

# Analyse af AMU-uddannelsesbehov for forsyningsoperatører i relation til ny teknologi



## INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>Indledning</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Teknologiuudviklingen inden for elforsyning</b> .....	<b>4</b>
1.1. Udviklingen i 60/10kV og 10/0,4 kV stationerne.....	6
1.1.1. DSO anlæg.....	7
1.2. Smart City og Smart Grid.....	8
1.2.1. Batterier på el-nettet.....	9
1.3. Teknologiuudviklingen og forsyningsoperatørerne .....	10
<b>2. Uddannelsesbehovene inden for elforsyning</b> .....	<b>11</b>
2.1. Vurdering af det eksisterende AMU-udbud.....	12
2.2. Udspil til nye AMU-mål inden for elforsyning.....	14
2.2.1. Kursuspakke inden for HV-automatisering .....	15
2.2.2. Øvrige kurser.....	16
2.3. FKB 2782 Operatøropgaver i el-forsyning.....	17
<b>3. Opsamling</b> .....	<b>18</b>

## Indledning

December 2018

Formålet med denne analyse er at afdække forsyningsoperatørers AMU-uddannelsesbehov i relation til ny teknologi. Analysen skal medvirke til at skabe et grundlag for, at Udviklingsudvalget for Energi og Forsyning kan sikre et relevant udbud af AMU kurser inden for forsyningsområdet. Da der er tale om en mindre analyse afgrænses den til at fokusere på el-forsyning.

Analysearbejdet er gennemført af Svend Jensen, ERA – Erhvervspædagogisk Rådgivning i samarbejde med uddannelseskonsulenterne Thomas Jensen og Mette Hyldested-Winge begge fra Industriens Uddannelser. Følgende virksomheder/forsyningselskaber har deltaget i analysearbejdet:

Trefor i Kolding  
SEAS-NVE i Svinninge

Energi Fyn i Odense  
Bravida i Horsens

Ud over besøg og interviews i ovenstående 4 virksomheder/forsyningselskaber bygger analysearbejdet også på en workshop med Udviklingsudvalget for Energi og Forsyning. ERA har desuden besøgt Skive College med henblik på at inddrage skolens erfaringer inden for efteruddannelse i analysearbejdet.

### Metodeovervejelser

Der er som nævnt tale om en mindre analyse, og derfor er analysearbejdet i det væsentlige afgrænset til el-forsyning. Dette har været nødvendigt for at kunne sikre nogle pålidelige analyseresultater, som man kan handle på set i forhold til udvikling af nye AMU-kurser og revision af eksisterende.

Virksomhedspopulationen er sammensat ud fra et ønske om at få belyst uddannelsesbehovene bredt inden for el-forsyning. Bravida indgår som underleverandør til el-forsyningselskaberne og uddanner også forsyningsoperatører.

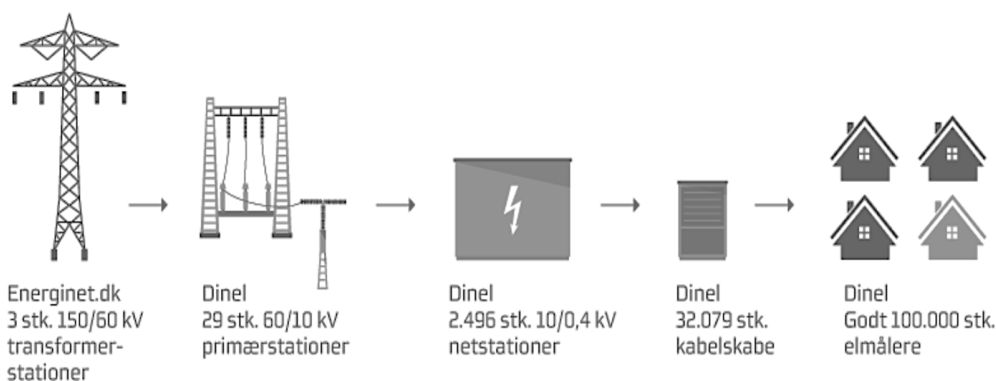
Virksomhedsinterviewene er gennemført som kvalitative interviews og optaget på en digitalrecorder. Efter en indledende telefonsamtale og bekræftende mail er det virksomhederne, der selv udvælger de personer, der skal interviewes. Typisk er der interviewet en teknisk leder med indsigt i teknologiudviklingen inden for el-forsyningsområdet, som også har erfaringer med forsyningsoperatører og deres uddannelse. Citater fra interviews og samtaler er anonymiseret i rapporten med henvisning til ønsker fra interviewpersonerne.

Forud for virksomhedsbesøgene er der gennemført en desk research bl.a. med henblik på udvikling analysestrategien og spørgerammen. Desk researchen har desuden handlet om analyse af rapporter mv., der beskriver teknologiudviklingen inden for forsyningsområdet. ERA har i de senere år gennemført analyser inden for forsyningsområdet i forhold til professionsbachelor i energi management og erhvervsakademiuddannelsen i energiteknologi. Erfaringer fra disse analyser medtænkes også i dette analysearbejde. Desuden er FKB 2750 og den nuværende målbase blevet udsat for nogle indledende vurderinger bl.a. med hensyn til indhold og struktur i det aktuelle udbud.

## 1. Teknologiuudviklingen inden for elforsyning

Forsyningsoperatørerne arbejder i dag fortrinsvis hos el-forsyningsselskaberne og deres underleverandører. Forsyningsoperatørernes arbejdsområde er opbygning af nye anlæg og renovering og vedligeholdelse af eksisterende anlæg i el-distributionsnettet. Det er altså teknologiuudviklingen i distributionsnettet, der vil virke afgørende ind på forsyningsoperatørernes efteruddannelsesbehov. Derfor skal der ses nærmere på el-distributionsnettets opbygning og udvikling.

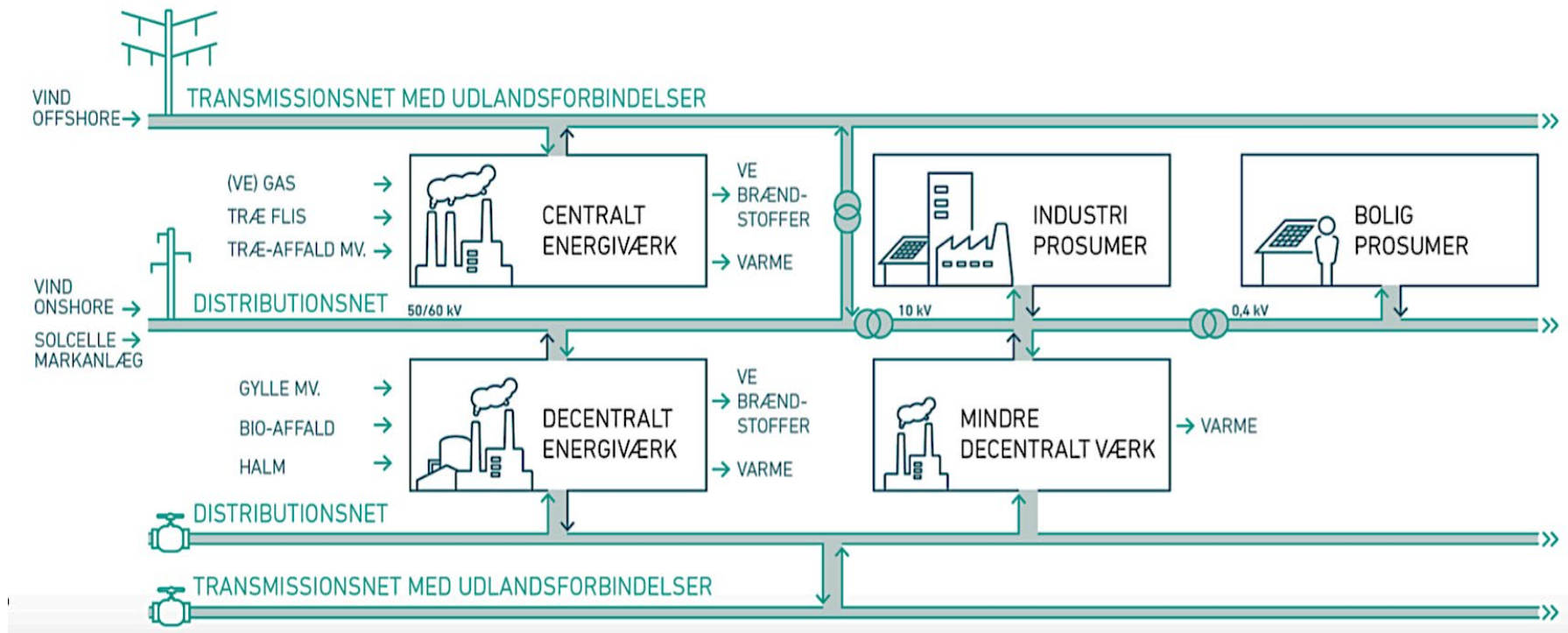
Som skitsen herunder viser, så får elforsyningsselskaberne deres elektriske energi fra el-transmissionsnettet, der drives og ejes af Energinet. Energinet er en selvstændig, offentlig virksomhed under Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet. Eltransmissionsnettet i Danmark er opbygget omkring et vekselstrømsnet på 132 kV-, 150 kV-, 220 kV- og 400 kV-niveau samt vekselstrøms- og jævnstrømsforbindelser til naboområderne. For net over 100 kV dækkes landet af ca. 3.000 km luftledninger, mens der er nedgravet kabler over ca. 1.400 km.



Ovenstående eksempel fra det Østjyske elselskab Dinel viser lidt forenklet, hvordan distributionsnettet er opbygget. Dinel får strøm fra transmissionsnettet via 3 stk. 150 kV transformatorstationer. Spændingen transformeres her ned til 60 kV, som er primærspændingen på de 29 stk. 60/10 kV transformatorstationer. Videre transformeres de 10 kV ned til 0,4kV via 2.496 stk. 10/0,4kV transformatorstationer, hvor 0,4 kV er spændingen i en normal husinstallation. Distributionen af el fra 10/0,4 kV stationerne til husinstallationer foregår ud over kablerne igennem 32.079 stk. kabelskabe. Endelig er der godt 100.000 målere involveret i distributionen af el til forbrugerne.

Til sammenligning har Trefor et lidt større anlæg at passe, citat: *”Trefor el-net har driften på 60 kV til 10Kv og så ned til 0,4 kV. Vi har 45 stk. 60/10kV stationer. Så har vi godt 3600 10/04 kV stationer. Så har vi omkring 40.000 kabelskabe, som vi passer. Det er bare her i trekantsområdet. Og rigtig mange kilometer kabel.”*

Eksemplet fra Dinel giver et godt overblik over omfanget af forsyningsoperatørens arbejdsområde inden for el-forsyning, men det er samtidig en forenkling, der skjuler de senere års teknologiske udvikling. Skitsen viser, at den elektriske energi alene kommer fra transmissionsnettet, som store centrale kraftværker leverer strøm til, men den tid er forbi, sådan som den mere komplekse model fra Energinet viser på næste side.

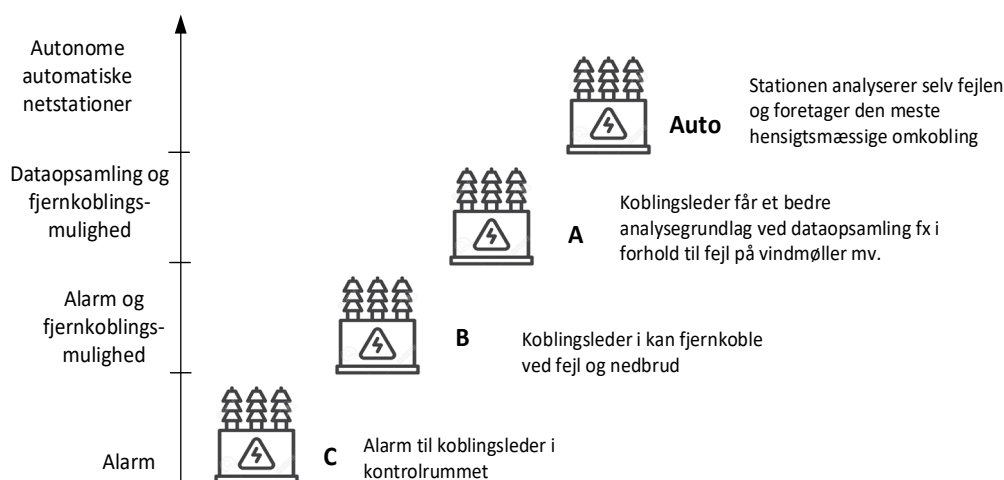


Kilde: *Små prosumeres samspil med fremtidens energisystem i 2030*. Energinet 2018.

### 1.1. Udviklingen i 60/10kV og 10/0,4 kV stationerne

Under interviewene var det tydeligt, at der er behov for mere uddannelse til forsyningsoperatørerne i takt med mere automatisering og dataopsamling i 60/10kV og 10/0,4kV stationerne. Denne udvikling er bestemt af, at distributionsnettet udfordres af, at en meget stor del af strømmen bliver leveret ind på de laveste spændingsniveauer (0,4kV og 10kV), sådan som modellen på foregående side viser. Udviklingen slår mest igennem på 60/10kV stationerne, men vil også gradvis manifestere sig i mange 10/0,4kV stationer.

Udviklingen i automatiseringen kan overordnet belyses med et eksempel fra Netselskabet N1 i Himmerland<sup>1</sup>, hvor man har 20/0,4kV i stedet for 10/0,4kV stationer. Skitsen herunder giver indledningsvis et samlet overblik over automatiseringsgraden i stationerne, som efterfølgende uddybes.



Man inddeler selskabets transformerstationer i tre niveauer/typer for automatisering. Hvis der sker et afbrud på elnettet giver Type C, som der kun er få af, en kortslutningsindikator til koblingslederne i kontrolrummet, der så kan sende en montør ud i den rigtige retning for at undersøge, hvad der er sket.

Type B, der er den mest udbredte med 500 stk., giver også en alarm, men her kan kontrolrummet styre på afbryderen og koble om, så nettet kan blive samlet op, og strømafbrydelsen bliver så kort som muligt uden at afvente en montør.

Type A, som N1 har 100 af, rummer endnu flere muligheder; primært i forhold til at opsamle data for eksempel for strøm (ampere), reaktiv effekt (Mvar) og spænding (Volt). Disse data er blevet mere vigtige i takt med, at der er kommet decentral produktion fra vindmøller og solceller ind på de lavere spændingsniveauer i nettet. For Type A stationerne kan man fra det centrale kontrolrum se, om strømmen løber op mod højere spændinger eller ned mod lavere. Dermed kan man også konstatere,

<sup>1</sup> Jesper Thornbjerg: *Elnetselskaber jagter vigtige promiller*. Dansk Energi, 21. december 2017

hvis der er en fejl i fx en vindmølle og koble den fra hurtigst mulig, så fejlen ikke breder sig og skaber større afbrud.

Typerne A-B-C giver fordele, men de gør næsten ingenting uden, at koblingslederne er involveret. Dette har givet anledning til, at N1 opstiller og tester et mindre antal nyudviklede autonome 20/0,4kV stationer fra ABB – det næste skridt op ad automationsstigen.

De autonome netstationer er etableret med lokal software, og "ved" hvad der sker omkring dem på nettet. De kan derfor selv koble om og reetablere forsyningen via anlæg uden fejl. Dermed kan N1 reducere antallet af afbrudte kunder for eksempel ved graveskader eller ved en brand i en transformer. Derudover sker der en massiv dataopsamling fra disse stationer.

### **1.1.1. DSO anlæg**

Automatisering af netstationerne kan i det væsentlige sammenfattes under begrebet DSO. DSO udlægges lidt forskelligt i faglitteraturen – af nogle som "Drift, Styling og Overvågning" og af andre som "Decentral Styling og Overvågning". ABB betegner DSO som "Distribueret Styling og Overvågning". DSO er forbundet til selskabets centrale kontrolrum via en dataforbindelse og en snitflade til kontrolrummets overvågningsanlæg (SCADA).

Et DSO-anlæg er et komplekst anlæg, som en forsyningsoperatør ikke i dag har en tilstrækkelig baggrundsviden til at kunne forstå mere indgående, er erfaringen i de besøgte virksomheder. Derfor vil udbyttet af det efteruddannelseskursus, der ligger vedrørende DSO være begrænset (48482 Opbygning og forståelse af DSO). Selvom der er sket en forbedring af kurset ved en senere revision, så løber man stadig ind i problemet med forsyningsoperatørens manglende automatiktekniske baggrundsviden inden for de områder, som DSO bygger på.

Man kan få et godt overblik over opbygningen af DSO-anlæg og hvilken teknisk viden, man skal være i besiddelse af for at forstå virkemåden ved at læse 3 artikler om DSO, som Peter Johansen fra Jomitec har skrevet på dansk (udsendes sammen med rapporten). Artiklerne er meget velskrevne og kan fungere som inspirationsmateriale for det videre arbejde med DSO og forsyningsautomatik i efteruddannelsen af forsyningsoperatører.

De første to artikler sætter fokus på den del af DSO-anlægget, som handler om måleteknikker og fjernkontrol. Peter Johansen redegør for den grundlæggende teori bag kapacitiv spændingsmåling og forskellige strømmålingsmetoder i sammenhæng med fasedrejning, reaktiv effekt m.m. Denne viden kobles til praktiske løsninger i DSO-anlægget ved at vise en række komponenter under den teoretiske gennemgang. Det centrale her er, at man ikke begriber meget om, hvad de opsamlede data overhovedet repræsenterer i elnettet uden en ret solid viden om måleteknik, og det er ikke helt enkelt i højspændingsanlæg. Det er der flere interviewpersoner, der henviser til, og derfor efterspørger de et solidt efteruddannelseskursus i måleteknik og instrumentering. Dette uddybes senere.

Den sidste artikel sætter fokus på selve stationsautomatiseringen, hvor de analoge målinger, der blev gennemgået i de to første artikler, nu skal samles med den digitale kontrol, hvorefter det hele

kommunikeres til det centrale fjernkontrollsystem. Hermed samles alle elementerne for en moderne Drift, Styring og Overvågning altså DSO for transformerstationer. Ud over den analoge måleteknik skal man vide noget om motorbetjente brydere, og have en solid viden om relæstyring, hvordan de analoge målinger bliver digitaliseret, optokoblere, PLC styring, sensortyper, datakommunikation m.m. Derudover skal man kunne udføre lokal kontrol af systemet og dets opsætning med en PC tilsluttet lokalt i stationen.

I forbindelse med den videre udvikling af efteruddannelsen for forsyningsoperatører er DSO en vigtig reference for opbygning af en automatikteknisk AMU-uddannelsesstruktur rettet mod el-forsyning. Nogle af kurserne i strukturen findes i AMU i forvejen fx PLC og også kurser inden for relæstyring. Samtidig er det vigtigt, at kurserne ikke bliver for generelle i forhold til de arbejdsopgaver, der ligger i elforsyningen. Om man skal udvikle et kursus i relæstyring af motorbetjente brydere vil være en afvejning i forhold til det volumen et sådant kursus kan tiltrække. Et alternativ kan være at bruge et eksisterende kursus i relæstyring, der så ikke specifikt fokuserer på elforsyning. I kapitel 2 vil der være flere overvejelser om efteruddannelsesbehovene set i lyset af volumenmæssige problemstillinger.

## **1.2. Smart City og Smart Grid**

Det er vigtigt at skelne mellem Smart Grid og Smart City/Village<sup>2</sup>:

- Smart City (f.eks. en kommune) eller en offentlig enhed, der i et fysisk samfund bruger teknologi til at optimere ressourceforbrug, skabe økonomisk vækst og forbedre borgernes livskvalitet.
- Smart Grid handler om intelligent styring af el-produktion og forbrug.

Det vil være udviklingen inden for Smart Grid, der i det væsentlige vil påvirke uddannelsesbehovene for forsyningsoperatører i de kommende år, hvilket nedenstående skitse belyser. På Smart City området tegner der sig en længere tidshorisont og et uklart billede af, hvilke standarder og teknologier, der bliver de toneangivende. Dette dokumenterer en større analyse fra COWI<sup>3</sup> i en status for Smart City i Danmark i 2018:

*Citat: "I kommunerne foregår der test af forskellige løsninger inden for Smart City/IoT-området. Få har dog løsninger i drift, og de fleste mangler fortsat konkrete erfaringer med at udbrede Smart City/IoT-løsninger i større skala. Holdningerne til og erfaringerne med digital infrastruktur er præget af usikkerhed, og området rejser ofte flere spørgsmål end svar."*

---

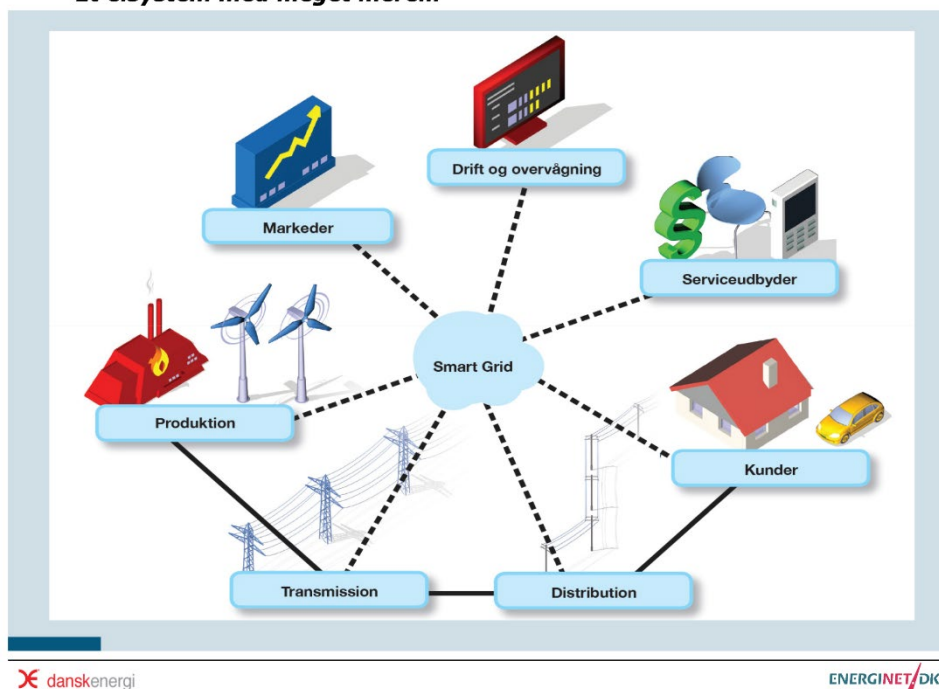
<sup>2</sup> Thomas Skovsgaard: Smart City for kommuner - og hvordan hænger smart city sammen med belysningsanlæg? Exlumi Consulting 2015.

<sup>3</sup> Cowi januar 2018. *Analyse af Digital Infrastruktur Inden for Smart City/IoT*. Analysen er udført for Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering.



## Smart Grid

- Et elsystem med meget mere...



Smart Grid handler, som tidligere nævnt, om intelligent styring af el-produktion og forbrug. Denne udvikling er i gang på en flere områder, hvor teknologier og løsninger er ved at stabilisere sig. Den tidligere beskrevne udvikling omkring øget automatisering og overvågning af transformatorstationerne med DSO, autonome løsninger o.l. er et led i udviklingen mod Smart Grid. Det samme er installation af intelligente målere ved forbrugerne.

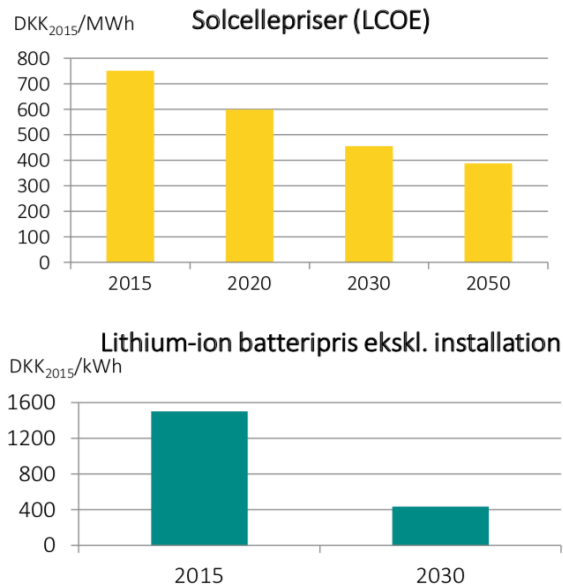
I en undersøgelse, der gennemføres med data fra det jyske elnetselskab Evonet, er Dansk Energi i gang med at dokumentere, hvordan data fra digitale målere ude hos kunderne kan være med til at styrke de lokale elnet<sup>4</sup>. Man kan få meget at vide om lavspændingsnettets tilstand ved at bruge data fra kundernes elmålere og lave prognoser eksempelvis fem dage frem, hvor man inddrager bl.a. vejrdata. Den viden kan hjælpe elnetselskaberne med at reducere eventuel overbelastning af kabler og transformerstationer. Der er tale om opsamling og analyse af meget store datamængder, det man ofte betegner som big data.

### 1.2.1. Batterier på el-nettet

Behovet for et Smart Grid vil øges væsentligt i de kommende år på grund af faldende priser på især batterier og solcelleanlæg. Der vil være gode økonomiske incitamenter for især boligejere til at investere i disse teknologier. Det er dog vurderingen fra Energinet, at det ikke vil være rentabelt i Danmark at gå "off-grid" dvs. koble sig helt af elforsyningen<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Jesper Thornbjerg: *Svirlende mængder data styrker elnettet*. Dansk Energi, 24. august 2018

<sup>5</sup> *Små prosumeres samspil med fremtidens energisystem i 2030*. Energinet 2018.



Figur 2: Elproduktionsomkostninger for solceller over dets levetid (4 pct. rente) samt pris for lithium-ion batterier. Kilde: Teknologikataloget, Energistyrelsen og Energinet.

Som graferne viser, så vil prisfald på batterier og solceller i forening skabe væsentlig flere muligheder for lokal elproduktion på lavspændingsnettet, hvilket vil udfordre el-selskabernes styring af den samlede eldistribution endnu mere end i dag. Derfor vil man bevæge sig mod mere og mere komplekse automatiske systemer, som vil stille uddannelsesmæssige krav til forsyningsoperatørerne og andre med tilsvarende arbejdsområder.

### 1.3. Teknologiuudviklingen og forsyningsoperatørerne

Under interviewene er betydningen af de nye teknologier for forsyningsoperatørernes kompetenceudvikling drøftet indgående. Alle mener, at der opstår nye efteruddannelsesbehov hos forsyningsoperatørerne og tilsvarende medarbejdere i elforsyningen, og at det er vigtigt at tage højde for dette igennem udvikling af nye AMU-mål. Der er samtidig en advarsel imod at miste fokus på uddannelsens kerneområder. Et udvidet efteruddannelsesprogram skal i det væsentlige styrke og modernisere kerneområderne og på denne måde sikre en dybere og mere velfunderet specialisering i elforsyning.

Citat: *“Vi leverer kernen i infrastrukturen. Vi leverer kabler, transformatorer, koblingsanlæg osv. Om strømmen kommer fra en vindmølle, et batterianlæg eller en solcelleanlæg, det er for os hip som hap. Udfordringen ligger inden for elforsyning. Det er at kunne styre alt det her, når strømmen kommer mange steder fra.*

Det er vurderingen i de besøgte virksomheder, at det er vanskeligt at finde efteruddannelseskurser, der kan give færdiguddannede forsyningsoperatører et nødvendigt fagligt betonet kompetenceløft. Det nuværende AMU-udbud henvender sig mere til medarbejdere, der via AMU-kurser vil opnå kompetencer svarende til dem, som forsyningsoperatøruddannelsen fører frem til. Dette skal uddybes i de følgende kapitler.

## 2. Uddannelsesbehovene inden for elforsyning

I forhold til AMU-kurser inden for elforsyning orienterer forsyningsselskaberne og Bravida sig i forhold til udbuddet fra Skive College. Man søger ikke i andre kilder fx AMU-kurs. Der er stor tilfredshed med både forsyningsoperatøruddannelsen og AMU-kurserne i Skive, og alle forventer, at efterspørgslen efter mere efteruddannelse vil stige væsentligt i de kommende år.

*Citat: "Behovet for energi vokser hele tiden, så der skal arbejde flere og flere mennesker i denne sektor. Vi kan ikke uddanne alle til forsyningsoperatører, men vi kan efteruddanne andre fagfolk bl.a. elektrikere eller andre former for montører, så de kan arbejde med el og montage, altså højspænding. Med tiden vil efteruddannelsesaktiviteten på det her område være større end selve uddannelsen – det er det nok allerede. Du er også nødt til at vedligeholde efteruddannelsen. For at kunne opretholde en vis kompetence i medarbejderstaben så er du nødt til at efteruddanne folk jævnlige og også nogle gange i de samme ting, fordi der kommer nye kabetyper og meget andet, der udvikler sig hele tiden."*

Det særlige ved elforsyningsområdet er, at det er et meget specialiseret område, som ikke har været uddannelsesdækket på faglært niveau før forsyningsoperatøren opstod i 2007. Derfor er der en større gruppe medarbejdere i forsyningsselskaberne, som har opnået deres kompetencer igennem sidemandsoplæring og efteruddannelseskurser. Forsyningsselskaberne ansætter gerne elektrikere, men elektrikere er i det væsentlige uddannet inden for lavspændingsområdet op til 0,4 kV. Derfor tager det næsten lige så lang tid at uddanne en elektriker til forsyning, som det tager at uddanne en voksen ufaglært til forsyningsoperatør. Strategien i de besøgte virksomheder er at satse på at uddanne flere forsyningsoperatører og øge efteruddannelsesindsatsen hos de eksisterende medarbejdere. SEAS-NVE udgør en undtagelse, da man her satser på ansætte elektrikere i fremtiden og så via efteruddannelse give dem de nødvendige kompetencer inden for højspændingsanlæg.

Den manglende uddannelsesdækning tidligere betyder, at forsyningsselskaberne har en lang tradition for sidemandsoplæring. Den vil også være vigtig i fremtiden inden for meget udstyrsspecifikke områder, men den kan ikke længere være den bærende læringsform for udførelsen af arbejdet. De besøgte virksomheder peger uden undtagelse på denne problemstilling.

*Citat: "Tidligere har man benyttet meget sidemandsoplæring. Det har sådan set fungeret godt – man ved, hvad man skal gøre, men ikke hvorfor, og det bliver et større og større problem, efterhånden som anlæggene bliver mere komplekse. Du kan heller ikke udvikle dig fagligt igennem sidemandsoplæring. Hvilken teori, der ligger bag, det er vigtigt, og det får du på skolen."*

Forsyningsselskaberne har også benyttet sig af leverandørkurser og kurser fra Dansk Energi. Kurserne fra Dansk Energi vurderes generelt til at være for dyre for denne målgruppe. Leverandørkurser er også benyttet til forsyningsoperatørerne, men her er erfaringerne ikke de bedste. De teoretiske forudsætninger hos forsyningsoperatørerne er ofte ikke tilstrækkelige til at kunne få et godt udbytte af disse kurser.

## 2.1. Vurdering af det eksisterende AMU-udbud

Det er opfattelsen i virksomhederne, at der er et godt og dækkende udbud af AMU-kurser i forhold til efteruddannelse af elektrikere og andre som ansættes med henblik på at arbejde inden for el-forsyningsområdet. Disse AMU-kurser vurderes til at matche det niveau, der findes på forsyningsoperatøruddannelsen. Samtidig efterspørger man kurser på et højere niveau til efteruddannelse af garvede medarbejdere herunder uddannede forsyningsoperatører.

Citat: *"Efteruddannelse har vi faktisk ikke tidligere haft nogen større tradition for at bruge. Derfor har vi en del garvede gutter, der fint kunne have behov for et løft her. Teoretisk baggrundsviden og noget om det nye, der kommer. Når jeg ser i kursuskataloget i dag, så er det meget basiskurser. Vi kunne godt savne noget på et højere niveau og noget dybtgående inden for et mere snævert eller specialiseret emneområde. Det vil vi helt klart gøre brug af."*

På baggrund af bl.a. dette udsagn har ERA screenet og vurderet indholdet af de el-forsyningskurser, der er tilkøbt FKB 2782 "Operatøropgaver i el-forsyning" herunder kernemålene. Dette har givet anledning til følgende.

Det er vurderingen at følgende AMU-mål rækker ud over forsyningsoperatøruddannelsen:

48636 Operatørarbejde med mobile generatoranlæg.

48724 Montage af HV-kabler i offshore installationer.

48482 Opbygning og forståelse af DSO.

48481 Slukkespøler og stat com anlæg.

I forhold til de to sidste (48482 og 48481) er det vanskeligt at afgøre, hvad deltageren skal kunne særligt konkret. Dette gælder også det udkast, der ligger vedrørende revision af DSO-målet. En undersøgelse af undervisningsmaterialet på materialeplaformen for 48481 bringer ingen afklaring angående niveauet og hvor dybt deltagerens skal kunne forstå og arbejde med de behandlede teknologier. DSO (Drift, Styring og Overvågning) er som tidligere beskrevet et ganske komplekst og avanceret anlæg at forstå og arbejde med. Hvad "virkemåde" dækker over i AMU-målet er ikke til at afgøre. Dette skal belyses nærmere.

### **Opbygning, drift og vedligehold af datanetværk i hovedstationer og netstationer, 5 dage.**

#### **Delmål 3 dage**

Deltageren kan efter kurset redegøre for:

- Hvilke komponenter, der anvendes i højspændingsnettet til at overvåge forsyningsnettet.
- De enkelte komponenters virkemåde samt forrådningsprincipper.  
*Hvad taler vi om her – hvilke komponenter?*

Deltageren kan efter kurset installere og vedligeholde DSO anlæg (Decentral Styring og Overvågning). *Der er ingen viden og færdigheder i målet der antyder, at man kan det efter 3 dage.*

Deltageren kan foretage sikker betjening af DSO anlæg.

Deltageren kan redegøre for diagrammerne for styrekredsene i en 30-60/10 kV transformerstation og de enkelte deles funktion.

Deltageren kan:

- Læse diagrammer for større stationsanlæg
- Installere og konfigurere DSO-anlæg *En ofte brugt formulering, men meget lidt oplysende.*
- Forstå opbygningen af datanetværk i forsyningsnettet. *Hvad betyder det?*

#### **Delmål 2 dage**

Deltageren kan foretage ændringer i DSO-programmering.

Revisionskommentar: Fusion og opdatering af '48481 Slukkespøle og statcom anlæg' og '48482 Opbygning af DSO'.

Bemærkningerne om dette mål gives vel vidende, at der er tale om et udkast og ikke et færdigt AMU-mål. Det er imidlertid et meget vigtigt mål for opbygningen af en AMU-uddannelsesstruktur, der løfter forsyningsoperatøren inden for automation, sådan som de besøgte virksomheder efterspørger.

Problemet med målet er, at det er beskrevet for upræcist og overordnet. En virksomhed/forsyningselskab vil fx ikke vide meget om, hvad deltageren reelt kan efter endt kursus. Det faglige niveau er meget vanskelig at afkode ud fra måltekten, og læreren skal improvisere en hel del for at omsætte målet til praktisk undervisning. Et andet problem er, at upræcise mål, der er en del af en uddannelsesstruktur, skaber usikkerhed om, hvordan de øvrige mål i strukturen skal beskrives eller hvilke mål, det er hensigtsmæssigt at inddrage fra andre FKBer. Derfor bør målet skrives meget mere uddybende og konkret. Til sammenligning vises herunder en målbeskrivelse inden for PLC, som kunne være et kursus for en forsyningsoperatør, efter vedkommende har været igennem nogle mere grundlæggende PLC-kurser.

**44641 PLC programmering, styringer med analoge signaler. Varighed 5 dage**

Deltageren kan montere, afprøve og idriftsætte PLC analogmoduler, samt kontrollere og kalibrere analoge følere og transmittere og programmere et PLC program, som anvendes til analog signalbehandling herunder skalere analog værdier og beregne en opløsning i relation til antal bit i AD/DA konverteringen samt anvende de talformater, der benyttes til analog PLC programmer.

Deltageren kan anvende ord- og bitinstruktioner, som er de matematiske-, sammenligning- og konverteringsfunktioner, der er nødvendige for analog signalbehandling og strukturere programmet i blokke/subrutiner, samt fremstille programdokumentation.

Deltageren kan fortage korrekt montage, afslutning og oplægning af kabler til analoge signaler og i den forbindelse overholde EMC krav, samt fejlfinde og fejlrette til modulniveau på et automatisk anlæg, med analoge PLC moduler.

PLC-målet er vanskeligt at læse, og det burde man have arbejdet mere med, men det er ganske konkret beskrevet. Det er ikke vanskeligt for en fagperson at danne sig et billede af, hvad kurset indeholder, hvilket fagligt niveau, der er tale om, og hvad man kan forvente sig af en person, der har deltaget i kurset. Med andre ord hvilket læringsudbytte deltageren har opnået efter endt kursus.

Målet er meget handlingsorienteret, men det er helt OK at beskrive delmål rettet mod viden. Det er generelt en god ide både at arbejde med viden, færdigheder og kompetencer, når man skriver mål, sådan som det fremgår af den nationale kvalifikationsramme.

Der er ingen af de øvrige kurser vedrørende elforsyning koblet til FKB 2782, der ud fra analysearbejdet vurderes til at være overflødige eller ikke dække det behov, de sigter på. De to udkast til mål *Operatørarbejde på elforsyningsanlæg on-shore* og *Operatørarbejde på offshore anlæg* kan med fordel strammes op og konkretiseres beskrivelsesmæssigt.

## 2.2. Udspil til nye AMU-mål inden for elforsyning

Alle efterspørger et antal kurser eller en pakke af kurser, der kan løfte forsyningsoperatører og andre med lignende erfaringer og baggrundsviden op på et højere fagligt niveau. Her spiller den stigende automatisering og digitalisering af anlæggene en vigtig rolle. En leder i et forsyningselskab udtrykker det på følgende måde:

*Citat: "De to sidste forsyningsoperatører, vi har uddannet, har været med, når vi har bygget vores nye 60 kV stationer. Det har givet dem blod på tanden, så det vil de rigtig gerne videre med, men de vil ikke i gang med en elektrikeruddannelse – de kan ikke se formålet med det i forhold til forsyningsområdet. Hvis man kunne lave nogle ekstra moduler eller kurser fx i drift af 60/10 kV stationer eller det intelligente elnet eller hvad, der nu kommer af nye ting – det vil vi være meget interesseret i. Også med den bagtanke, at vi ikke kan skaffe elektrikere mere. Det tager kun to år at bygge en forsyningsoperatør op, og så kan han arbejde med det, han skal, og så kan vi herfra bygge flere kurser på ham som efteruddannelse."*

Under interviewene har virksomhederne budt ind med en række behov, der skal behandles i det følgende. Der er tale om beskrivelser, som i nogen grad kan levere input til indholdet af de kurser, der i så fald skal udvikles.

### Måleteknik og instrumenteringsforståelse

Kompetencer inden for måleteknik og instrumenteringsforståelse efterspørges generelt af de besøgte virksomheder.

*Citat: "Jeg kunne godt bruge et kursus i måleteknik og instrumenteringsforståelse. De har lidt af det på forsyningsoperatøren, men det vil være godt at komme meget videre her. Hvad sker der, og hvordan virker instrumenterne, hvad kan vi læse ud af et måleinstrument. Vi har brugt nogle leverandørkurser, men det bliver for meget leverandørpræget, og montørerne forstår ikke det halve af, hvad der bliver undervist i."*

Ingen kurser i AMU-systemet, kan dække dette behov. Måleteknik på højspændingsanlæg under skiftende belastningsforhold er en avanceret affære. Fokus skal ligge på det måletekniske set i sammenhæng med instrumenteringen, men den digitale siden af sagen er også vigtig at medtænke under udviklingen fx i forhold til dataopsamling og DSO.

### Automatik og digitalisering i 60/10kV og 10/0,4kV stationer

Relæstyring og PLC er vigtig. De fleste af 60/10 kV stationerne kan man fjernkoble fra en driftscentral. Det kan man også på nogle af 10/0,4 kV stationerne på 10kV siden, hvis der er installeret DSO anlæg på stationen, hvilket nogle selskaber har på hver femte eller sjette station. Har man købt anlægget med motor, kan det fjernkobles. Flere peger på, at mere viden om PLC er nødvendig.

*Citat: "Mere PLC er vigtigt. Man har en lille del i uddannelsen, men slet ikke nok. Man har en 4-5 dage til det, så det er rent introduktion. Du lærer at bruge udstyret fysisk dvs. at programmere lidt, simple ting, som det at åbne og lukke en port. Det er ikke mere end det. Det kunne sagtens være mere*

*automatik med kontaktorer, relæstyring mere generel automatik. Især på 60 kV er det jo PLC – så det er automatik, det kører på. Når man bygger sådan en station op, skal det hele bygges fra bunden. Det eneste, der kommer samlet, er gasanlægget – alt andet skal man jo selv bygge.”*

Ud over nogle mere solide automatiktekniske kompetencer med relæstyring og PLC efterspørger man også mere viden om datakommunikation og dataopsamling hos forsyningsoperatørerne.

*Citat. ”På sigt vil 10 kv stationerne også blive fjernbetjent. Det man i første omgang målretter henimod, det er dataopsamling i stationerne. Det er i hvert fald det, vi gør her i området. Hvor vi kan se strømme og spændinger osv. ude i stationerne live. Nogen af de centrale stationer, vi har i dag, er forberedt for fjernbetjening, men vi har ikke nogen, vi kan fjernbetjene. Det er der så andre netselskaber, der har – de har nogle enkelte stjernepunktstationer, de kan fjernbetjene. Så langt er vi ikke kommet her endnu, og det skyldes nok til dels, at de anlæg, vi har her i området, er rigtig gamle – typisk fra 50erne og 60erne. Det første vi ser ind i her er bare en renovering af de anlæg, der er derude, og så kommer resten på senere. Når vi snakker industriområder, så er de nye stationer forberedt for fjernbetjening, og der er indbygget dataopsamling i dem. Det er helt sikkert fremtiden.”*

De efteruddannelsesbehov, elselskaberne har i forhold til forsyningsoperatørerne og lignende medarbejdere, forudsætter en bredere automatikteknisk viden, end det er almindeligt hos forsyningsoperatører. For de fleste er det nødvendigt at tilegne sig en række grundlæggende kompetencer inden for automatik i form af udvalgte AMU-kurser der er udviklet i forvejen. I næste underkapitel gives et udspil til, hvordan en samlet uddannelsesstruktur inden for højspændings-automatisering kan se ud.

### **2.2.1. Kursuspakke inden for HV-automatisering**

Udspillet til en kursuspakke rettet mod HV-automatisering (HV=High Voltage) er opstillet i den rækkefølge, som man mest hensigtsmæssigt kan gennemføre den i. Det er vigtigt at medtænke deltagerens læringsmæssige progression i udviklingen af et sammenhængende efteruddannelsesprogram for forsyningsoperatørerne. Hvis man ikke ved noget videre om relæteknik, er det relevant at starte forløbet med et kursus inden for dette område.

44647 Automatiske anlæg, el-lære og relæteknik. Varighed 5 dage.

I dette kursus indgår også basisviden om elmotorer.

Til etablering af en grundlæggende kompetence inden for PLC-teknik, som forsyningsoperatørerne kan bygge videre på i forskellige retninger, foreslås følgende AMU-kurser:

44637 PLC introduktion, automatiske maskiner og anlæg. Varighed 5 dage.

44638 PLC programmering af kombinatoriske styringer. Varighed 5 dage.

44639 PLC programmering af sekventielle styringer. Varighed 5 dage.

Efter etablering af en bredt funderet kompetence inden for PLC kan man begynde at arbejde med *måleteknik og instrumenteringsforståelse rettet mod højspændingsanlæg*. Dette forudsætter udvikling af et nyt AMU-kursus med en varighed på 3-5 dage. Man kan hente inspiration til indholdet i dette kursus i Peter Johansens artikel om spændings- og strømmåling i højspændingsanlæg. Opsamling af analoge måleresultater med en PLC kan også indgå.

Kurset *måleteknik og instrumenteringsforståelse i HV-anlæg* tænkes at fungere som indgang til at opnå kompetencer inden for DSO anlæg. Som det næste foreslås derfor følgende to kurser inden for DSO:

- **DSO 1.** I dette kursus sættes fokus på styringsdelen af DSO-anlægget herunder PLC'en og dens digitale udgange, der skal kunne trække relæerne for de motorer, der styrer bryderne. Alarmsystemer kan også indgå her. Varighed 3-5 dage.
- **DSO 2.** I dette kursus sættes fokus på kommunikationsdelen af DSO-anlægget herunder kommunikationsvejen til fjernkontrollsystemet, kommunikationsforbindelser, grænseflader for digital kommunikation og protokoller. SCADA kan også indgå i et begrænset omfang. Varighed 5 dage.

Der findes AMU-kurser inden for dataopsamling og digital kommunikation, men det er vurderingen, at disse kurser bliver for stor en omvej til at få indsigt i DSO-systemers kommunikationsdel. Derudover skal dataopsamling og digital kommunikation ses i sammenhæng med el-nettets opbygning.

### **2.2.2. Øvrige kurser**

Termografering blev nævnt flere gange under interviewene.

Citat: *"Termografering, det er der flere medarbejdere, der efterspørger. Vi skal til at køre en ny vedligeholdelsessystematik, der er mere dynamisk. Et kabelskab skal ikke bare efterses hver 10. år. Nogen skal måske hvert 20. år og andre skal efterses hver 5. år. Her kan termografien få en rolle i forhold til at afgøre, om der skal gennemføres et eftersyn eller ej. Jeg tænker det som et kort kursus. På 60 kV bruger vi termografering. Men det bliver relevant også i kabelskabe. Der er af og til et skab, der brænder af, og hvorfor sker det? Det kan vi tage i opløbet med termografering."*

På workshoppen med udvalget blev det nævnt, at termografering i kabelskabe næppe kan betale sig, men der er flere selskaber og virksomheder, der bruger det i lavspændingsområdet. Et kursus er dog alligevel relevant, fordi det konsekvent bruges på 60 kV stationer.

Der findes allerede et AMU-kursus, som ud fra målformuleringen må antages at opfylde behovet.

#### 40066 Termografering

*Mål: Deltageren kan, på baggrund af kendskab til kamerahåndtering, varmelære, varmestråling og inspektionsrutiner inden for termografi, udføre termografisk undersøgelse på stærkstrømstekniske installationer som fx på el-tavler, varmekabler og højspændingsanlæg. Endvidere kan deltageren analysere infrarøde termografibilleder og kan foretage en risikovurdering med henblik på at forebygge kortslutninger,*



lysbuer og ildebrande. Deltageren får kendskab til de af Stærkstrømsbekendtgørelsens L-AUS-regler der omhandler de situationer der kan opstå når der skal foretages termografering af elinstallationer i drift og med spænding.

### **SF6 gaskursus**

Flere interviewpersoner har nævnt et behov for et SF6 gaskursus i AMU.

Citat: *“Vi ser gerne, at Skive udvikler et SF6-gaskursus, men det er dog ret begrænset hvor mange, der er behov for med det certifikat. Jeg har tre mand, og det er faktisk rigeligt til vores forsyningsområde. Det er kun 60 kV anlæggene, der skal fyldes gas på. 10 kV er lukket anlæg – dem kan man ikke efterfylde. 150 kV har Energi Fyn også nogen af, så her kan det også være relevant. Men der er venteliste på de kurser, så en del må da bruge dem. Jeg har været heldig at få en med i januar, og det var kun fordi, der var et afbud – ellers kunne det blive efter sommerferien 2019.”*

Det er umiddelbart ERA's vurdering, at det næppe er muligt at etablere et AMU-kursus, der fører frem til et certifikat inden for SF6 gas. Det samlede volumen er lille, og investeringerne for Skive College vil være betragtelig. Derudover arbejder producenterne af koblingsanlæg på at udfase brugen af SF6 gas. ABB har lanceret markedets første koblingsanlæg til transformere op til 72,5 kV, hvor CO<sub>2</sub> – tilsat en smule O<sub>2</sub> – erstatter SF<sub>6</sub>. Det første CO<sub>2</sub>-gasfyldte koblingsanlæg i Danmark blev i april taget i brug af Bornholms EI-Net på selskabets 60/10 kV-station i Åkirkeby.

### **2.3. FKB 2782 Operatøropgaver i el-forsyning**

FKB 2782 har behov for en ganske omfattende revision. FKB'en bærer generelt præg af at være skrevet ud fra de behov, der var gældende forud for oprettelsen af forsyningsoperatøruddannelsen i 2006, og det er nu mere end 12 år siden. I mellemtiden er der sket meget på forsyningsområdet, som FKB'en ikke tager højde for.

Jobområdets afgrænsning som helhed er der ikke ændret meget på. Snitfladerne til andre efteruddannelsesudvalgs FKB'er er dermed relativt uforandret, men de senere års udvikling er ikke afspejlet i jobområdebeskrivelsen. Automatiseringen inden for el-distribution og betydningen af Smart Grid og Smart City i de kommende år tager jobområdebeskrivelsen ikke højde for. Det samme gælder i forhold til el-produktion, som i stigende grad er decentral og ikke domineret af centrale kraftværker som tidligere.

Opbygningen af TAK'erne er på flere områder uhensigtsmæssig set i forhold til forsyningsoperatørernes konkrete arbejde. Sammenblandingen af el-distributionsanlæg og gadelys er ikke heldig, da der er tale om meget forskellige områder teknologiske set, som også vil udvikle sig i helt forskellige retninger. De kompetencer, man skal være i besiddelse af inden for de to områder, er meget forskellige.

Inden en revision af FKB 2782 vil det være en god ide at gennemføre en analyse af forsyningsoperatørens fremtidige rolle og kompetencebehov inden for gadelys. Det samme gælder forsyningsoperatørernes arbejde på de centrale kraftværker. Det er ERA's indtryk, at man her ofte foretrækker procesoperatører, men det er aldrig belyst nærmere igennem en analyse. Spørgsmålet i

forhold til en revision af FKB 2782 er, om det i dag er relevant at arbejde videre med den operatørprofil, som TAK'en "Drift af el-produktionsanlæg" er udtryk for.

Tilsvarende vil det også være godt med en form for analyse-mæssig status i forhold til forsyningsoperatørens roller og opgaver inden for kabelbåren kommunikation, fiberkabler o.l.

### 3. Opsamling

- Der er tale om en mindre analyse, og derfor er analysearbejdet i det væsentlige afgrænset til el-forsyning forstået som distribution af el.
- Under interviewene var det tydeligt, at der er behov for mere uddannelse til forsyningsoperatørerne i takt med mere automatisering og dataopsamling i 60/10kV og 10/0,4kV stationerne. Denne udvikling er bestemt af, at distributionsnettet udfordres af, at en meget stor del af strømmen bliver leveret ind på de laveste spændingsniveauer (0,4kV og 10kV).
- Automatisering af netstationerne kan i det væsentlige sammenfattes under begrebet DSO (Drift, Styring og Overvågning). DSO er forbundet til selskabets centrale kontrolrum via en dataforbindelse og en snitflade til kontrolrummets overvågningsanlæg (SCADA).
- Det vil være udviklingen inden for Smart Grid, der i det væsentlige vil påvirke uddannelsesbehovene for forsyningsoperatører i de kommende år. På Smart City området tegner der sig en længere tidshorisont og et uklart billede af, hvilke standarder og teknologier, der bliver de toneangivende.
- Behovet for et Smart Grid vil øges væsentligt i de kommende år på grund af faldende priser på især batterier og solcelleanlæg. Der vil være gode økonomiske incitament for især boligejere til at investere i disse teknologier.
- Et udvidet efteruddannelsesprogram skal i det væsentlige styrke og modernisere forsyningsoperatøruddannelsens kerneområder og på denne måde sikre en dybere og mere velfunderet specialisering i elforsyning.
- Alle efterspørger et antal kurser eller en pakke af kurser, der kan løfte forsyningsoperatører og andre med lignende erfaringer og baggrundsviden op på et højere fagligt niveau. Her spiller den stigende automatisering og digitalisering af anlæggene en vigtig rolle.
- De efteruddannelsesbehov, elselskaberne har i forhold til forsyningsoperatørerne og lignende medarbejdere, forudsætter en bredere automatikteknisk viden, end det er almindeligt hos forsyningsoperatører. Dette kan tilgodeses igennem eksisterende AMU-kurser.

- Ud over nogle mere solide automatiktekniske kompetencer med relæstyring og PLC efterspørger man også mere viden om måleteknik, datakommunikation og dataopsamling hos forsyningsoperatørerne. DSO er omdrejningspunktet for disse kompetencebehov.
- Et kursus i termografering og SF6 gas efterspørges også. Termografering findes allerede i AMU. Et kursus i SF6 kan næppe oprettes i AMU-regi bl.a. på grund af et lille deltagervolumen.
- FKB 2782 har behov for en ganske omfattende revision. FKB'en bærer generelt præg af at være skrevet ud fra de behov, der var gældende forud for oprettelsen af forsyningsoperatøruddannelsen i 2006.

Inden en revision af FKB 2782 vil det være en god ide at gennemføre en analyse af forsyningsoperatørens fremtidige rolle og kompetencebehov inden for gadelys. Det samme gælder forsyningsoperatørernes arbejde på de centrale kraftværker og inden for kabelbåren kommunikation, fiberkabler o.l.