kompetencebeskrivelse og udvikling af nye AMU-kurser, som analysearbejdet har afdækket behovet for.

## **1. Udviklingen i industriel montageproduktion**

I en meget stor del af industrien foregår der montage som en større eller mindre del af produktionen. Dette gælder især i metalindustriens virksomheder, men også i elektronikindustrien, træindustrien og plastindustrien. Det er derfor ikke muligt at uddrage et pålideligt kvantitativt talmateriale af tilgængelige branche- statistikker i forhold til industriel montage. I mange virksomheder er montage en integreret del af fremstillingen, der ikke ses som principiel forskellig fra forarbejdningen af emner. Hvis en virksomhed fx fremstiller brændeovne så handler en del af montagen om svejsning og en anden del om montage af håndtag, ildfaste sten, riste osv. Virksomheden vil næppe se sig selv som en industriel montageproduktion, fordi man udfolder sine særlige kompetencer på markedet i forhold til design og måske i forhold særligt specialiserede bearbejdningsteknikker.

Kvantitativt vil det også være svært at afgrænse den montage, der er i fokus i dette analysearbejde. I konsekvens af den arbejdsdeling, der er etableret imellem de forskellige IU-udvalg i forhold til AMU-uddannelse inden for montage, så indgår montagedisciplinerne lodning og montage af elektronikkomponenter samt svejsning ikke. Uddannelse inden for disse montagediscipliner varetages via andre fælles kompetencebeskrivelser. Der indgår dog elektronikvirksomheder i analysen med henblik på at kunne vurdere de øvrige montagediscipliner i elektronikproduktioner f.eks. mekanisk montage i forhold til boxbuilding.

Aktivitetsmæssigt ser det sløjt ud for FKB 2751 "Produktion af Køle- og klimaanlæg" og FKB 2754 "Montage af lettere industriprodukter". Ifølge den tilgængelige AMU-Statistik fra Undervisningsministeriet og Industriens Uddannelser har der ikke været kernemålsaktiviteter på disse FKB'er i 2012, 2013 og 2014. I 2011 var der i alt 9 kursister på kernemålsaktiviteter inden for FKB 2754 og 11 kursister på 2751. Et meget beskedent antal.

Som det senere skal ses nærmere på, er det vigtigt at anskue den lave aktivitet på de to montage-FKB'er som ikke blot et manglende behov, men også som en mulig udbudsproblemstilling.

## Generelle udviklingstendenser i industriel montage

I dette underkapitel udledes nogle bredere tendenser i industriel montage på baggrund af desk researchen og virksomhedsbesøgene. Formålet med dette er at skitsere, hvordan operatørernes montageopgaver kan forme sig i de kommende år, og hvordan uddannelsesbehovene udvikler sig.

I 2008 gennemførte ERA også en montageanalyse for Industriens Uddannelser. Her var konklusionen blandt andet, at manuel montage vil blive udflyttet til lavtlønslande, og den resterende montage ville blive automatiseret mest muligt. Dette var strategien i mange virksomheder med henblik på at klare sig bedre i den internationale konkurrence. Den efterfølgende krise, der ramte store dele af industrien meget hårdt, gav anledning til endnu mere udflytning af montagearbejdspladser. Allerede i 2002 udflyttede Gram i Vojens produktionen af køle- og fryseskabe til Polen, og Vestfrost i Esbjerg fulgte efter med en tilsvarende udflytning til Tyrkiet i 2007. Generelt søgte man i industrien at reducere omkostningerne ved at outsource montageindustrielle produktioner til lavtlønslande i Europa og Asien. I dag ser situationen imidlertid anderledes ud.

### 1.1.1 Udviklingstendenser i de besøgte virksomheder

Flere af de besøgte virksomheder trækker, lidt forenklet beskrevet, produktionen hjem igen og udvider produktionskapaciteten i Danmark. Dette gælder f.eks. for Pressalit, der åbnede en fabrik i Thailand i 2009 og lukkede den igen i 2013 og flyttede produktionen til fabrikken i Ry. Man har ikke længere planer om fabrikker i udlandet. Man vil dog stadig anvende underleverandører i Kina.

I løbet af 2014 flyttede Danfoss produktionen af 2,3 millioner ventiler til radiatortermostater fra Kina til Danmark. Samtidig flyttede Danfoss Heating Solutions produktion fra Kina til divisionens fabrik i Bulgarien, mens en mindre del af de ventiler, der hidtil er blevet produceret i Viby, fremover skal fremstilles i Kina. Ommøbleringen af disse produktioner har betydet flere ansatte produktionsmedarbejdere i Danmark. Det samme er sket på fabrikken i Silkeborg, hvor robotter har øget produktiviteten i en sådan grad, at Danfoss nu har trukket halvdelen af sin termostatproduktion fra Rusland til Silkeborg.

Det er vigtigt at se differentieret på disse indflytninger af produktioner til Danmark. De repræsenterer flere forskellige tendenser og er ofte udtryk for revurderinger af de tidligere strategier. Automatisering er én blandt flere faktorer i indflytningen. Sikring af en produktionsmæssig fleksibilitet og kort leveringstid set i forhold til en meget stor produktvariation er en anden vigtig faktor i mange virksomheder. Automatisering i disse typer af montageproduktioner foregår i en mindre udstrækning og ud fra andre kriterier end i storskalaproduktioner.

I Danfoss' tilfælde kan en reduktion af omkostningerne igennem en øget automatisering betyde, at montageproduktioner i større skala i Danmark igen bliver attraktive i den internationale konkurrence. Man ser de samme udviklingstendenser på Grundfos, som på de nyeste

produktionslinjer har endnu færre medarbejdere til at passe en større produktion af pumper end tidligere. Den nyeste automatiske elektronikmontagelinje hos GPV i Års varetager nu også inspektion af print automatisk, og dermed skal der endnu mindre arbejdskraft til at køre en væsentlig større produktion end tidligere. Disse anlæg er desuden så fleksible, at man kan fremstille print i meget små serier uden større omkostninger til omstilling. Man kan uden vanskeligheder konkurrere med kinesiske virksomheder på pris samtidig med, at man leverer en kvalitet i topklasse. Der er imidlertid også andre udviklingstendenser inden for industriel montage af betydning for operatørgruppen.

De montageindustrielle produktioner, der ser ud til at vokse i Danmark, er generelt ikke de samme, som blev udflyttet efter årtusindskiftet. Vi vil næppe igen se masseproduktion af køle- og fryseskabe til almindelige husholdninger i Danmark. Den betydelige vækst i de danske køleproducenters produktion, der ses i dag, bygger på fremstilling af specielle køleskabe og fryserne efter kundens specifikationer i meget små serier – helt ned til 1 stk. I Grams tilfælde leveres produktet til kunden løbet af 5 dage, efter at ordren er afgivet. Prisen for et køle/fryseskab kan løbe op i mere end 100.000 kr. for de dyreste eksemplarer. Hvis man ser på produktionen af køle- og fryseskabe i Danmark, så er der sket det, at masseproduktion, der er velegnet til automatisering, er rykket ud af landet. Den produktion af køle- og fryseskabe, der i dag er i betydelig vækst hos både Vestfrost, Gram samt ElCold, er en manuel betonet og mandskabskrævende montageproduktion, som kræver særlige virksomhedsspecifikke kompetencer hos operatørgruppen. Det er interviewpersonernes opfattelse, at det er her Danmark står meget stærk, og derfor vil den type produktioner vokse i Danmark i de kommende år. En produktionschef udtrykker det således:

*Citat: "Vi har et godt design, og vi laver en høj kvalitet, og det vil kunderne gerne betale for. Vi har et tæt samarbejde med vores kunder, og de er med i vores udviklingsarbejde, sådan at deres særlige behov kan blive opfyldt. Det er vi rigtig gode til. Vi er ind imellem nede på ordrer på et styk – vi laver slet ikke masseproduktion. 30 stk. er en kæmpeordre. Det ligger mest mellem 1 og 10 stk. Det er det, vi er særligt gode til, og det vil de store rundt omkring i verden slet ikke bøvle med. Det kan de ikke tjene penge på, men det kan vi. Vi er også rigtig stærke på leveringstiden. Fra ordren kommer ind, til produktet bliver sendt her fra, går der max 5 dage, uanset om vi skal tilgodese særlige ønsker fra kunden."*

Den samme tendens ses hos Pressalit, der også har en betydelig masseproduktion af toiletsæder og badeværelsesudstyr. Noget af Danmarks mest avancerede automatiserede produktionsudstyr med industrirobotter findes på Pressalit i Ry. Det er imidlertid opfattelsen hos PTA-chefen, at gevinsten ved at automatisere endnu mere vil være begrænset. Her er man også "ramt" af kundeønsker om små serier og mange forskellige produktvarianter. Indsatsen her vil i høj grad være rettet mod at gøre den manuelle montage mere produktiv og nogenlunde fastholde det niveau af automatisering, man har i dag.

Montageproduktionen hos Louis Poulsen i Vejen hører hjemme i en liga for sig selv. I produktionen af lamper opererer man med mere end 3000 produktvarianter. Sortimentet af skruer, møtrikker,

skiver og andre små sammenføjningsdele på fabrikkens lager, er ifølge fabrikkens leverandører det største i Skandinavien, der findes på én virksomhed. Montagen foregår helt manuelt i montageceller, som er stort set selvstyrende. Man overvejer til stadighed mere automatisering, men opfattelsen er, at montagen også i fremtiden vil være meget manuel.

Citat fra Louis Poulsen:

*“Den visuelle kontrol af vores produkt er baseret meget på menneskelige sanser, og det kan ikke automatiseres. Vi har kigget på vores Ph5 for at se, om vi kunne lave en fuldautomatisk fikstur med en robot. Hvis vi fjerner den del, der er kvalitetskontrollen, så kan montagemedarbejderen samle en skærm på 2,5 minutter. Det tror jeg ikke i dag på, at jeg kan få en robot til. Vi havde faktisk tre forskellige leverandører inde at se på dette her, og budgetprisen lå på omkring to millioner for at lave det fikstur, og hvis jeg så skal bruge tre af dem, så er det helt ude skoven økonomisk set.”*

I de meget fleksible montageproduktioner er der generelt stor påpasselighed med at investere i dyre automatiseringsløsninger. En tilbagevendende argumentation lyder, at man jo ikke lige kan fyre nogle robotter, der i en periode ikke laver noget. Den dynamik, der er i disse virksomheders produktion, kræver en fleksibilitet af de automatiske anlæg, som man til dato ikke har set eksempler på. Samtidig jagter man hele tiden smarte løsninger, der kan supportere operatørerne i den manuelle montage og derigennem hæve produktiviteten. Det kommer til udtryk på mange forskellige virksomhedsspecifikke måder f.eks. inden for test. Som et led i denne form for delautomatisering er der opstået en stor interesse for robot coworkers, der som udgangspunkt vurderes til at kunne implementeres i de fleksible og manuelt betonede montageproduktioner efterhånden, som priserne falder. Flere af de besøgte virksomheder har anskaffet sig disse robotter mest med henblik på at udforske anvendelsesmulighederne.

Som et led i at udfolde den fornødne fleksibilitet anvender en stor del af virksomhederne vikarer til de mest enkle operatøropgaver, der ikke kræver en større intern oplæring.

Citat: *“Vi benytter også vikarer – især når vi har spidsbelastninger. Dem bruger vi til opgaver, der er ret simple og ikke kræver nogen videre oplæring, og derfor omrokerer vi ofte i forhold til vores indtag af vikarer. Når vi tager en vikar ind, så kobler vi altid en mere erfaren medarbejder på vikaren som mentor. Hvis vikaren laver fejl, så er det mentorens ansvar. Vi registrerer, hvem der er mentor for hvem og i hvilken periode. Det skal vi blandt andet ad hensyn til vores ISO-certificering.”*

Det at benytte vikarer kræver også særlige kompetencer af de fastansatte operatører. De besøgte virksomheder, der bruger vikarer i dag, vil også gøre det i fremtiden. Det handler ikke først og fremmest om billig arbejdskraft, men om fleksibilitet. Derudover er det meget almindeligt at se vikarerne som en rekrutteringsbase for nye fastansættelse af nye operatører.

Citat: *“Vi vil sikkert blive ved med at bruge vikarer i fremtiden. Vi har gjort det i en del år og oplever, at vi har succes med det. Vi har også ansat en del af vikarerne i faste jobs. I 2014 havde*

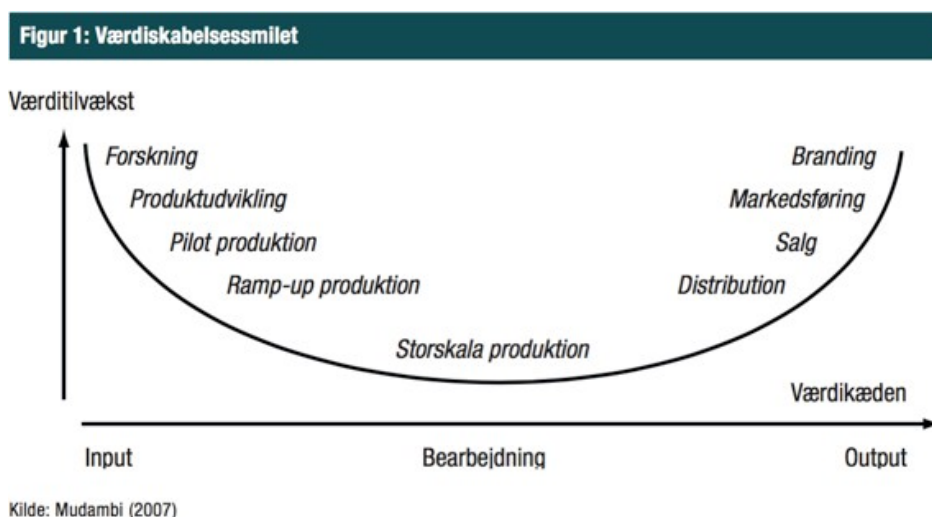


vi 38 vikarer, hvoraf de 22 blev fastansat. Vi er i øjeblikket ca. 130 timelønnede i produktionen. Vi bruger generelt vikarerne som en rekrutteringsmulighed. Der er altid nogen, der rager lidt op i forhold til de andre, og dem snakker vi så med om en fastansættelse. Vi er selvfølgelig bundet af perioden på 444 timer, som vikarbureauet har krav på at beholde personen. Ellers skal vi betale os fra det, og det vælger vi at gøre en gang imellem. Vi skal også fastansætte nogle stykker i år inden for operatørgruppen. Lige nu har vi omkring 15 vikarer ansat.”

I de generelle vurderinger af udviklingen i operatørernes jobfunktioner inden for montageområdet er det vigtigt ikke at anlægge for snævert et perspektiv på automatisering. Automatisering er en vigtig og i nogle virksomheder en dominerende faktor, men enhver automatisering sker inden for rammen af, om den skaber tilstrækkelig værdi. Værdiskabelsen i de besøgte virksomheders produktioner sker for en stor del igennem opretholdelse og udvikling af en høj grad af fleksibilitet koblet med korte udviklingstider, stor produktvariation og korte leveringstider. I denne type produktioner får produktionen en anden rolle i virksomhederne, hvilket produktionsforskningen på det seneste har vist.

### 1.1.2 Betydningen af udviklingstendenserne i virksomhederne

Udviklingen i den industrielle montage i de besøgte virksomheder afspejler en ny tendens, hvor produktionen i langt højere grad end tidligere ses som en unik værdiskabende del af virksomheden. Produktionen udgør i lige så høj grad en særlig del af virksomhedens DNA som de øvrige aktiviteter herunder udvikling. Inden for produktionsforskningen (1) anvendes undertiden en model, man kalder ”værdiskabelsessmilet” til at illustreret værditilvæksten, som de forskellige aktiviteter i virksomheden bidrager med.



Modellen viser, at det er de særlige og unikke aktiviteter i virksomheden, der skaber mest værdi. Produktionens placering på kurven angiver, at produktionen er det mindst værdiskabende område i virksomheden. Man kan se modellen som den klassiske vurdering af produktionens betydning, der

omkring årtusindskiftet fik mange til at tro, at Danmark skal leve af innovation og udvikling. Produktionen er ikke særlig eller unik, og den kan derfor outsources til lavtlønslande. Når produktionen ikke er unik, så bliver den også meget konkurrenceudsat på et globalt marked for produktionsydelser. Set i dette lys får produktionen i yderste konsekvens en rodløs status i forhold til den øvrige del af virksomheden og forventes ikke at kunne levere nogen videre værdi til de øvrige områder.

Automatisering er et alternativ til outsourcing, og flere virksomheder i Danmark har i de senere år nedbragt lønandelen til få procent og på denne måde fastholdt relativt mange i beskæftigelse igennem de konkurrencefordele, man her har opnået. I de besøgte virksomheder er der en del, der har automatiseret dele af produktionen meget. På Gram foregår fx al pladebearbejdning i fuldautomatiske bearbejdningsceller og skumning af skabene er også fuldautomatisk. Til gengæld er montagen meget manuel. Montagen er i sagens natur den sidste del af produktionsforløbet, og det er her, at produktdifferentiering for alvor sætter ind, og så tager de manuelt betonedede opgaver over. De stigende krav om fleksibilitet i forhold til kundeønsker, der betyder mere produktdifferentiering og mindre serier, rammer dermed i særlig grad montagedelen af arbejdet i virksomhederne. Nogle virksomheder har levet med dette længe, hvor andre i højere grad ser denne udvikling som en ny udfordring.

Udviklingen betyder generelt, at produktionens værdiskabelse vurderes væsentligt højere og ses mere integreret med fx udvikling og salg; "smilet" på kurven ovenover bliver mere stramt. I de besøgte små og mellemstore virksomheder er det meget tydeligt, at produktudvikling, produktion, distribution og salg ansues meget mere integreret end tidligere, og at det netop er det forhold, som virksomhederne angiver som deres styrkeposition. Produktionen tilskrives i disse virksomhederne en helt afgørende betydning for virksomhedernes udvikling og fortsatte eksistens og ikke blot i Danmark, men i det hele taget. Dette gælder f.eks. hos Expedit.

*Citat: "Expedit er 60 år gammel. De første 55 år har man lavet et standardkatalog med nogle søjler, trådkurve pladehylder osv., og det sendte man ud til COOP, Dansk Supermarked, Jysk og Ikea. Så kunne de bare afgive ordrer ud fra det. I dag efterspørger kunderne meget mere fleksibilitet og individuelle løsninger, og det har skabt meget store forandringer i Expedit på meget kort tid. Den forandringsproces handler i høj grad om små serier og individuelle løsninger, som vi i produktionen hele tiden er med til at udvikle. Udvikling foregår i dag i det væsentligste i produktionen ofte i samarbejde med kunderne. Det er noget helt andet end for blot få år siden."*

Udsagnet fra Expedit er repræsentativt for mange montageproduktioner i mindre og mellemstore virksomheder, og derfor har man i disse virksomheder også et mere differentieret syn på automation. Det er en misforståelse at tro, at virksomhederne ikke er kommet med på vognen automationsmæssigt. Man har længe undersøgt og vurderet, hvordan man på en rentabel måde kan automatisere, og her er montagen ofte det område, hvor det er sværest at udvikle rentable løsninger med de teknologier, der findes i dag. Gængse industrirobotter og pic-and-place-maskiner er generelt alt for dyre og ufleksible til montage i små serier. Derfor er der flere virksomheder, der arbejder med at udvikle mere fleksible og billigere løsninger i forbindelse med delvis

automatisering af manuelle montageprocesser. Flexibel automation er også blevet et stort forsknings- og udviklingsområde på Institut for Mekanik og Produktion på Aalborg Universitet og Center for Robotteknologi i Odense.

### 1.1.3 Flexibel automation

MADE er et samarbejde mellem virksomheder, universiteter og GTS-institutter med henblik på igennem forskning, innovation og uddannelse at gøre Danmark til verdens mest konkurrencedygtige produktionsland. I forhold til denne analyse er arbejds pakken "hyperflexibel produktion" interessant. Nogle af de besøgte virksomheder er med i MADE og har netop henvist til, at man venter sig meget af den forskning, der gennemføres i denne forbindelse. Fokus ligger på udviklingen af nye teknologier, som gør det muligt for en robot, at blive flyttet rundt i virksomheden og løse forskellige opgaver. En "flaskehals", der især fokuseres på, er, hvordan man med nye metoder nemt og fleksibelt kan bringe objekter frem til robotten uden den store forberedelse.

En anden problemstilling, som arbejds pakken undersøger, er, hvordan en robot genkender og håndterer et produkt, som ikke altid har samme form, og/eller hvor denne form kan ændre sig under håndteringen. På MADE's hjemmeside er der nogle interessante videoer, der belyser disse problemstillinger.

I alle de besøgte virksomheder er man i gang med overvejelser i forhold til at anskaffe sig nogle af de små fleksible robotter typisk fra Universal Robots. Hos Pressalit, Grundfos og GPV har man anskaffet sig ét eller flere eksemplarer, som man væsentligst eksperimenterer med i forhold til montage. På Danfoss planlægger man med at implementere UR-robotter i fleksible montageceller med baggrund i erfaringerne fra MADE-projektet.

Flere virksomheder gør opmærksom på, at der er nogle problemer med hensyn til sikkerhed, som betyder, at deres oprindelige intentioner med robotterne har måttet revideres. Dette er måske løst, da de seneste udgaver af UR-robotterne har fået dobbelt sikkerhedssystemer og er blevet sikkerhedsgodkendt af TÜV i Tyskland. Det er tydeligt, at de små robot coworkers nemt bliver forstået inden for et traditionelt industriparadigme, hvor robot coworkers ses som en industrirobot. Med dette udgangspunkt vil potentialet for denne type robotter imidlertid ikke blive realiseret fuldt ud. Under drøftelserne i virksomhederne var flere inde på, at potentialet i robot coworkers er meget stort, især hvis man samtidig overvejer strukturelle ændringer i produktionen og tænker meget i at øge fleksibiliteten.

Nogle interviewpersoner følger også udviklingen inden for billigere robotter, og her udfoldes der stor kreativitet både inden for selvbygning og færdige robotter. Denne udvikling vil betyde, at robotterne generelt vil falde meget i pris i de kommende år. En kort søgning på nettet viser eksemplarer til et par tusind kroner, der kan programmeres via apps på mobiltelefoner, tablets eller PC. Herunder ses et eksempel på en nyudviklet robot (Dexter), der kan anvendes i mindre produktioner, og som i øjeblikket kan købes på nettet for ca. 13.000 kr. Robotter er ikke længere for de få, der har mange penge. På internettet er der mange eksempler på udfoldelse af en

voldsom kreativitet inden for fremstilling med billige robotter, og som inden længe kan medvirke til at omdefinere, hvad vi forstår ved en moderne produktionsvirksomhed.



- Det er ikke muligt at uddrage et pålideligt kvantitativt talmateriale af tilgængelige branchestatistikker i forhold til industriel montage. I mange virksomheder er montage en integreret del af fremstillingen, der ikke ses som principiel forskellig fra fx forarbejdningen af emner.
- Flere af de besøgte virksomheder trækker produktionen hjem igen og udvider produktionskapaciteten i Danmark. Indflytningerne af produktioner repræsenterer flere forskellige tendenser, hvor automatisering er én blandt flere faktorer. Sikring af en produktionsmæssig fleksibilitet og kort leveringstid set i forhold til en meget stor produktvariation er en anden vigtig faktor i mange virksomheder.
- De montageindustrielle produktioner, der ser ud til at vokse mest i Danmark, er manuelt betonedede processer suppleret med fleksible automatiseringsløsninger. Dette hænger sammen med en større efterspørgsel efter fleksible kundespecifikke løsninger i små serier. Produktdifferentieringen slår stærkest igennem i montagedelen af produktionen, hvilket kræver særlige virksomhedsspecifikke kompetencer hos operatørgruppen.
- I de besøgte små og mellemstore virksomheder er det meget tydeligt, at produktudvikling, produktion, distribution og salg ansues meget mere integreret end tidligere, og at det netop er det forhold, som virksomhederne angiver som deres styrkeposition. Produktionen tilskrives i disse virksomhederne en helt afgørende betydning for virksomhedernes udvikling og fortsatte eksistens.
- I de besøgte virksomheder har man længe undersøgt og vurderet, hvordan man på en rentabel måde kan automatisere, og her er montagen ofte det område, hvor det er sværest at udvikle rentable løsninger med de teknologier, der findes i dag. Industrirobotter og pic-and-place-maskiner er generelt alt for dyre og ufleksible til montage i små serier. Derfor arbejder man med at udvikle mere fleksible og billigere løsninger i forbindelse med delvis automatisering af manuelle montageprocesser.
- I alle besøgte virksomheder er man i gang med overvejelser i forhold til at anskaffe sig nogle af de små fleksible robotter typisk fra Universal Robots. Hos Pressalit, Grundfos og GPV har man anskaffet sig ét eller flere eksemplarer, som man væsentligst eksperimenterer med i forhold til montage. På Danfoss planlægger man med at implementer URrobotter i fleksible delvis automatiserede montageceller med baggrund i erfaringerne fra MADE-projektet. Også endnu billigere robotløsninger er med i overvejelserne.

## **2. Montage i de besøgte virksomheder**

Industrielle montageproduktioner er karakteriseret ved fremstilling af produkter på basis af montage og samling af komponenter, moduler og andre enheder. Der kan både være tale om færdige produkter klar til brug og underleverancer til andre virksomheder fx elektronikprint. Montage foregår i stort set alle fremstillingsvirksomheder inden for jern- og metalindustrien, maskinindustrien, elektronikindustrien og træ- og møbelindustrien. Der er tale om både manuel og automatisk montage. Nogle virksomheder udfører montageopgaver for andre virksomheder som lønarbejde. Dette ses både i forhold til mekanisk montage og elektrisk/elektronikmontage. Industrielle montageopgaver varetages både af ufaglærte og faglærte operatører f.eks. industrioperatører og elektronikoperatører.

Industriel montage bygger på en række sammenføjningsmetoder, som operatørerne skal være fortrolige med. Man skelner typisk mellem faste og løsbare sammenføjningsmetoder. Løsbare sammenføjningsmetoder kan forholdsvist nemt adskilles igen. Det drejer sig om samling med skruer, bolte og møtrikker. Faste sammenføjningsmetoder kræver opvarmning eller en mekanisk bearbejdning f.eks. boring eller skæring for at kunne adskilles igen. Faste sammenføjningsmetoder er typisk termiske f.eks. svejsning og lodning, men også nitning og limning indgår.

Fokus i analysearbejdet har som udgangspunkt ligget på helt eller delvist automatiseret montage. Det er imidlertid også vigtigt at inddrage den manuelle montage, hvis man skal kunne vurdere den uddannelsesmæssige betydning af udviklingen i automatiseringsbestræbelserne. Allerede under desk researchen viste det sig, at man nemt kan komme til at se for se for snævert på automatisering i relation til montage, hvis man kun ser på automatiske anlæg i storskalaproduktioner. Desuden vil fuldautomatisk montage antageligt vokse mindre end den manuelle og delvist automatiserede montage i de kommende år målt på antal medarbejdere.

### **1. Manuel montage**

Det er forholdsvis få virksomheder, hvor montagen udelukkende er manuel; der er næsten altid tale om grader af manuel montage kombineret med automatisering af nogle montageprocesser i produktionen. Alle besøgte virksomheder, der har en høj grad af manuel montage, er hele tiden opmærksom på, hvordan de kan øge produktiviteten og heri indgår også muligheder for delvis automatisering.

Den mest manuelle montage i de besøgte virksomheder findes i størst omfang hos Expedit, Coloc, Bosal-Sekura Industries og Louis Poulsen. Disse virksomheder er meget forskellige med hensyn til de produkter, de fremstiller på basis af manuel montage. Expedit fremstiller indretningsløsninger til butikker og virksomheders salgs- og markedsføringsafdelinger; Coloc udfører forskellige former for montage som lønarbejde for andre virksomheder; Bosal Sekura fremstiller kabiner til landbrugsmaskiner, entreprenørmaskiner o.l.; Louis Poulsen fremstiller lamper fx de berømte PH-lamper. Det gælder for disse 4 virksomheder, at de forventer, at produktionen i fremtiden også vil foregå på basis af manuel montage antagelig suppleret med nogle få automatiseringsløsninger.

## Ekspedit

Expedit fremstiller og leverer fleksible indretningsløsninger til bl.a. JYSK, Coop, THansen, Profil Optik, SuperBest, Harald Nyborg, DS og Plantorama. Anvendelsen af træ i butiksideindretningen vokser voldsomt, og her satser Expedit på at være mindre afhængig af underleverandører. Montagen er udelukkende manuel på grund af de små seriestørrelser. Montagen er meget bredspektret, fx ses de typiske træsamlinger, der er karakteristisk for snedkerhåndværket, men også limning og samling med skruer, bolte, montage af belysning og en mængde særlige beslag indgår også. Derudover foregår der en del udvikling og prototypefremstilling i produktionen, som forudsætter en stor fleksibilitet i den daglige arbejdsdeling.

Undertiden anses manuel montage som udtryk for en ældre produktionsform, som man endnu ikke har fået automatiseret. I Expedit's tilfælde er denne del af produktionen imidlertid ganske ny og i store vækst.

*Citat: "Det er ikke mere end 5-6 år siden, vi begyndte at arbejde med træ, og det har skabt en betydelig vækst i virksomheden. Det er samtidig den løntunge del af produktionen med mange manuelle operationer. Jeg har været her i 2,5 år, og i den tid har vi tredoblet omsætningen på trædelen. Det har ændret hele virksomhedens image. Hvis du spørger menigmand ude i Danmark, hvad Expedit laver, så tænker de på indkøbsvogne. I dag laver vi noget helt andet."*

Under interviewet og rundgangen i virksomheden gav man udtryk for, at tendensen er, at kunderne kræver endnu mere fleksibilitet samtidig med, at kvaliteten skal være meget høj. Prisen er typisk ikke det første, man taler om, selvom den selvfølgelig også har betydning.

*Citat: "Vi er gået fra masseproduktion af nogle få produkter til at skulle fremstille nærmest alt muligt inden for indretning i små serier. Det er nærmest en kulturel omstilling – også i produktionen.*

*Fremtiden for os er et mylder af små serier, og udfordringen er så, hvordan vi skal implementere teknologi i forhold til det. Leveringen bliver hurtigere og hurtigere, styktallet bliver mindre og mindre, og prisen skal vi også kunne konkurrere på. Men det er det, kunderne efterspørger, så det er det, vi skal kunne konkurrere på. Vores medarbejdere skal selvfølgelig have kompetencer, der gør det muligt, men de skal også have mentaliteten – vi har flyttet os rigtig meget på kort tid."*

I træproduktionen på Expedit er man lige så optaget af produktivitet og lønomkostninger, som det er typisk for andre virksomheder. Man overvejer til stadighed, hvordan man kan øge produktiviteten i forbindelse med de små seriestørrelser. En delvis automatisering af nogle produktionsprocesser med fleksible robotter kan være en løsning, men indtil nu har disse anlæg været for dyre og ufleksible og kræver for megen oplæring. Robot coworkers kan være en mulighed i fremtiden, og man følger udviklingen på dette område.

*Citat: "Vi skal tænke i robotteknologi på længere sigt, men vi har en udfordring i den ekstreme fleksibilitet, der kræves af os i forhold til vores kunder. Jeg har ikke set løsningen endnu. Engang imellem har vi serier i montagen, hvor vi godt kunne bruge en robot, men det er måske i 14 dage, og så går der lang tid, inden en tilsvarende ordre dukker op. Jeg har svært ved at se, hvordan vi*

*kan komme længere med automatisering i montagen, når vi skal opfylde den fleksibilitet, der er vores helt særlige styrke. Sidste år var 40% af vores produktionsordrer 4 styk og derunder. Så har vi også nogle, i meget større styktal, men vi har mange små ordrer, og dem vil der ikke blive mindre af i fremtiden.”*

Produktionsmedarbejderne er ufaglærte, industrioperatører, maskinsnedkere og møbelsnedkere. Expedit har i en årrække uddannet en stor del af de ufaglærte medarbejderne til industrioperatører, og det gør man stadig. Samtidig ønsker man også at uddanne flere maskin- og møbelsnedkere. En del af produktionen har karakter af at være en håndværksbaseret produktion, hvor snedkerhåndværkets teknikker og fremgangsmåder sætter dagsordenen for fremstillingen af produkterne herunder også montagedelen. Derudover har man en automatiseret pladelinje, der skal betjenes af en maskinsnedker. Her kan man fremstille hylder lige så billigt, som man kan i Østeuropa og Asien.

*Citat: ”Vi har gjort rigtig meget i industrioperatøruddannelsen. Tidligere havde vi egne hele hold på AMU-centeret inden for den uddannelse, men det kommer vi ikke til igen. Det trækker for store ressourcer ud af produktionen. Med de produktioner, vi har i dag, er det ikke så nemt at erstatte folk. Lige nu har vi tre inde i et uddannelsesforløb, som vi har rekrutteret internt i virksomheden. Det har været supergodt. Det er en god uddannelse.”*

Uddannelsesindsatsen i Expedit vil i fremtiden være rettet mod at gøre ufaglærte til faglærte f.eks. industrioperatører. Samtidig vil man også uddanne flere maskin- og møbelsnedkere, og her er man begyndt at rekruttere fra industrioperatørgruppen. Det er der gode erfaringer med. Rekruttering af maskin- og møbelsnedkere er generelt vanskeligt.

Erfaringerne med AMU-kurser er blandet, selvom man vurderer, at der findes de kurser, som Expedit har brug for, og dem vil man også trække på i fremtiden. Et AMU-kursus til operatørerne inden for manuel montage har man ikke behov for. Hos de ufaglærte løfter AMU-kurser generelt kompetencen for lidt. Der skal mere til, og her kommer industrioperatøruddannelsen ind. Derudover foregår en væsentlig del af oplæringen i virksomheden som sidemandsoplæring. Når det handler om mere specialiserede kurser, så foretrækker Expedit at sende medarbejderne på leverandørkurser.

### **Bosal-Sekura Industries**

Bosal-Sekura Industries har specialiseret sig i design, udvikling og produktion af topkvalitetskabiner til skov- og landbrugsmaskiner, entreprenørmaskiner samt maskiner i industrien. Der er i dag 128 ansatte på fabrikken, hvoraf godt 100 er beskæftiget i produktionen. Relationen til kunderne er tæt; der er tale om partnerskaber. Dette hænger bl.a. sammen med, at maskinproducenterne er meget afhængige af Bosal-Sekuras leverancer. De kan ikke sælge deres produktion uden kabiner. Produktionen foregår i meget små serier helt ned til enkeltstyk og leveringstiden er kort.

*Citat: ”Vi arbejder med meget små serier – faktisk producerer vi meget i enkeltstyk – men i starten af produktionen er serierne større. Når vi så når montagedelen, så begynder produktdifferentieringen for alvor. Men den kan i nogle tilfælde starte allerede i svejseafdelingen. Styringsmæssigt har vi ingen problemer med at styre alle varianterne. På nogle af kabinerne har vi*



60-70 options; på andre er der kun få. Leveringstiderne for en kabine er meget kort, 5-10 dage fra ordreafgivelsen til vi sender den til kunden.”

Montagedelen i Bosal-Sekuras produktion er meget manuel, men de manuelle opgaver understøttes nogle steder af teknologisk avancerede løsninger særligt inden for test af kabinerne. Der er tale om en meget bredspektret og specialiseret manuel montage, der også involverer montage af forskellige former for elektronik i kabinerne. Man arbejder til stadighed på at udvikle både kvaliteten og produktiviteten i montageproduktionen, og det deltager operatørerne aktivt i f.eks. igennem forslag til forbedringer.

Citat: *”Udviklingen i montageprocesserne har mest foregået på det organisatoriske område. Vi monterer i dag nærmest i et lager. Næsten al montage foregår manuelt. Styringsmæssigt i forhold til kvalitet og sporbarhed og test er der også sket en betydelig udvikling. Vi ændrer små ting løbende, men det er ikke de store ting. Der er meget omkring sikkerheden, der skal dokumenteres, hver gang du laver noget om, og det koster. Og det skal ske i samarbejde med kunden. Teknologiuudviklingen har betydet, at der kommer meget mere elektronik i kabinerne end tidligere, og det monterer vi også.”*

Montagen organiseres udelukkende i produktionsgrupper, som styrer deres egen tid. De har ansvaret for, at produktet kan leveres i rette tid i den kvalitet, der kræves. De meget selvstyrende produktionsgrupper er én af årsagerne til, at man aldrig anvender vikarer i produktionen. Operatørerne har flekstid og produktionsgrupperne får bonus i forhold til både produktivitet og kvalitet. Der foregår en del intern oplæring i produktionsgrupperne, som sigter på, at alle kan rotere. Man arbejder her med et kompetenceniveau ”gold”, som betyder, at operatøren kan varetage tre pladser i montagen. Derudover skal alle pladser i montagen af en kabine kunne varetages af tre mand. Sygdom kan være en katastrofe i forhold til de korte leveringstider. Lean er også indarbejdet i produktionsgrupperne og i produktionen som helhed.

Virksomheden er meget aktiv i forhold til at give operatørgruppen uddannelse og kompetenceudvikling. I denne forbindelse har man også tidligere forsøgt at anvende AMU-kurser inden for montage i samarbejde med andre virksomheder.

Citat: *”I Randers i midten af nullet var vi en gruppe virksomheder (Bosal- Sekura, Vestas og Dronningborg bl.a.), der forsøgte at løbe noget i gang inden for montage, og vi havde også i den forbindelse et samarbejde med skolerne. Det løb dog ret hurtigt ud i sandet. Det blev ingen succes, fordi virksomhederne havde for forskellige behov. Vi gik i stedet over til en intensiv sidemandsoplæring, og det bruger vi også i dag.”*

I en årrække har man desuden arbejdet på at uddanne en del af montagemedarbejderne til industrioperatører, og det har virksomheden gode erfaringer med. I stedet for at bruge ressourcer på AMU-kurser, vil man hellere arbejde på at få flere igennem industrioperatøruddannelsen. Det giver et væsentligt mere mærkbart kompetenceløft. Derudover mener direktøren for virksomheden, at man har et ansvar for at give sine medarbejdere en egentlig uddannelse i stedet for, at de skal være ufaglærte med en masse AMU-kurser.

## **Louis Poulsen**

En stor del af lampeproduktionen hos Louis Poulsen foregår helt fra grunden. For PH-lampernes vedkommende starter produktionen med en metalbearbejdningsdel, hvor skærmene fremstilles. Her er der tale om en mindre serieproduktion, der varetages af ca. 25 medarbejdere, typisk faglærte inden for metalområdet. I montageafdelingen er der ca. 100 montagemedarbejdere, som i det væsentlige er ufaglærte. Det er i montageafdelingen, at produktvariationen for alvor sætter ind.

*Citat: "Først laver Martins afdeling lampeskærmen, så skal den males, og der laver vi måske fem forskellige farver. Så kommer den ned i montagen; her bliver de fem varianter (farver) grundlaget for mange flere varianter. Jeg har f.eks. lyskilder med 5 forskellige farvetemperaturer (LED). Så kan der lægges forskellige dæmpesystemer i og forskellige diffusere (plade foran lyskilden), der spreder lyset på forskellige måder. Så er der forskellige tilgangsledninger – typer og længder, forskellige stikforbindelser osv."*

Det mest sælgende produkt i forhold til varenummer ligger på ca. 5000 enheder om året. Nogle produktfamilier, fx Ph5, sælges i ca. 20.000 units om året til USA, Japan og Europa. Louis Poulsen producerer imidlertid meget andet end PH- Lamper. I den samlede produktion opererer man over et år med mere end 3000 produktvarianter.

Selvom montagedelen i produktionen er meget manuel, er der ikke tale om, at man har glemt at optimere. Alle medarbejdere i produktionen har været igennem et systematisk Lean-forløb, der også involverer AMU-kurser. Styringen af produktionen er optimeret på mange dimensioner ved hjælp af moderne teknologi. Ordrene bliver nedbrudt til en pluklister i SAP. Man har 7 lagerområder, der plukkes i, som også rummer nogle lagerautomater.

*Citat: "I vores montage er arbejdet manuelt, med luftskruetrækkere, el- skruetrækkere, manuelle skruetrækkere og hamre. Der er ikke meget automatik. Vi har noget popnitteudstyr og nogle få skruautomater, hvor vi måske begynder at kunne sige, at det er en form for semiautomatik. Vi producerer også nogle ledninger selv, og der er vi også ude i en form for semiautomatik. Det er dog ret få processer, det handler om. Vi har en gennemsnitlig seriestørrelse i vores montage på 19 stk. Vi har et dagligt ordrevolumen på omkring 50 ordrer, hvoraf de 5 typisk ligger på 1 til 2 styk. Det er ikke lige til at automatisere denne type produktioner."*

Som tidligere nævnt i rapporten har man haft tre robotleverandører til at levere udkast til automatiseringsmuligheder. Det endte uden resultat på grund af en alt for høj pris. Produktionschefen er imidlertid ikke færdig med at tænke i robotter. Når priserne falder, så åbner der sig nye muligheder også i Louis Poulsen.

*Citat: "Vi har tænkt meget i de små robotter fra Universal Robots. Vi har set på det i flere omgange. Udfordringen for os er, at den kvalitetshåndtering, vi har af vores emner, gør det svært at bruge robotter. Vi har emner, vi kun må røre med handsker på. Det er meget svært at lave en griber, fordi en del af vores emner er håndbearbejdet, og der er derfor en større tolerance, end vi*

*normalt ser i industriproduktioner, men vi bliver ved med at vende tilbage til det."*

Det er vurderingen i virksomheden, at en større del af stigningen i produktionen i de kommende år vil bygge mere på "design for manufakturering", der bedre kan automatiseres under montagen. Ph-lamperne vil dog næppe blive en del af den udvikling. Det sætter designet en stopper for.

Der foregår en betydelig intern oplæring i virksomheden. Arbejdet i montagecellerne er temmelig specialiseret operatørarbejde, og det kræver oplæring. AMU- kurser har været anvendt dog ikke inden for montage. Flere har tidligere været på AMU-kurser i måleteknik, men det var for basalt. Lamperne har generelt dobbeltkrumme overflader, og kurserne gav ikke et tilstrækkeligt udbytte set i forhold til montagearbejdet i virksomheden. Inden for Lean har man til gengæld være rigtig godt tilfreds med AMU-kurserne.

I forhold til udvikling af et nyt kursus inden for industriel montage, mener man hos Louis Poulsen, at kurserne skal undgå at fokusere for snævert på montagedisciplinerne og i stedet kombinere montage med tegningslæsning, måleteknik og ergonomi. Udgangspunktet må være at se montagen i operatørens perspektiv og ikke i et snævert fagligt perspektiv. Man kan selvfølgelig koble nogle kurser sammen, men det vil typisk strække sig over for lang tid med de kurser der findes i dag.

## **Coloc**

Coloc er inddraget som en ekstra virksomhed i forholdt til projektbeskrivelsens virksomhedspopulation på 10 virksomheder. ERA besøgte Coloc under montageanalysen i 2006, og da den repræsenterer en særlig gruppe små montagevirksomheder, der udelukkende fungerer som underleverandører til andre virksomheder, så kunne det være interessant at se nærmere på udviklingen i dette område.

Coloc tilbyder som underleverandør at udføre et bredt udsnit af pakke- og montageopgaver. Det drejer sig om montage og samling af metal- og plastemner, samling og limning af papir- og papprodukter samt elektromekanisk montage med tilhørende test. Derudover gennemfører man reparationer og/eller sortering af emner fra en kundes produktion. I ydelserne indgår kvalitetskontrol i henhold til kundens ønsker omkring indgangskontrol, løbende proceskontrol og færdigvarekontrol.

Det er vurderingen, at den type montageopgaver, som Coloc løser for sine kunder, vil der blive ved med at være behov for i fremtiden.

Som det var tilfældet under sidste besøg er montagen manuel, men man overvejer løbende muligheder for en automatisering af nogle processer. Efterhånden som robotterne bliver billigere, kunne det være en mulighed, som også kan styrke virksomheden markedsføringsmæssigt. Problemet i øjeblikket er imidlertid de store udsving, der er i ordretilgangen, og dette er nærmest et livsvilkår i denne del af branchen. Medarbejderstaben af ufaglærte kan svinge fra 4 til 25 personer, og det er svært at foretage større investeringer under disse forhold. I en række tilfælde stiller kunderne dog udstyr til rådighed for de mere specialiserede montageopgaver.

Uddannelse er ikke en faktor man arbejder systematisk med i virksomheden. Til gengæld har de faste operatører anvendt AMU-kurser i flere omgange fx inden for elektronikmontage. Dilemmaet er det samme som med udstyrsinvesteringer. De store udsving i ordretilgangen gør en løbende uddannelsesindsats

vanskelig.

### **GPV Electronics og Vestas**

På et projektmøde blev det besluttet at inddrage en undersøgelse af, om den montage, der foregår i forbindelse med box-building i elektronikvirksomheder, skal inddrages under den nye fælles kompetencebeskrivelse (FKB) for montageområdet. Box building dækker over opbygning af færdige apparater, moduler eller lignende. Man arbejder både med elektronik og mekaniske dele, som ud fra styklister og tegninger samles til et færdigt produkt igennem en række mekaniske og elektriske montageprocesser. Box-building afsluttes typisk med en test af apparatet.

I denne forbindelse blev elektronikproduktionen på Vestas i Hammel besøgt og GPV Electronics i Aars. På GPV Electronics findes der mange forskellige former for Box-building, og man har også sendt operatørerne på kursus inden for dette område.

*Citat: "Under elektronik ligger der et kursus, der hedder montage af elektriske apparater. Meget af det, der vedrører den mekaniske montage af elektronikapparater, ligger jo deri. Tidligere havde vi det, vi kalder et systemværksted, hvor der faktisk også gik elektrikere og lavede tavlemontage. I dag bygger vi små tavler, hvor der sidder el-dele i; der sidder et print og noget fortrådning, men det er vore ufaglærte elektronikfolk, der gør det i dag. Og så får de typisk det kursus, der hedder montage af elektriske apparater. Det læner sig op ad at bygge en svejser til Migatronic eller noget andet apparatmæssigt. Vi er faktisk i gang med at revurdere disse kurser."*

Revurderingen af kurserne foregår inden for elektronikområdet. Den mekaniske del af box-buildingen på GPV varetages af en medarbejder, der er særlig dygtig til denne del. Under rundgangen på virksomheden var det vurderingen fra den pågældende medarbejder, at sidemandsoplæring på den mekaniske montagedel var meget mere effektiv end et kursus. Anderledes forholder det sig, når der skal monteres komponenter i boksen eller rack'et. Her kommer der en række krav til montagen, som fx udspringer IPC-A-630. Hytek i Aalborg udbyder et kursus i box-building for produktionsmedarbejdere ud fra denne IPC-standard.

Box-building kan dog være så kompleks, at det kan være relevant at tale om en operatørprofil på området, og som uddannelsesmæssigt kan understøttes af en uddannelsesstruktur i AMU. Det er imidlertid vigtigt, at den mekaniske og elektriske del ikke adskilles i det omfang, at mekaniske montagediscipliner overhovedet skal indgå i et kursus. Her må man også skelne mellem elektromekanisk montage, hvor man monterer elektriske komponenter på fx for- og bagplader, og den rent mekaniske samling af boksen. Det er det sidste, man henviser til, når sidemandsoplæring foretrækkes. I øvrigt er det opfattelsen i GPV, at kurser i box-building fortsat skal ligge under elektronik og ikke under montage-FKBen.

Besøget på Vestas gav anledning til de samme konklusioner på montageområdet. Den mekaniske del klares ved sidemandsoplæring og kræver derfor ikke et særskilt kursus. Anderledes forholder det sig med montage af elektriske apparater. Her er der behov for kurser, som kan sikre den løbende opkvalificering af operatørerne på dette område. Disse kurser bør imidlertid fortsat høre under elektronikområdet, da det er her, man bedst kan følge behovsudviklingen.

Delvis automatiseret montage henviser til, at der i tilknytning til manuel montage er udviklet en række mere eller mindre automatiske løsninger, som assisterer operatørerne i den manuelle montage. Der er især to virksomheder, som påkalder sig en særlig opmærksomhed i denne forbindelse nemlig Linak og Gram Commercial. Inden fokus for alvor skal rettes mod disse virksomheder, er det nødvendigt at se nærmere på automation som fænomen med henblik på at kunne skelne mellem grader af automatisering.

Automatisering refererer generelt til, at noget foregår af sig selv. Automatiseret fremstilling opnås ved, at en styring får målinger fra de fremstillede emner ved hjælp af særlige følere, *sensorer*. Denne information udnyttes til at bestemme den grad af færdiggørelse eller kvalitet, som er nået i processen. Herudfra styres proces eller fremstillingsmaskiner ved hjælp af *aktuatorer*. Styringsenheden gennemfører et ønsket forløb, fx transport eller forarbejdning. I forløbet kan indgå en blanding af sekvensstyring og kontinuerlig regulering. Informationsbehandling og kommunikation er dermed et afgørende element i al automation. Når den manuelle montage bliver delvis automatiseret, så kan det fx ske igennem informationsbehandling og kommunikation i tæt tilknytning til de enkelte manuelle montageprocesser. Dette sker både hos Linak og Gram Commercial. Dertil kommer også i nogle tilfælde forskellige automatiske løsninger inden for test eller aflastning af operatørerne i forhold til ensidige og gentagne bevægelser (EGA).

### Linak

Linak fremstiller elektriske aktuatorer til industrien og har en målsætning om at udvikle fremstillingsprocesserne sådan, at produktionen i så høj grad som muligt kan fastholdes i Danmark. Der er også hos Linak en betydelig produktvariation, der næppe vil blive mindre i fremtiden. Besøget på Linak gav mulighed for at studere et eksempel på en delvis automatiseret montage, der er udviklet med henblik på at eliminere fejl ved manuel samling af enhederne og dermed kvalitetssikre samlingsprocessen. Systemets opbygning sigter også på at minimere oplæringen af medarbejdere, når mange forskellige aktuatorer skal samles på samme proceslinje.

Den delvis automatiserede montage opstår igennem en særlig opbygning af montagecellen både med hensyn til hardware og software. Den mekaniske leverandør (Pehama i Nordborg) har indrettet montagecellen med ergonomiske løsninger for emnetransport og processikring, og dermed udviklet montagecellen til et højteknologisk anlæg trods den manuelle proces. I softwaredelen af anlægget anvendes programmet GO.Guide fra Frontmatec, der er en dansk automationsvirksomhed med specialer inden for SCADA og MES.

Operatørerne bliver guidede igennem samleprocessen via en stor pc-skærm, der viser en udførlig visuel instruktion af samleteknik og rækkefølge. Over hver skuffe med samlekomponenter er der monteret en lille elektrisk pære, som lyser på skift ud fra en forudbestemt rækkefølge. For at

aktivere næste komponent i rækkefølgen skal pæren aktiveres med et lille tryk med oversiden af hånden, og komponenten monteres før næste step.

Det er programmet GO.Guide, som styrer, hvornår lamperne lyser for at markere samlekomponenterne i den rigtige rækkefølge, og den store skærm guider operatøren ved hjælp af billeder og tekst. Operatørerne kan forstørre billederne ved direkte tryk på skærmen, og selve transportbåndet, hvor emnerne er monteret, åbner ikke op for næste montagedsted, før enheden er samlet korrekt og er klar til næste step. Stregkoder styrer de forskellige montageforløb svarende til de enkelte aktuator typer.

Linaks driftsledere tager sig af den administrative del af programmet med at lægge nye recepter ind, og selve brugerfladen i montagecellen er så intuitiv og nemt forståelig, at der ikke behøves meget instruktion i at anvende guiden. Der er derfor heller ikke givet udtryk for, at operatørerne på Linak har nye uddannelsesbehov som en følge af den mere avancerede form for manuel montage.

I andre dele af produktionen foregår der også en del manuel montage, som er understøttet af både robotter og andre former for teknologi. En 100% automatisk montage, sådan som det f.eks. ses hos Pressalit, er der ingen eksempler på hos Linak, der ellers har en ganske høj automatiseringsgrad inden for andre arbejdsområder. På mødet efter rundgangen i virksomheden blev uddannelsesbehovene drøftet nærmere. Som nævnt var der ikke AMU-uddannelsesbehov i forhold til arbejdsopgaverne i montagecellen. Der var forskellige overvejelser vedrørende måleteknikkurser og andre AMU-kurser. På Linak foregår der en systematisk uddannelsesplanlægning for operatørgruppen som helhed, hvor man laver uddannelseskataloger med bestemte AMU-kurser. I forhold til montagemedarbejderne er der udvalgt en kursusrække af en mere grundlæggende karakter.

### **Gram Commercial**

Gram er med i analysen af flere grunde. Der foregår meget avanceret montage i virksomheden, og så er det samtidig en virksomhed inden for køleområdet. På grund af en lav aktivitet overvejes det at nedlægge den fælles kompetencebeskrivelse for køleområdet (FKB 2751) og evt. skrive en tilhørende arbejdsmarkedsrelevant kompetence for køl under den nye/reviderede FKB for montageområdet. Her er det vigtigt at vurdere om fyldning af køleanlæg i produktionen udgør en særligt kompetence, der skal tages højde for uddannelsesmæssigt. Det samme gælder i forhold til lodning af rør i køleanlæg.

### Køleområdet

Gram har ikke AMU-uddannelsesbehov i operatørgruppen i forhold til fyldning af køleanlæggene i produktionen. Operatørerne skal vide noget om gasserne og fremgangsmåden for fyldning. Det holder kvalitetsafdelingen nogle interne kurser om i virksomheden, og disse kurser opdateres, hvis der kommer noget nyt, som er relevant for operatørgruppen. Sidemandsoplæring spiller også en rolle her. Derudover er fyldning og test ganske automatiseret.

Citat: *“Vi kører et test-fyldesystem, der er automatiseret, sådan at det er umuligt at sende et produkt videre i produktionen uden alle testprocedurer er fulgt korrekt. Hvis der mangler en test, får du en alarm. Der har vi investeret rigtig mange penge i de seneste år. En operatør kan faktisk ikke lave en fejl – så kommer produktet ikke videre i produktionen.*

Gasser: *Vi bruger R 600 og R 134 A, 290 og 404. R 600 bruger vi allermest. Men vi har nogle kunder rundt om i verden, som ikke er med på den vogn endnu – de får andre kølemidler i. I Europa er vi langt, men dog ikke alle steder. Når vi kommer syd for Alperne, så er det ofte en anden fyldning, der skal i, men vi ved jo også godt, at det er på vej til at blive udfaset. En R600 kan du sammenligne med lighergas. Hvis der er fejl på et produkt med en R600, så må vi lukke det ud i en udsugning og videre ud i luften.”*

Der er en del operatører i produktionen, som er beskæftiget med lodning af rør til køleanlæggene. I dag klarer man dette med intern oplæring, og der findes også interne loddecertificeringer, som understøttes af leverandørerne. Der er imidlertid også behov for nogle grundlæggende AMU-kurser på loddeområdet, som niveaumæssigt ligger forud for den interne oplæring. I takt med at virksomhedens produktion vokser, så vil det være godt at kunne trække på nogle grundlæggende AMU-kurser inden for lodning på køleanlæg.

#### Montageområdet

Når man går rundt i produktionen, er det bemærkelsesværdigt hvor meget manuel montage fylder. Dele af produktionen er automatiseret fx inden for pladebearbejdning og den manuelle montage er ikke udtryk for, at man ikke har overvejet at automatisere denne del også.

Citat: *“Da det er specialbygget enheder det hele, vi leverer, så har vi rigtig meget manuel montage, og det slipper vi aldrig af med. Vi har også meget automatik til at assistere operatørerne. Med så små serier, som vi har, er det ikke rentabelt at automatisere montagen. Vi forsøger hele tiden at optimere produktionen. F.eks. har vi automatiseret fyldning og test delvist – så langt vi kan komme, hvor det er rentabelt. Der er også meget automatik i forbindelse med at håndtere og vende skabene under montagen – her har vi bygget et temmelig avanceret anlæg. Vi tænker meget i at udvikle udstyr til at assistere operatøren i montagearbejdet.”*

Der er mange automatiske løsninger i montagen, som assisterer operatørerne på forskellige måder. Det mest imponerende er anlægget, der vender skabene og kører dem igennem en skakt under gulvet, sådan at de vender rigtig og er i den rigtige arbejds højde, når de dukker op igen. Der er også tænkt meget ergonomi ind i de teknologiske løsninger, der understøtter montagearbejdet. Robot coworkers er også en teknologi, man har fået øje på, men produktionschefen og ingeniørgruppen i virksomheden forholder sig afventende. Det er igen en skepsis over for det økonomiske udbytte ved at automatisere montagen, der gør sig gældende.

Citat: *“Robot coworkers er en mulighed, vi tænker i, og jeg vil ikke udelukke, at vi får nogle af dem ind i montagen med tiden, men det er ikke så enkelt, som mange vil gøre det til. Det er ikke nemt at se, at de kan blive rentable her hos os, selvom de er ved at være billige i anskaffelse.”*

Der er generelt en høj intern uddannelsesaktivitet i produktionen hos Gram. Anvendelsen af AMU-kurser er beskedent. Det er produktionsledelsen, der har uddannelsesopgaven.

Citat: *“Ud over truck, epoxy og andre lovpligtige kurser så bruger vi ikke AMU noget videre. Operatørgruppen er generelt ufaglærte, men vi ser dem som tillærte. Vi har en træningsplan, hvor jeg skal sikre mig, at hver operatør kan varetage et større spænd af opgaver, sådan at vi ikke bliver for følsomme over for sygefravær, eller hvis folk siger op. De (operatørerne) ved rigtig meget om produktionen og det, de arbejder med. Vi har forskellige niveauer af profiler.”*

Det er vurderingen i virksomheden, at man ikke har behov for AMU-kurser til den manuelle montage.

## ■ Automatisk montage

De virksomheder, der hører under denne kategori, gennemfører en stor del af produktionen som automatisk montage. I disse virksomheder er der imidlertid også forskellige former for manuel montage. Også mellemformen delvis automatiseret montage findes, hvor operatørernes arbejde understøttes af mere eller mindre automatiserede løsninger. Dette ses fx hos Grundfos, Danfoss og Pressalit. Den automatiske montage står altså aldrig alene, men suppleres af mere eller mindre avanceret manuel montage.

### **Danfoss**

Det er den klassiske produktion af termostater, man udfører på fabrikken i Hårup ved Silkeborg. Produktionen består af mange forskellige processer, fx har fabrikken sit eget plaststøberi, hvor man støber stort set alle de plastdele, der indgår i termostaterne. Montagen foregår i to samlehaller, hvor man arbejder med to typer termostater - en gasfyldt og en væskefyldt. En stor del af montagen foregår automatisk, men der er også en del manuelle arbejdsoperationer involveret. Dem arbejder man på at få delvist automatiseret ved hjælp af robot coworkers. Den automatiske montage er karakteriseret ved højvolumenproduktion og mange forskellige komplekse automatiske maskiner.

Citat: *“Kravene til fleksibilitet vokser også hos os. Produkterne har generelt en kortere levetid på markedet. Vi har højvolumenproduktion – vi forsøger at arbejde med platforme og så lave variantskabelsen så sent som muligt i stedet for at arbejde med varianter helt fra bunden. Det betyder, at du kan have højvolumen på basic-delen.”*

Operatørerne arbejder sammen med faglærte i produktionsteams og varetager både vedligehold og reparationer i samarbejde med de faglærte kolleger.

Citat: *“Operatørerne er involveret i både vedligehold og reparationer. Omstillinger laver vores operatører selv. Nogle maskiner kan være så komplekse, at det er nødvendig med en opstiller (faglært medarbejder) – det vurderer vi fra sag til sag. Vi kører også industrioperatøruddannelsen, hvor de får lært nogle ting. Jeg mener, at vi generelt skal have niveauerne flyttet, så vi skal lægge endnu mere ud til operatørerne af vedligehold og småreparationer, sådan at vi kan frigøre opstillerne til opgaver, vi ikke får lavet i dag. Der er en naturlig udvikling i, at operatørerne skal*



*have flere og flere kompetencer og også skal synes, at arbejdet er spændende. Det er operatørerne, der tilkalder vedligeholdelsesfolkene – det er jo operatørerne, der kører maskinerne. Der er stadig tilknyttet faglærte til et område til at lave avancerede omstillinger vedligehold osv. Vi har den holdning, at vi er sammen som et team til at løse opgaverne. En opstiller kan også lige hjælpe operatørerne med noget helt andet, men det er klart, at opstilleren er primært til vedligehold og omstillinger, og så er det operatøren, der rekvirerer, hvis der er nogle problemer.”*

Som citatet beskriver, så er der et tæt samspil mellem operatørerne og de faglærte, som generelt tager de mere komplekse opgaver inden for vedligehold, reparation og opstilling/omstilling. De arbejdsdelingsmæssige snit er ikke entydigt defineret og vil afhænge af de kompetencer, den enkelte operatør er i besiddelse af. Der er et ønske om, at operatørerne skal have flere kompetencer inden for det automatiktekniske område og dermed kunne varetage mere avancerede opgaver inden for vedligehold, reparation og opstilling/omstilling på de automatiske maskiner, end de kan i dag. De faglærte er generelt sværere at rekruttere, og de er i dag ganske ophængt i produktionen. Det kniber ind imellem at nå de planlagte vedligeholdelsesopgaver, og derfor opstår der situationer, hvor der er for meget ”brandslukning” i form af nedbrud o.l.

Organiseringen i teams og de faglærtes tætte samarbejde med operatørerne betyder, at der ikke findes en central vedligeholdelsesfunktion i fabrikken, og det oplever man som en stor fordel.

Et område, der blevet drøftet indgående under besøget på Danfoss, var operatørernes arbejde med at fremstille SOPs (Standard Operating Procedure). Det er generelt nogle erfarne operatører, der laver en SOP, når behovet er der. Derudover fremstiller man også vejledninger og dokumentation i forhold til vedligeholdelsesopgaver og reparationer. Her er der et betydeligt potentiale i at komme over på de digitale medier i disse arbejdsopgaver. Det vil være en stor fordel at anvende digitale medier fx, mobiltelefoner, tablets og computere, men operatørerne mangler nogle kompetencer.

Her er der et uddannelsesbehov vedrørende udarbejdelse af SOPs og vejledninger rettet mod både den daglige produktion og reparationer og vedligehold. Herunder kommer der et længere citat fra PTA-chefen på fabrikken, som udgør et godt grundlag for at udvikle et kursus på dette felt.

*Citat: I dag har vi en arbejdsbeskrivelse; det er et digert værk, som kommer fra leverandøren sammen med PTA-funktionen, der siger, hvordan den her maskine skal køres. Det laver vi om til noget, vi kalder en SOP, og denne SOP er ofte en one-page med 5 billeder med ultra lidt tekst. Denne kan man så lige hive frem og se på billederne og genkalde sig, hvordan man gør tingene. Derigennem har man styr på, hvordan man skal lave en omstilling eller gøre noget andet. Det tager lang tid at lave SOP'en – tage billeder – putte det ind word osv. Der håber jeg på, at vi kan komme frem til, at SOP'en i de fleste tilfælde bare er et antal videoklip. Lige nu bliver det lagt ind på en PC, men det kan også lægges ind på HMI'en. Jeg mener, vi skal derhen, at en operatør filmer, hvad der sker i en arbejdsoperation med en Ipad eller lignende. Det er en kompetence, jeg har brug for, at operatørerne kan. I samarbejde med deres kolleger skal de kunne filme det, de gør og beskære videoen sådan, at det fungerer optimalt. F.eks. beskære en 10 minutters video ned til to minutter. De 5-6 faste billeder vi i dag har på SOP'en er ikke nok. I den sammenhæng har vi også en udfordring i, at vi skal have vikarbureauerne ind, for at vi kan svinge plus minus 15% i produktionen. En person fra et vikarbureau skal kunne gå ind og performe med det samme.*

*Derfor er det helt afgørende, hvor hurtigt du kan få oplært en person ude fra til at gøre tingene; der ser jeg videoklippene som et væsentlig bedre værktøj, end det vi har i dag.*

I en række tilfælde har man ikke dokumentation på udskiftning af komponenter, fordi det tager for lang tid at udføre dokumentationen. Her bliver det naturligvis en udfordringen at redigere en optagelse; hvis det fx tager to timer at skifte en komponent, så skal videoen selvfølgelig ikke vare to timer. Dette kræver uddannelse i, hvordan man redigerer videoen stærkt med fokus på de centrale dele af arbejdsprocesserne. Det er vigtigt, at man ikke blot ser kompetencen som et betjeningsanliggende. Der er i lige så høj grad tale om kompetencer i at analysere, hvad der er de afgørende processer i fx udskiftningen af en sliddel eller de vigtigste elementer i en bestemt arbejdsproces i en manuel eller automatisk montage.

### **Pressalit**

På Pressalit har man mange års erfaring i at automatisere produktionen, og den fuldautomatiske montagelinje på fabrikken er også noget af det mest avancerede, der findes i Danmark. Anvendelsen af visionstyrede robotter (seende robotter) giver mulighed for at automatisere produktioner i mindre serier med hyppige omstillinger og samtidig opretholde en god økonomi. Brug af visionsstyring til robotterne eliminerer bekostelige fiksturer, og gør det muligt at opfylde høje krav til fleksibilitet.

Den fuldautomatiske montagelinje har 9 robotter, 11 komponentfødere, 36 kameraer og et gennemgående transportsystem til sæde og låg. Transportsystemet er uden fiksturer, og i stedet anvendes vision til positionsbestemmelse af sæder og låg på båndet. Tilfødingen af komponenter foregår ved hjælp af fleksible fødere med vision. Robotterne får genereret deres hente-, afleverings- og montagepositioner af visionsystemerne. På denne måde bliver linjens omstillingstid kort og den mekaniske opbygning mere enkel. Anlægget kan håndtere en høj grad af fleksibilitet, sådan at man kan producere 64 forskellige varianter af toiletsæder på det samme udstyr med en omstillingstid på kun ca. ti minutter.

Montagelinjen passes af to operatører, der også ind imellem varetager andre opgaver i produktionen. Den ene operatør er faglært automekaniker, og den anden er ufaglært, men har lang arbejds erfaring med automatiske anlæg. Operatørerne foretager også det løbende vedligehold og udfører desuden reparationer på anlægget, der ikke kræver en egentlig specialisterviden. Det er vurderingen, at man også i fremtiden vil foretrække faglærte som operatører eller industrioperatører med automatiktekniske kompetencer. PTA-chefen på fabrikken mener, at det er en rigtig god idé at tilbyde automatiktekniske kurser til operatørgruppen. Det er generelt vanskeligt at rekruttere faglærte inden for dette område. De to operatører har været ansat på Pressalit i mange år.

Selvom fabrikken i Ry er meget automatiseret, så er der også en stigende andel af manuel montage i produktionen. Man vurderer, at en væsentlig del af væksten i de kommende år vil ligge i den manuelle del af produktionen, og man overvejer, hvordan man skal tackle denne udvikling. Robot coworkers kan være en vej at gå, fordi de kan tilbyde en delvis automatisering til en beskedne pris. PTA-chefen fortæller, at prisen på en UR-robot nogenlunde svarer til én enkelt føder

på det store anlæg.

### **Grundfos**

Under besøget på Grundfos var der mulighed for at gennemgå to generationer af automatisk montage af pumper på UP-fabrikken. Udviklingen var til at få øje på. Indførelse af moderne visionsteknologi på den nye linje reducerer behovet for komplicerede fiksturer meget. Derudover var der også en større anvendelse af robotter på den nye linjer. Alle robotter er lukket inde bag en afskærmning. Operatøropgaverne på de to anlæg var ret sammenlignelige bortset fra de anlægsspecifikke forhold. Operatørerne kører med anlægget og varetager forsyningsopgaver i forhold til føddning af de automatiske maskiner o.l. Montagen er meget differentieret og indeholder også vikling af motorer, der foregår helt automatisk.

På Grundfos er det faglærte teknikere, der opstiller, fejlfinder, reparerer og vedligeholder anlægget og de forskellige automatiske maskiner. Operatørerne deltager i reparationer og vedligehold i et mindre omfang, end man fx ser det på Danfoss i Hårup. Der er imidlertid også en udvikling i gang her, som går i retning af, at operatørerne skal inddrages mere i vedligehold og reparationer på anlægget.

På Grundfos er der også en del manuel montage i tilknytning til den automatiske montage, især når der skal startes nye produktioner op.

*Citat: "Nu skal vi så til at lave pumper til vores OEM-kunder – dem der sælger pumperne monteret i kedler. Der har vi sat nyt produktionsudstyr op, og der har vi meget manuelt arbejde."*

I en afdeling, hvor man fremstiller ventiler, er der også en del manuel montage, men det er dog udviklet sådan, at operatørerne arbejder meget sammen med maskinerne f.eks. inden for test. Der er altså både manuelle og automatiserede processer inden for samme arbejdsgang.

### **GPV og Vestas**

I forbindelse med besøgene på GPV og Vestas i relation til box building var det nærliggende også at se nærmere operatørernes arbejde med den automatiske elektronikmontage. Måske er der her sammenlignelige uddannelsesbehov i forhold til vedligehold og reparationer på de automatiske montageanlæg.

På GPV har man investeret i en ny automatisk montagelinje i 2014 med henvisning til, at den teknologiske udvikling stiller større krav til printmontage end tidligere. Udformningen af komponenterne bliver mere kompleks, og den automatiske montageproces skal være meget nøjagtig.

Montagemaskinerne skal derfor kunne operere særdeles præcist. På en hukommelseskreds kan der være hundredevis af ben, som skal monteres automatisk.

Den nye montagelinje på GPV består af en screen printer, fire pick-and-place- maskiner, en in-line Yamaha AOI-skanner (Automated Optical Inspection) og en traditionel reflow-loddeovn med nitrogen. Samtlige maskiner er en del af Yamahas YS-serie.

Hvor den gamle linje kunne montere 28.900 komponenter i timen, kan den nye linje montere 67.000.

Desuden kan maskinerne arbejde med mindre hustyper og håndtere typer af komponenter, som de gamle maskiner ikke kunne. Derudover foregår inspektionen automatisk i modsætning til tidligere, hvor en operatør varetog denne opgave. Hele linjen passes af én operatør, så lønandelen er meget lille.

På Vestas i Hammel ser man tilsvarende anlæg, der også passes af et lille antal operatører. Det er generelt vurderingen i virksomhederne, at efteruddannelse af operatørerne i forhold til elektronikmontagelinjer skal foregå inden for elektronikområdet, da vedligehold og fejlfinding på anlæggene skal ses i tæt sammenhæng med de elektronikmontageprocesser, som anlæggene udfører.

## Montage med robot coworkers

Besøget på Center for Robotteknologi i Odense gav et godt overblik over robot coworkers som en særligt robotteknologi til forskel fra de gængse industrirobotter. Det, der definerer en robot coworker, er, at robotten arbejder sammen med et menneske fx i forbindelse med en montageopgave. Dette betyder, at det skal være sikkert for medarbejderne at komme tæt på robotten uden afskærmning. Her melder flere virksomheder, der har anskaffet sig UR-robotter, om problemer, som betyder, at robotten imod forventning skal afskærmes. Der er dog også en udvikling i gang hen imod en fælles europæisk sikkerhedsstandard for kollaborative robotter (ISO TS 15064). Generelt giver det ikke mening at omtale robotter som kollaborative, hvis de skal skærmes fra omgang med mennesker. Som tidligere nævnt i rapporten arbejder flere virksomheder med de små UR-robotter, men i forhold til montage er det ret beskedent, hvor langt man er kommet på nuværende tidspunkt. Under besøget på Center for Robotteknologi i Odense viste man en del eksempler på robotløsninger, men pegede samtidig på, at der var et meget stort behov/potentiale for effektivisering af montageprocesser med denne robottype.

På Universal Robots hjemmeside er der flere illustrative eksempler på anvendelsen af deres UR-robotter også i forhold til montage. Især videoen med montagearbejdet på den spanske fabrik for udstyr til motorcykler SHAD er meget interessant, fordi den demonstrerer denne type robotters store fleksibilitet under de rette betingelser.

Hos SHAD anvender man en UR5, der flyttes rundt i produktionen efter behov og omprogrammeres løbende til at håndtere de aktuelle opgaver. Den 6-aksede UR5 arbejder side om side med operatørerne i et delt arbejdsområde, og fritager dem dermed for ensidigt gentaget arbejde fx ved samling af kufferter. Robotten bidrager til at øger kvaliteten og nedsætte produktionstiden, samtidig med at den forbedrer arbejdsforholdene for medarbejderne. Dette er man også meget fokuseret på i de besøgte virksomheder, hvor alle uden undtagelse følger udviklingen på robotområdet samtidig med, at man også er afventende. Erfaringerne med automatisering er ikke entydigt positive i virksomhederne set i forhold til fleksibilitet og rentabilitet. I en virksomhed, hvor man planlægger med at installere UR-robotter til montage i produktionen i løbet af 2016, udtrykker man det på denne måde:

Citat: *“Der, hvor automatisering fejler i dag, er – at hver eneste gang jeg skal have gjort et eller andet, så skal jeg have en dyr programmør på besøg. Så skal maskinbyggeren ud, og så kommer han med en softwaremand, og det er en ekstrem høj timepris, og han er desuden svær at få fat på, fordi han er en nøgleperson – mange gang er det faktisk software, vi venter på eller rettelser*

*eller andre småting. Der synes jeg, at robotstyringer og styringer generelt burde være meget lettere tilgængelig. Her har UR-robotten sin berettigelse, og det er også derfor, vi går i den retning samtidig med, at vi jagter mere fleksibilitet. Vi har sat 10 min. som mål for en omstilling, og det er en operatør, der skal kunne stille om – selvfølgelig fra et kendt produkt til et andet kendt produkt - at lave en helt ny variant, der skal vi måske have en opstiller eller vores egen elektriker i gang. Vi skal være selvhjulpne – enkelt og intuitivt.”*

Det er vigtigt at være opmærksom på, at implementeringen af robotter i industriens virksomheder ikke styres af begejstring for robotter. Den typiske tilgang til en robot er, at den er en automatisk maskine, som skal kunne præstere en businesscase med en garanteret tilbagebetalingstid på max 3 år. Den beskudne anvendelse af robotter i mange montageproduktioner handler ikke om virksomhedernes manglende indsigt i den teknologiske udvikling, men i stedet om at opretholde den fornødne fleksibilitet i forhold til korte produktlevetider på markedet, mange ordrestørrelser og mange produktvarianter. Flere af virksomhederne har haft robotleverandører til at se nærmere på automatisering af manuelle montageprocesser, men det har generelt været for dyre og ufleksible løsninger, leverandørerne er nået frem til. Her ser flere af de besøgte virksomheder nogle muligheder i at arbejde med fleksible løsninger, hvor nogle arbejdsprocesser automatiseres og andre fastholdes som manuelle. En virksomhed der er langt i planlægningen med at indføre robot coworkers udtrykker det på denne måde:

*Citat: ”I stedet for at have flere arbejdspladser, der på grund af lavt volumen kun kører en gang imellem, så prøver vi at vende bøtten rundt. Vi skal have en montagecelle i stedet, der er hyperfleksibel, sådan at den først skal køre et produkt i fx 8 timer, og så i løbet af 10 minutter skal en operatør kunne stille den om til at lave en anden arbejdsopgave, som så kører i 5 timer, og så skal den kunne stilles om igen. Vi taler ikke om 100% automatisering. Hvis vi skal lave en 100% automatisering, hvor alt mulig håndtering og palletering, osv. – så taler vi om meget store investeringer – og det kan vi ikke lave en økonomisk rentabel løsning på. Det, vi prøver, handler om, at en 50% automatisering er godt nok i mange cases, hvor operatøren er involveret i at skifte kasser og bakker ind imellem, sådan at man får det, vi kalder mælkeruter, hvor en operatør går rundt og passer flere anlæg.”*

Montage med robot coworkers udgør ikke et akut uddannelsesbehov for operatører, da der ikke findes mange installationer i virksomhederne endnu. Til gengæld er operatøren en så central medarbejder i implementeringen af teknologien, at det giver god mening at uddanne operatørgruppen på forkant inden for dette område.

*Citat: ”Der, hvor vi er stærke herhjemme, det er, at vi har nogle operatører, som kan meget selv og vil gå selvstændig ind i arbejdet og bidrage til at udvikle det. De produktioner, hvor det er afgørende, de bliver i Danmark. Hvis operatørerne kan samarbejde med en robot og selv bidrage til udvikle setup’et omkring arbejdet – altså selv bruge robotten som et værktøj, de selv kan programmere – det vil absolut være noget, der bringer virksomheden videre. Det vil give rigtig god mening i fremtiden, men operatøren skal klædes på til det, og det er jeg sikker på, de gerne vil.”*

Det er vigtigt, at man i udviklingen af et kursus inden for dette område ikke fokuserer for snævert

på robotbetjening og programmering. Det er lige så afgørende, at operatøren kan sekventere montagearbejdet sådan, at man kan nå frem til den optimale arbejdsfordeling mellem medarbejder og robotten. En eksperimenterende tilgang til arbejdet med robotten er afgørende og skal indgå i kurset med henblik på efterfølgende at blive fuldt udviklet på arbejdspladsen.

### **Uddannelsesbehov i de besøgte virksomheder**

Uddannelsesbehovene for operatørgruppen er ganske entydige i de besøgte virksomheder. Der er ingen, der har behov for nye AMU-kurser, som retter sig mod manuel montage i produktionen. Selvom den manuelle montage kan være ganske bredspektret og både omfatte mekanisk og elektrisk montage, så skal man under alle omstændigheder gennemføre virksomhedsinterne træningsforløb for operatørerne. Disse træningsforløb gennemføres typisk som sidemandsoplæring, men der kan også være tale om særlige interne kurser, som gennemføres af kvalitetsafdelingen. I nogle få tilfælde skal den elektriske montage gennemføres som lodning, og her er der et stort kursusprogram inden for elektronikområdet i forvejen.

Virksomhederne inden for køleområdet er kategoriseret som delvist automatiserede, men lodningen af rør til køleanlæggene er en manuel proces, og her har kølevirksomhederne et uddannelsesbehov, som forventes at vokse i de kommende år. Dette behov kan umiddelbart opfyldes af kursus nr. 47112 *Sølv og fosforhårdlodning af kobberrør*, og der er derfor ikke behov for nyudvikling her. Til gengæld betyder det, at der stadig er behov for at se køleområdet som et særskilt uddannelsesområde – i det mindste i de kommende 3-5 år. Der er ikke konstateret kølespecifikke uddannelsesbehov derudover – heller ikke i forhold til omgang med kølemidler. Det er imidlertid for tidligt at konkludere, at der ikke vil opstå kølespecifikke uddannelsesbehov i den nærmeste fremtid. Der er ikke mange virksomheder, som producerer køle- og klimaanlæg i Danmark, men til gengæld er de alle i stærk vækst, og der er tale om ganske specialiserede virksomheder, som også er førende i forhold til teknologisk udvikling. Udviklingen på inden for varmepumper kan også påvirke, hvordan dette uddannelsesområde udvikler sig i fremtiden, da opbygningen af køleanlæg og varmepumper er sammenlignelige i teknisk henseende.

I relation til box building er der ingen uddannelsesbehov i forhold til den mekaniske montage. Generelt skal dette område uddannelsesdækkes inden for elektronikområdet, og her er der udviklingsinitiativer i gang vedrørende montage af elektriske apparater.

### **Grundlæggende automatiktekniske kompetencer**

I forhold til helt og delvis automatiserede montageproduktioner er der et behov for, at operatørerne udvikler nogle grundlæggende automatiktekniske kompetencer med henblik på at kunne udføre vedligehold og reparationer på produktionsanlæggene i samarbejde med faglærte automatikmedarbejdere. Både operatørerne og virksomhederne betoner, at det er vigtigt at starte fra grunden samtidig med, at man fastholder operatørperspektivet på opgaverne. De nuværende kurser inden for automatikområdet har et andet sigte og henvender sig til faglærte.

### **Udvikling af SOPs og vejledninger**

Som tidligere nævnt er der et behov for et nyt kursus i udvikling af SOPs (Standard Operating Procedure) for montageoperatører under inddragelse af videosekvenser. Det er ikke kun et kursus i betjening af digitale medier og nogle enkel videoedigeringsprogrammer, der er tale om her. Det handler også om at kunne prioritere og udvælge de mest relevante sekvenser i et givet arbejdsforløb inden for montage samt reparationer og vedligehold af produktionsudstyr.

### **Montageopgaver med robot coworkers**

Montage med robot coworkers udgør ikke et akut uddannelsesbehov for operatørerne, da der ikke findes mange installationer i virksomhederne endnu, men det er oplagt at påbegynde kompetenceudviklingen nu med henblik på at kunne inddrage operatørerne bedre i implementeringsfasen i virksomhederne. Fokus skal ikke kun ligge på robotbetjening og programmering, men i lige så høj grad på udviklingen af montageløsninger med robot coworkers med henblik på at opnå den bedste arbejdsdeling mellem robot og medarbejder i en montageproduktion.

- Fokus i analysearbejdet har som udgangspunkt ligget på helt eller delvist automatiseret montage. Det er imidlertid også vigtigt at inddrage den manuelle montage, hvis man skal kunne vurdere den uddannelsesmæssige betydning af udviklingen i automatiseringsbestræbelserne.
- Det er forholdsvis få virksomheder, hvor montagen udelukkende er manuel; der er næsten altid tale om grader af manuel montage kombineret med automatisering af nogle montageprocesser i produktionen. Virksomhederne har generelt ikke behov for AMU-kurser inden for manuel montage.
- Der er ikke konstateret uddannelsesbehov i forhold til den mekaniske del af box building. Den elektriske del af montagen skal fortsat varetages inden for elektronikområdet.
- Gram har ikke AMU-uddannelsesbehov i operatørgruppen i forhold til fyldning af køleanlæggene i produktionen, da denne proces er automatiseret. I takt med at virksomhedens produktion vokser, så har man behov for nogle grundlæggende AMU-kurser inden for lodning af rør på køleanlæg. Dette kursus findes allerede.
- Inden for automatisk montage og delvist automatiseret montage ønsker virksomhederne, at operatørerne skal have flere kompetencer inden for det automatiktekniske område og dermed kunne varetage mere avancerede opgaver inden for vedligehold, reparation og opstilling/omstilling på de automatiske maskiner.
- Der er et uddannelsesbehov vedrørende udarbejdelse af SOPs og vejledninger ved hjælp af video rettet mod både den daglige produktion og reparationer og vedligehold.
- Den beskudne anvendelse af robotter i mange montageproduktioner handler om at opretholde den fornødne fleksibilitet i forhold til korte produktlevetider på markedet, mange ordrestørrelser og mange produktvarianter.
- Montage med robot coworkers udgør ikke et akut uddannelsesbehov for operatørerne, da der ikke findes mange installationer i virksomhederne endnu, men det er oplagt at påbegynde kompetenceudviklingen med henblik på at kunne inddrage operatørerne bedre i implementeringsfasen i virksomhederne.



### 3. Operatørprofiler i industriel montage

Operatørprofilerne opstår ud fra de arbejdsdelingsmæssige snit, der findes i forhold til forskellige kategorier af montage i produktionen i de besøgte virksomheder. Kategoriseringen er valgt ud fra de observationer og samtaler, der er gennemført, og bygger på jobfunktioner, som typisk gælder for operatørgruppen inden for montage.

#### Operatørprofiler - montage

<u>Manuel montage</u>	<u>Delvis automatisk montage</u>	<u>Automatisk montage</u>
Jobfunktioner: <ul style="list-style-type: none"><li>• Manuel mekanisk montage i produktionen.</li><li>• Manuel elektrisk montage i produktionen.</li><li>• Udførelse af test og kvalitetskontrol.</li><li>• Udarbejdelse af SOPs og vejledninger</li></ul>	Jobfunktioner: <ul style="list-style-type: none"><li>• Manuel mekanisk montage i produktionen.</li><li>• Manuel elektrisk montage i produktionen.</li><li>• Betjening af særskilte fleksible automationsløsninger</li><li>• Udførelse af montageopgaver med robot coworkers</li><li>• Udførelse af test og kvalitetskontrol.</li><li>• Reparation og vedligehold på automationsløsninger</li><li>• Udarbejdelse af SOPs og vejledninger</li></ul>	Jobfunktioner: <ul style="list-style-type: none"><li>• Betjening og drift af automatiske montageanlæg</li><li>• Reparation og vedligehold på automatiske montageanlæg</li><li>• Udførelse af test kvalitetskontrol.</li><li>• Udarbejdelse af SOPs og vejledninger</li></ul>

Som det fremgår af modellen er der inden for automatisk og delvis automatisk montage et behov for kurser inden for grundlæggende automatik, udarbejdelse af SOPs og vejledninger og montage med robot coworkers. Udarbejdelse af SOPs og vejledninger er også relevant for manuel montage. Der er generelt ikke en efterspørgsel efter længere uddannelsesstrukturer, som nærmer sig faglært niveau fx i forhold til automatik. Virksomhederne vil hellere, at operatørerne tager industrioperatøruddannelsen. Dette er en forholdsvis fleksibel løsning, som giver et betydeligt kompetencemæssigt løft, der gør en mærkbar forskel i det daglige arbejde. Der er generelt en meget positiv omtale af de erfaringer, som virksomhederne har med denne uddannelse.

Et andet bidrag til operatørernes kompetenceudvikling er den interne uddannelse, og den har et betydeligt omfang. Sidemandsoplæring af kolleger er en naturlig del af det daglige arbejde de fleste steder. Mange operatører er fortrolig med oplæring af vikarer, hvilket også medvirker til, at der generelt er en høj bevidsthed om læring på arbejdspladsen hos mange af de fastansatte operatører. Ud over den interne læring og kurser på arbejdspladsen er der flere operatører, som også får leverandørkurser. Omfanget af denne del af kompetenceudviklingen er dog væsentlig mindre end hos de faglærte medarbejdere.

## Udspil til uddannelsesinitiativer

Analysearbejdet lægger op til udvikling af en række nye mål væsentligst inden for automatik og derudover også en revision af FKB 2754 "Montage af lettere industriprodukter".

### Udvikling af nye AMU-mål

Som tidligere beskrevet er der behov for udvikling af et nyt AMU-mål i forhold til Robot Coworkers. Dette bør udvikles med FKB 2750 "Betjening af industrirobotter for operatører" som moder-FKB. Det er vigtigt at holde kompetenceudviklingen vedrørende robotter samlet om FKB 2750 – ikke mindst af udbudsmæssige årsager.

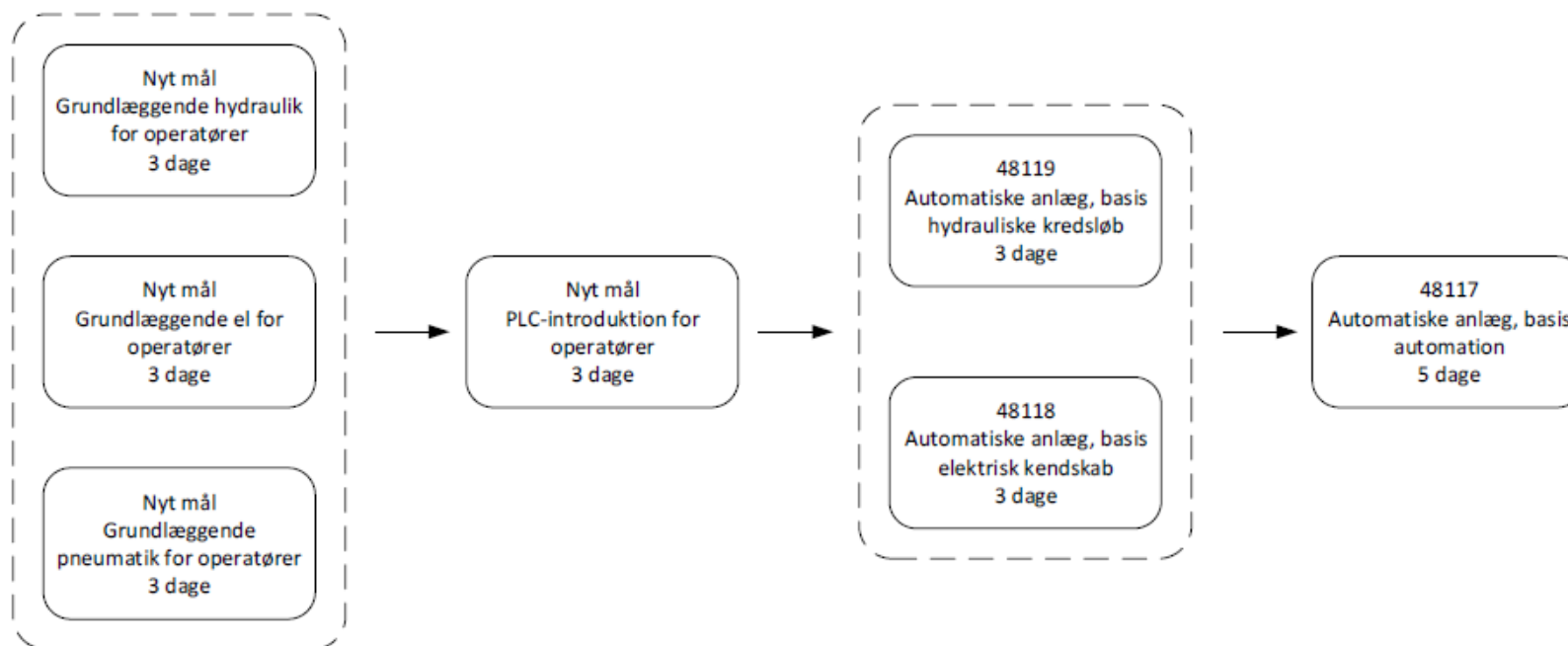
Behovet vedrørende et AMU-mål inden for udvikling af SOPs og vejledninger kan med fordel vurderes i en bredere industriel sammenhæng end montage. Det vil antageligt være mest relevant at lade den nye montage-FKB være moder-FKB for det pågældende mål. En varighed på 3 dage vil være passende ud fra foreløbige vurderinger.

Virksomhedernes vurdering af niveauet for operatørkompetencerne inden for automatik handler om, at operatørerne skal kunne assistere de faglærte automatikkolleger med reparationer og vedligehold på de automatiske anlæg og efter behov kunne løse mindre reparations- og vedligeholdelsesopgaver selv. Det handler ikke om at sigte mod et faglært niveau, men i stedet at udvikle en velfunderet basiskompetence hos operatørerne med en tilstrækkelig bredde fagligt set. Det er desuden vigtigt, at man kan starte på forløbet helt uden faglige forudsætninger. Man skal starte med det grundlæggende og samtidig undgå, at opstarten bliver for teoretisk. Man skal arbejde med teknikken i praksis fra begyndelsen og på denne måde få lært det basale.

På næste side ses en model for en uddannelsesstruktur vedrørende automatiske anlæg, der henvender sig til operatører. Det beskrevne slutmål for uddannelsesstrukturen svarer til det virksomhederne har efterspurgt under analysearbejdet, og der skal udvikles 4 nye mål med henblik på at sikre et basalt indgangsniveau til uddannelsesstrukturen. Tre af disse mål vil blive udviklet i umiddelbar forlængelse af dette analysearbejde.

Målene 48117, 48118 og 48119 har FKB 2273 "Automatik- og procesteknisk område" som moder-FKB. De repræsenterer en samlet praksisrettet basiskompetence i automation og styring af automatiske anlæg, der involverer pneumatik, hydraulik, relæteknik, sensorer og PLC. Målene er nye (juli 2015) og har et indhold, der korresponderer godt med virksomhedernes og operatørernes behov. Det er dog ikke muligt at opnå de kompetencer, som målene sigter på, uden forudsætninger inden for el, pneumatik, hydraulik og PLC. Uddannelsespakkerne inden for de stiplede linjer markerer, at kurserne kan tages i vilkårlig rækkefølge. Pilene angiver en anbefalet rækkefølge, der sikrer en progression i uddannelsesforløbet.

## Uddannelsesstruktur automatiske anlæg - operatør



### Slutmål for uddannelsesstrukturen

Deltageren kan:

- Assistere ved fejlfinding og fejlretning på styringssystemer på et automatisk anlæg.
- Assistere ved fejlfinding og fejlretning på elektriske systemer på et automatisk anlæg.
- Assistere ved fejlfinding og fejlretning på hydrauliske og pneumatiske systemer på et automatisk anlæg.
- Assistere ved forebyggende vedligeholdelsesarbejde på automatiske anlæg.
- indgå i et tværfagligt samarbejde med andre faggrupper.

Der er kun ét mål, der har 2754 "Montage af lettere industriprodukter" som moder-FKB, og det er mål nr. 47289 "Anvendelse og kontrol af olie og fedt produkter". Målet er rettet mod hydraulik, men fokuserer stærkt på olie- og fedtprodukter og virker dermed ganske snævert og specialiseret. Der har ikke været aktivitet på målet, og en del af indholdet kan med fordel lægges ind i det nye grundlæggende hydraulikmål, som er angivet i modellen.

De viste grundlæggende mål i modellen kan ikke dækkes af eksisterende mål på grund af både varighed og indhold. Virksomhederne kan generelt ikke undvære en operatør i 5 dage med mindre, der er særlige grunde til det, og derudover er der ikke behov for mere end tre dages varighed på de grundlæggende kurser for at sikre et godt udbytte af kurserne inden for automatiske anlæg. Samtidig vil en varighed på 3 dage også kunne udvikle en særskilt anvendelig kompetence inden for de pågældende områder. Læringsudbyttet for de 4 grundlæggende kurser kan dermed også anvendes af operatørerne i det daglige arbejde, selvom man ikke fortsætter på de 3 sidste kurser.

### **■ Ny FKB for montage**

Af flere grunde er det nødvendigt at udvikle en ny FKB for montage. Det er ikke hensigtsmæssigt at bevare FKB 2751 "Produktion af køle- og klimaanlæg", da behovene inden for dette jobområde er meget beskedne. Der er i øjeblikket to kernemål (47112, 47113), som har FKB 2751 som moder-FKB, og der er i løbet af analysearbejdet kun konstateret behov for det ene mål (47112). Udviklingen på køleområdet betyder, at det er relevant at nedlægge FKB 2751 og skrive en TAK for køleområdet i en ny montage-FKB. Det er usikkert om køleområdet i fremtiden vil være et særskilt kompetenceområde til forskel fra den øvrige industrielle montage. Dette vil udviklingen i de kommende 5 år vise. Det er dog sikkert, at der vil blive produceret køleanlæg i Danmark i fremtiden og antageligt i et stigende omfang, hvilket vil kræve flere ansatte operatører i produktionen.

I forhold til den øvrige industrielle montage er der ikke sket de store ændringer, der begrunder nye TAKer eller omfattende ændringer i de nuværende. En vis tilpasning vil der dog ske set i lyset af analysearbejdets resultater.

Derudover ønsker efteruddannelsesudvalget at inddrage montage af vindenergianlæg som en TAK i den nye FKB for montage. Begrundelsen er, at vindenergiområdet er for lille et jobområde til en særskilt FKB på montagesiden. Vingeproduktionen hører i forvejen under plastområdet. Derfor er det oplagt at tilgodese vindmølleoperatørernes efteruddannelsesbehov vedrørende montage af vindmøller via en TAK i en ny montage-FKB. Derudover er de øvrige TAKer, bortset fra køl- og klima, også relevante for vindenergiområdet.

TAKerne i den nye montage-FKB bliver derfor følgende:

- Automatisk montage
- Manuel elektrisk montage
- Manuel mekanisk montage
- Montage af køle- og klimaanlæg
- Montage ved produktion og opstilling af vindenergianlæg
- Kvalitetskontrol og dokumentation

FKBen skrives i umiddelbar forlængelse af analysearbejdet.

- Analysearbejdet lægger op til udvikling af en række nye mål væsentligst inden for automatik og derudover også en ny FKB for montage af industriprodukter.
- Der er generelt ikke efterspørgsel efter længere uddannelsesstrukturer, som nærmer sig faglært niveau fx i forhold til automatik. Virksomhederne vil hellere, at operatørerne tager industrioperatøruddannelsen.
- Virksomhederne ønsker, at operatørerne skal kunne assistere de faglærte automatikkolleger med reparationer og vedligehold på de automatiske anlæg og efter behov kunne løse mindre reparations- og vedligeholdelsesopgaver selv.
- Det skal være muligt at starte på en kursuspakke inden for automatik helt uden forudsætninger. Der skal udvikles fire nye mål for at sikre dette.
- Den interne uddannelse har et betydeligt omfang. Sidemandsoplæring af kolleger er en naturlig del af det daglige arbejde de fleste steder.
- Der er flere operatører, som også får leverandørkurser. Omfanget af denne del af kompetenceudviklingen er dog væsentlig mindre end hos de faglærte medarbejdere.
- FKB 2751 "Produktion af køle- og klimaanlæg" nedlægges, og der beskrives en TAK inden for køleområdet i den nye montage-FKB
- Den nye montage-FKB skal efter udvalgets beslutning også indeholde en TAK for montage ved produktion og opstilling af vindenergianlæg.

## Afsluttende bemærkninger

Det afgørende nye, i forhold til analysearbejdets resultater, er uddannelsesstrukturen inden for automatik. Dette har givet anledning til et uformelt møde med EUC-Syd i Sønderborg vedrørende udbud af den nye montage-FKB og også vedrørende et kursus om montage med robot coworkers.

På automatikområdet var man uden videre interesseret i at løse uddannelsesopgaven, da man jo i forvejen udbyder AMU-kurser under FKB 2273 "Automatik- og procesteknisk område".

Med hensyn til robot coworkers er man også meget interesseret, men har dog et forbehold med hensyn til de investeringer og udviklingsomkostninger, dette må give anledning til. EUC-Syd udbyder i forvejen kurser i industrirobotter, men en robot coworker er som tidligere nævnt en ny type robot, som skal fungere i tæt samarbejde med operatøren. Dette betyder ud fra en foreløbig vurdering, at der skal anskaffes 6-8 robotter, for at man kan gennemføre et kursus med dette fokus. Udviklingen af undervisningsmaterialer og et undervisningsmiljø vil også tage en del tid. Uddannelse af lærerne kan ske på Center for Robotteknologi i Odense, men det er skolens erfaring, at disse kurser er meget dyre, og det samme gælder den konsulenthjælp, man eventuelt kunne få brug for at trække på.

Under drøftelserne på EUC-Syd blev det tydeligt, at etablering af et undervisningsmiljø med robot coworkers må ses som et udviklingsprojekt, der skal finansieres ved udviklingsmidler. Skolen har næppe mulighed for at finde pengene. Man må også forvente, at søgningen til et kursus inden for robot coworkers i begyndelsen vil være forholdsvis begrænset, da der ikke findes mange installationer i industrien endnu. På den anden side kan uddannelsesinstitutioner nemt komme meget bag efter udviklingen, hvis ikke de starter med ny teknologi god tid.

I forhold til vindenergi er der også et par bemærkninger til slut. Selvom der udvikles en TAK i den nye montage-FKB, som er rettet mod montage ved produktion og opstilling af vindenergianlæg, så er der ikke i dette projekt gennemført analysearbejde ind på vindenergiområdet. Der ligger derfor heller ikke forslag til hvilke særskilte vindenergimål, der kan tilknyttes denne TAK. Indholdet i TAKen skrives imidlertid forholdsvis bredt og bygger blandt andet på ERAs erfaringer i forbindelse med tidligere gennemførte analyser inden for vindenergiområdet. Derudover er uddannelsesordningen for vindmølleoperatøren screenet indholdsmæssigt.

## Litteratur

- 1 Jan Stentoft Arlbjørn, Brian Vejrum Wæhrens, John Johansen og Torben Pedersen: *Produktion i Danmark eller udflytning af produktion: Nye roller og ledelsesmæssige udfordringer* i Ledelse & Erhvervsøkonomi nr. 02 | 2011.
- 2 Robotfabrikanterers hjemmesider: Universal Robots, ABB, Fanuc, Kuka, Baxter og Dexter.
- 3 Hjemmesider for forskningsinstitutioner: Center for Robotteknologi, MADE, Institut for mekanik og produktion – AAU og Fraunhofer.
- 4 Hjemmesider for de besøgte virksomheder.
- 5 Kubix og Industriens Uddannelser: Analyse af vindmølleindustriens kompetencebehov på faglært niveau. Februar 2009
- 6 Svend Jensen, ERA: Analyse af AMU-uddannelsesbehov inden for montage. September 2008.