



Analyse af efteruddannelsesbehov for elektronikfagteknikere og radio-tv-fagteknikere

Svend Jensen
ERA- Erhvervspædagogisk Rådgivning & Analyse
Januar 2010

Indholdsfortegnelse

Indledning	3
1. Metode.....	4
2. Uddannelsesbehov inden for teknisk service.....	5
2.1. Arbejdsopgaver inden for teknisk service	5
2.1.1. Efteruddannelsesbehov radio-tv-branchen.....	6
2.1.1.1. Decentrale værksteder	6
2.1.1.2. Centralværkstederne	8
2.1.2. Efteruddannelsesbehov professionel elektronik.....	10
2.1.2.1. Maritim elektronik	11
2.2. Konklusioner og anbefalinger vedrørende teknisk service..	13
3. Uddannelsesbehov inden for produktion	15
3.1. Arbejdets organisering.....	15
3.1.1. Arbejdsdeling i forhold til operatørgruppen	16
3.1.2. Arbejdsdeling i forhold til højere udd. kolleger.....	16
3.2. Fejlfinding og fejlretning i forbindelse med produktionen..	18
3.3. Test af elektronikkredsløb og apparater.....	20
3.4. Opgaver i produktionsteknisk afdeling	21
3.4.1. Efteruddannelse i produktionstekniske områder	22
3.5. Deltagelse i produktudvikling	23
3.5.1. Softwareudvikling	24
3.5.2. Udlægning af print	25
3.5.3. Øvrige elektroniktekniske områder	26
4. Konklusioner og anbefalinger	28
4.1. Uddannelsesbehov inden for produktion	28
4.2. Anbefalinger vedrørende revision af FKB 2626.....	29
Anvendt litteratur	30

Indledning

Denne rapport dokumenterer et analysearbejder vedrørende radio-tv-fagteknikeres og elektronikfagteknikeres efteruddannelsesbehov med følgende formålsbeskrivelse:

Formålet med projektet er at undersøge kompetence- og uddannelsesbehov inden for elektronik- og radio-tv-branchen med henblik på at skabe et nyt grundlag for udvikling af arbejdsmarkedsuddannelser inden for rammen af FKB 2626 "Elektronik- og svagstrømsteknisk område".

Elektronik og svagstrømsområdet er karakteriseret ved at omfatte de arbejdsprocesser, der knytter sig til reparation, service og salg, produktion og udvikling af produkter indeholdende elektronik- og svagstrømsteknik. FKB 2626 dækker dermed et stort jobområde, der samtidig udvikler sig meget hurtigt både set i forhold til jobfunktionernes indhold og forskydninger mellem forskellige arbejdsområder i virksomhederne. Disse forskydninger bestemmes bl.a. af forskellige strategier for outsourcing.

Den særlige udviklingsdynamik, der præger jobområdet, berettiger til en relativt omfattende analyse, som tager højde for den differentierede anvendelse af faglærte i forskellige typer af virksomheder, som TAKerne i FKB 2626 afspejler. Analysestrategien vil derfor som udgangspunkt bygge på en skelnen mellem uddannelsesbehovene i servicevirksomheder og produktionsvirksomheder.

Analysen sigter på at levere vurderinger og anbefalinger vedrørende behov for udvikling af konkrete arbejdsmarkedsuddannelser til faglærte inden for elektronik og svagstrøm. Analysearbejdet er finansieret af Undervisningsministeriet og gennemført af ERA – Erhvervspædagogisk Rådgivning og Analyse ved konsulent Svend Jensen i samarbejde med uddannelseskonsulent Jørn Hedin, Metalindustrien Uddannelser (MI)

Følgende virksomheder har deltaget:

Bang & Olufsen, Struer
Grundfos, Bjerringbro
Danfoss, Nordborg
Oticon, Thisted
Migatronik, Fjerritslev
Thrane & Thrane, Aalborg
GPV Electronics, Års
Hanstholm Elektronik, Hanstholm
Sound2vision, Viborg
Elektronikcenteret, Skovlunde
Strib Radio, Middelfart
Lyd og billedspecialisten, Frederikshavn

1 Metode

Der er tale om en kvalitativ analyse, der skal afdække elektronikfagteknikeres og radio-tv-fagteknikeres efteruddannelsesbehov. Analysefeltet afgrænses i forhold til jobområdet for FKB nr. 2626 ”Elektronik- og svagstrøms-teknisk område”.

Virksomhedsinterviewene er gennemført som kvalitative interviews. Efter en indledende telefonsamtale og bekræftende mail er det virksomhederne, der selv udvælger de personer, der skal interviewes. Typisk er der interviewet en teknisk leder eller en uddannelseskoordinator med indsigt i elektronikfagteknikerens eller radio-tv-fagteknikerens arbejde og uddannelse i virksomheden. Der er også gennemført samtaler med de faglærte både som egentlige kvalitative interviews og i forbindelse med rundgang på virksomhederne. Virksomhederne har generelt vist stor interesse for at deltage i analysearbejdet og har i en række tilfælde samlet en gruppe af medarbejdere og tekniske ledere fra flere afdelinger samt HR med henblik på at give et så dækkende billede af de elektronik-faglærtes arbejde og uddannelsesbehov som muligt.

Analysestrategi handler om hvordan analysearbejdet mere detaljeret skal gennemføres og udfoldes med henblik på at sikre, at analyseresultatet opnår optimal pålidelighed og brugbarhed. Det drejer sig bl.a. om, hvordan data skal kategoriseres under analysearbejdet. En gennemgående kategorisering bygger f.eks. på en opdeling af arbejdet i henholdsvis ”teknisk service” og ”fremstillingsvirksomhed” – en nærmere uddybning følger senere i rapporten.

Analysestrategien tilrettelægges desuden sådan, at det er muligt at vurdere om FKB nr. 2626 er dækkende som helhed, herunder også om de tilhørende arbejdsmarkedsrelevante kompetencer er hensigtsmæssige set i forhold til den videre måludvikling. Derudover skal analysestrategien tilgodese, at de afdækkede uddannelsesbehov kan omsættes til konkrete arbejdsmarkedsudannelser.

Inden virksomhedsbesøgene er der gennemført en deskresearch især med henblik på udvikling analysestrategien og spørgerammen. Deskresearchen har væsentligst handlet om en gennemgang af den nuværende målbase, der er knyttet til FKB nr. 2626 og sammenlignet dette med de udviklingstendenser, som beskrives af elektronikvirksomhederne på deres respektive hjemmesider på internettet. Derudover er bl.a. hjemmesiden *Elek-Data.dk* anvendt. Det er hjemmesiden for Nyhedsmagasinet Elektronik & Data. Med specielt sigte på ingeniører, teknikere og beslutningstagere, der er beskæftiget i den danske elektronikindustri, bringer Elek-Data.dk dagsaktuelle branche- og teknologinyheder fra såvel ind- som udland. Øvrige anvendte hjemmesider fremgår af litteraturlisten sidst i rapporten.

Virksomhedspopulationen er sammensat ud fra et ønske om at få belyst uddannelsesbehovene bredt set i forhold til brancheområde og virksomhedsstørrelse.

2 Uddannelsesbehov inden for teknisk service

Teknisk service er en særlig form for service. Service er generelt karakteriseret ved at være immateriel, men serviceydelser kan formidles via fysiske produkter, sådan som det ofte er tilfældet med teknisk service.

Service er også karakteriseret ved ofte at indeholde et betydeligt element af personlig kontakt mellem kunden og den, der leverer serviceydelser.

Som udgangspunkt er det vigtigt at se uddannelsesbehovene i lyset af forskellige former for teknisk service. Der er forskellige dynamikker i spil afhængig af typen af de serviceydelser, der skal leveres til kunden.

Overordnet set skelnes mellem tre former for tekniske serviceydelser:

Service on demand er den klassiske ydelse inden for teknisk service. Kunden styrer selv, hvornår der er behov for service, f.eks. når man konstaterer, at nu starter motoren ikke længere, eller at fjernsynet ikke længere viser et godt billede. Kunderelationen er afgrænset til den enkeltstående serviceydelse og kan evt. genoptages, når kunden får et nyt problem.

Denne type af serviceydelse er helt dominerende for elektronikfagteknikerens og radio-tv-fagteknikerens arbejdsopgaver inden for teknisk service.

Service agreement kræver en skriftlig aftale med kunden. En serviceaftale kan indeholde mange specifikke forhold, men indebærer typisk faste serviceintervaller og aftaler vedrørende priser, kvalitet m.m. Her er kunderelationen mere fast etableret inden for rammen af den konkrete aftale eller et bestemt servicekoncept. Serviceopgaver af denne type hører normalt ikke med til elektronikfagteknikerens og radio-tv-fagteknikerens arbejdsopgaver. I dag kræver elektronikapparater ikke løbende vedligehold af nogen art.

Facility Management hvor servicevirksomheden typisk overtager drift og vedligeholdelse af hele anlæg eller systemer. Her indgår service- og installationsvirksomheden ofte i et partnerskab med kunden. Facility Management indebærer, at servicevirksomheden med ydelsen bidrager til at udvikle kundens virksomhed og dermed også påtager sig større udviklingsopgaver. Der er ikke længere tale om standardydelser med relativt faste koncepter, men særskilt udviklede ydelser tilpasset den enkelte kundes behov.

Det er sjældent, at elektronikfagteknikere og radio-tv-fagteknikere indgår i løsning af denne type serviceopgaver.

2.1 Arbejdsopgaver inden for teknisk service

Arbejdsopgaverne inde for teknisk service afspejler den klassiske serviceteknikerprofil, som har været dominerende for både elektronikfagteknikerne og radio-tv-fagteknikerne i en lang årrække. Der er tale om en videreførelse af profilen fra dengang uddannelserne blev betegnet som henholdsvis radiomekaniker og elektronikmekaniker.

Det er karakteristisk, at teknisk service ikke er omfattet af en vertikal arbejdsdeling og ofte heller ikke en horisontal arbejdsdeling. Elektronikfagteknikerne og radio-tv-fagteknikerne skal typisk kunne udføre hele serviceopgaven fra modtagelse af apparatet til reparation og aflevering til kunden. Dette gælder især i mindre virksomheder.

I større virksomheder, der udfører teknisk service f.eks. centralværksteder inden for radio-tv-branchen, opstår der en horisontal arbejdsdeling, som udspringer af en specialisering af den enkelte medarbejder i f.eks. tv-reparationer. Dette kan give væsentlige produktivetsgevinster, så længe antallet af reparationer er stort nok.

2.1.1 Efteruddannelsesbehov inden for radio-tv-branchen

Reparation af underholdningselektronik udføres både på store centrale værksteder og små decentrale værksteder. Centralværkstederne har i et stort omfang overtaget garantireparationerne, hvorimod de decentrale værksteder stadig udfører kundebetalte reparationer i et væsentligt omfang typisk på brugt udstyr, der er mere end to år gammel. De decentrale værksteder foretager imidlertid også softwareopdateringer på nyere apparater med henblik på at rette fejl. En forholdsvis stor del af de fejl, der opstår i garantiperioden, er softwarefejl.

2.1.1.1 Decentrale værksteder

De decentrale værksteder drives sammen med en butik som regel på samme adresse. De optræder nogle steder som den "lokale radiomekaniker", der laver alt underholdningselektronik og også sælger nye og en del brugte apparater, som tages i bytte. De lokale værksteder og forretninger anvendes også ofte af områdets offentlige institutioner herunder skoler, plejehjem o.l. fordi de er parate til at løse en bred vifte af reparationsopgaver og mindre installationsopgaver, som også involverer opsætning af antenneanlæg og paraboler.

En del af reparationerne er garantireparationer, og de sendes normalt på et centralværksted. Det er leverandøren, der bestemmer, hvordan garantireparationer skal håndteres. Der er typisk 2 mand på værkstedet, der udfører de øvrige reparationer og evt. en mand i marken til udførelse af opsætning af antenner, paraboler og lignende. Der repareres ikke noget hardwaremæssigt ude hos kunden længere.

De reparationer, der gennemføres på de decentrale værksteder, er normalt kundebetalte reparationer og garantireparationer på brugt udstyr som butikken har solgt. Fladskærmsreparationer fylder en del. Hvis der skal bruges noget specielt udstyr til disse reparationer, så sendes produktet normalt videre til centralværkstedet.

Det udstyr, der bruges i arbejdet, er det klassiske sortiment af måleinstrumenter dvs. generatorer, strømforsyninger, oscilloscope, multimetre, lodde-

stationer og diverse håndværktøjer. Investeringer i specialudstyr afstår man fra.

Reparationer foregår meget på rutinen, det er ofte de samme fejl der går igen på de forskellige typer af apparater. Strømforsyningsfejl, højspændingsfejl og fejl i effektelektronik er almindelige. Det er vigtigt at være i besiddelse af en solid viden om forskellige former for elektronikkredsløb på komponentniveau både i relation til analog- og digitalteknik. Det er helt nødvendigt at radio-tv-fagteknikerne kan finde fejl på komponentniveau og udskifte enkeltstående komponenter. Indtjeningen på disse værksteder kan ikke opretholdes igennem moduludskiftning. Samtidig er det også vigtigt at kende til forskellige fejltyper og have adgang til apparatets dokumentation dvs. diagrammer, styklister, servicemeddelelser, samleanvisninger m.m.

Som regel kan man finde den nødvendige dokumentation selv på gamle apparater, især hvis værkstedet abonnerer på www.euras.com, som er en database, hvor der er indrapporteret mere end 2 mil. fejl på forskellige former for elektronisk udstyr. Værksteder i hele verden indrapporterer fejl til databasen. På hjemmesiden beskriver man ydelsen således:

EURAS system has been build up over the years in direct cooperation with manufacturers, manufacturer's agents, specialist workshops and training managers and is continually updated, serviced and developed. The principle of the databases, the programmes and the community is to offer service workshops concentrated & structured service KnowHow around the clock. This way, you and your workshop profit from the knowledge of manufacturers, specialists and thousands of colleagues. An invaluable efficiency advantage in the increasingly competitive repair business.

Softwareopdateringer er også en del af arbejdet. Det kan ind imellem klares hos kunden med en USB nøgle, men i en del tilfælde foregår det på værkstedet med en CD og en bærbare PC. En del af de fejl kunden registrerer rettes med softwareopdateringer – det kan f.eks. være fastfrysning af billedet på digital-TV. Nogle gange gennemfører man først en opdatering af softwaren, for at se om det afhjælper problemet, og det er ofte tilfældet. En væsentlig del af de fejl, der opstår, er softwarefejl.

Efteruddannelse i AMU-regi anvendes, men ikke i et særligt stort omfang. Kurserne på EUC Ringsted fremhæves som velegnede. I de besøgte decentrale værksteder er det opfattelsen, at man kan få uddannelsesbehovene dækket, men anfører samtidig at det ofte kniber med tiden. Direkte forespurgt mener man dog, at noget mere baggrundsviden om det digitale sendenet vil være en god ting.

Det der fylder mest i disse virksomheders uddannelsesaktiviteter er leverandørkurser i nye produkter. Næsten alle leverandører af underholdningselektronik har et program for efteruddannelse med henblik på reparation af deres produkter. Det er altid en forudsætning for at blive autoriseret forhandler, at medarbejderne på værkstedet følger bestemte kurser som leverandøren ud-

byder. Samtidig er de decentrale værksteder også kunder hos centralværkstederne og kan derfor også få sparring her fra i forbindelse med bestemte reparationer.

Udviklingen går mod, at centralværkstederne tager mere over – der bliver færre og færre decentrale værksteder – der er ikke økonomi i at drive et værksted for de fleste, fordi antallet af reparationer er for lille. Alligevel er vurderingen at nogle lokale decentrale værksteder i tilknytning til en butik vil blive ved med at eksistere, men som et branchemæssigt nichefænomen.

2.1.1.2 Centralværkstederne

Centralværkstederne er en helt anden verden set i forhold til de decentrale værksteder. Måden at udføre arbejdsopgaverne på er set ud fra en faglig synsvinkel stort set den samme på alle centralværksteder, da det er leverandørernes retningslinjer for reparation og service, der følges. Dette er en betingelse for at opnå status som autoriseret reparatør.

ERA har valgt at besøge Elektronik-Centeret i Skovlunde ud fra den betragtning, at virksomheden pt. er det største centralværksted i Danmark for reparation af underholdningselektronik.

Elektronik-Centret beskæftiger ca. 100 medarbejdere heraf ca. 80 teknikere med ca. 60 teknikere i Skovlunde og ca. 20 teknikere i Viby

Elektronik-Centret er bl.a. autoriseret service center for: ACER, Acer Erhverv, AKAI, Apple, Bang og Olufsen, Dangaard, Dantax, Finlux, Grundig, JVC, LG, Loewe, Luxor, Maximum, Packard Bell, Panasonic, Philips, Pioneer, Salora, Samsung, Sony, Toshiba, Yamaha.

Halvdelen af reparationerne er computerreparationer. Omfanget er i alt ca. 8000 reparationer om måneden.

Der er en større overvægt af radiomekanikere (den gamle uddannelse), men i dag skelner man ikke skarpt mellem elektronikfagteknikere og radio-tvfagteknikere. Der er computere i de fleste apparater inden for underholdningselektronik og en del af reparationsopgaverne kræver en bærbar PC. De lærlinge man uddanner i dag er elektronikfagteknikerlærlinge.

Teknikerne specialiserer sig i f.eks. lydsiden dvs. radio, forstærkere cd-afspillere. TV er også et særskilt speciale i virksomheden. Opgaverne er meget mærkespecifikke fordi de forskellige fabrikater har deres egne fremgangsmåder, der skal følges ved fejlfinding og fejlretning. Generelt er der mange softwarefejl – også i TV. Derfor smelter de klassiske uddannelsesmæssige og faglige opdelinger sammen. Alle skal vide noget om computerhardware og software.

Dokumentationsdelen fylder en del i forbindelse med reparationsarbejdet. IRIS reparationskoder anvendes til at angive, både hvad kunderne klager over, og hvad der er blevet repareret på apparatet herunder positionsnumre, reservedelsnumre m.m. Koden indberettes til producenten. IRIS-koderne er i

dag ved at blive mærkespecifikke, hvilket betyder, at de anvendes forskelligt af de respektive fabrikater.

De fleste fejl (60-70 %) på fladskærms-TV er softwarefejl. Det er meget sjældent at softwarefejl er noget, der opstår ude hos kunden. Fejlen har været der hele tiden. Den kan vise sig ved, at alle programmer pludselig slettes eller at undertekster forsvinder.

Udskiftning af enkeltkomponenter er relativt sjældent ved garantireparationer. Her består hardwarereparationer ofte af moduludskiftning. 5-10% af fladskærmsreparationerne involverer en loddekolbe.

Kompleks udlodning af store IC'er forekommer i både nye og ældre apparater. Derfor skal centralværkstedet være i besiddelse af et avanceret og dyrt computerstyret udloddeudstyr, som vil være helt umuligt at finansiere rentabelt for det decentrale værksted.

Man reparerer stadig ældre udstyr på centralværkstedet som f.eks. billedrørs-TV.

Mekaniske fejl er sjældne og volder generelt ikke problemer.

Medarbejderne bruger EUC Ringsted's efteruddannelseskurser for radio-tv-fagteknikere, som indeholder meget om computere i underholdningselektronik. Der er stor tilfredshed med kurserne. Leverandørkurser følges også helt konsekvent, men samtidig skal man selv være opsøgende for at få den viden, man har brug for f.eks. via internettet. Derudover bliver softwareopdateringer nemmere. Det er efterhånden kun ved print/modul-udskiftning, at man skal være i besiddelse af en specialviden om software.

Produktivitetskravene på centralværkstederne gør det nødvendigt for den enkelte radio-tv-fagtekniker eller elektronikfagtekniker at specialisere sig i bestemte apparatgrupper. Dette følges op igennem obligatoriske leverandørkurser.

E-larning via internettet bruges meget til leverandørkurser. Det er et krav, at man følger dem – ellers mister man sit login og dermed sin autorisation til at reparere produkterne.

Der er eksempler på, at teknikeren skal logge sig på fabrikantens hjemmeside, når reparationen starter. Fabrikanten kan følge med i hele fejlfindingsforløbet. Hvis reparationen varer for længe modtager teknikeren en mail fra fabrikanten med forskellige anvisninger og forespørgsler. Reservedele sendes omgående når fejlen er konstateret.

Det er vurderingen fra centralværkstedet, at denne måde at reparere på vil vokse i omfang i fremtiden. Produktivitet er meget afgørende. Der ligger allerede i dag bonusordninger indbygget i disse systemer for den enkelte tekniker, som jo i realiteten er blevet en medarbejder, der sekventielt arbejder for fabrikanten f.eks. Thoshiba.

B&O kræver f.eks., at teknikeren består nogle internetbaserede e-learningssprøver inden han/hun kan melde sig til leverandørkurserne. Derudover har man en betydelig hotlineservice til reparatørerne.

AMUs funktion som efteruddannelse bliver under disse forhold at tilføre teknikerne en mere dybtgående og fagligt sammenhængende viden om de pågældende apparater og systemer. Dette uddannelsesmæssige grundlag er nødvendig som løbende efteruddannelse ad hensyn til at kunne tilegne sig leverandørkursernes indhold inden for en rimelig tidsramme. AMU-uddannelsesbehovene knytter sig dermed ikke skarpt til udførelse af en specifik jobfunktion, men i stedet til at levere en jobnær baggrundsviden, som efterfølgende kan omsættes i leverandørkurserne. Dette opfylder de nuværende kurser på EUC Ringsted i ganske høj grad.

Der mangler imidlertid noget dybdegående efteruddannelse om det digitale sendenet og den tekniske baggrund for de forskellige standarder (mpeg2, mpeg4).

Derudover peger man på efteruddannelsesbehov inden for DAB radioer og DAB Plus.

2.1.2 Efteruddannelsesbehov inden for reparation og service på professionelt elektronikudstyr

De fleste elektronikfagteknikere er i dag ansat i industrien. En mindre del arbejder imidlertid med teknisk service af professionel elektronik.

Professionel elektronik er defineret ved, at udstyret anvendes i arbejdsmæssige sammenhænge. Kunderne er derfor normalt virksomheder. Den branchemæssige skelnen, der også slår igennem uddannelsesmæssigt, bygger på en skelnen mellem underholdningselektronik til private kunder og professionel elektronik til erhvervsvirksomheder.

Den professionelle elektronik, som elektronikmekanikere reparerer og servicere tidligere bestod væsentligst af måleinstrumenter, skibselektronik og forskellige former for professionelle kommunikationsradioer herunder også skibradioer.

I dag reparerer elektronikfagteknikere stadig måleinstrumenter, men instrumentområdet er så differentieret både produktmæssigt og virksomhedsmæssigt, at det ikke længere er muligt at levere AMU-kurser ind på de enkelte instrumentområder. Derudover sælger virksomhederne også typisk løsninger eller koncepter, hvor måleinstrumenter indgår. En screening på internettet giver et tydeligt indtryk af dette. I dag, hvor alle processer styres og reguleres under anvendelse af elektronik, er der så mange forskellige typer af måleinstrumenter, at specifik efteruddannelse heri bliver et leverandøranliggende. Den baggrundsviden, der er nødvendig i denne sammenhæng, findes allerede i målene knyttet til FKB 2626 f.eks. 44920 ”PC-baseret test-, måle- og processtyringsudstyr”.

En undtagelse fra ovenstående er det medicotekniske område, som er forholdsvis afgrænset og veldefineret – både teknisk, arbejdsmæssigt og uddannelsesmæssigt. Medico indgår imidlertid ikke i denne analyse. Der ud-

foldes for tiden udviklingstiltag på medicoområdet på baggrund af et tidligere analysearbejde, som ERA har gennemført i samarbejde med MI.

2.1.2.1 Maritim elektronik

Skibselektronik er et lille brancheområde, men samtidig temmelig veldefineret og afgrænset. I de fleste havnebyer er der en eller flere virksomheder, som sælger og reparerer skibselektronik til en større variation af fartøjer herunder også fritidsfiskere og lystbåde. Der er i de fleste tilfælde tale om virksomheder med få ansatte dvs. op til 5 personer. ERA har valgt at besøge Hanstholm Elektronik.

Hanstholm Elektronik A/S er en af de ledende og foretrukne elektronikvirksomheder i Danmark indenfor levering, installation og teknisk service af maritimt udstyr til den globale fiske- og marineflåde. Der er tale om en virksomhed i vækst med ca. 50 ansatte. Hanstholm Elektronik A/S er den foretrukne samarbejdspartner for en lang række værfter og rederier i Danmark og i udlandet. Inden for elektronikområdet arbejder man kun med maritim elektronik.

De ansatte, der arbejder med elektronik, er radio- eller elektronikmekanikere (tidligere uddannelser) eller elektronikfagteknikere, som har opnået en høj teknisk-faglig viden om maritim elektronik. Det betyder, at man er i stand til at installere, servicere og reparere alle gængse fabrikater indenfor kommunikation, navigation, radar, ekkolod, fiskesøgning og procesudstyr om bord. Virksomheden er autoriseret af Søfartsstyrelsen til at udføre isolationsmålinger på skibe og udføre syn af radioudstyr i mindre skibe. Virksomhedens fremtid ser ganske lys ud bl.a. på grund af massive investeringer på mere end en milliard kroner til udvidelsen af Hanstholm havn. Havnen er i dag Danmarks største fiskerihavn og man forventer, at den bliver en af de betydeligste fiskerihavne i Nordeuropa, hvor endnu flere udenlandske fisketrawlere vil anløbe havnen. I dag er der 2300 ansatte i tilknytning til havnen.

I forbindelse med nybygninger giver man tilbud på en "elektronikpakke" og projekterer løsningen og installerer udstyret i skibet på værftet. Det er alene elektronikfagteknikere og elektrikere, der står for dette. Virksomheden har ingen ingeniører ansat til projekteringsdelen.

Man gennemfører alle mulige reparationer, der hænger sammen med el. Nogle gange er det nødvendigt at sejle til havs for at reparere udstyret. Ca. 8 personer arbejder udelukkende med elektronik og er uddannede faglærte inden for elektronik. De arbejder også ind imellem sammen med elektrikere typisk i forbindelse med installationsopgaver.

De faglærte i virksomheden anvender stort set ikke AMU-kurser til deres efteruddannelse.

Citat: *"Vi har ikke været på meget efteruddannelse – vi har fulgt noget på VUC – officepakken og den slags. Ikke noget elektronikefteruddannelse i det offentlige system, men leverandørkurser følger vi jævnlige."*

Alligevel mener man, at virksomhedens faglærte mangler faglig efteruddannelse på nogle vigtige områder. Det er imidlertid ikke inden for den maritime elektronik. Man anser det for umuligt, at AMU kan levere noget uddannelse ind på den meget specialiserede maritime elektronik, som virksomheden kan bruge.

Citat: *"Generelt tror jeg ikke, at man kan lave efteruddannelseskurser i maritim elektronik, fordi det er så specielt. Der er store variationer fra mærke til mærke. Elektronik på lystbåde er derudover så billig, at man ofte ikke vil reparere det. Jeg tror ikke på, at man kan samle et efteruddannelseshold i Danmark med en fælles tilgang til det at arbejde med maritim elektronik."*

Det er noget mere grundlæggende, man mangler. Under interviewet blev følgende områder nævnt:

- Grundlæggende teknisk fokuserede netværkskurser.
- CAD-kurser inden for elteknisk dokumentation, der er rettet mod faglærte, fordi dokumentationsarbejdet efterhånden fylder rigtig meget.

Udloddeteknikker, der gør det muligt at løse meget krævende udlodninger af komponenter og ICer i professionel elektronik, blev betonet stærkt.

Citat: *"Generelt fejlfinder vi helt ned på komponentplan og udskifter enkeltkomponenterne i apparaterne. Det er ind imellem et problem at få diagrammer over noget af det udstyr, som vi reparerer. Men prisen på udstyret gør, at vi kan bruge en del tid på det. Apparatpriser på 100.000 kr. eller mere er ikke ualmindeligt. Vi har jo sonar, der koster 1,2 millioner. Vi mangler kraftigt noget om udlodning – jeg kan mærke, at de yngste ved mere om det, men det er slet ikke nok. Vi skal have noget avanceret udlodning, der retter sig mod reparation og ikke produktion."*

I de "døde" perioder reparerer man defekte fladskærme og defekte print på værkstedet. Fladskærme på skibe er ret dyre – de kan koste op mod 30.000 kr.

Instrumentparken på værkstederne er den klassiske med oscilloscoper, multimetre, generatorer, strømforsyninger m.m. Derudover bruger man i stigende grad PCer i fejlfindingsarbejdet.

Arbejdet med at reparere den professionelle skibselektronik vil ikke blive mindre i fremtiden er vurderingen – ikke set i en horisont på 5-10 år.

Citat: *"Vi vil også i fremtiden reparere udstyr på komponent niveau, det er helt sikkert. Jeg tror ikke på, at virksomhedens profil vil ændre sig i de næ-*

ste 5 år. Den nedadgående tendens i fiskeriet vil næppe ramme os, fordi havnen udvider kraftigt. Bølgeenergi vil nok også smitte af på os. Vi kan ikke få en bedre beliggenhed.”

2.2 Konklusioner og anbefalinger vedrørende uddannelsesbehov inden for teknisk service

- De besøgte decentrale værksteder får generelt deres efteruddannelsesbehov opfyldt igennem leverandørkurser og de AMU-kurser, der findes under FKB 2626. Man fremhæver især kurserne på EUC Ringsted som gode. Et kursus inden for det digitale sendenet og standarderne mpeg-2 og mpeg-4 nævnes dog som et behov.
- Det besøgte centralværksted får generelt deres efteruddannelsesbehov opfyldt igennem leverandørkurser og de AMU-kurser, der findes under FKB 2626. Man fremhæver også her kurserne på EUC Ringsted. Et kursus inden for det digitale sendenet og standarderne mpeg-2 og mpeg-4 nævnes også her. Derudover har man også efteruddannelsesbehov inden for DAB radioer og det nye DAB plus.
- Det er opfattelse hos Hanstholm Elektronik, at AMU næppe kan levere relevant efteruddannelse i udstyrsspecifik maritim elektronik til faglærte elektronikmedarbejdere i virksomheden. Der er en meget stor mærkebestemt variation, og den specialistviden, der er brug for, findes kun hos leverandørerne.
- Hanstholm elektronik har brug for efteruddannelseskurser, der skaber en bedre og mere rodfæstet teknisk baggrundsviden. Det drejer sig om netværkskurser og et CAD-kursus i el-teknisk dokumentation. Det bør undersøges nærmere, om det er muligt at udbyde et kursus, der ikke fokuserer så meget på opkobling og installation, men i højere grad sigter på at etablere en viden hos deltagerne med henblik på fejlfinding på eksisterende netværksinstallationer. Med hensyn til CAD-kursus i el-teknisk dokumentation så har der tidligere eksisteret et kursus nr. 41372 med betegnelsen ”El-dokumentation CAD” i forbindelse med en tidligere FKB for teknisk designer området. Sandsynligvis skal uddannelsesbehovet i dag tilgodeses under FKB 2779 ”Teknisk dokumentation i industriel produktion”. Det er imidlertid væsentligt at være opmærksom på, at elektronikteknisk dokumentation skal med i kurset. El-teknisk dokumentation forbindes normalt med stærkstrøm.
- Hanstholm Elektronik har desuden brug for et kursus i avanceret udlodningsteknik. Centralværkstederne har i realiteten også dette behov, men har løst det igennem investering i udloddeanlæg til mere

end 100.000 kr. og i denne forbindelse fået uddannelse fra leverandøren. Alle decentrale værksteder kan reparere mere, hvis de behersker en mere avanceret udloddeteknik i stedet for at skifte hele print eller kassere apparatet. AMU-Nordjylland udbyder kurser på området under FKB 2234 "Fremstilling af hybride print". Det bør imidlertid undersøges om disse kurser er for produktionsrettede set i forhold til behovene inden for teknisk service. At skifte komponenter på print i en produktion er normalt enklere, end det er tilfældet i et sammenbygget apparat. Måske er det blot en spørgsmål om tilpasning af kurserne/uddannelsesmålene med henblik på at tydeliggøre, at disse også kan anvendes inden for teknisk service.

3 Uddannelsesbehov inden for produktion

Teknisk service og reparation af apparater for kunder (normalt andre virksomheder) udføres også i produktionsvirksomheder af faglærte elektronikmedarbejdere. Dette finder sted på f.eks. Migatronik, Thrane & Thrane, Bang & Olufsen og Danfoss. Der tale om avanceret fejlfinding og reparationer på komponentniveau.

Radio-tv-fagteknikere er normalt ikke ansat i produktionsvirksomheder. Bang & Olufsen i Struer udgør dog en undtagelse, netop fordi man fremstiller underholdningselektronik som den eneste virksomhed i Danmark og i denne forbindelse udfører teknisk service for egne forhandlere. Den øvrige elektronikindustri beskæftiger imidlertid et betydeligt antal elektronikfagteknikere i forskellige typer af opgaver, hvoraf de fleste adskiller sig væsentligt fra teknisk service. På denne baggrund viser dette analysearbejde, at faglærte elektronikmedarbejdere i industrien udfordrer traditionelle opfattelser af, hvad det vil sige at arbejde som faglært.

3.1 Arbejdets organisering

Arbejdsdelingen mellem virksomhederne og deres underleverandører både lokalt og internationalt spiller en væsentlig rolle for udviklingen i uddannelsesbehovene.

Det er netop virksomhedernes evne til at drage fordel af udviklingen og dynamikken i den nationale og internationale arbejdsdeling, der bidrager til at udvikle virksomhederne og samtidig fastholde arbejdspladser i Danmark. Det er tydeligt i dette analysearbejde, at de faglærte spiller en væsentlig rolle i disse bestræbelser, fordi de generelt formår at indgå meget fleksibelt i den vertikale arbejdsdeling i de enkelte virksomheder.

Danske elektronikproduktioner er i dag mere komplekse og fleksible end tidligere. Nye produkter udvikles hele tiden og med større og større hastighed. Tiden, der går fra idé til færdigt produkt, er en vigtig konkurrenceparameter. Dette kræver en hurtig omstilling af produktionen. Elektronikproduktionerne er ofte organiseret ud fra ønsket om at fastholde udviklingsarbejdet i Danmark. Det er en almindelig erfaring i elektronikindustrien, at udvikling og produktion skal være tæt forbundne, således at udviklede produkter hurtigt og fleksibelt kan omsættes i et tidssvarende produktionsmiljø. Hvis det så viser sig, at volumen for det pågældende produkt bliver stor, så outsources denne produktion helt eller delvis til underleverandører i udlandet.

Det sker imidlertid også at produktioner trækkes tilbage til Danmark igen. Årsagen kan være, at et standardprodukt med høj volumen i stigende grad efterspørges af kunderne i mange varianter. Komplexiteten vokser betydeligt af denne årsag, og det bliver ofte urentabelt at stille store krav til fleksibilitet i produktioner, der er gearret til høje styktal. Dette kan betyde at varianterne fremstilles i virksomheden i Danmark evt. på basis af standardpro-

dukterne fra leverandørerne i udlandet. Dette er blot et eksempel på den dynamik, som bestræbelsen efter at opnå konkurrencefordele skaber i den internationale arbejdsdeling.

Analysen efterlader et generelt indtryk af, at faglærte i elektronikindustrien på mange måder fungerer som moderne specialister, der på den ene side har et stærkt praktisk betonet elektronikfagligt fokus og på den anden side kan sætte elektronikfagligheden i spil inden for flere forskellige områder afhængig af virksomhedens behov. Dette er sammen med den fleksible arbejdsdeling i virksomhederne bestemmende for de efteruddannelsesbehov, som elektronikfagteknikere har i dag og får i fremtiden.

3.1.1 Arbejdsdelingen set i forhold til operatørgruppen

Traditionelt har der altid været en tydelig arbejdsdeling mellem faglærte og ufaglærte i elektronikindustrien. Dette gælder stadigvæk med det forbehold, at det ofte ikke giver mening at se ufaglærte som uuddannede. Typisk har produktionsmedarbejdere en større mængde AMU-kurser bag sig og har opnået en meget specialiseret viden igennem leverandørkurser og læring gennem arbejdet i virksomheden. Derudover findes der også operatører i elektronikindustrien med uddannelsen til elektronikoperatør og industrioperatør. Disse uddannelser afspejler, at operatørarbejdet i elektronikindustrien i dag kræver en betydelig specialiseret viden.

Elektronikfagteknikere udfører generelt ikke operatøropgaver dvs. betjening af produktionsudstyr som bølgeoddemaskiner, montageautomater, viklemaskiner, m.m. Manuel elektronikmontage i produktionen er heller ikke et arbejde, som elektronikfagteknikere normalt deltager i.

3.1.2 Arbejdsdelingen set i forhold til højere uddannede kolleger

Der er en tendens til, at de faglærte på eget initiativ formår at omdefinere det at være faglært ud fra arbejdsopgavernes karakter, egne interesser og virksomhedernes behov. Karrieremæssigt giver det også resultater for flere faglærtes vedkommende.

Efteruddannelsesbehovene er ofte bestemt af, at elektronikfagteknikerne arbejder tæt sammen med ingeniører og teknologer i PTA og udviklingsafdelingerne. De har typisk en stærk faglig fokusering på et bestemt område f.eks. printudlægning eller testopgaver, samtidig med at de ofte har arbejdsmæssige relationer ud i virksomhedens organisation og undertiden også til underleverandører. Man kan ikke i klassisk forstand tale om jobprofiler fordi elektronikfagteknikerens job fastsættes ud fra hvad han/hun selv kan klare eller udvikle sig til at klare, og hvad virksomheden og ingeniørerne arbejdsdelingsmæssigt i f.eks. udviklingsafdelingen har behov for. Nedenstående citat viser, hvordan en af virksomhederne ser på det.

Citat: "Her i virksomheden vil de faglærte ikke få mindre betydning i fremtiden. Der vil også i fremtiden være brug for almindelige faglærte, som vil

skulle opdateres løbende med efteruddannelse. Men jeg benytter jo også flere af de dygtigste faglærte som ingeniører med en særlig stærk praktisk baggrund.”

I disse tilfælde handler det om spidskompetencer, der er særdeles veludviklede hos flere elektronikfagteknikere. De dækker på ingen måde uddannelsesmæssigt det, der svarer til en ingeniør, og de vil heller ikke kunne begå sig bredt på arbejdsmarkedet som ingeniører, men det er vigtigt i forbindelse med udbud af efteruddannelse at være opmærksom på, at en væsentlig del af elektronikfagteknikerne i industrien har uddannelsesbehov på et højere niveau, end man traditionelt vil forvente af faglærte. Nedenstående citat viser hvilke problemstillinger, der kan opstå i denne forbindelse.

Citat: ” Vi forsøger at bruge efteruddannelsessystemet til vore faglærte, men hvis jeg skal sige det lige ud, så er det ikke til at have med at gøre. Vi har haft folk på efteruddannelseskurser på NN-skole inden for elektronik, men det faglige niveau er så lavt, at mine folk er dygtigere end lærerne f.eks. på swich-mode, HF og den slags. De kan slet ikke være med.”

Der er ingen tvivl om, at de dygtigste faglærte elektronikmedarbejdere i elektronikindustriens virksomheder har uddannelsesbehov, der udfordrer både efteruddannelsessystemet og uddannelsesinstitutionerne. I mange tilfælde henter de viden og kompetencer til deres videre faglige udvikling andre steder nemlig typisk hos leverandører af udstyr og software og deres ingeniørkolleger i virksomhederne. Som nedenstående citat fra en anden virksomhed viser, så vil problemstillingen skærpes i fremtiden.

Citat: ”Når man tænker på niveau, så er der jo kun én vej, og det er opad. De faglærte og alle andre skal kunne mestre mere og mere. De skal også kunne forstå det, de arbejder med dybere og dybere. Sådan vil det også være i fremtiden. Når faglærte elektronikfolk f.eks. arbejder med at finde fejl i en switch-mode strømforsyning, så er det da nærliggende at spørge dem om, hvordan den skal opbygges, sådan at vi undgår de fejl i fremtiden. De kender jo ”fejlmonstret”. En swich-mode strømforsyning er meget almindelig, men teoretisk en kompliceret sag. På den lidt længere bane så mener jeg, at de faglærte elektronikfolk skal tilegne sig nogle bedre matematiske, fysiske og kredsløbsteoretiske færdigheder, sådan at de kan komme dybere i det teoretiske og det forståelsesmæssige – det bliver der brug for. Her er der en opgave for efteruddannelsessystemet.”

Man kan måske tolke forskydningen i den vertikale arbejdsdeling i elektronikindustrien med, at der har været en betydelig ingeniørmangel, men som ovenstående citat viser, så er det ikke en dækkende forklaring.

Hvis ingeniørerne skal udvikle sig selv og virksomheden op på et endnu højere kompetenceniveau, så skal andre i den vertikale arbejdsdeling tage over inden for områder, som de har forudsætninger for at bestride.

Citatet viser dybest set, hvad den globale arbejdsdeling handler om på uddannelsesområdet, nemlig at alle hele tiden skal blive dygtigere på et endnu

højere niveau. Det nytter ikke meget at ansætte særdeles veluddannede og stræbsomme ingeniører, hvis andre i den vertikale arbejdsdeling ikke kan løfte de nye udfordringer og påtage sig nye arbejdsområder, der ofte overskrider tidligere opfattelser af deres uddannelsesbestemte indplacering.

3.2 Fejlfinding og fejlretning i forbindelse med produktionen

Fejlfinding og fejlretning i forbindelse med elektronikproduktion har en anden karakter, end den man ser inden for teknisk service. Arbejdsopgaven, som elektronikfagteknikeren udfører, er nu indlejret i en produktionskon- tekst. Det er produktionsvirksomhedens interne organisering og relationer til omverdenen, der sætter dagsordenen for, hvordan opgaverne løses.

Citat: "Den meste tid bruges på reklamationsbehandling. Det er deres hovedopgave hos os. 70 % af tiden går med reklamationsbehandling. Alle reklamationer fra hele verden, også fra vores underleverandører, går her til. De fejlsøger og reparerer på produkterne. De rapporterer til både produktionsteknisk afdeling og udviklingsafdelingen. De svarer kunderne igennem rapporter, som har et standardiseret præg over sig.

Ud over reklamationsarbejdet så har de også en del arbejde i PTA. De hjælper også med at fejlfinde og reparere på testudstyr. Og implementere nyt testudstyr og hjælpe med at holde produktionen kørende så optimalt som muligt."

Fejlfinding og fejlretning i forbindelse med elektronikproduktion har en dybere analysemæssig karakter end det, der kræves inden for teknisk service. Derudover skal den produktionsmæssige kontekst hele tiden medtænkes f.eks. i forbindelse med kvalitetsudvikling.

Citat: "Jeg kommer fra vores elektronikproduktion, hvor jeg har en lille analysegruppe med elektronikfaglærte i. Vi beskæftiger os primært med fejlanalyse på de produkter, vi laver. De indgår også sammen med vores kvalitetsteknikere i forbindelse med forbedring af vores produkter i produktionen løbende."

Den analysemæssige dybde, der kræves i forbindelse med fejlfinding og fejlretning i elektronikproduktion belyses godt i nedenstående citat fra en anden virksomhed.

Citat: "Fejlfinding er bestemt på komponentniveau. Og de skal virkelig i dybden med, hvad årsagen er til fejlen. Hvis en transistor f.eks. har smeltet lodningerne, så drøfter elektronikfagteknikeren den dybere årsag med ingeniørerne og laver også ofte opstillinger, der kan eftervise fejlsituationen med henblik på at afdække årsagerne i detaljer. Man åbner f.eks. somme tider en kondensator for at finde ud af, hvorfor den er brændt af. De arbejder meget grundigt og dybdegående med teknikken."

Citatet er en god generel karakteristik af fejlfinding og fejlretning i virksomheder, der fremstiller elektronik. Vi taler om fejlfinding på komponentniveau i så udpræget grad, at det undertiden bliver nødvendigt at skille komponenterne ad for at finde den egentlige årsag til fejlen. Ud over at reparere det defekte kredsløb er det lige så vigtigt at få viden om de dybere liggende årsager til fejlen evt. ved særlige opstillinger og få den eller disse dokumenteret og beskrevet, sådan at man kan undgå gentagelser, uanset om der er tale om konstruktionsfejl eller produktionsfejl.

I en helt anden virksomhed ser det anderledes ud, men det er i princippet den samme type fejlfinding

Citat: ”I nye apparater kan der opstå fejl, som skal undersøges nærmere. Det undersøger de faglærte i udviklingsafdelingen. Et eksempel kan være en højttaler, der er problemer med. Så skilles apparatet ad og gennemmåles og analyseres med henblik på at finde ud af, om det er konstruktionsfejl eller komponenter, der ikke overholder de data, de lover i dokumentationen. I dette tilfælde viste det sig, at tilledningerne i pappet på højttaleren gik løs, selvom højttalerens belastningsgrænse blev overholdt. Ja, så er det jo højttalerfabrikanten, vi skal have fat i.”

Den form for kredsløbsanalyse, som elektronikfagteknikeren skal bruge i disse situationer, svarer mere til konstruktion end klassisk fejlfinding og fejlretning inden for teknisk service. I den klassiske fejlfinding er man først og fremmest optaget af at få apparatets funktioner reetableret efter de forskrifter, der optræder i den medfølgende dokumentation.

Den produktionsrelaterede fejlfinding og fejlretning skal ud over reetableringen af funktionerne også bruges til at sikre en højere kvalitet i produktudvikling og produktion. I disse situationer samarbejder elektronikfagteknikeren typisk med teknologer og ingeniører i udviklingsafdelingen og i PTA (Produktionsteknisk afdeling.)

Denne form for fejlfinding skaber nogle særlige efteruddannelsesbehov som fremgår delvis af nedenstående citat:

Her vil en grundlæggende konstruktionsindsigt også hjælpe elektronikfagteknikeren i arbejdet. Også indsigt i termiske forhold i elektronikkredsløb bliver vigtig. Det er også her vi bruger mest intern undervisning og efteruddannelse af teknikerne, sådan at de har et stort produktkendskab og ved meget om systemerne, altså hvad det er for et miljø elektronikken sidder i. Vores produktsupport gennemfører en del undervisning i denne forbindelse.”

Der er flere virksomheder, som fremhæver, at de har et efteruddannelsesbehov inden for termiske målinger på elektronikkredsløb og apparater. Termisk måling bruges til at se, om der er komponenter, der bliver for varme. Man kan på denne baggrunde finde fejl i kredsløbet, før de opstår som elektriske fejl.

3.3 Test af elektronikkredsløb og apparater

I alle besøgte virksomheder, der fremstiller elektronik, spiller test af elektronikkredsløb og apparater en meget stor rolle. Virksomhedens kvalitetsarbejder bygger på løbende testresultater fra produktionen. Det er lidt forskelligt om elektronikfagteknikerens arbejde med test og testsystemer er organiseret i PTA eller i selve produktionen.

Generelt gælder det, at operatørerne i produktionen overtager en stigende andel af det produktionsrelaterede testarbejde især i forbindelse med automatiske test. Arbejdsdelingen mellem faglærte og operatørerne afhænger af kompleksiteten i testarbejdet på den enkelte virksomhed.

Citat: ” Så har vi faglærte, der sidder i produktionen og kører direkte test på de producerede apparater. De laver også reparationer, men tager ikke stilling til konstruktionerne. Vi har også ufaglærte, der kører test – de lægger så typisk fejleksemplarer til side til teknikerne, der så reparerer det. Men vi har altså nogle avancerede produkter, hvor det er nødvendigt, at der sidder en faglært ved testudstyret. Der kan være så komplekse test af et print, at det tager 20 min. Her skal personen, der tester, virkelige vide, hvad han har med at gøre faglig set.”

Opbygning af testudstyr og testsystemer i varierende kompleksitet udgør et større arbejdsområde for elektronikfagteknikere. Det er arbejdsopgaver, der typisk omfatter både hardware og software samt anvendelse af forskellige udviklingsværktøjer. Det er lidt forskelligt, hvor dette udviklingsarbejde er placeret, men normalt er det enten i udviklingsafdelingen eller i PTA.

Citat: ”Vi arbejder udelukkende med specialfremstillet testudstyr, som vi selv bygger op. Vi udvikler selv testsoftwaren. Vi kan også trække statistikker ud, så vi kan se, hvor normalmålingerne ligger på hver eneste måling. Det samme udstyr bliver så sendt ud til vores underleverandører ude i verden. Det er også lavet sådan, at det testudstyr, der står på fabrikken i Thailand, kan vi her i Danmark trække statistikker ud på. Vi sender også teknikere (faglærte) ud til vores underleverandører for at løse evt. problemer i deres produktion eller test.”

Uddannelsesbehovene på testområdet knytter sig specielt til særlige programmer og her nævnes LabView i de fleste virksomheder sammen med NI TestStand.

Citat: ” LabView er vigtig for os. Sådan noget kunne også være relevant at få efteruddannelse i. Vi mangler ressourcer i LabView. Også NI TestStand – et sekventielt program til opbygning af testsystemer.”

LabView er et grafisk programmeringsmiljø, der bruges af ingeniører og teknikere til avancerede styringsopgaver, måling samt dataopsamling og analyse. LabView programmeres via en grafisk brugerflade med ikoner og ledninger, der ligner et flowchart. LabView kan bruges til dataopsamling og

signalanalyse, automatiserede styringsopgaver og kontrol eller validering af produkter.

NI TestStand er et værktøj til udvikling af automatiserede testapplikationer.

3.4 Opgaver i produktionsteknisk afdeling

PTA er et alment brugt udtryk for "Produktionsteknisk afdeling". Afdelingens funktion variere fra virksomhed til virksomhed, men vil ofte omfatte følgende processer:

Når et produkt er færdigdesignet leveres tegninger og styklister til PTA, som herefter forbereder og implementerer alle data, som danner basis for styringen af flow og ressourcer.

PTA er samtidig ansvarlig for, at de enkelte produkter, der produceres, opfylder de krav, som lovgivningsmæssigt er gyldige på de markeder, hvor produkterne skal sælges.

Produktionsteknisk afdeling i en typisk elektronikproduktionsvirksomhed varetager indkøring af nye produkter i produktionen, sørger for at produktionsdokumentationen er lavet, og at udstyret er i orden, og at alle processer kører som de skal. Der er også en del administrative opgaver omkring ændringer og indkøring af nye produkter i produktionen. Derudover skal PTA udvikle produktionen fremadrettet. Hvis der opstår fejl, så skal PTA udføre en fejlanalyse og medvirke til at sikre, at det ikke sker igen.

Opgaver i PTA varetages typisk af teknologer og ingeniører – altså medarbejdere med videregående uddannelser. I elektronikvirksomheder er det imidlertid også almindeligt, at elektronikfagteknikere enten er ansat i PTA eller løser opgaver, der involverer PTA. Der er ofte tale om opgaver, som lægger op til kommunikation med teknikere eller ingeniører i andre afdelinger.

Citat: "Nogle faglærte elektronikfolk i PTA har som en del af deres arbejdsopgaver at tage kontakt til udviklingsafdelingen, hvis de mener, at der er noget galt med konstruktionen."

Arbejdet med ESD (statisk elektricitet) er typisk placeret i PTA, og ofte er faglærte involveret i arbejdet.

Citat: "PTA arbejder også med ESD. Alle målinger, procedurer og referencer, der vedrører ESD og vedligeholdelse af al ESD-udstyr. Det sker i samråd med ESD-gruppen. Det sker efter samme retningslinjer som kalibrering af et instrument. Nu skal der måles, stole, nu skal der måles borde, nu skal der måles gulv osv. Det er der helt fastlagte procedurer og tider på. Når det ligger i PTA, så har vi sikkerhed for, at vi fastholder nogle ensartede procedurer, der virker."

Kurser i ESD efterspørges af flere virksomheder på et niveau der svarer til arbejdet med ESD i en moderne produktionsvirksomhed inden for elektronik. Det rækker altså ud over, hvad den enkelte medarbejder skal iagttage af forholdsregler vedrørende ESD.

Flere nævner også betydningen af kurser i direktiver og det lovmæssige, som elektronikprodukter og apparater er omfattet af. Ofte er det ingeniører eller teknologer der sidder med disse opgaver, men de kunne lige så godt varetages af faglærte med den rette efteruddannelse. Det er normalt elektronikfagteknikere, der udfører målingerne i forbindelse med typegodkendelse.

Citat: "Vi har også faglærte, der sidder og laver typegodkendelsesmålinger, klimatest, lave målinger på om udstyret er vandtæt."

3.4.1 Efteruddannelse i produktionstekniske områder

Omtrent alle virksomheder efterspørger efteruddannelses på de bredere produktionstekniske områder.

Citat: "Så har vi også brug for et kursus i PTA funktionen i virksomhederne. Noget om hvordan en produktion er opbygget, hvordan en produktion optimeres. Her skal Lean og 0-fejls produktion med ind."

I de fleste tilfælde er det overordnede korte kurser i f.eks. kvalitet, Lean og de forskellige leanværktøjer, man efterspørger. Der lader til at være en utilstrækkelig viden i flere virksomheder om, hvad AMU faktisk udbyder på området. I enkelte tilfælde har faglærte deltaget i denne type kurser sammen med operatører i produktionen, og det har fungeret tilfredsstillende.

FKB 2752 "Arbejdets organisering ved produktion i industrien" indeholder et meget stort udbud af kurser inden for kvalitet, produktivitet, Lean og leanværktøjerne. Måske opleves dette udbud som noget, der alene henvender sig til operatørgruppen i virksomhederne. Operatørbegrebet optræder i de fleste af måltitlerne på dette område f.eks. "Kanban-styring for operatører". Det er vurderingen, at de faglærtes efteruddannelsesbehov på de brede produktionstekniske område i de fleste tilfælde kan opfyldes gennem kurserne under FKB 2752.

I nogle tilfælde er der imidlertid tale om behov, som stikker dybere f.eks. inden for statistisk proceskontrol.

Citat: "Det er altså meget vigtigt, at de kender noget til kvalitetssystemer og kvalitetsproblemstillinger i moderne elektronikproduktioner. Six-Sigma og statistisk proceskontrol er også vigtig. Vi beder jo også teknikerne om at lave nogle analyser af fejlfrekvenser og den slags."

De kvalitetsproblemstillinger man taler om her kræver en dybere teknisk faglig indsigt og færdigheder i tekniske beregninger på området.

Alle er enige om at de faglærte generelt skal have efteruddannelse i lodning. De, der anvender AMU-Nordjylland og Hytek, får uddannelsesbehovene opfyldt. Der findes et stort efteruddannelsesprogram inden for lodning under FKB 2234 "Fremstilling af hybride print". Denne FKBs uddannelsesmål udbydes alene af AMU-Nordjylland.

Citat: *"Elektronikoperatørens viden om lodning er et godt inspirationsgrundlag for de faglærte. AMU i Aalborg og Hytek bruger vi meget på lodde- og montageområdet – også til de faglærte. Det har vi gode erfaringer med."*

3.5 Deltagelse i produktudvikling

Elektronikfagteknikere er en særdeles veletablere medarbejderkategori i tilknytning til udviklingsafdelingerne i de fleste elektronikindustrivirksomheder i undersøgelsen. Det er vanskeligt at forestille sig, hvordan produktudviklingen skulle kunne gennemføres uden disse faglærte.

Citat: *"Jeg har 30 mand og de er alle sammen elektronikmekanikere/(elektronikfagteknikere). De er egentlig delt i to afdelinger. Denne ene arbejder med lay-out altså tegner i Pach altså print osv. Og den anden består af elektronikmekanikere, der supporterer ingeniører. Det kan være alt lige fra EMC-test til Termovision, bestykning af print, opbygning af teststande. Jeg ser her elektronikmekanikeren (elektronikfagteknikere) som en praktisk hånd for ingeniøren i relation til udvikling. Jeg har også nogle som fejlsøger på produkter, der er kommet på markedet. Også hvis der skal nye komponenter i eksisterende produkter. Men vi arbejder primært som support til ingeniører i forbindelse med udvikling."*

Elektronikfagteknikerens efteruddannelsesbehov er udtryk for at han/hun ofte arbejder som en art konstruktionsassistent for ingeniørerne i udviklingsafdelingen.

Citat: *"Det er nødvendigt at elektronikfagteknikeren kan lave mindre komplicerede kredsløbsberegninger og udføre mindre konstruktioner for derefter selvstændigt bygge kredsløbet op og teste det. Det kan f.eks. være en mikrofon, der er problemer med, og som han skal løse. Ingeniøren ønsker måske en opstilling, hvor man tester 6 mikrofoner. Så kan det blive nødvendigt at konstruere en mikrofonforstærker og bygge den op på et veroboard, bygge en løs strømforsyning til osv. og så lave nogle målinger på det, inden man integrerer det over i selv konstruktionen. Ingeniøren har så typisk opstillet nogle krav om følsomhed og den slags, der skal overholdes. Den slags opgaver er almindelige for vores elektronikfagteknikere i udviklingsafdelingen."*

Produktudvikling og produktrevisioner håndteres forskelligt organisatorisk i virksomhederne. Dette vil være afhængigt af, hvor lang en levetid produkterne har, hvilket kan hænge sammen med produktets pris og anvendelse. Der findes faktisk eksempler på professionelle elektronikprodukter med levetider på mere end 20 år.

Citat: ”Der er Pro-Care, og så er der selve udviklingsafdelingen. Pro-Care vedligeholder de gamle produkter. Vores produkter lever i mange år, og så er der komponenter, der udgår. Så er man ofte nødt til at lave om på konstruktionen. Konstruktionsændringerne bliver opstartet af Pro-Care. De laver målinger på det og finder så ud af sammen med vores indkøbsafdeling, hvad man kan købe af andre komponenter. Derefter involverer de ingeniørerne og der tages stilling til, om produktet skal udgå eller ændres og dermed måske typegodkendes på ny og alt sådan noget. I Pro-care er der en ingeniør og 4 faglærte elektronikfolk. Der er hele tiden projekter, der kører i Pro-Care.”

Efteruddannelsesbehovene set i forhold til arbejdet i udviklingsafdelingerne handler om flere kurser evt. et kursusprogram i konstruktion og opbygning af mindre digitale og analoge elektronikkredsløb.

Det er ikke komplekse ingeniørberegninger, der efterspørges i denne forbindelse, men en grundlæggende konstruktionsmæssig kunnen, der handler om design og opbygning af f.eks. mindre strømforsyningskredsløb, forstærkere, logiske kredsløb, mindre styrings- og reguleringskredsløb, enkle termiske beregninger o.l. Matematisk kræver det nogenlunde det, der svarer til folkeskolens udvidede afgangsprøve.

3.5.1 Softwareudvikling

Software fylder mere og mere i udviklingsarbejdet, og den tendens vil fortsætte i fremtiden er vurderingen fra virksomhederne.

Citat: ”Jeg har to elektronikmekanikere, der ikke laver andet end software. De sidder i softwaregruppen i udviklingsafdelingen. De arbejder meget sammen med ingeniørerne – ja de laver faktisk det samme arbejde som nogle af ingeniørerne. Udviklingen inden for software går enormt stærkt, men når du har tilegnet dig grundprincipperne i at programmere, så er det ikke afgørende, hvilket værktøj du skal programmere med. Der er så nogle paradigmer inden for softwareudvikling, som man skal være inde i f.eks. objekt-orienteret programmering. Dem, der sælger udviklingsværktøjerne, har normalt nogle gode kurser i det. Vi har f.eks. købt en del hos Know How, og vi tager så til deres seminarer for at lære at bruge værktøjerne.”

På softwareudviklingssiden er der ingen alternativer til leverandørkurserne og de professionelle udbydere af kurser på området. Underviserne er typisk ingeniører, der ikke laver andet end at undervise og yde konsulentbistand til

virksomhederne inden for enkelte programmers og udviklingsværktøjers område.

Det er imidlertid kendetegnende for de faglærte, at de typisk arbejder med både software og hardware i det daglige arbejde, og virksomhederne ønsker generelt, at der ikke sker en stærk specialisering på dette område.

Citat ”Med hensyn til hardware og software så forsøger vi at sikre, at de har kompetencer på begge områder. I reklimationsbehandlingen f.eks. sker der ingen specialisering. Vi bliver for sårbare, hvis vi specialiserer elektronikfagteknikerne på denne måde. Selvfølgelig er der nogle, der er bedre til software end andre, men så sparrer de med hinanden, og det er bedre. De mister også overblikket over produktets samlede funktion, hvis ikke de kan begge dele.”

Efteruddannelsesbehovene inden for software handler om de basale programmeringsfærdigheder. Det er her fokus skal ligge.

Citat: ”Hvis nu f.eks. vi havde en elektronikfagtekniker i vores produktion, der har behov for at lære at programmere, så ville han have brug for et kursus i basale programmeringsfærdigheder.”

Nu er grundlæggende programmering vældig mange forskellige ting. Det vi her taler om er en elektronikfaglig programmering, og det basale handler f.eks. om programmering af microprocessorer i et tidssvarende programmeringssprog under anvendelse af tidssvarende udviklingsværktøjer, sådan at den viden og de færdigheder, der tilegnes, er umiddelbart omsættelig i virksomhedskonteksten.

Kurset findes allerede i form af mål nr. 45157 ”Programmering af microprocessor”. Målet omhandler også det basale om programmering af microprocessorer, men måske er en varighed på 5 dage for meget i betragtning af, at det er uddannede elektronikfagtekniker, der er målgruppen. Dette bør undersøges nærmere.

3.5.2 Udlægning af print

I udviklingsafdelingen er det meget ofte en elektronikfagtekniker der udlægger print. Udlægning af print er et krævende specialisatområde, som også kræver en betydelig indsigt i EMC-problemstillinger. PADS er det program de fleste bruger. Det indeholder en række forskellige hjælpeværktøjer bl.a. til simulering.

Virksomhederne får deres specifikke uddannelsesbehov inden for printudlægning løst via leverandørkurser. Flere ser gerne printudlægningskurser i f.eks. PADS under AMU, men umiddelbar må vurderingen være, at det i for høj grad er et specialistanliggende for en lille gruppe elektronikfagteknikere til at kunne fungere som efteruddannelse.

3.5.3 Øvrige elektroniktekniske områder

De efteruddannelsesbehov, der behandles i dette underkapitel stammer mest fra arbejdet i udviklingsafdelingerne, men kan også ses i et bredere perspektiv.

Et mere videregående kursus inden for EMC er der flere, der ønsker. Der findes imidlertid et uddannelsesmål 45033 ”EMC, løsning af støjproblemer” under FKB 2626. Det ser ud til at være ganske dækkende for flere forskellige perspektiver på EMC. Det bør imidlertid overvejes at foretage en opsplitning af målet i et udpræget grundkursus af f.eks. to dages varighed og et videregående kursus, der i højere grad fokuserer på EMC i forbindelse med udvikling og konstruktion, og hvor de direktivmæssige sider af sagen behandles mere dybtgående.

Som tidligere citater antyder, så er der et behov for et mere avanceret kursus inden for Switch-Mode Power Supply. Under FKB 2626 findes der et kursus allerede med en varighed på 5 dage – 45036 ”Reparation af Switch-Mode Power Supply”.

Indholdsmæssigt vurderet så burde dette mål dække behovet, men antageligt har man sat sig mellem to stole ved både at fokusere på konstruktion og service på Switch-Mode Power Supply. Konstruktion og service repræsenterer to forskellige typer af behov i virksomhederne, som næppe kan tilgodeses på det samme kursus. En opsplitning ser ud til at være nødvendig, hvis elektronikindustriens behov skal kunne opfyldes.

Flere nævner et behov for et kursus i digital kommunikation f.eks. mobiltelefonifoni.

Citat: ”Vi kan godt forestille os, at vores testudstyr i fremtiden skal kunne kommunikere over det mobile net. Så skal vores teknikere selvfølgelig vide meget om denne form for kommunikation. Man kunne forestille sig, at vi via mobilnettet kan ringe vores testudstyr op og foretage en kalibrering af udstyret via et netværk – altså fjernbetjent. Det er dyrt at sende en mand til Fjernøsten. Teknologien bruges jo allerede.”

Under FKB 2626 er der flere kurser der omhandler mobiltelefonifoni. De skønnes at dække behovet.

Nogle virksomheder nævner efteruddannelsesbehov inden for HF-teknik. Her findes der 3 uddannelsesmål under FKB 2626, der til sammen dækker dette behov.

Under interviewet på Thrane & Thrane blev Iridium nævnt som et uddannelsesbehov i den nærmeste fremtid. Dette bør undersøges nærmere, men antageligt er det for specielt et behov endnu med en tilsvarende meget lille målgruppe. Dette kan de kommende års udvikling måske lave om på. Lige nu er prisen på telefonen knap 10.000 kr. og bl.a. TDC forhandler den sammen med en del udstyr.

Iridium omfatter global telefoni, SMS og datakommunikation ved brug af håndholdte eller fastmonterede satellittelefoner og personsøgere. Iridium omfatter også SIM-kort, der bl.a. indeholder brugeridentifikation og kontoplysninger, hvilket giver mulighed for brugertilpasning og fælles brug af telefon samt individuel fakturering.

Iridium er et globalt kommunikationssystem, der er sammensat af 66 lavt-flyvende LEO satellitter (Low Earth Orbit) med krybsdækning.

Flere virksomheder i undersøgelsen nævner, at de har et efteruddannelsesbehov inden for Bluetooth. Bluetooth er et korttrækkende trådløst datanet (WPAN). Nogle af anvendelserne er til computere, PDAer, trådløst headset og mobiltelefoner. Fordelen ved Bluetooth er, at det kan overføre data forholdsvis hurtigt og med et lavt strømforbrug. Rækkevidden er typisk op til 10 m.

4 Konklusioner og anbefalinger

I dette kapitel opsamles konklusioner og anbefalinger fra de foregående kapitler vedrørende uddannelsesbehovene inden for produktion. Konklusioner og anbefalinger vedrørende uddannelsesbehov inden for teknisk service findes på side 13.

Derudover gives der også anbefalinger vedrørende ændringer i FKB 2626 ”Elektronik- og svagstrømsteknisk område.

4.1 Uddannelsesbehov inden for produktion

- Analysearbejdet viser, at faglærte elektronikmedarbejdere i industrien udfordrer traditionelle opfattelser af, hvad det vil sige at arbejde som faglært. Efteruddannelsesbehovene er ofte bestemt af, at elektronikfagteknikerne arbejder tæt sammen med ingeniører og teknologer i PTA og udviklingsafdelingerne.
- Elektronikfagteknikere udfører generelt ikke operatøropgaver
- Fejlfinding er normalt på komponentniveau og bygger på en dyb produktionsrelateret kredsløbsforståelse, der samtidig er rettet mod kvalitetsudvikling og konstruktion.
- Opbygning af testudstyr og testsystemer i varierende kompleksitet udgør et større arbejdsområde for elektronikfagteknikere. Det er arbejdsopgaver, der typisk omfatter både hardware og software samt anvendelse af forskellige udviklingsværktøjer.
- Uddannelsesbehovene på testområdet knytter sig specielt til særlige programmer som LabView og NI TestStand.
- Flere virksomheder har efteruddannelsesbehov inden for termisk måling (termovision)
- Der efterspørges et kursus i ESD, der dækker alle de foranstaltninger man i denne henseende skal foretage i en moderne elektronikvirksomhed.
- Flere har et behov for kurser i direktiver og det lovmæssige som elektronikprodukter og apparater er omfattet af.
- Det er vurderingen, at de faglærtes efteruddannelsesbehov på de brede produktionstekniske område i de fleste tilfælde kan opfyldes

gennem kurserne under FKB 2752 "Arbejdets organisering ved produktion i industrien". Dette gælder dog ikke inden for statistisk proceskontrol, hvor elektronikfagteknikerne har et særskilt behov.

- Elektronikfagteknikerens efteruddannelsesbehov er udtryk for, at han/hun ofte arbejder som en art konstruktionsassistent for ingeniørerne i udviklingsafdelingen.
- Efteruddannelsesbehovene set i forhold til arbejdet i udviklingsafdelingerne handler om flere kurser evt. et kursusprogram i konstruktion og opbygning af mindre digitale og analoge elektronikkredsløb.
- Efteruddannelsesbehovene inden for software handler om de basale programmeringsfærdigheder. Der findes et mål allerede under FKB 2526, som man bør se nærmere på.
- Et mere videregående kursus inden for EMC er der flere, der ønsker. Der findes et mål allerede under FKB 2626, som man bør se nærmere på.
- Flere virksomheder i undersøgelsen nævner, at de har et efteruddannelsesbehov inden for Bluetooth.
- Flere virksomheder har behov for et mere avanceret kursus inden for Switch-Mode Power Supply.

4.2 Anbefalinger vedrørende revision af FKB 2626 "Elektronik- og svagstrømsteknisk område"

Det anbefales at gennemføre en gennemgribende omskrivning af FKB 2626 ved en passende lejlighed.

Jobområdebeskrivelsen er principielt dækkende, men den kan med fordel uddybes og klargøres med baggrund i dette analysearbejdes perspektiver på jobområdet.

De tilhørende arbejdsmarkedsrelevante kompetencer (TAK) er beskrevet ud fra en faglig logik, som er dækkende set i forhold til de nuværende tilknyttede mål. Ifølge dette analysearbejde svarer det imidlertid ikke til den måde, som kompetencerne anvendes på i virksomhederne og på arbejdsmarkedet. Set i forhold til de afdækkede uddannelsesbehov, kan det give problemer med at forbinde fremtidige relevante mål til én eller flere af de nuværende TAKer.

Anvendt litteratur

1. www.electronic-supply.dk En god hjemmeside der leverer aktuelle nyheder fra den danske elektronikindustri.
2. www.erhvervsbladet.dk og bladet.
3. www.hytekaalborg.dk
4. www.ing.dk hjemmeside for tidsskriftet "Ingeniøren"
5. De besøgte virksomheders hjemmeside.
6. Glenday, Ian: *Find vejen til flow*. Lean Enterprise Academy 2005
7. "Service i forandring, Erhvervsministeriet, marts 2000"