

Analyse af uddannelsesbehov for automatiktekniker



Indholdsfortegnelse

Indledning	2
Metodeovervejelser	3
Kort resume af analysearbejdet	4
1. Udviklingen inden for industriel automation	5
1.1. Fra Industri 3.0 til Industri 4.0	5
1.1.1. Automationspyramiden	5
2. Industri 4.0 løsninger	8
2.1. Dataopsamling – Big Data	9
2.2. Netværk, IIOT og cloud	9
2.3. Extended Reality (XR) og digitale tvillinger	10
2.4. IT-sikkerhed	11
3. Øvrige industrielle automationsteknologier	12
3.1. Robotter	12
3.2. Vision	14
3.3. Bæredygtighed	17
4. Udviklingen i automatiktekniķeres faglige profil	18
4.1. Den efterspurgte kompetenceprofil	18
4.1.1. Automatiktekniķerens kernekompetencer	18
4.1.2. Model for den efterspurgte kompetenceprofil	22
5. Automatiktekniķer i elektrobranchen	23
5.1. Rekruttering af lærlinge	24
5.2. Uddannelsen på skolen	25
6. Øvrige uddannelsesbehov	25
7. Opsamling og anbefalinger	26
7.1. Forslag til det videre arbejde med uddannelsen	28

Indledning

Oktober 2023

Formålet med denne analyse er at undersøge uddannelsesbehov inden for automatiktekniķeres jobområde set i lyset af udviklingen inden for industriel automation. Analysearbejde skal mere indgående kunne belyse samspillet imellem de h ndv rksm essige og de digitale sider af automatiseringen i virksomhederne, og hvad dette betyder for uddannelsen til automatiktekniker. Analysearbejdet er gennemført af Svend Jensen, ERA – Erhvervsp dagogisk Rådgivning i samarbejde med uddannelseskonsulent Karen Hornbæk Svendsen og Julie Frandsen fra Industriens Uddannelser. Følgende virksomheder har deltaget i analysen.

Grundfos i Bjerringbro
Danfoss i Nordborg
Novo Nordisk i Bagsværd
Linak i Guderup
Vestas Wind Systems i Videbæk Kamstrup i
Stilling

CP Kelco i Lille Skensved
Nilpeter i Slagelse
Fl destationen i Frederikshavn
FH Automation i Horsens
Stevanato Group Denmark i Silke-borg
Hoppe & M ldam Elektro i Vejle

Der er desuden gennemført et telefoninterview med associate manager, Bjarke Schr der i Novo Nordisk. Bjarke Schr der har mange års erfaringer med uddannelse af automatikteknikerlærlinge i Novo Nordisk og har derudover varetaget bestyrelsesposter i Den Danske Vedligeholdelsesforening (DDV).

Repræsentanter fra Grundfos, Danfoss, Linak og Novo Nordisk deltog i en workshop på EUC Syd i Sønderborg den 28. marts 2022 om behovet for en revision af automatik- og procesuddannelsen. Repræsentanter fra EUC-Syd og Techcollege i Aalborg deltog også i workshoppen, som blev ledet af Svend Jensen fra ERA – Erhvervsp dagogisk Rådgivning. Resultaterne fra workshoppen blev opsamlet i notat og er efterfølgende inddraget i det videre analysearbejde.

Som et led i analysearbejdet har ERA desuden deltaget i et årsmøde i brancheforeningen Elektroteknik og Automatik. ERA's deltagelse i årsmødet var et ønske fra brancheforeningens formand med henblik på at få en bredere afdækning af de særlige problemstillinger og uddannelsesbehov på elektroområdet.

Som afslutningen på analysearbejdet er analysens resultater præsenteret for det faglige udvalg (UG4) på et møde på Uddannelsescenter Ringkøbing-Skjern den 31. august og drøftet i forhold til den kommende revision af uddannelsen.

Metodeovervejelser

I analysearbejdets første fase er der gennemført en desk research, hvor tekniske rapporter, publikationer, hjemmesider, jobannoncer m.m. er gennemgået. Fokus har i denne fase ligget på at undersøge, hvilke kompetencer virksomhederne efterspørger hos automatikteknikere, og hvor stor en bredde virksomhederne efterspørger i disse kompetencer. I denne fase indgår også en analyse af udviklingen i teknologier inden for industriel automation og elektroområdet, som automatikteknikere typisk arbejder med.

Virksomhedspopulationen er sammensat ud fra et ønske om at få belyst uddannelsesbehovene bredt set i forhold til fx delbrancher, geografi og virksomhedsstørrelse. Under besøget hos Hoppe & M ldam

i Vejle blev det klart, at elektrobranchen i særlig grad er udfordret i forhold til uddannelse af automatikteknikere inden for elektrospecialet. Den videre undersøgelse af disse behov og problemstillinger er der redegjort for senere i rapporten.

Virksomhedsinterviewene er gennemført som kvalitative interviews på baggrund af en spørgeramme og optaget på en digitalrecorder. Efter en indledende telefonsamtale og bekræftende mail udvælger virksomhederne selv de personer, der skal interviewes. Typisk er der interviewet en teknisk leder, som også er lærlingeansvarlig. I nogle tilfælde har der været flere deltagere fx medarbejdere med den pågældende uddannelse og/eller en medarbejder, der varetager uddannelsesplanlægningen i virksomheden. Forud for besøget har interviewpersonerne talt med lærlingene om deres oplevelse af uddannelsen, hvilket dermed også er inddraget i analysearbejdet. Efter interviewene er der typisk foretaget en rundgang på virksomheden, hvor forskellige former for automatisk udstyr, produkter og processer fremvises og drøftes i relation til automatikteknikerens arbejde og uddannelse. Citater fra interviews og samtaler er anonymiseret i rapporten.

I forbindelse med skrivning af rapporten er der gennemført en analyse af uddannelsesbekendtgørelsen og uddannelsesordningen. Dette er sket med fokus på at kunne levere anbefalinger til en revision af uddannelsens kompetencemål og fagene i uddannelsesordningen herunder behov for nye fag.

Kort resume af analysearbejdet

Hos alle interviewpersoner og deres lærlinge er der en generel tilfredshed med uddannelsen. Flere af de besøgte virksomheder vil gerne ansætte flere lærlinge i det omfang, de kan få kvalificerede ansøgere. Den grundlæggende kompetenceprofil afspejler virksomhedernes behov samtidig med, at der også er et betydeligt behov for en opdatering af uddannelsen, sådan at den fremtidssikres i højere grad og svarer til de senere års udvikling i virksomhederne inden for industriel automation.

Et vigtigt område for udvikling af uddannelsen er det, man kan kalde "Industri 4.0 løsninger" herunder dataopsamling/Big Data, IIOT (Industrial Internet of Things), Cloudcomputing Extended Reality (XR) og digitale tvillinger samt IT-sikkerhed. Derudover er der et udviklingsbehov inden for visionsystemer både i relation til robotter og anden automatisk udstyr. Endelig er der et behov for at gøre mere ud af bæredygtighed i uddannelsen.

Indoptagelsen af ovennævnte nye områder skal afstemmes efter automatikteknikerens kernekompetencer og faglige profil, som kan udtrykkes overordnet på følgende måde: *"Monterings-, idriftsætnings-, fejlfindings-, reparations- og vedligeholdelsesopgaver, herunder drift og service, der udføres på automatiserede maskiner og anlæg, hvor der anvendes pneumatiske, hydrauliske, elektriske, elektroniske og mekaniske komponenter."*

Det er også et ønske fra de besøgte virksomheder, at kernekompetencerne og håndværksmæssigheden skal styrkes især ved at styrke de mekaniske kompetencer og kompetencerne inden for elektrisk, digitale og mekanisk fejlfinding.

Elektrospecialet er under pres på flere fronter. Rekruttering af et tilstrækkeligt antal lærlinge er i særklasse vanskelig for denne branche. Derudover er det vanskeligt for skolen at levere en skoleundervisning af høj kvalitet uden faguddannede lærere, som er svære at rekruttere. Hvis det skal være muligt at videreføre elektrospecialet på længere sigt, må disse problemer løses relativt hurtigt.

1. Udviklingen inden for industriel automation

I denne del af rapporten skal udviklingen inden for industriel automation beskrives kort set i lyset af uddannelsen til automatiktekniker. Undervejs foretages der nogle opsamlende uddannelsesmæssige vurderinger.

Som udgangspunkt er det vigtigt at skelne mellem Industri 3.0 og Industri 4.0.

1.1. Fra Industri 3.0 til Industri 4.0

Industri 4.0 optræder ofte som et buzz-word i mange forskellige sammenhænge, men det er i realiteten et ganske veldefineret begreb, hvis man har teknologihistorien som reference. Industri 4.0 bygger oven på de tidligere industrielle revolutioner. Forgængeren industri 3.0 tog fart i løbet af 1970'erne, hvor CNC-maskiner, robotter og PLC'er blev almindelig. Især bilindustrien var frontløber i implementering af automatiseringsløsninger med PLC'er og robotter.

Lidt forenklet kan man sige, at den klassiske automatisering under Industri 3.0 fokuserer på at automatisere de forskellige processer i virksomhedens afdelinger hver for sig. Fokus i automatiseringen ligger på de operationer, der skal til for at fremstille produktet fx svejsning, fræsning, lodning, montage m.m.

Tilsvarende forenklet kan man sige, at Industri 4.0 er karakteriseret ved, at den fysiske og digitale verden smelter sammen under anvendelse af IT. IT får dermed en anden status i forhold til automation end tidligere. Produktionsmaskiner kobles sammen via internettet og kan på denne måde kommunikere med hinanden. Fx kan fremstillingsmaskiner opsamle data om produktionen ved hjælp af sensorer og kommunikere informationerne videre til andre afdelinger, som derved opnår værdifuld viden om, hvordan produktionsprocesserne kan optimeres. Industri 4.0 skaber dermed igennem IT en horisontal integration imellem virksomhedens funktioner og afdelinger. Dette lægger op til en mere principiel skelnen mellem automatisering efter Industri 3.0 og Industri 4.0.

En automatisering efter Industri 3.0 skaber en vertikal dataintegration igennem de forskellige niveauer/lag i automationspyramiden og understøtter dermed en centraliseret besluthedsstruktur. I modsætning til dette skaber Industri 4.0 løsninger en horisontal dataintegration og fremmer dermed en decentral besluthedsstruktur i virksomheden. På denne måde bliver der ommøbleret på mange uddannelsesmæssige og faglige grænseflader i virksomhederne fx grænsefladen imellem automationsmedarbejdere og IT-medarbejdere. Dette påvirker også i væsentlig grad de kompetencer, som en automatiktekniker i industrien skal være i besiddelse af.

1.1.1. Automationspyramiden

I Dansk Automationsselskab har man i flere omgange diskuteret automationspyramidens status i forhold til Industri 4.0. Spørgsmålet har været, om Industri 4.0 teknologierne vil skabe en så afgørende anden digital infrastruktur i industrien, at automationspyramiden vil blive irrelevant. Det er dog ikke sandsynligt.

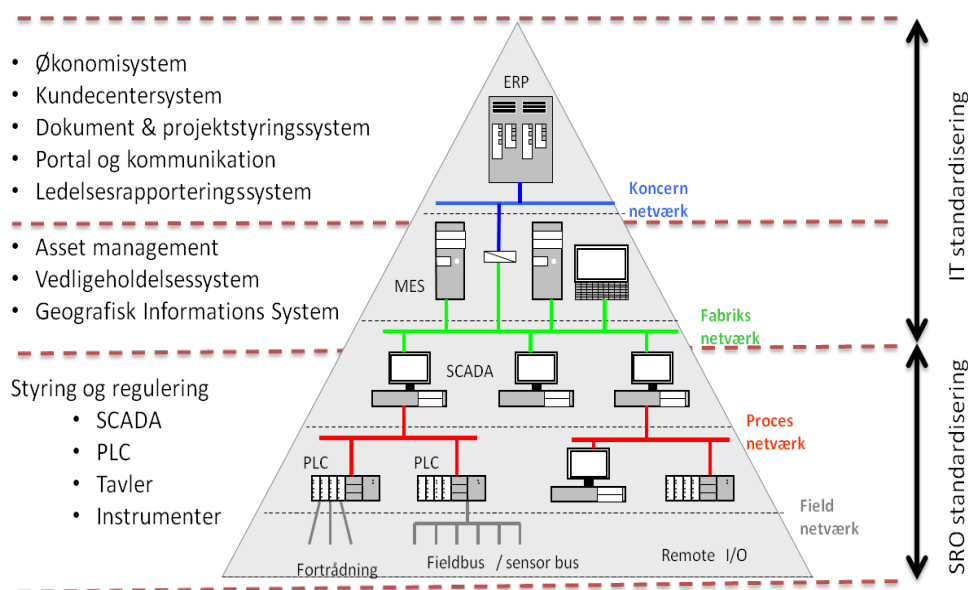
Carlsberg er ved at opbygge en digital tvilling af deres produktionslinjer på 28 bryggerier verden over, og denne digitale tvilling implementeres i et fælles MES-system, der gør det muligt at sammenligne deres performance og via dataanalyse opdage mønstre og afvigelser på tværs af fabrikker og

maskiner¹. MES udgør et lag i automationspyramiden. Derudover vil Carlsberg gerne af med de mange fikserede betjeningspaneler til maskiner, også kendt som HMI (human-machine interfaces) og flytte dem over på mobile tablets. Det vil gøre det muligt for operatørerne at se, klassificere og udbedre et problem på en proceslinje uden at skulle flytte sig fysisk mellem forskellige betjeningspaneler.

Det ser ud til at automationspyramiden kan rumme udviklingen i industrien omkring Industri 4.0, og derfor fastholder automationspyramiden sin fundamentale status som grundlag for et systemkendskab inden for industriel automation. At digitale tvillinger rykker ind i MES-laget, betyder, at man ved implementering af nye teknologier i høj grad trækker på den opbygning af industriel automation, der allerede findes.

De kompetencer, som de besøgte virksomheder efterspørger hos automatikere, er i ganske høj grad knyttet til Industri 3.0. Dette gælder også virksomheder, der er langt fremme i forhold til Industri 4.0-løsninger i produktionen.

Den klassiske automatisering under Industri 3.0 er strukturelt forankret til automationspyramiden. Udvikling af en systemforståelse for industriel automation hos automatikere må derfor bygge på, at man ved hvad automationspyramiden er et billede på – hvad den faktisk fortæller om automatisering af industriel produktion. Derfor skal den gennemgås kort i det følgende.



Automationspyramiden er en generel model for automatiseringens forskellige lag i industrivirksomheder. Den er i sagens natur dybt forankret i Industri 3.0. Det vigtigt at skelne mellem OT (Operational Technology) og IT (Informationsteknologi).

OT befinder sig på de tre nederste niveauer i automationspyramiden (feltniveauet, PLC og SCADA) og IT på de to øverste (MES og ERP).

Det fremgår af interviewene i de besøgte virksomheder, at automatikere arbejdsopgaver stadig befinder sig på de tre nederste lag dvs. inden for OT. Samtidig stilles der stigende krav til automatikere overblik og systemkendskab set i forhold til den stigende udveksling af data både

¹ Artikel i Ingeniøren 12. juni 2021

vertikalt og horisontalt i virksomheden. Dette betyder fx, at automatik teknikere skal have et kendskab til IT-lagene i automationspyramiden.

Feltniveauet

Feltniveauet er sammen med PLC-niveauet automatik teknikeres primære arbejdsområde. På feltniveauet findes al den "håndfaste" teknologi, som indgår i et produktionsanlæg, dvs. maskiner, robotter, motorer, frekvensomformere, tavler, sensorer, aktuatorer, servosystemer osv. Det er her de fleste fejl opstår, og det er her, det mest omfattende vedligehold ligger.

I takt med at kompleksiteten i et PLC-styret anlæg stiger, bliver der behov for en feltbus (field bus). Som udgangspunkt er formålet med en feltbus at spare kabel. I stedet for at trække kabler fra samtlige instrumenter i et anlæg til f.eks. en PLC eller en anden form for styrende enhed, anvender man en bus.

Udviklingen på felt-niveauet er styret af behovet for mere informationsbehandling i automatiserede systemer. Dette medfører, at kravet om "intelligens" på feltbusniveauet stiger. Følere, transmittere, aktuatorer o.l. bliver mere intelligente og dermed mere komplekse i opbygningen. Flere fabrikanten leverer komplette pakker til feltinstrumentering og procesanalyse. Denne udvikling sker stadig inden for rammen af Industri 3.0.

PLC-niveauet

En PLC er en programmerbar enhed, man kan anvende til automatisk styring. I industrien sidder PLC'erne på eller i nærheden af de enkelte anlæg som styreenhed i forhold til afvikling af forskellige processer. Derudover kan PLC'en også fungere som dataopsamlings- og kommunikationsenhed. Man kan komme i kontakt med PLC'en via trykknapper og kontakter på PLC'en, men det er også ofte muligt at tilslutte en touchskærm som styrepanel. SMS-enheder og bluetooth-enheder er også en mulighed.

I mange moderne produktionsvirksomheder sidder der PLC'er nærmest overalt i produktionen, og det er dagligdag for mange medarbejdere at betjene disse. Udviklingen inden for PLC'er er også præget af de stigende krav til kompleksiteten i industrielle kommunikationsløsninger. Alle besøgte virksomheder anvender PLC'er.

SCADA-niveauet

SCADA står for Supervisory Control and Data Acquisition og er en betegnelse for et system, der overvåger og kontrollerer et produktionsmiljø, hvor et antal PLC'er opsamler data fra produktionsmaskinerne og sender disse videre til SCADA. SCADA betegnes også somme tider som SRO-anlæg. Udviklingen inden for SCADA går imod højere grad af styring, dataopsamling, integration og præsentation. Der er tale om PC-baseret software typisk under operativsystemet Windows. Som eksempel kan det nævnes, at Siemens med SIMATIC WinCC er en stor spiller på SCADA-området. SCADA-programmering udføres normalt af medarbejdere med videregående uddannelser fx automationsteknologer.

Manufacturing Execution System (MES)

MES betegner komplette informationssystemer i produktionsvirksomheder, og vi befinder os nu i automationspyramidens IT-lag. Det dækker over den software, der løbende har overblik over produktionen, så der kan foretages optimeringer. MES tilvejebringer information om produktionsaktiviteter på tværs af fabriksgulv og supply chain gennem kommunikationsnetværk. MES kan sikre følgende:

- Opdatere produktionsplaner.
- Præcise lager tilgange og afgang.
- Registrering af spild.

- Identifikation af flaskehalse
- Opfølgning på igangværende produktionsordrer

MES dækker også integration mellem ERP og produktionen, samt analyse af produktionen med henblik på optimering. Systemet udfører imidlertid også dataopsamling for kvalitetssystem, systematisk vedligeholdelse, sporbarhed m.v.

SIMATIC IT er Siemens bud på et moderne MES-system.

Det er hovedsageligt større virksomheder, der har egentlige MES-systemer. I mindre virksomheder, kan MES-funktionaliteter være tilvejebragt af softwareapplikationer, som løser en specifik opgave. Dette hjælper med at skabe et transparent datagrundlag, sammensætte grunddata til brugbare KPI'er og hjælpe bl.a. driftspersonalet til at optimere produktionsapparatet.

Enterprise Ressource Planning (ERP)

Et ERP-system kan registrere alt i en stor database og håndterer alle aspekter af virksomhedsdriften - lige fra budgetter og lager til produktionsplaner, montage, prislister, styklister, KPI, fakturering og økonomistyring. ERP-systemet giver overblik. Man kan følge alle ordrer fra A til Z. Virksomheden får bedre og mere præcise informationer til analyser og planlægning. Systemet minimerer desuden risikoen for, at der opstår misforståelser eller fejl. Opsamling af data under produktionen inddrager i stigende omfang virksomhedernes ERP-systemer.

Ovenstående viser, at der længe er foregået en datamæssig integration mellem virksomhedernes forskellige afdelinger. På tilsvarende måde kan en virksomhed i høj grad være datadrevet med masser af IT igennem en automatisering efter automationspyramiden. Dette er foregået igennem mange år, sådan at fx materialestyring og produktionsplanlægning som jobfunktioner helt har ændret karakter i kraft af værktøjer i MES og/eller ERP.

Uddannelsesmæssige vurderinger

Automationspyramiden og dens forskellige niveauer indgår i faget 20589 Industriel IT med en varighed på 1 uge. Som det næste kapitel i rapporten skal vise, så er der et behov for et mere omfattende systemkendskab, som også involverer gængse Industri 4.0 løsninger. Dette peger på en revision af faget. Samtidig vil behovet for et mere omfattende systemkendskab i dette fag betyde, at de kompetencer, som faget udvikler i forhold til industrielle bussystemer, kommer under pres. Dette kan betyde at industrielle bussystemer skal være et særskilt fag i fremtiden.

2. Industri 4.0 løsninger

Det er vigtigt at se industri 4.0 ud fra de konkrete arbejdsopgaver, som automatikteknikere udfører i virksomhederne. Mange af de teknologier, som automatikteknikere arbejder med, fungerer på stort set samme måde, uanset om de opererer i en Industri 4.0 automatisering eller en mere klassisk industri 3.0 automatisering. Der er heller ikke mange interviewpersoner, som reflekterer nærmere over, hvor de valgte løsninger skal kategoriseres. I denne forstand bliver Industri 4.0 noget som gradvist implementeres i produktionen i en udformning, der passer til den konkrete virksomheds produktion.

Megen af den hype, der har været omkring Industri 4.0, har generelt overset, at bestræbelserne på at digitalisere produktionen i virksomhederne og i højere grad gøre den datadrevet er en proces, der har forløbet igennem mange år især i de store danske industrivirksomheder fx Grundfos, Danfoss, Novo

Nordisk, Lego m.fl. Denne udvikling er der taget højde for i den løbende uddannelsesudvikling, og derfor efterlyser interviewpersonerne ikke dramatiske ændringer i uddannelsen til automatiktekniker. Dette skal uddybes senere i rapporten. I det følgende skal der gives en kort gennemgang af de væsentligste Industri 4.0 løsninger, som er vigtige for automatikteknikere ifølge interviewpersonerne.

2.1. Dataopsamling – Big Data

Dataopsamling er ikke i sig selv en industri 4.0-teknologi. I procesindustrielle virksomheder, i fødevarerindustri og i medicinalindustrielle virksomheder har man systematisk samlet data op i store mængder fra produktionen i mange år. Formålet med dette har været at overvåge, styre og regulere de ofte meget komplekse produktionsprocesser i procesindustrielle anlæg. Big Data i en Industri 4.0-forståelse rækker ud over denne form for dataopsamling.

Big Data handler om at opsamle meget store mængder af data op fra produktionen med en høj hastighed. Der er tale om en mere omfattende overvågning af produktionen, som også kan handle om at registrere, hvad medarbejderne gør i bestemte situationer. Formålet med dette er at gøre virksomheden/produktionen datadrevet. Dette betyder, at beslutninger på alle niveauer i virksomheden sker på basis af opsamlede data.

Opsamlede data kan for en automatiktekniker handle om, hvornår en komponent eller maskine er i fare for at bryde ned eller yde mindre effektivt. Herved får virksomheden mulighed for at undgå ikke-planlagt nedetid og foretage reparationer og vedligehold på tidspunkter, hvor produktionen bliver mindst muligt påvirket. Det er dette perspektiv på Big Data, en automatiktekniker skal være i besiddelse af.

I de virksomheder, som er længst fremme i forhold til Industri 4.0 løsninger, udnytter man opsamling og analyse af Big Data til forebyggende vedligehold, hvor service bliver udført på baggrund af den viden, man opnår om den specifikke maskine fremfor viden om generelle tendenser. Udveksling af de opsamlede data kan desuden skabe mulighed for at gøre maskiner selvlærende, der gennem kommunikation med andre maskiner og systemer er i stand til selv at tilpasse deres ydeevne og produktion.

Flere af de besøgte virksomheder arbejder med dataopsamling i en skala, der kan kategoriseres som Big Data. Afrapportering af dataopsamlingen kan typisk ske automatisk i virksomhedens ERP-system. Den praktiske og anvendelsesorienterede tilgang til data handler om, at automatikteknikeren med afsæt i et solidt systemkendskab og kendskab til industrivirksomhedens processer skal kunne forholde sig til hvilke enheder, der samler data op, hvad data repræsenterer, og hvad data kan/skal anvendes til i praksis. Handler det om at øge produktiviteten eller kvaliteten i produktionen, eller handler det om at få reduceret energiforbruget? Eller handler det om at få data til at kunne opstille et CO₂-regnskab osv.? Mulighederne er mangfoldige.

2.2. Netværk, IIOT og cloud

Netværk er naturligvis ikke en Industri 4.0 teknologi, men den teknologiske udvikling vil inden længe betyde en stigende anvendelse af 5G og trådløse netværk i industrianlæg, som vil sætte fart i udviklingen hen imod Industri 4.0.

Man diskuterer i en del virksomheder, om man faktisk skal gå over til trådløs teknologi. Dette vil i det mindste ske gradvist. Industrial Ethernet og Feltbus er sikre teknologier og vil være dominerende i en længere årrække. Der er dog ved nye installationer af produktionsanlæg store besparelser at hente ved at gå over til trådløs teknologi, enten 5G, som flere virksomheder tester i øjeblikket, eller Wi-fi 6, som er særligt udviklet til industrien. Man kan spare store mængder af kabelføringer og gøre opbygningen af produktionsanlægget meget mere fleksibelt samtidig med, at udskiftning af maskiner bliver nemmere og billigere.

I forhold til IIOT (Industrial Internet of Things) er "skyen", som IIOT-enheder har forbindelse med, også "industrial". I Industrial Cloud Computing er det de fysiske data dvs. rå-data direkte fra sensorerne eller bearbejdede data fra automationssystemet, der i en vis udstrækning skal sendes til skyen for videre bearbejdning. Forbindelsen mellem automationslaget og skyen kan skabes på flere forskellige måder, ofte direkte via et softwareinterface i controllerne (PLC'erne) eller via særlige "gateways". Helt grundlæggende er Internet of Things et udtryk for, at fysiske enheder forsynes med en sensor (kan føle), en Embedded Controller (kan tænke) og et kommunikationsinterface (kan kommunikere). Via en "digital tvilling" i skyen, kan "tingene" nu tale sammen via internettet, og i yderste konsekvens indgå i neurale netværk og gøre brug af kunstig intelligens (AI).

I forhold til Industrial Cloud Computing og IIOT er det den konkrete automationsfaglige praksis, der er afsættet for det, en automatiktekniker skal kunne. Dette vil handle om et grundlæggende systemkendskab til den infrastruktur, Industrial Cloud Computing udgør og derudover IIOT enheders principielle opbygning og muligheder i en industriel kontekst.

2.3. Extended Reality (XR) og digitale tvillinger

EXTended reality (XR) er et paraplybegreb for teknologierne Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) samt Mixed Reality (MR), som fusionerer den fysiske og virtuelle verden. Med VR træder man ind i en virtuel verden med en brille. Til forskel fra dette tilføjer AR et ekstra lag af information til den fysiske verden. Det kan være billede, lyd og berøring. Det sker typisk via en mobiltelefon, en tablet eller en brille, som man stadig kan se den fysiske omverden igennem.

Mixed Reality (MR) ses ofte som en særlig avanceret udgave af Augmented Reality. MR blev skabt af Microsoft, da de lancerede deres Microsoft HoloLens i 2016. Udover at være en hovedmonteret gennemsigtig brille adskiller MR sig fra AR gennem en mere avanceret forståelse af det fysiske rum og evnen til at placere hologrammer i dette rum. Mixed Reality er fusionen af den virkelige og virtuelle verdener med henblik på at producere nye miljøer og visualiseringer, hvor fysiske og digitale objekter sameksisterer og interagerer i realtid. Følgende video fra Microsoft viser, hvordan MR kan bruges af automatikteknikere i industrien. <https://youtu.be/V732PXZHLiU> Det er interessant at se, hvordan dokumentationen og driftsdata anvendes af serviceteknikeren via Mixed Reality.

Alexandra Instituttet har udviklet løsninger med AR² og heri indgår også anvendelse af Microsoft HoloLens. Her peger man især på tre områder, som er velegnet for en implementering af AR:

Idriftsættelse, hvor en augmented reality-løsning kan guide teknikeren igennem de rette procedurer for at opsætte produktet/maskinen. *Vedligeholdelse og service*, hvor man med augmented reality-teknologi kan udvikle en visuel guide til, hvordan man fx servicerer og vedligeholder et produkt. *Fjernsupport* hvor en AR-løsning anvendes til at guide en tekniker fx ved service på en vindmølle.

Flere af de besøgte virksomheder er i gang med at anvende XR-teknologierne, men peger også på, at man først høster de store fordele, når man opnår en meget høj digitaliseringsgrad fx i form af digitale tvillinger. Det er langt fra så enkelt i praksis, som markedsføringsvideoer på Youtube viser. Samtidig understreger interviewpersonerne også, at disse teknologier vil blive et almindeligt værktøj for automatikteknikere i de kommende år.

² *Augmented Reality i industri og produktion - Inspiration til professionel brug af augmented reality.* E-bog fra Alexandra Instituttet.

Digitale tvillinger

Den digitale tvilling er indbegrebet af industri 4.0, fordi den repræsenterer en særdeles omfattende integration af data – ikke blot i produktionsprocessen - den kan også omfatte hele produktets livscyklus. Den bliver til i løbet af udviklings- og konstruktionsprocessen igennem 3D-modeller, som indeholder alle relevante data, der repræsenterer det pågældende produkt fra materialer, dimensioner, farver og mange andre specifikationer.

De konstruktionsværktøjer, man anvender i industrien i dag (fx Inventor og Solid Works), giver allerede i dag store produktivitetstgevinster ved at konstruere i 3D. Disse 3D-modeller er "råstoffet" til udvikling af en digital tvilling. Følgende video illustrerer dette i forhold til svejsning på en maskinfabrik

<https://youtu.be/iZryiSZQET8>

Både Inventor og Solid Works har VR-faciliteter indbygget. Virtual reality (VR) anvendes til at "gå ind" i den digitale tvilling og undersøge en række forhold ved konstruktionen. Dette er ikke blot et fremtidsscenario. Der er flere virksomheder, hvor man udfører kvalitetskontrol af konstruktioner af fx store procesanlæg ved virtuelt at kontrollere en række forhold ved hjælp af VR inden anlægget bygges. Som videoen viser, så er vejen til en digital tvilling ikke så lang, hvis man udfører konstruktionsarbejdet i 3D-modeller, da de kan importeres ind i den software, man udvikler de digitale tvillinger med. Hvis man til gengæld ikke har dokumentationen i 3D, men kun i 2D, så er vejen til en digital tvilling lang og næppe realiserbar på grund af for høje omkostninger. Derfor er det ofte ikke relevant efterfølgende at udvikle digitale tvillinger af en stor del af de produktionsanlæg, der er i drift i dag. Dette gælder imidlertid ikke for nye anlæg, hvor især maskinbyggerne allerede i dag bliver stillet over krav om at levere en digital tvilling sammen med den fysiske maskine.

Hos NilPeter i Slagelse er man begyndt at levere en digital tvilling til de trykkerimaskiner, man fremstiller. Dette er i stigende grad et ønske fra virksomhedens kunder. Det er også et krav, andre maskinbyggere bliver mødt med. Heri indgår anvendelse af XR. Da digitale tvillinger og XR vil indgå i vedligeholdelse og fejlfinding i fremtiden så er det vigtigt at automatikere kender disse teknologier. Samtidig advarer interviewpersoner også om, at denne del kommer til at fylde for meget i uddannelsen.

2.4. IT-sikkerhed

IT-sikkerhed i en moderne industrivirksomhed er en kompleks affære, og det er først og fremmest en opgave for specialiserede IT-folk med en lang videregående uddannelse. I alle besøgte virksomheder er IT-sikkerhed et vigtigt område også for automatikere. En stor del af IT-sikkerheden tilvejebringes ved at vælge leverandører af fx PLC- og SCADA-systemer, der kan dokumentere IT-sikkerheden i deres produkter, og at de er i stand til følge op med løbende tiltag på dette område. Det er vigtigt at IT-sikkerhed indgår i uddannelsen set i forhold til automatikere's typiske arbejdsopgaver i en industriel produktion. En af interviewpersonerne udtrykker det på følgende måde:

Citat: IT-sikkerhed fylder mere og mere for vores automatikere. Der, hvor vi bliver udfordret, er via vore personlige computere. Det er noget, vi arbejder på. Fx når vi har fjernsupport fra vores leverandører, når de logger sig på vores anlæg. Der bliver rullet nogle ganske omfattende sikkerhedspakker ud i disse år, fordi mange har haft nogle ubehagelige hændelser. I det daglige er det et system, som hegner os inde, og som man skal være bevidst om. En overordnet viden om IT-sikkerhed, der samtidig er praktisk betonet, er vigtig for automatikere.

IT-sikkerhed kan indgå i systemkendskab om industriel automation. Derudover handler det om at følge leverandørers og interne regler og retningslinjer i forbindelse med opbygning, servicering og vedligeholdelse af industrianlæg.

Uddannelsesmæssige vurderinger

I takt med den stigende digitalisering i industrien hen mod Industri 4.0 bliver det digitale konteksten for stort set alt, hvad automatikere arbejder med, uanset om det er mekanisk eller elektrisk – uanset om det er komponenter, maskiner eller hele anlæg. Alt bindes sammen digitalt, og intet kan blot ses som "stand alone". Dette fordrer et teknisk overblik og en høj grad af systemforståelse som grundlag for at udfolde de karakteristiske kompetencer, som automatikere længe har været anerkendt for. I denne systemforståelse bør IT-sikkerhed indgå med en passende vægt.

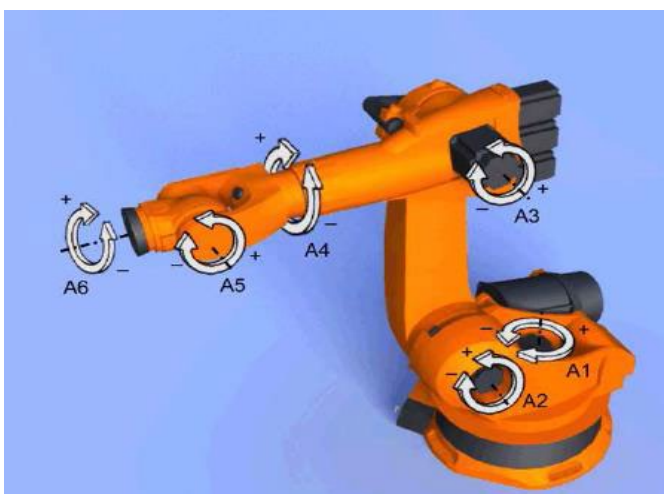
3. Øvrige industrielle automationsteknologier

I dette kapitel behandles robotter og vision ud fra den opfattelse, at de to teknologiområder er vigtige for automatikere. Man kan ikke entydigt og principielt forbinde disse teknologier med Industri 4.0, men de vil vedvarende spille en stigende rolle i moderne automation.

Ikke alle arbejder med robotter, men vision vil være uomgængelig for de fleste i fremtiden, hvis man skal kunne arbejde med industriel automation. Vision vil indgå i rigtig mange tekniske løsninger, og gør det allerede i mange industrivirksomheder. Derfor skal automatikere have kompetencer inden for disse områder, hvilket for robotteknologis vedkommende allerede ses i uddannelsen.

3.1. Robotter

Robotter er ikke en industri 4.0 teknologi i sig selv, men udviklingen inden for robotteknologi er en motor for implementeringen af industri 4.0 i industrivirksomheder. Fleksibel automation med UR-robotter i modulopbyggede anlæg er en vigtig faktor bag udviklingen af Industri 4.0 produktioner. Basalt set er en industrirobot en enkel maskine med en stor bevægelighed og fleksibilitet set i forhold til mange forskellige typer af arbejdsopgaver.



Kilde: Robotteknologi grundlæggende. Materialeplatformen

Robottens bevægelighed bestemmes ud fra antallet af akser (bevægelige led). En industrirobot har, som vist på billedet, typisk 6 akser. Yderligere akser kan tilføjes ved fx at montere robotten på skinner, der kan sikre den en væsentlig større rækkevidde.

Programmeringen af robotten handler grundlæggende om at styre de bevægelige led, så robotten hele tiden bringes frem til den rigtige position set i lyset af den opgave, der skal udføres. Robottens styreenhed kaldes en controller, og den er specifik i forhold til robotfabrikatet. Der findes en mængde udstyr i form af mekaniske gribere, løfteanordninger m.m., som i sig selv kan udgøre en automatisk enhed med hydraulik og pneumatik monteret. En svejserobot skal fx have monteret en svejsemaskine med tilhørende udstyr, og derudover skal robotten kunne tåle det hårde miljø, som svejsningen foregår i.

Robotprogrammering

Der findes principielt to måder at programmere en robot på:

Den enkleste er on-line programmering, som udføres ved hjælp af et betjeningspanel ved robotten – en såkaldt teach box. Programmeringen foregår ved at fjernstyre robotten rundt langs den bane, man ønsker, den skal følge. Man opbygger robotprogrammet ved at styre robotten hen til en position, som den skal huske som et indlært punkt ud fra et X, Y, Z koordinatsystem på robotten. Man viser den, hvor alle positioner er, og i hvilken rækkefølge disse skal eksekveres.

Ulempen ved denne form for programmering er, at den lægger beslag på robotten under programmeringen og dermed øges omstillingstiden betragteligt.

Offline-programmering af robotter foregår via 3D-sofwaresystemer på en PC-platform.

Programmeringen foregår i en virtuel verden, som ikke involverer en fysisk robot. I et virtuelt miljø har man 3D-modeller af robotter, værktøjer, emner og omgivelser, og her kan man udvikle og teste robotbevægelser og -programmer. Robotprogrammerne kan efterfølgende kopieres fra den virtuelle verden over til den fysiske robot i forbindelse med eksekveringen. Mens det fysiske robotanlæg er aktiv i produktionen, kan nye produkter programmeres offline. Dette giver hurtigere indkøring af nye produkter og generelt højere produktivitet på et robotanlæg.

Derudover kan sofwaresystemerne bruges til at simulere og teste kommende robotløsninger i forhold til udformning, rækkevidde, cyklustider mm., inden de bygges fysisk. På denne måde reduceres risikoen for fejlprojekteringer markant.

Robotintegrator

Robotintegratoren er den person eller enhed, der er ansvarlig for sikkerhedsstrategien, når en robotcelle skal designes og konstrueres eller ombygges. Integratoren skal sikre, at alle relevante krav overholdes i henhold til Maskindirektivet og standarden DS/EN ISO 10218-2. Integratoren kan være fabrikanten selv eller en ekstern virksomhed.

Uddannelsesmæssige vurderinger

Interviewpersonerne advarer generelt om et for ensidigt fokus på robotter i uddannelsen. Robotter er vigtige, men de skal ses i et bredere perspektiv. Man advarer om at fokusere for meget på robotprogrammering. I det omfang automatikteknikere arbejder med robotter, er det ikke det at kunne off-lineprogrammere en robot, der er i fokus. I stedet handler det om installation af robotløsninger, indkøring, fejlfinding, reparation – også af periferiudstyr herunder gribere. Disse gribere kan være mere komplekse end selve robotten og indeholde både elektriske aktuatorer, hydraulik og pneumatik. Et eksempel på dette kan ses i denne video

<https://youtu.be/Va9Uix45k-c>

Tilsvarende kan robotten være omgivet af avanceret periferiudstyr fx manipulatorer, der drejer et emne i forbindelse med svejsning, slibning, polering og maling med robotter. I følgende video ses to UR-robotter og et avanceret periferiudstyr, der udfører en fyldningsproces i

medicinalindustrien. <https://youtu.be/SdhGMotfPAY>

Det er ifølge interviewpersonerne vigtigt, at automatikteknikere har prøvet at programmere en robot i løbet af uddannelsen, men samtidig må programmering ikke fylde for meget.

3.2. Vision

De besøgte virksomheder anvender i stort omfang visionsystemer – også i forbindelse med robotinstallationer. Der er en tydelig efterspørgsel efter kompetencer på visionområdet hos automatikteknikere.

Citat: "Vi supporterer en række visionsystemer, og der er vi lidt sårbare. Vi har ikke haft nok fokus på det område. Der er en voldsom udvikling her. Det bliver billigere og billigere og kommer ind flere steder. Så visionsystemer er meget vigtig for automatikteknikere at vide noget om."

Set i en Industri 4.0 sammenhæng tilvejebringes Big Data i moderne produktioner i høj grad igennem vision-systemer. I dag indgår vision ikke i uddannelsen til automatiktekniker, og det er et problem ifølge flere af de besøgte virksomheder. De kompetencer, man efterspørger hos automatikteknikere, er indkøring, fejlfinding og reparation med baggrund i en praktisk betonet og grundlæggende viden om visionsystemer. Som et oplæg til det efterfølgende udviklingsarbejde skal der herunder gives et bud på, hvad dette kan handle om.

Meget kort kan man beskrive et vision-system (machine vision) som en særlig anvendelse af ét eller flere kameraer til at inspicere og analysere et objekt automatisk typisk i en industriel sammenhæng. De opsamlede data kan anvendes til at kontrollere en proces eller en fremstillingsaktivitet.

I forbindelse med inspektionen af objektet kan kameraet være programmeret til at kontrollere fx position, farve, størrelse eller form. Når objektet er blevet inspiceret og data opsamlet og behandlet genereres et udgangssignal, som anvendes til at afgøre, hvad der skal ske med objektet. Et eksempel kan være en flaske, der ikke er tilstrækkeligt fyldt og derfor skal sorteres fra.

Industrivirksomheder er under konstant pres for at øge produktionskvaliteten, reducere spild, effektivisere produktionen og minimere omkostningerne. Samtidig er kravene til dokumentation øget betydeligt. Denne udvikling har sammen med en øget anvendelse af robotter for alvor sat vision på dagsordenen i virksomhederne.

Mange kræver af deres underleverandører, at kvalitetskontrollen er automatiseret med vision. Hvis en underleverandør vil have nogle komponenter ind på bilindustriens montagelinjer, så skal man bruge vision til kvalitetskontrol. Anvendelsesmulighederne er utallige. Her skal blot nævnes de mest almindelige:

- Kontrol af placering af etiketter, labels og korrekte stregkoder, korrekt datomærkning.
- Kontrol af tabletter m.h.t. korrekt antal, størrelse og form.
- Kontrol af gevind, fyldehøjde og propning på flasker.
- Måling, kontrol og sortering af uensartede emner.
- Identifikation, længde/bredde opmåling, overfladekontrol mm.
- Bestemmelse af fysisk placering samt emnets rotation på emner, der er under transport
- Robotguidens

Vision-systemers opbygning og funktion

Der er grundlæggende set fire typer af systemkomponenter i et vision-system:

- Linser og belysning
- Kameraer og billedsensorer
- Processor eller billedbehandlingsdel
- I/O forbindelse til at kommunikere resultatet af inspektionen videre til andre enheder

Linsen opfanger billedet af objektet og præsenterer det for kameraet i form af lys. Der er mange typer af linser, og det er vigtigt at vælge den rigtige linse til opgaven set i forhold til det kamera, man anvender.

Tilsvarende er der mange forskellige belysningsmetoder fx lyskildens placering i forhold til objektet, lysstyrken, lysets bølgelængde m.m.

Når billedet er taget, udsættes det for en billedbehandlingsproces ved hjælp af softwareværktøjer. Før analysedelen anvendes ofte værktøjer til at forbedre billedet af objektet (pre-processing) fx skærpelse af kanter, øgning af kontrasten, rette pixel fejl m.m.

Analysen af objektet kan tage afsæt i mange forskellige egenskaber knyttet til objektet og billedet af objektet afhængig af den konkrete vision-løsning. Dette kan detekteres på mange måder fx optælling af mørke og lyse pixels, kantdetektering, opmåling af objektets dimensioner, mønstergenkendelse, automatisk læsning af tekst (OCR), læsning af stregkoder og detektering af farver. Analysedelen kan være meget krævende og involvere komplekse algoritmer og AI i form af Deep Learning.

Deep Learning er en undergruppe af Machine Learning, og machine learning er en undergruppe af AI. Machine Learning er algoritmer, der processerer data, lærer fra disse data og derefter anvender det lærte til at træffe velinformerede beslutninger. Deep Learning er en mere kompleks udgave af Machine Learning, der konstant lærer og selv kan afgøre, om dens forudsigelse er korrekt eller ej. Halcon har et Deep Learning værktøj til avanceret objekt-genkendelse. Alexandra Institutet har udgivet en publikation om AI, som er meget informativ, men dog ikke så produktionsrettet. Publikationen kan hentes fra deres hjemmeside.

Efter billedbehandling og analyse skal resultaterne kommunikeres til andre enheder fx en PLC. De gængse kommunikationsprotokoller inden for industriel automation understøttes typisk af vision-systemer.

Smartkameraer og PC-systemer

Den teknologiske udvikling på elektronikområdet har forårsaget, at smartkameraer i dag har en performance fx i forhold til billedbehandling og analyse, som tidligere kun var muligt på PC-baserede systemer. Priserne er samtidig faldet meget så vision-baserede automationsløsninger nu i stigende grad erstatter mekaniske fx i forhold til anvendelse af fiksturer til at fastholde emner på samlebånd og i robotceller. På billedet på næste side ses et eksempel med en UR-robot, der bliver guided af et Sick smartkamera.



Kilde: UKIVA – Vision in action – spring 2018

Som det fornemmes på billedet, er et smartkamera en kombination af sensor, processor og I/O integreret i et kompakt kamerahus, som ofte ikke er større end et almindeligt standard-industrikamera. Smartkameraer er optimale, hvor kun ét inspektionsperspektiv (single point) er nødvendigt. Smartkameraer findes både i simple og meget avancerede udgaver fx 3D kameraer.

Uddannelsesmæssige vurderinger

Som tidligere nævnt indgår vision ikke i uddannelsen. Selvom vision i den mere avancerede udformning typisk anvendes til at guide robotter, så er det vigtigt at anskue vision bredere i automatikteknikeruddannelsen.

Man kan starte en visionundervisning med de simple og mest udbredte løsninger fx streghodelæsning og lignende af styringsmæssig karakter. Dernæst kan man bevæge sig videre mod de billige smartkameraer fx i forbindelse med en enkel guidning af en robot. De mere data- og analysetunge dele af vision kan evt. udvikles som efter/videreuddannelse. Her bevæger man sig dog hurtigt ind i et område for ingeniører og særlige specialister i vision.

Antageligt vil det være mest hensigtsmæssigt at udvikle et obligatorisk fag med en varighed på 0,5 – 1 uge. Alternativt kan vision indgå med målpinde i relevante fag herunder robot. Det er dog vigtigt at afsætte tilstrækkelig tid til en solid undervisning i dette felt. Dermed undgår man ikke at bevæge sig ud i nogle skarpe prioriteringer og deraf følgende ommøblering på en del målpinde/fag i uddannelsesordningen. Samtidig skal vision også afspejle sig i kompetencemålene i uddannelsesbekendtgørelsen.

3.3. Bæredygtighed

Store industrivirksomheder arbejder i dag meget målbevidst med at kunne dokumentere deres bæredygtighed fx igennem CO₂-regnskaber. Bæredygtighed involverer hele værdikæden i disse virksomheder. Dette fører til, at de stiller krav om, at alle deres leverandører, herunder andre industrivirksomheder, tilsvarende skal kunne dokumentere deres bæredygtighed.

Kortlægning af værdikæden i forhold til bæredygtighed kan ses som en grøn digitalisering med en høj grad af dataudveksling mellem større virksomheder og deres leverandører. En virksomhed som Danfoss har mere end 3000 aktive leverandører, og en løbende pålidelig dokumentation af bæredygtighed må derfor foregå igennem dataopsamling - i hele produktets livscyklus. Centralt i arbejdet med bæredygtighed står begrebet scopes, som virksomhedens CO₂-udledning deles op i. Disse scopes er helt fundamentale for den optik bæredygtighed ses i på virksomhedsplan.

Scope 1 er al direkte udledning fra virksomheden. Dvs. det udslip man selv forårsager igennem afbrænding af olie, gas og benzin til egen produktion og transport. Det indebærer også lækager på køle- og gasanlæg.

Scope 2 er indirekte udledning i form af indkøbt elektricitet, damp, varme eller køling til forbrug i virksomheden.

Scope 3 er alle andre indirekte udledninger. Dette kommer fra alle de kilder, som virksomheden ikke har kontrol over – altså alle indkøbte produkter og services. Dette kan være upstream-aktiviteter som materialeindkøb og alle aspekter relateret til fremstillingen af disse samt godstransport, forretningsrejser og medarbejdertransport. Af downstream-aktiviteter kan det være transporten til kunder og forarbejdning, brug eller videresalg af produkter samt vedligeholdelse og bortskaffelse af produktet.

Det er meget forskelligt, hvordan man arbejder med bæredygtighed i de besøgte virksomheder. En interviewperson udtrykker det på følgende måde:

Citat: Bæredygtighed: Det gør vi ikke så meget i endnu – det kommer snigende. Det kommer vi til at få meget stærkere i fokus. I de projekter, vi sætter i gang, er der altid noget omkring bæredygtighed. Det kommer til at fylde mere og mere. Vi har ikke konkrete mål for det endnu. Det kunne fx omhandle det at kunne regne på, hvad luftlækager betyder i kubikmeterluft, kwt og CO₂. Hvad det betyder, hvis man bruger elektriske aktuatorer i stedet for trykluft o.l.

Hele organisationen skal være engageret i bæredygtighed. Derfor er der også i de besøgte virksomheder et ønske om, at automatikteknikere har viden om bæredygtighed set i forhold til deres eget arbejde. Som ovenstående citat viser, skal bæredygtighed være en integreret del af automatikteknikernes faglighed, hvilket skal afspejle sig i uddannelsen.

Uddannelsesmæssige vurderinger

I forhold til bæredygtighed kan man evt. omskrive faget "Energioptimering på automatiske anlæg" med henblik på at dreje indholdet i en tydeligere bæredygtig retning. Begrebet bæredygtighed bør også indgå i titlen på faget.

4. Udviklingen i automatiktekniķeres faglige profil

Uddannelsesbehov inden for erhvervsuddannelser til industrien kan anskues og vurderes inden for to hovedperspektiver. Et perspektiv som forholder sig til udviklingen i virksomhederne, herunder hvordan teknologiudviklingen udfordrer den pågældende uddannelses indhold. Dette er belyst i de foregående kapitler i rapporten. I det andet hovedperspektiv tages der udgangspunkt i, hvordan den pågældende profession udfoldes ud fra de forventninger, der stilles til den pågældende på arbejdspladserne. Man kan i denne forbindelse tale om automatiktekniķerens faglige profil eller kompetenceprofil, som uddannelsen forventes at udvikle hos lærlingene.

En faglig profil bæres af et sæt kernekompetencer, som er fundamentale for den faglige udøvelse på arbejdspladsen. Disse kernekompetencer knytter sig til formålet med uddannelsen.

Kernekompetencerne kan komme under pres, når der skal reageres uddannelsesmæssigt på udviklingen i virksomhederne især i forhold til den teknologiske udvikling. Dette vil ske gradvist hen over en længere årrække.

Et typisk scenarie indenfor erhvervsuddannelserne er, at udviklingen i virksomhederne eller i samfundet udfordrer uddannelsens indhold. Dette giver anledning til mindre revisioner af fag og udvikling af nye fag. Disse tiltag udfoldes ofte over en længere årrække, uden at kompetenceprofilen og kernekompetencerne udfordres afgørende. Kompetencemålene i uddannelsesbekendtgørelsen holdes uændret. Denne udviklingsstrategi kan ses som en knopskydning af uddannelsens indhold.

Med tiden kan der opstå stoftrængsel i uddannelsen på grund af manglende prioriteringer. Stoftrængsel i en erhvervsrettet uddannelse bidrager til manglende fordybelse og en utydelig kompetenceprofil. De, der rekrutterer den pågældende, kan blive usikker på, hvad man kan forvente i forhold til den efterspurgte kompetenceprofil. En manglende bevidsthed om den centrale kompetenceprofil og dens kernekompetencer hos lærlingene giver samtidig anledning til en svag faglig identitet. Stoftrængslens effekt på muligheden for fordybelse i uddannelsen betyder desuden, at niveauet falder på centrale områder.

Det er vigtigt at understrege, at uddannelsen til automatiktekniķer ikke befinder sig i en krisetilstand af den karakter, der kan udledes af ovenstående. Men det er samtidig vigtigt at erkende, at knopskydningsstrategien ikke er holdbar for den videre udvikling af uddannelsen. Den kommende revision af uddannelsen må derfor ske med stærk fokus på udvikling af den kompetenceprofil, som virksomhederne efterspørger og de kernekompetencer, der bærer denne profil. Denne kompetenceprofil må være udgangspunktet for gennemtænkte prioriteringer af uddannelsens indhold, sådan at stoftrængsel undgås.

4.1. Den efterspurgte kompetenceprofil

Automatiktekniķerens kompetenceprofil og de uddannelsesbehov, der knytter sig hertil, er grundigt behandlet under interviewene i de besøgte virksomheder. Dette var også et centralt tema i den afholdte workshop på EUC-Syd i Sønderborg. Det er påfaldende, hvor ensartet udsagnene er på tværs af virksomhederne, selvom de repræsenterer ganske forskellige brancheområder. Et stærkere fokus på det mekaniske og ikke mindst sammenhængen mellem det mekaniske, elektriske og digitale fremhæves i alle interviews i de besøgte virksomheder. Dette er en helt central komponent i automatiktekniķerens kompetenceprofil – en kernekompetence – også i industri 4.0 produktioner.

4.1.1. Automatiktekniķerens kernekompetencer

Automatikteknikerens kernefaglighed eller kernekompetencer kan man se i uddannelsesbekendtgørelsens §1 vedrørende uddannelsens formål. De overordnede kompetenceområder for uddannelsen beskrives på følgende måde:

"Monterings-, idriftsætnings-, fejlfindings-, reparations- og vedligeholdelsesopgaver, herunder drift og service, der udføres på automatiserede maskiner og anlæg, hvor der anvendes pneumatiske, hydrauliske, elektriske, elektroniske og mekaniske komponenter."

Denne overordnede kompetencebeskrivelse stemmer helt overens med denne analyses resultater. Der er med andre ord ikke sket en jobglidning for automatiktekniernes vedkommende, som berører kernekompetencerne fundamentalt set. Tværtimod er en væsentlig del af de uddannelsesbehov interviewpersonerne efterspørger en styrkelse af kernekompetencerne, men nu i en ny industriel kontekst.

Styrkelse af de mekaniske kompetencer

Alle interviewpersoner efterspørger en styrkelse af de mekaniske kompetencer hos automatikteknikerlærlingene. De mekaniske kompetencer må imidlertid ikke ses som noget isoleret.

Citat: Den mekaniske forståelse er meget vigtig i uddannelsen. Når vi fejlfinder, så kan det godt være, at en sensor ikke lyser, men årsagen til, at den ikke lyser, hvad er det? – det kan jo være noget mekanisk. Her skal forståelsen af sammenhængen mellem det mekaniske, det elektriske og digitale med ind over. Den mekaniske del skal styrkes set i forhold til moderne automatisering.

I en anden virksomhed udtrykker man det samme på følgende måde:

Citat: "Jeg har somme tider tænkt på, om det er den forkerte uddannelse, vi har valgt. Hvis der skal være så meget fokus på el-delen og programmering og den slags og så lidt fokus på det mekaniske, sådan som vi oplever det på skolen ----- Det er jo uddannelsens berettigelse, at den kan binde det mekaniske, elektriske og styringsmæssige sammen."

Under drøftelserne på workshopen på EUC-Syd fremhævede især repræsentanterne fra virksomhederne, at automatikteknikere blandt andet kendetegnes ved en særlig håndværksmæssighed. Denne håndværksmæssighed bygger på en række kompetencer inden for det mekaniske område, som omsættes i aktiviteter inden for opbygning/montage, reparation og modificering af automatiske anlæg og maskiner. Det var også her opfattelsen hos de deltagende virksomheder, at den omtalte håndværksmæssighed ikke er på højde med virksomhedernes behov. På dette område er det faglige niveau for lavt.

Det blev også betonet af deltagerne, at håndværksmæssigheden ikke må ses som noget isoleret mekanisk i forhold til den digitale del af de automatiske anlæg. I dag er digitaliseringen så omfattende, at både det mekaniske og det håndværksmæssige er indlejret i den digitale verden i virksomhederne. Dette skal også afspejle sig i uddannelsen og i markedsføringen af den.

Hvis man ser på kernekompetencerne i §1 i uddannelsesbekendtgørelsen, så er det svært at forestille sig, at disse kan blive til virkelighed uden en stærk mekanisk og el-teknisk håndværksmæssighed.

Styrkelse af fejlfinding

Det er et generelt ønske fra både virksomheder og lærlinge, at uddannelsen på skolen fokuserer mere på fejlfinding.

Citat: "Det vil være godt, hvis lærlingene bliver bedre klædt på inden for fejlfinding. Uanset hvilken maskine du kommer hen til, skal man være istand til at gå logisk frem. Op i helikopteren og vurdere hvad årsagerne være til det stop, jeg ser her. Det er også det, lærlingene selv siger forud for denne samtale. Også i svendeprøven er der for lidt fejlfinding. Ellers føler de sig godt klædt på i forhold til PLC og andre discipliner. Lean, dokumentation, CE-mærkning – det rammer godt."

Også fejlfinding ved hjælp af PLC ønsker man styrket.

Citat: "De kan logge ind og se samtlige indgange og udgange. Jeg siger til dem, at det her jo er en PLC – Du kan gå ind i din dokumentation og se hvad, der skal gøre den her aktiv. De kan ændre parametre, men ikke ændre i selve programmet – det får de ikke lov til. Det kunne man godt bruge noget mere krudt på, altså at fejlsøge ud fra din PLC og ikke så meget krudt på at programmere den. Det er i min optik spild af tid, fordi alle større industrivirksomheder bruger det altså ikke i forhold til automatikteknikere."

Hvis man ser på indholdet i fagene i uddannelsesordningen, er der generelt en betydelig vægt på fejlfinding. Dette gælder også i PLC1 og PLC2. Måske kan problemet adresseres til, at det er ganske krævende at udvikle undervisningsmidler til fejlfinding fx i form af anlæg med realistiske fejl. Derudover er der ikke fastsat tidsrammer for målpindene i fagene, så det er vanskeligt at afgøre, hvad der reelt bliver brugt af tid på fejlfinding i uddannelsen. Under alle omstændigheder er det et vigtigt område at tage op i forbindelse med den kommende revision af uddannelsen.

Mindre vægt på programmering

Interviewpersonerne understreger ofte, at programmering ikke er en kernekompetence for automatikteknikere. I det omfang en automatiktekniker bliver PLC-programmør, skifter han/hun arbejde. Der er altså ikke en jobglidning i gang, der afgørende ændrer den vertikale arbejdsdeling på dette område. Programmør (PLC, SCADA) bliver man som hovedregel ved at tage en videregående uddannelsen fx som automationsteknolog.

Citat: "Jeg er enig i, at der gøres for meget ud af PLC-programmering. Det er ganske få, der kommer til at skulle lave et PLC-program fra bunden. Det, jeg efterspørger, er at kunne forstå PLC-programmeringen, lave nogle mindre rettelser, mindre optimeringer. Hvis vi skal lave større ting, vil jeg hellere hyre en ekspert ind i stedet for, at vi selv prøver det og så bruge PLC'en i fejlfindingsøjemed. Når du kommer ud til udstyret og finder ud af, det ikke kører, så skal du kunne logge på og fx finde ud af, at der er en sensor, som ikke får et signal. Altså bruge PLC'en mere aktivt til fejlfinding."

I en anden virksomhed udtrykker man det på følgende måde:

Citat: "Skolerne fokuserer meget på robotter og programmering, på skærme. Hvis de søger at blive programmører igennem denne uddannelse, så er de gået forkert. PLC- småændringer i programmer – det skal de kunne. Der er rigeligt med PLC-programmering på skolerne. Selvfølgelig skal de vide noget, men de skal ikke være programmører. De skal kunne bruge PLC i relation til fejlfinding."

I forbindelse med rekruttering af nye lærlinge nævner flere, at de spørger ind til om ansøgeren "har en programmør i maven"? I bekræftende fald bliver den pågældende valgt fra.

Citat: "Det har været en udfordring for os, at nogle af de automatikteknikerlærlinge vi har haft, havde en programmør i maven. Når vi har de unge til samtale, så spørger vi direkte ind til, hvad det er, de vil. Hvis du vil ind til ingeniørerne, så tag en videregående uddannelse – og så tager jeg dem simpelt hen ikke ind. Jeg ansætter dem til at lære om elektrisk og mekaniske fejlfinding. Hvis de har en programmør i maven, så er de altså på afveje, og det har vi tidligere brændt nallerne på. Hvis en automatiktekniker udvikler sig til programmør, så skifter han arbejdsområde."

Også inden for robotområdet skal automatikteknikere heller ikke kunne fungere som programmører.

Citat: "Lærlingene er gode til robot, og derudover får de også uddannelse hos os i det (leverandørkurser). De er bestemt stærke nok til at kunne få udbytte af robotkurserne. De programmerer ikke robotter. Der har vi vores ingeniører – de er programmører. Vi ansætter folk til programmeringsopgaver, og det er normalt folk med en videregående uddannelse. Vi har også PLC-programmører."

Det er vigtigt at nedtone den prestige, der generelt forbindes med programmering og tale automatikteknikerens håndværksmæssighed og kernefaglighed op.

Citat: "Vi kan noget nemmere finde en PLC-programmør, end vi kan finde en automatiktekniker, der kan gå ud at fejlfinde på både det elektriske og mekaniske. En automatiktekniker kan jeg sende ud til alt. Jeg har kun automatikteknikere til at lave robotservice. Det er virkelig krævende og helt nødvendigt for os."

Regulering

De fleste af interviewpersonerne var meget vidende om uddannelsens indhold. Flere er skuemestre og havde derfor klare holdninger til prioriteringer af uddannelsens indhold. I flere tilfælde blev det nævnt at regulering fylder rigeligt.

Citat: "En af mine lærlinge syntes, at der var for meget vægt på regulering i undervisningen på skolen, og det er han ikke ene om. De brugte meget tid på det i forhold til behovet i industrien. Regulering er meget rettet mod procesindustrien, hvor man har en masse instrumentering, skifter en flowmåler, niveaumåler o.l. Hele hans hold syntes, at det blev vægtet for meget. Det kunne der skrues noget ned for, og så skrues op for fejlfindingsdelen. Også fejlfinding med et multimeter på den helt

klassiske facon. Også fejlfinding ved hjælp af PLC'en. Det kan jeg se, at nogle af de ældre medarbejdere er udfordret på."

Hvis man ser nærmere på fagene i uddannelsesordningen, så er der en ganske stor vægt på regulering. Faget 10687 "Procesregulering 1" har en varighed på 2,5 uge. I faget 10689 "Servosystemer og frekvensomformere" med en varighed på 2 uger er der også regulering. Især faget 10687 er meget gammelt hvilket målformuleringen bærer præg af. Begrebet transmitter nævnes ikke og heller ikke i det efterfølgende valgfri uddannelsesspecifikke fag "Procesregulering 2". En transmitter bruges til at måle og overføre procesparametre som tryk, temperatur, niveau og flow og er derfor helt central i regulering af moderne procesanlæg. Faget bør skrives om ud fra en bredere forståelse af regulering der også rækker ud over procesindustrien og samtidig gøres mere praksisrettet.

Man kan fx udvikle et fag med titlen "Regulering" med en større spændvidde. Der ligger ikke i ovenstående betragtninger, at lærlingene skal lære mindre om procesindustriel regulering, men at denne form for regulering også er blevet mere udbredt i andre industrigrene. Fx anvendes transmittere i form IIOT enheder bredt i industrien i takt med, at produktionen bliver mere datadrevet. Det er i samme ombæring vigtigt at vurdere, hvordan relationen til læring om frekvensomformere skal inddrages.

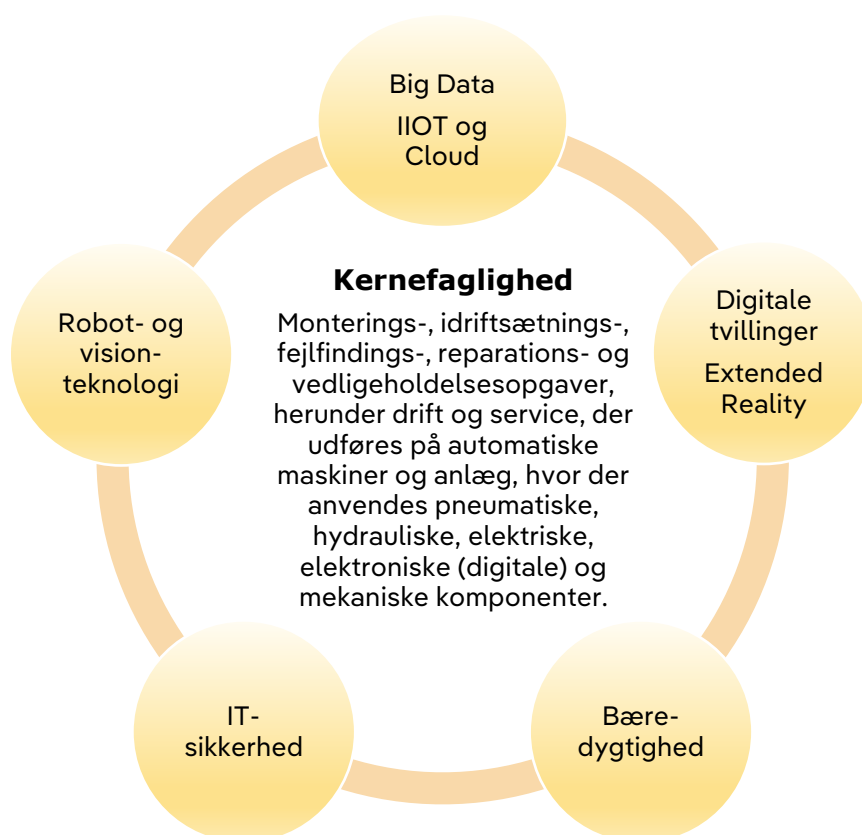
4.1.2. Model for den efterspurgte kompetenceprofil

På næste side ses en model, som sammenfatter relationen mellem automatiktekniķerens kernekompetencer og udviklingen på centrale områder i virksomhederne. Generelt opstår der et udviklingsbehov, når kernekompetencerne afgørende udfordres af udviklingen i virksomhederne – i dette tilfælde de områder, som vises af de figurer, der omkranser kernefagligheden.

Eks: Big Data, IIOT og cloud skal indgå i uddannelsens fag i det omfang disse teknologier afgørende virker ind på automatiktekniķerens *Monterings-, idriftsætnings-, fejlfindings-, reparations- og vedligeholdelsesopgaver, herunder drift og service, der udføres på automatiserede maskiner og anlæg, hvor der anvendes pneumatiske, hydrauliske, elektriske, elektroniske og mekaniske komponenter.*

Det handler altså ikke bare om fx at udvikle et fag under overskriften Big Data, IIOT og cloud, men at afgrænse og afstemme indholdet sådan, at det understøtter de relevante kernekompetencer. Dette gøres måske bedst ved at omskrive et eller flere fags målpinde frem for at udvikle et nyt fag.

Modellen viser et behov for en kompetenceudvikling af uddannelsen til automatiktekniķer, som på flere områder overlapper specialet automatiseringstekniker. Dette speciale blev udviklet blandt andet med henvisning til udviklingen hen imod Industri 4.0. I forbindelse med den kommende revision af automatiktekniķeruddannelsen bliver det derfor nødvendigt at inddrage specialet automatiseringstekniker. Der vil næppe være behov for større ændringer i dette speciale, men det er vigtigt at sikre en progression fra automatiktekniķer til automatiseringstekniker i det omfang, der bliver et indholdsmæssigt overlap imellem de to specialer.



Håndværksmæssigheden og de mekaniske kompetencer ligger som en central del af kernefagligheden, og her er meldingen fra virksomhederne, at den skal styrkes, men ikke isoleret set. Det er en tidssvarende mekanisk og elteknisk håndværksmæssighed, som kan udfoldes relevant - også i en industri 4.0 produktion, der er behov for. Dette indikerer, at det håndværksmæssige og det mekaniske skal skrives ind i flere fag i forbindelse med revisionen af uddannelsen. Derudover kan det evt. blive nødvendigt at revidere overgangskompetencerne mellem grundforløb og hovedforløb i bekendtgørelsen. Det er et åbent spørgsmål om det mekaniske kan styrkes i GF2.

5. Automatiktekniker i elektrobranchen

Som udgangspunkt dækker det elektromekaniske arbejdsområde service og reparation på roterende elektriske maskiner. Elektriske maskiner er et vidt begreb, men det handler væsentligst om følgende produkter og ydelser: AC- og DC motorer m/u gear, højspændingsmotorer, servomotorer, generatorer, transformatorer. Desuden omvikling, lakering og ovntørring, kontrol og skift af lejer, kontrol og reparation af alle typer pumper og reparation eller eftersyn af håndværktøj iht. arbejdstilsynets henvisninger. Derudover er der en del af disse virksomheder, som arbejder med installation, service og reparation af kraner samt taljer.

Det elektromekaniske arbejdsområde har ændret sig meget i de seneste årtier. Der er sket en større integration med det automatiktekniske område i industri- og forsyningsvirksomheder. Flere elektrovirksomheder har udvidet deres ydelser til vedligeholdelsesafdelingerne med henblik på at kunne levere mere komplette løsninger inden for industriel automatisering med afsæt i den

specialistviden, de har inden for elektroområdet. Dette kan fx handle om styring og regulering, frekvensomformere o.l.

Det klassiske arbejdsområde vikling er reduceret ganske meget. Nye standardmotorer er så billige, at det ikke er lønsomt at omvikle denne type motorer. Alligevel vil vikling også i fremtiden være et vigtigt nicheområde. Der er en del specialmotorer i industrien, som kan være vanskelig at skaffe hurtigt, og her er industrivirksomhederne meget afhængige af de specialistkompetencer inden for vikling, som elektrovirksomhederne besidder. Derfor har industrivirksomheder ofte et tæt samarbejde med én eller flere elektrovirksomheder. Fx har Electrocare i København løst elektromekaniske opgaver for Novo Nordisk i en lang årrække. I en anden elektrovirksomhed udtrykker man sig om sine ydelser på følgende måde:

Citat: "Her er det hovedsageligt elektro som i gamle dage med masser af vikling. Ellers servicerer vi de store virksomheder med elektromekanik, motorer, gear, koblinger, bremses, transmissionsprodukter. Det findes der masser af, og der er ikke så mange, der kan lave det."

Flere elektrovirksomheder leverer også ydelser inden for vindenergi. Hoppe & Møldams Elektro i Vejle omvikler fx generatorer til landvindmøller. Skift af lejer, kontrol og reparation af alle typer pumper, gear mv. er stadig et stort arbejdsområde i disse virksomheder.

Tilstandskontrol og forebyggende vedligeholdelse kan bidrage til at undgå kostbare havarier. Dette er også et område som flere elektromekaniske virksomheder arbejder med. Især udviklingen inden for lejeområdet gør, at man efterhånden kan tale om særlige lejespecialister. SKF har f.eks. udviklet meget avancerede lejer til motorer. Kuglelejer med sensorer er mekatronik-komponenter, som leverer nøjagtige data om bevægelsesmønstrene i applikationer med roterende eller aksiale bevægelser. Med sensorlejer kan man overvåge og regulere hastigheder, omdrejninger og temperaturerne i maskinerne. Sensorer, impulsring og leje danner tilsammen en integreret enhed. Sensorlejet får strøm via en ledning, som samtidig returnerer signalværdierne. De fungerer, p.g.a. opbygningen, som inkrementel impuls giver til motor- og /eller maskinstyring.

5.1. Rekruttering af lærlinge

Rekruttering af et tilstrækkeligt antal automatikteknikerlærlinge er generelt vanskelig for en del virksomheder. I elektrobranchen har man i særklasse svært ved at tiltrække lærlinge. Især unge føler sig ikke tiltrukket af dette fagområde, og rekrutteringen af voksenlærlinge er heller ikke nem. Volumen i dette speciale er derfor lille samtidig med, at dette ikke afspejler de behov for uddannet arbejdskraft, som branchen har nu og i fremtiden.

Citat: "Vi har pt to lærlinge og søger 4 mere. Gennemsnitsalderen i branchen er ved at være meget høj. Men det er på nærmeste umulig at få nogen. Vi snakker meget med skolen om det – også via vores brancheforening. Det eneste, vi beskæftiger os med i brancheforeningens bestyrelse, er faktisk uddannelse."

Hvis elektrospecialet skal kunne overleve på længere sigt, er det nødvendigt at udfolde en særlig indsats i forhold til markedsføring af uddannelsen med henblik på at tiltrække flere lærlinge. Det

lærlingevolumen, der er i specialet i dag, gør det vanskeligt at opretholde og udvikle et fagligt miljø på skolen og dermed sikre kvaliteten i uddannelsen.

5.2. Uddannelsen på skolen

Det er en generel tilbagemelding fra elektrovirksomhederne at elektroundervisningen på skolen fungerer dårligt. I erkendelse af det lille volumen i specialet har branchen valgt at sende lærlingene til én skole. Problemet er i det væsentlige manglende elektrokompetencer hos lærerne. Hvis lærerne ikke har en uddannelsesbaggrund inden for specialet, så er det særdeles vanskeligt at løfte denne opgave for skolen.

Citat: "Elektromekanik er kortet ned til 5 uger nu. Som branche har vi valgt at samle det hele i Vejle. Det er Vejle og Viborg, der tilbyder elektro. Vi gør alt for, at alle bliver sendt til Vejle ihvertfald på 5-ugers modulet. Men de har ingen, der kan undervise i det – de har en, der gerne vil. Men det er jo ikke nok. Så vi har ofte stillet med en mand for at hjælpe dem. Men det koster jo."

Situationen frustrerer også lærlingene, der generelt mener, at de ikke lærer nok i elektrospecialet.

Citat: "Vi har tilbagemeldinger fra vores lærlinge om, at ingen på skolen ved noget om vikling. Vi har leveret en del maskiner til vikling til Vejle. Der er heller ikke skrevet nogle undervisningsmidler inden for elektro i form af kompendier o.l."

Grundlaget for at sikre specialets fremtid er, at det er muligt at udvikle et elektrofagligt miljø på skolen med mindst én faguuddannet lærer som gennemgående person. Det er også vigtigt at udvikle undervisningsmidler til elektroområdet i form af kompendier o.l. samt måleopstillinger og relevante konstruktioner til fejlfinding.

Elektrovirksomhederne mener generelt, at specialets varighed på 5 uger er for lidt til at opnå et tilstrækkeligt niveau fx inden for vikling. Derfor foreslår man at specialet får flere uger ud af den samlede uddannelse. Dette vil betyde, at lærlingene inden for elektrospecialet får færre automatiktekniske fag, end det er tilfældet i dag. Over for dette synspunkt kan man indvende, at en del elektrovirksomheder også løser opgaver mere bredt inden for industriel automation og dermed også har behov for automatiktekniske kompetencer inden for moderne automation. For disse virksomheder vil det ikke være en fordel at få udvidet elektrospecialets varighed.

En løsning kan være, at anvende erhvervsrettet påbygning på 4 uger specifikt rettet mod elektroområdet. Dermed kan man uden videre komme op på 9 ugers elektroundervisning. Der er allerede valgfri uddannelsesspecifikke elektrofag i uddannelsen til dette. En forudsætning for, at det er en holdbar løsning, er, at de omtalte problemer med et fagligt miljø på skolen med faguuddannede lærere bliver løst.

6. Øvrige uddannelsesbehov

Uddannelsen til automatiktekniker skal i dag spænde over et meget stort antal brancher og delbrancher, hvoraf nogle har særlige behov. Dette stiller krav om en betydelig fleksibilitet, som skal

opretholdes og medtænkes i revisionen af uddannelsen. I dag kan man fx anvende erhvervsrettet påbygning på op til 4 uger, hvor en bestemt brancher/delbranche kan tilgodeses igennem yderlig faglig specialisering via valgfri uddannelsesspecifikke fag. På Mercantec i Viborg gennemføres erhvervsrettet påbygning på 4 uger for vindindustrien og fødevarer virksomheder. Inden for disse to områder er der et ønske om, at der i stedet udvikles specialer i uddannelsen.

Ud fra en overordnet betragtning er det næppe hensigtsmæssigt at få flere specialer ind i uddannelsen. De besøgte virksomheder i denne analyse fremhæver automatikteknikeruddannelsen med henvisning til den faglige og tekniske spændvidde, som er karakteristisk for automatikteknikere. I flere tilfælde sammenligner man automatikteknikere med maskinmestre, netop fordi maskinmestre både kan arbejde med mekanik, el og digitale teknologier og kan omsætte disse kompetencer i mange forskellige brancher og virksomhedstyper. Det er denne faglige spændvidde virksomhederne ønsker styrket, og her er man ikke interesseret i mere specialisering. Specialisering opnår man ud fra disse interviewpersoners vurderinger i efter/videreuddannelsessystemet ved fx at følge AMU-kurser eller moduler i en akademiuddannelse.

Søværnet har i dag ca. 20 automatiklæringer – et antal, som forventes at stige væsentligt i de kommende år, måske til det dobbelte antal. Det er vurderingen, at automatikteknikerens profil passer godt til Søværnet, og at uddannelsen på skolen klæder lærlingene godt på til videre uddannelse og arbejde med våbensystemer mv. på Søværnets fartøjer. Det særlige ved at være lærling i Søværnet er, at man skal opfylde kravene til at være soldat. Derudover modtager man i et betydeligt omfang yderligere specialuddannelse i våbensystemer og andre automatiktekniske systemer på Søværnets skiber.

Der er i Søværnet en interesse for at kunne rekruttere automatikmontører med henblik på at skabe flere karriereveje til en fremtid i Søværnet. Der er en god mulighed for at skabe en arbejdsdeling, som giver plads til en del automatikmontører i relevante jobs på skibene. Derfor er det vigtigt under udviklingsarbejdet at se trin 1 som både et trin i automatikteknikeruddannelsen og en egentlig uddannelse.

7. Opsamling og anbefalinger

Hos alle interviewpersoner og deres lærlinge er der en generel tilfredshed med uddannelsen. Flere af de besøgte virksomheder vil gerne ansætte flere lærlinge i det omfang, de kan få kvalificerede ansøgere. Den grundlæggende kompetenceprofil afspejler virksomhedernes behov samtidig med, at der også er et betydeligt behov for en opdatering af uddannelsen, sådan at den fremtidssikres i højere grad og svarer til de senere års udvikling i virksomhederne inden for industriel automation.

Inden for Industri 4.0 løsninger kan følgende konkluderes:

- Et mere omfattende systemkendskab, som rækker ud over det systemkendskab, man opnår med baggrund i automationspyramiden.
- En praktiske og anvendelsesorienteret tilgang til Big Data.
- Industrial Cloud Computing og IIOT med afsæt i automatikteknikerens faglige praksis.
- Kendskab til trådløse industrielle netværk, IIOT og Industrial Cloud Computing.
- Kendskab til Extended Reality set i sammenhæng med automatikteknikerens arbejdsopgaver.
- Kendskab til digitale tvillinger og deres muligheder inden for vedligehold og fejlfinding.
- Kendskab til IT-sikkerhed i forhold til automatikteknikerens typiske opgaver i industrien.

Inden for øvrige industrielle automationsteknologier kan følgende konkluderes:

- Robotundervisningen skal fokusere på installation af robotløsninger, indkøring, fejlfinding, reparation – også af periferiudstyr herunder gribere.
- Det er vigtigt, at automatikteknikere har prøvet at programmere en robot i løbet af uddannelsen, men programmering må ikke fylde for meget. Automatikteknikere skal ikke være robotprogrammører.
- Interviewpersonerne efterspørger kompetencer inden for vision hos automatikteknikere. Vision findes ikke i den nuværende uddannelse.
- Bæredygtighed skal indgå i uddannelsen som en integreret del af automatikteknikerens faglighed.

I forhold til automatikteknikerens faglige profil kan følgende konkluderes:

- Interviewpersonerne ønsker generelt en styrkelse af automatikteknikerens kernekompetencer – altså de kompetencer, der er definerende for automatikteknikerens faglige profil og den håndværksmæssighed, som knytter sig hertil. Dette handler om følgende kompetencer: *"Monterings-, idriftsætnings-, fejlfindings-, reparations- og vedligeholdelsesopgaver, herunder drift og service, der udføres på automatiserede maskiner og anlæg, hvor der anvendes pneumatiske, hydrauliske, elektriske, elektroniske og mekaniske komponenter."*
- Alle interviewpersoner ønsker en styrkelse af de mekaniske kompetencer.
- Alle interviewpersoner ønsker en styrkelse af fejlfinding.
- Programmering er ikke en kernekompetence for automatikteknikere. I det omfang programmering indgår i uddannelsen, skal dette ses i sammenhæng med kernekompetencerne.
- Nogle mener, at regulering fylder for meget i uddannelsen og er for ensidigt orienteret mod procesindustrien.

Automatik og proces

Ved en revision af uddannelsen er det vigtigt at overveje, om procesindustrien fortsat skal have en særstilling i de obligatoriske fag i relation til regulering og generelt i uddannelsen. Den bygger på en gammel sontring, hvor regulering først og fremmest blev forbundet med procesindustriel produktion med SRO/SCADA mv. Tidligere var denne sontring relevant, da procesindustrien var den første industri, der blev automatiseret afgørende. Med den automatiseringsgrad, man ser i den øvrige industri i dag med SCADA-systemer og omfattende dataopsamling, er det næppe relevant at have obligatoriske fag specifikt rettet mod en bestemt industrigren. Hvis man ser på de forskellige industrigrene, som automatikteknikeruddannelsen skal dække over, så er procesindustrien ikke det særtilfælde, den engang var. Man kan derfor også overveje, om det længere er relevant at betegne uddannelsen som "Automatik- og procesuddannelsen". Den kunne blot hedde "Uddannelsen til automatiktekniker".

Elektrospecialet

Elektrområdet udgør en meget vigtig niche, som har stor betydning for rigtig mange industrivirksomheder. Specialet i uddannelsen er imidlertid udfordret på følgende områder:

- Hvis elektrospecialet skal kunne overleve på længere sigt, er det nødvendigt at udfolde en særlig indsats i forhold til markedsføring af uddannelsen med henblik på at tiltrække flere lærlinge.
- Det er nødvendigt at udvikle et elektrofagligt miljø på skolen i samarbejde med elektrobranchen med mindst én faguddannet lærer som gennemgående person.

- Elektrovirksomhederne ønsker specialets varighed forøget. Dette kan ske ved at anvende erhvervsrettet påbygning på 4 uger specifikt rettet mod elektroområdet.

7.1. Forslag til det videre arbejde med uddannelsen

I dette underkapitel skal der gives forslag/anbefalinger til det videre arbejde med revisionen af uddannelsen. Generelt bliver der tale om et ganske omfattende revisionsarbejde med skarpe prioriteringer af uddannelsen indhold. De ændringer, som de afdækkede uddannelsesbehov giver anledning til, griber ind i adskillige fag og kan betyde, at de fleste fag skal revideres afgørende. Nogle skal måske helt udgå og nye fag skal udvikles. Der er imidlertid ikke et analysemæssigt belæg for at ændre på uddannelsens struktur. Varigheden af de enkelte specialer og uddannelsens længde ligger dermed fast.

Forslag til udviklingsforløb:

Revisionen starter med ændring af bekendtgørelsen. Her skal man især være opmærksom på følgende:

- Vurdering og evt. revision af kompetencer forud for skoleundervisning i hovedforløbet. Spørgsmålet er, om man kan bidrage til at styrke fx de mekaniske kompetencer her. Kompetencerne er generelt få og beskrevet meget overordnet – også set i forhold til andre uddannelser. Det er fx svært at fastsætte et fagligt niveau for disse kompetencer og få et billede af, hvad de mere konkret indeholder. Overgangskompetencerne for elektronik- og svagstrømsuddannelsen er meget mere uddybende og konkret beskrevet.
- Det er vigtigt med en kritisk gennemgang af kompetencerne i hovedforløbet dvs. mål 1-16 og mål 21-26. Det vil være nødvendigt at revidere en del af disse mål og tilføje nye under indtryk af dette analysearbejde. Antallet af kompetencemål for automatikteknikeren er påfaldende få (5 i alt). Det er ikke umiddelbart tanken at ændre i målene for automatiseringsteknikeren, men det skal vurderes, om målene stadig udtrykker en tilstrækkelig progression, når målene for automatikteknikeren er revideret i en uddybet form.

Uddannelsesordningen

Ud fra en samlet vurdering giver analysearbejdet ikke anledning til at ændre på uddannelsens struktur, sådan som den beskrives i uddannelsesordningen. Fordelingen af de forskellige fagtyper i specialerne stiller sig ikke i vejen for de ændringer, der er behov for. Til gengæld vil der være behov for ændringer i mange fag inden for disse rammer. Det kan dreje sig om følgende:

- Gennemgang og ændringer i obligatoriske uddannelsesspecifikke fag under trin 1.
- Gennemgang og ændringer i obligatoriske uddannelsesspecifikke fag under trin 2 automatiktekniker.
- Gennemgang og ændringer i obligatoriske uddannelsesspecifikke fag under trin 2 automatiktekniker i elektrobranchen.
- Gennemgang og evt. ændringer i alle valgfri uddannelsesspecifikke fag herunder også vurderinger af om nogle fag ikke bruges mere - er blevet overflødige? Der kan også vise sig et behov for at udvikle nye valgfri uddannelsesspecifikke fag.
- Gennemgang og evt. ændringer i obligatoriske uddannelsesspecifikke fag under trin 3 automatiseringstekniker med henblik på at sikre progression i den samlede uddannelse.
- Gennemgang og evt. ændringer i praktikmålene.

I forbindelse med revision af kompetencemålene i bekendtgørelsen, revision eksisterende fag og skrivning af nye er målenes beskrivelsesniveau meget afgørende. Hermed menes, hvor specifikt og konkret en given målpind formuleres. Et højt beskrivelsesniveau fører til generelle og rummelige målbeskrivelser – et lavt beskrivelsesniveau til specifikke, detaljerede og styrende målbeskrivelser. I nogle tilfælde er det nødvendigt med et lavt beskrivelsesniveau for at sikre, at uddannelsesbehovene bliver opfyldt. I andre tilfælde er det nødvendigt med et højt beskrivelsesniveau for at sikre rummelighed og fleksibilitet i udviklingen af den pågældende kompetence. Fx er det helt nødvendigt med et højt beskrivelsesniveau i praktikmålene.