

Serviceeftersyn af målene inden for FKB 2233 Fremstilling af elektronikprodukter og FKB 2234 Fremstilling af hybride print



INDHOLDSFORTEGNELSE

Baggrund	3
Projektets formål	3
Metode og projektdesign	3
Beskrivelse af indhold i og resultater fra de fem workshops	5
Workshop 1: Automatisk elektronikproduktion	5
Workshop 2: Uddannelsesbehov inden for avanceret loddeteknik	6
Workshop 3: Uddannelsesbehov inden for reparation af print	7
Workshop 4: Uddannelsesbehov inden for elektriske målinger, ESD og komponentkendskab	8
Workshop 5: Uddannelsesbehov inden for IPC inspektion og manuel lodning og montage	10
Konklusion	12

Baggrund

Elektronikindustrien i Danmark er præget af en hurtig udvikling, som går imod en mere og mere avanceret og fleksibel produktion, hvor der er stort fokus på kvalitet og hvor internationale standarder og certificeringsordninger kommer til at fylde stadig mere. Det betyder, at der er behov for mere og mere kompetente medarbejdere, men også at der i fremtiden vil komme mere fokus på dokumentationen af medarbejdernes kompetencer i forbindelse med certificeringer af virksomhedernes produktion.

Industriens Fællesudvalg gennemførte under AMU-bevillingen for 2011/12 en analyse af, om denne udvikling medfører nye og andre kompetencebehov i elektronikindustrien. Analysen viste, at behovet for helt nye AMU-mål er begrænset, men at der er behov for at se på detaljerne i de eksisterende kurser, så de passer præcist til virksomhederne og medarbejdernes behov.

Der er således behov for en meget præcis og detaljeret behovsafdækning, hvor der ses på hvert enkelt område og mål.

Projektets formål

AMU Nordjylland og Industriens Uddannelser har derfor i år 2014-2015 gennemført en detaljeret analyse af uddannelsesbehovet for produktionsmedarbejderne i dansk elektronikindustri. Dette har til formål at sikre, at kurserne inden for *FKB 2233 Fremstilling af elektronikprodukter* og *FKB 2234 Fremstilling af hybride print* er tidssvarende og relevante og kan rumme de nødvendige vertikale og horisontale kompetenceløft, så de modsvarer kompetencebehovet i moderne dansk elektronikproduktion. Endvidere skal det sikres, at målene er formuleret, så de fremstår letforståelige og attraktive for elektronikvirksomhederne og deres medarbejdere.

Analysen er finansieret af Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestillings pulje til udvikling af arbejdsmarkedsuddannelser.

Metode og projektdesign

Analysen har karakter af et "serviceeftersyn" af de to FKB'ers kompetenceområder, som er gennemført via fem workshops med deltagere fra en række elektronikvirksomheder og de skoler, som udbyder kurserne inden for de to FKB'er.

Ved hver workshop, er der blevet gået i dybden med en afgrænset del af det samlede kompetenceområde. Således at man via de fem workshops samlet er kommet rundt om alle områder inden for begge FKB'er.

Indholdet i de fem workshops har været opdelt på følgende måde¹:

- Uddannelsesbehov inden for automatisk elektronikproduktion
- Uddannelsesbehov inden for avanceret loddeteknik
- Uddannelsesbehov inden for reparation af print
- Uddannelsesbehov inden for elektriske målinger, ESD og komponentkendskab
- Uddannelsesbehov inden for IPC inspektion og manuel lodning og montage

De fem workshops er blevet afholdt over perioden juni 2014 til oktober 2015. Ved hver workshop er der gået i dybden med, hvad det præcist er for kompetencer, der er behov for i elektronikproduktionen inden for det udvalgt område, og hvordan dette kompetencebehov bedst dækkes via AMU-kurser.

Følgende spørgsmål er bl.a. blevet drøftet: hvordan skal opdelingen mellem kurserne være? Hvilke indholdselementer skal med og hvilke skal ikke med i kurserne? Hvilke nøgleord og begreber er helt centralt at anvende, for at målbeskrivelserne inden for området vil blive opfattet som relevante af både virksomhederne og medarbejderne. Men samtidig med, at de er så præcise, at misforståelser om kursets indhold undgås?

Deltagerne i de fem workshops er udvalgt, så de bredt repræsenterer virksomheder inden for forskellige delområder af dansk elektronikindustri. Der er blevet lagt vægt på, at de både repræsenterer mindre og

Repræsentanter fra følgende virksomheder og skoler har deltaget i de fem workshops:

- Danfoss
- Grundfos
- Kamstrup
- GPV Electronics
- DGS Denmark
- Vestas Control Systems
- Micro Technic
- Gåsdal Bygningsindustri
- Danchell
- Terma
- OJ Electronics
- ETK Elektronik
- EUC Syd
- Aarhus Tech
- AMU Nordjylland
- Industriens Uddannelser

¹ Ud over de her nævnte fem workshops blev der inden projektets opstart afholdt én workshop, hvor behovet for det helt grundlæggende kursus inden for lodde- og montage området blev drøftet. Denne workshop indgår derfor som sådan ikke i dette projekt, resultaterne fra den vil indgå i den samlede revision af uddannelsesmålene inden for de to FKB'er.

større virksomheder samt underleverandører og virksomheder med produktion af egne produkter. Hermed er det tilstræbt at få en deltagergruppe, som er repræsentativ for den danske elektronikindustri. For at sikre, at skolernes viden om branchen også indgår i projektet, samt at analysens resultater forankres, er de skoler, som udbyder kurserne i de to FKB'er, også inviteret til at deltage i de fem workshops.

Den opsamlede viden fra projektet, vil efterfølgende blive anvendt til en samlet revision og opdatering af alle kernemål samt kursusstrukturer under FKB 2233 Fremstilling af elektronikprodukter og FKB 2234 Fremstilling af hybride print.

Udviklingsudvalget for elektronikindustri under Industriens Fællesudvalg har fungeret som styregruppe for projektet.

Beskrivelse af indhold i og resultater fra de fem workshops

Udvikling i industrien

Drøftelserne på de fem workshops viste, at virksomhedernes produktion generelt er præget af de krav, der stilles til avanceret industrielektronik. Den store prismæssige konkurrence inden for elektronikområdet (fx fra østlande og Asien) stiller store krav til lave produktionsomkostninger for at være konkurrencedygtig. Dette kan kun gøres ved at sikre stor fleksibilitet, høj ydelse og lav fejlrate i elektronikproduktionen, hvilket kræver indførelse af højteknologiske produktionsteknik og udstyr, og dermed også væsentlig øgede uddannelsesmæssige krav til produktionsmedarbejderne.

Kravene til produktionsmedarbejderne kan sikres ved hele tiden at efteruddanne og opdatere disse til de nyeste teknologier og arbejdsmetode. Der er derfor stort behov for et opdateret AMU-udbud, som svarer til virksomhedernes kompetencebehov.

De danske elektronikvirksomheder har tilkendegivet, at de eksisterende målbeskrivelser kan være svære at gennemskue. De ønsker derfor en mere klar og overskuelig beskrivelse af indholdet i de enkelte kurser. Deltagerne lagde stor vægt på, at det er afgørende, at kursusformuleringerne er så præcise, at det er tydeligt, hvad deltageren præcist kan når han eller hun kommer hjem på virksomheden. Eksempelvis er det vigtigt at tydeliggøre forskellen mellem, hvad deltageren får et overordnet kendskab til, som fx kan fungere som baggrundsviden for selve handlingen, og hvad deltageren reelt kan udføre og håndtere efter endt kursus. Herud over er det afgørende, at der bruges de rigtige, præcise og aktuelle betegnelser for de forskellige processer og komponenter, som deltagerne og virksomheder kan genkende og finder relevante i forhold til deres praksis.

Workshop 1: Automatisk elektronikproduktion

Området for den automatiske elektronikproduktion har hidtil været uddannelsesdækket af følgende AMU kurser:

43914 Lodning af SMD komponenter

43997 SMD produktion

43913 Kvalitets- og procesoptimering af SMD produktion

43915 Vedligeholdelse og optimering af SMD udstyr

Behov for kursusrevision

Drøftelser på workshoppen viste, at der fortsat er behov for fire kurser inden for området automatisk elektronik produktion. Kurset *43915 Vedligeholdelse og optimering af SMD udstyr* svarer fortsat til behovet og fortsætter uændret, men de tre øvrige eksisterende kurser bør revideres i forhold til følgende:

43914 Lodning af SMD komponenter opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Anvendelse af Bill of Material (BoM)
- Anvendelse af nye typer af loddemateriale til håndlodning
- Anvendelse af nye komponenttyper (R/C0402, microMELF, pitch 0.65)
- Anvendelse af workmanship standard IPC-A-610
- Forståelse for de i IPC-A-610 anvendte kravspecifikationer for SMD komponenter
- Forskellige typer PCB overfladefinish

43997 SMD produktion opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Anvendelse af produktionsdokumentation
- Anvendelse af nye typer af loddemateriale til SMT produktion
- Anvendelse af workmanship standard IPC-A-610
- Forståelse for de i IPC-A-610 anvendte kravspecifikationer for SMD komponenter
- Forskellige mærknings og paknings former

43913 Kvalitets- og procesoptimering af SMD produktion opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Anvendelse af produktionsdokumentation og styringsmateriale
- Anvendelse af nye typer af komponenter og loddemateriale til SMT produktion
- Proces-optimering og -styring
- Kvalitetsstyringssystemer
- Anvendelse af workmanship standard IPC-A-610
- Forståelse for de i IPC-A-610 anvendte kravspecifikationer for SMD komponenter
- Forskellige mærknings og paknings former

Workshop 2: Uddannelsesbehov inden for avanceret loddeteknik

Området for den avancerede loddeteknik har hidtil været uddannelsesdækket af følgende AMU kurser:

43918 Q-lodning

43916 Q-lodning af SMD komponenter

Behov for kursusrevision

Drøftelserne på workshoppen viste, at der fortsat er behov for to kurser inden for området *avanceret loddeteknik*, men de to eksisterende kurser bør revideres i forhold til følgende:

43918 *Q-lodning* opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Opdeling af Q-lodning i to kurser henholdsvis for HMT og SMT
- Anvendelse af mere anvendt standard IPC-A-610 i stedet for MIL-STD-2000A
- Øget fokus på egenkontrol i henhold til anvendt workmanship standard
- Øget fokus på korrigerende handlinger ved avanceret håndloddeprocesser
- Anvendelse af kravstandarden J-STD-001

43916 *Q-lodning af SMD komponenter* opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Anvendelse af nye og specielle komponenttyper fx BGA og QFN
- Anvendelse af mere anvendt standard IPC-A-610 i stedet for MIL-STD-2000A
- Øget fokus på anvendelse af mikroskop
- Øget fokus på egenkontrol i henhold til anvendt workmanship standard
- Øget fokus på korrigerende handlinger ved avanceret håndloddeprocesser
- Anvendelse af kravstandarden J-STD-001

Workshop 3: Uddannelsesbehov inden for reparation af print

Området for reparation af print har hidtil været uddannelsesdækket af følgende AMU kurser:

44000 *Reparation og modifikation af print*

43999 *Reparation af SMD print*

43917 *Q-reparation og modifikation af print*

Behov for kursusrevision

Drøftelser på workshoppen viste, at der fremover er behov for fire kurser inden for reparation af print, da der er behov for et nyt kursus inden for reparation af PCB. Herudover bør de tre eksisterende kurser revideres i forhold til følgende:

44000 *Reparation og modifikation af print* opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Opdeling af det eksisterende kursus i et kursus i grundlæggende reworkteknik og et kursus i grundlæggende reparation af print/PCB
- Anvendelse af Bill of Material (BoM)
- Øget fokus på de enkelte komponenter ved rework herunder specielt fugtfølsomme komponenter
- Øget fokus på renhed af printkort herunder rensemetoder i forbindelse med rework
- Anvendelse af workmanship standard IPC-A-610 til egenkontrol
- Øget fokus på egenkontrol af rework
- Øget fokus på egen/personlig begrænsning ved opgavens sværhedsgrad

43917 *Q-reparation og modifikation af print* opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Øget fokus på de enkelte komponenter ved avanceret rework herunder specielle komponenter så som BGA og QFN
- Øget fokus på fugt- og temperatur-følsomme komponenter
- Anvendelse af mikroskop i forbindelse med rework og kontrol heraf
- Anvendelse af modifikationer på printkort herunder fx afbrydelse af lederbaner på PCB
- Øget fokus på renhed af printkort herunder rensemetoder i forbindelse ved avanceret rework
- Anvendelse af rework workmanship standarderne IPC-7711/21
- Anvendelse af avanceret reworkudstyr
- Anvendelse af workmanship standard IPC-A-610 til egenkontrol
- Øget fokus på egenkontrol af rework
- Øget fokus på egen/personlig begrænsning ved opgavens sværhedsgrad

43999 Reparation af SMD print svarer til behovet og bevares i den nuværende form.

XXXXX Grundlæggende reparation af PCB nyudvikles og formuleres klart i henhold til elektronikbranchens ønsker herunder:

- Grundlæggende lederbanereparation (fra 0,5 mm og op)
- Grundlæggende reparation af loddeland for SMD (fra 0,8 mm og op)
- Grundlæggende reparation af loddeland for HMD (hul Ø 0,5 mm og op)
- Simple reparationer af gennemplettering og viahul
- Egenkontrol af udførte opgaver iht. standarder
- Lim og coating
- Udstyr til lederbane reparation og vedligeholdelse heraf
- Anvendelse af workmanship standarder (IPC-7721)
- Anvendelse af mikroskop
- Skader på print (f.eks delamineringer)

Workshop 4: Uddannelsesbehov inden for elektriske målinger, ESD og komponentkendskab

Området for elektriske målinger, ESD og komponentkendskab har hidtil været uddannelsesdækket af følgende AMU kurser:

43919 Identifikation af specielle elektronikkomponenter

43920 Identifikation af gængse elektronikkomponenter

43929 ESD-sikring af elektronikarbejdspladser

43926 Brug af måleinstrumenter

Behov for kursusrevision

Drøftelser på workshoppen viste, at der fremover er behov for tre kurser inden for området, idet der kun er behov for ét kursus inden for komponentkendskab, men de eksisterende kurser bør revideres i forhold til følgende:

43919 Identifikation af specielle elektronikkomponenter sammenlægges med 43920 Identifikation af gængse elektronikkomponenter og udgår

43920 Identifikation af gængse elektronikkomponenter opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Sammenlægges med *43919 Identifikation af specielle elektronikkomponenter*
- Øget fokus på komponenttyper og benævnelse af disse
- Øget fokus på komponentterminaler for SMT og HMT
- Øget fokus på komponentpakninger/emballage
- Øget fokus på aflæsning af etiketter på pakninger
- Øget fokus på fugt- og temperatur-følsomme komponenter
- Håndtering af ESD følsomme komponenter
- Mekaniske og elektriske kontrolmålinger

43929 ESD-sikring af elektronik-arbejdspladser opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Kurset afkortes efter ønske fra elektronikindustrien til én dag
- Øget fokus på at kontrollere den personlige ESD sikring
- Øget fokus på forskel mellem isolerende, ledende, antistatisk og skærmende materialer
- Øget fokus på verifikation af egen anvendt ESD sikring
- Simple kontrolmålinger af ESD sikring (armbånd, sko m.m.)
- "Det triboelektriske system"
- Ionisering
- Typiske procedurer for vedligehold af ESD sikring
- Fejltyper grundet ESD herunder latente skader

43926 Brug af måleinstrumenter opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Simple kontrolmålinger på svagstrømstekniske produkter
- Definerings af almindeligt anvendte måleenheder
- Anvendelse af placeringstegninger og styklister (BOM)
- Anvendelse af simple diagrammer/blokdiagrammer
- Opstilling og anvendelse af simple digitale måleinstrumenter
- Analoge måleinstrumenter
- PC-baseret måleudstyr og anvendelse af dette
- Fordele og ulemper ved forskelligt måleudstyr
- Diagramsymboler
- OHMs Lov
- Sikkerhed ved måling i elektroniske kredsløb

Workshop 5: Uddannelsesbehov inden for IPC inspektion og manuel lodning og montage

Området for IPC inspektion og manuel lodning og montage har hidtil været uddannelsesdækket af følgende AMU kurser:

40070 IPC Inspektion – lodninger

43905 Montage af mikroelektroniske / mekaniske komponenter

43987 Montage af elektriske apparater

43928 blyfri manuel lodning

44406 Anvendelse af metoder for sporbarhed

(Udgået) Montage af stik og kabler

Behov for kursusrevision

Drøftelserne på workshoppen viste, at der fortsat er behov for følgende revision af kurserne inden for IPC inspektion og manuel lodning og montage:

40070 IPC Inspektion – lodninger opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Anvendelse og indstilling af mikroskop
- Håndtering af inspektionsemner
- Gennemførelse og vurdering ved visuel inspektion
- Anvendelse af standarden IPC-A-610
- Vurdering og kategorisering af udført arbejde i henhold til IPC-A-610
- Registrering af procesindikatorer
- Udformning af en efterfølgende inspektionsrapport
- Anvendelse af kravene i IPC-A-610 standarden i forhold til virksomhedens/kundens krav
- Fordele og ulemper ved forskelligt forstørrelsesudstyr
- Forskellige lodde- og produktionsprocesser
- Analyse af fejlårsager herunder loddebarhed
- Vigtigheden i at vurdere acceptabelt/defekt ensartet i virksomheden
- Forskellige typer komponenter/terminaler

43905 Montage af mikroelektroniske / mekaniske komponenter opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Indstilling og anvendelse af mikroskop
- Manuel montering og lodning af mikro emner fra 0201 og op
- Montage og lodning under mikroskop på Flex- og Rigid- PCB/print
- Håndtering og samling af mikroemner
- Håndtering af lime, underfill m.m.
- Simple støbeteknikker og dertil hørende doseringsudstyr
- Miniature kabler fra AWG 36 og op
- Sempel Die- og Wire bonding
- Forskellige materialer og kemi

- Forskellige bondeteknikker
- Proceskontrol
- Dokumentation
- Renhed og renseteknik

43987 *Montage af elektriske apparater* opdateres og formuleres klart på følgende områder:

- Anvendelse af montagetegninger og styklister
- Anvendelse af workmanship standard IPC-A-620 (tolerancer)
- Anvendelse af korrekt værktøj til en given mekanisk opgave
- Gennemførelse og vurdering af montage af mekaniske dele (fx med moment)
- Klargøring af ledninger og kabler til opmontering
- Opmontering af et simpelt kabelsæt ("sømbord")
- Korrekt håndtering af kabelsæt (vrid, knæk m.m.)
- Korrekt montage af simpelt kabelsæt
- Korrekt håndtering af printkort (ESD, bøjning m.m.)
- Korrekt montage af printkort
- Vedligehold og verifikation/check af anvendt værktøj
- Kalibrering af værktøj
- Forskellige manuelle og automatiske samleprocesser
- Forskellige typer kabinetter og skabe (forplader, folier m.m.)
- Forskellige typer befæstigelsesmaterialer og metoder
- Forskellige typer kabler og ledninger
- Udformning af inspektionsrapport
- Analyse af fejlårsager

43928 *blyfri manuel lodning* opdateres og formuleres klart på følgende områder

- Håndlodning af blyfri loddeforbindelser (leadede/SMD), som efterfølgende kan godkendes i henhold til IPC-A-610 Klasse 3
- Anvendelse af simpelt forstørrelsesudstyr
- Visuel kontrol af eget arbejde i henhold til workmanship standard IPC-A-610
- Forskellige blyfri loddemetoder
- Blyfri loddematerialer
- Forskellig overfladefinish på PCB
- Rework af blyfri loddefyldninger

44406 *Anvendelse af metoder for sporbarhed* anvendes ikke mere og udgår.

(Udgået) *Montage af stik og kabler* genoprettes, opdateres og formuleres klart på følgende områder

- Anvendelse af montagetegninger og styklister

- Anvendelse af workmanship standard IPC-A-620
- Korrekt værktøj til præparation af ledninger og kabler
- Opmåling og afisolering af ledninger og kabler
- Simpel montage og lodning af ledninger på terminaler (fortinning)
- Simpel montage og crimpning af ledninger på terminaler
- Udførsel af egenkontrol
- Udførsel af simpel elektrisk måling af ledninger og kabler
- Forskellige terminaler og konnektorer/stik/krympeflex
- Vedligehold og kalibrering af værktøj
- Forskellige manuelle og automatiske afisoleringsprocesser
- Forskellige manuelle og automatiske crimpeprocesser
- Udførelse af træktest
- Udformning af inspektionsrapport
- Analyse af fejlårsager

Konklusion

Alt i alt viste de fem workshops, at der er et klart behov for at revidere langt de fleste kursusbeskrivelser inden for FKB 2233 Fremstilling af elektronikprodukter og FKB 2234 Fremstilling af hybride print, så de lever op til industriens krav, som de ser ud i dag og de kommende år. Revisionen skal både ske i forhold til ændringer og præciseringer i helt konkrete indholdselementer. Men også i forhold til, at kursusbeskrivelserne skal være mere præcise og tydelige, så det klart fremgår, hvad deltageren kan ved kursets afslutning.

Det har givet en god synergieffekt at se på alle kurser inden for de to FKB'er i sammenhæng, således at sammenhænge mellem de enkelte kurser og kursusstrukturer er blevet behandlet og set på som helheder.

Synergien er i høj grad også opstået ved, at virksomhedsrepræsentanterne i workshoppen, har bidraget med forskellige synsvinkler og prioriteringer fra deres baggrund fra elektronikindustrien, som tilsammen har givet et bredt og grundigt billede af elektronikindustriens kompetencebehov. Der er derfor en klar anbefaling af, at en lignende arbejdsgruppe nedsættes og involveres i kommende analyser og udviklingsopgaver vedr. uddannelsesbehov i elektronikindustrien.

På baggrund af den viden, der er indsamlet gennem denne analyse, er der igangsat en revision af det samlede kursusudbud inden for FKB 2233 Fremstilling af elektronikprodukter og FKB 2234 Fremstilling af hybride print. Revisionen skitseres i oversigten på næste side.

Revision af elektronikkurserne 2015

Grundkurser

43906 Lodning og montage af leadede komponenter	47887 Grund. montage- og loddeteknik på print
43920 Identifikation af gængse elektronikkomponenter	48245 Grundlæggende komponentkendskab
43919 Identifikation af specielle komponenter	
43923 ESD-sikring af elektronik-arbejdspladser	48244 ESD sikring for operatører
43926 Brug af måleinstrumenter	48246 Grundlæggende elektriske målinger
43996 Pers. sikkerhed v arbejde med epoxy og isocyanater	43996 Pers. sikkerhed v arbejde med epoxy og isocyanater
43987 Montage af elektriske apparater	48248 Grundlæggende Box-building

Automatisk produktion

43914 Lodning af SMD komponenter	48250 SMD 1 Lodning af SMD komponenter
43997 SMD-produktion	48066 SMT 2 Grundlæggende produktionsteknik
43913 Kvalitets- og proces-optimering af SMD-produktion	48067 SMT 3 Produktionsstyring
43915 Vedligeholdelse og optimering af SMD-udstyr	43915 Vedligeholdelse og optimering af SMD-udstyr

Manuel lodning

43928 Blyfri manuel lodning	48247 Blyfri manuel lodning
43918 Q-lodning	47104 Avanceret loddeteknik, HMT komponenter
43916 Q-lodning af SMD-komponenter	47232 Avanceret loddeteknik, SMT komponenter
Montage af stik og kabler	48252 Montage af stik og kabler i elektronik industrien
43905 Montage af mikroelektroniske/mekaniske komponenter	48251 Micro-elektronik for operatører

Reparation

44000 Reparation og modifikation af print	47996 Grundlæggende reworkteknik
43999 Reparation af SMD print	43999 Reparation af SMD print
43917 Q-reparation og modifikation af print	47998 Grundlæggende reparation af PCB
	47997 Avanceret reworkteknik for operatører

Øvrige

40070 IPC Inspektion - Lodninger	48249 IPC inspektion
44406 Anvendelse af metoder for sporbarhed	



= "gamle" kurser



= nye kurser



= FKB 2233 Fremstilling af elektronikprodukter



= FKB 2234 Fremstilling af hybride print