



TEMA

Data i produktion

- 2 Data er det nye sort
- 3 I luften med digitalisering
- 4 Automationstrekanten er udfordret, og rygterne om dens død overdrevet
- 6 Big data er mere end at samle data big time
- 7 SCADA i skyen er en særlig sikkerhedsudfordring
- 8 Den forbundne fabrik
- 10 De digitale gevinster ligger lige foran næsen på os
- 12 Uden standarder ingen smart produktion
- 13 Synlighed, debat og netværk i højsædet
- 14 Fra analog til digital teknologi

Data er det nye sort



AF FRANK FAURHOLT,
SIEMENS, FORMAND
FOR DAu

For at ting skal give mening, skal de som udgangspunkt give værdi. Vi kan altid diskutere hvilken slags værdi og for hvem. Sådan er det også med data.

Alle er med på, at rådata skal omdannes til information, der igen skal omdannes til viden. Altså en proces, hvor data opsamles, transporteres og bearbejdes med analyse, evaluering og efterfølgende aktion, visning og lagring.

Det er det, vi har længe har gjort i vores PLC'er og SCADA systemer, og bygget automationstrekanten op om.

Data er det nye sort, men omvendt arbejder vi ofte med sort data. Sort data er ustruktureret data og data af usikker kvalitet. Ofte store datamængder, der ukritisk lagres, der tages løbende sikkerhedskopier, som reelt blot fylder op. Data, der skaber mere forvirring og usikkerhed. Data, vi reelt ikke rigtigt tør bruge til noget. Det er data, der lagres "just in case", og ikke fordi vi har en klar strategi for, hvad vi vil bruge dem til. Og her tænker jeg ikke på relevante myndighedskrav om dokumentation.

Når vi taler om digitalisering, taler vi om data. Vi taler om standardiserede grænseflader og dataformater, og om sikre kommunikationskanaler. Digitalisering bygger på et dataflow, hvor data uhindret finder vej derhen, hvor data giver værdi.

Data er det nye sort, men omvendt arbejder vi ofte med sort data. Sort data er ustruktureret data og data af usikker kvalitet.

Som regel arbejder vi med relativt lukkede strukturer, som stort set ikke kommunikerer sammen, og systemer der teknisk set ofte er udfordret i forhold til at håndtere store datamængder. Vi har at gøre med systemer, hvor omkostningerne til at opsamle, kommunikere, bearbejde, lagre og vise data er ganske store. Så store, at det er svært at se en positiv business case.

Teknikere er vant til have fokus på at løse tekniske problemer. De er gode til at finde den optimale tekniske løsning, og der kæles ofte for detaljerne. Måske skal alle vi teknikere på et grundlæggende økonomikursus, for det er ikke nok, at maskinen kører teknisk optimalt, den skal også køre økonomisk optimalt.

Her kan vi lære af vores IT kollegaer, særligt dem der arbejder med big data og data analytics. Vi skal udfordre os selv og vores OT systemer, og vi skal supplere dem med det bedste fra IT verdenen.

Det er i denne sammenhæng, Internet of Things (IoT) og Cloud Computing bliver relevant, og det er derfor, at data analytics og kunstig intelligens giver mening, som det, der skal til at tage "OT to the next level".

DAu

ISSN 1601-6750

Udgiver:
Dansk Automationselskab

Sekretariat:
DI Digital
1787 København V
Telefon 3377 3377
dau@dau.dk
www.dau.dk

Redaktion:
Henrik Valentin Jensen, DI Digital

Layout:
Fru Nielsens Tegnestue

Tryk:
Kailow Graphic A/S

DAu's bestyrelse:

Frank Faurholt
(formand)
Siemens A/S

John Ammentorp
(næstformand)
Rambøll

Flemming Schou
(ansv. redaktør)
Rockwool International A/S

Hans Morten Henriksen
Maskinsikkerhed ApS

Allan P. Kjær
COWI A/S

Johnny Krogh Sørensen
Chr. Hansen A/S

Leif Poulsen
NNE Pharmaplan A/S

Ole Ravn
DTU

Per Thyme
Rockwell Automation A/S

Jacob Herbst
Dubex A/S

Kasper Malthe Larsen
Novo Nordisk A/S

Morten Svendsen Nordli
Eltronic A/S

Vibeke B. Christoffersen
ABB A/S

I luften med digitalisering

Digital produktion flyver derudad for Grundfos



ALEXANDER
LARSEN, SENIOR
ENGINEER,
GRUNDFOS

"Vi er allerede i luften, vi er ikke ved at lette." Sådan synger Simon Kvamm på sit nye album og beskrivelsen rammer meget præcist, når jeg hører på de folk, der snakker om Industri 4.0, Big Data, IoT og alle de andre slagord, som flyver om ørene på os. For mens nogen tror, at de er på landingspladsen og ved at gøre sig klar til at lette, så er mange rent faktisk allerede i luften. Det er også tilfældet på Grundfos, hvor vi er godt i gang med at implementere og teste digitale løsninger i vores produktion.

Digitalisering i Grundfos

I Grundfos har vi valgt at samle alle disse nye digitale teknologier og værktøjer under betegnelsen Digitalisering. For os giver digitalisering en fantastisk mulighed for at gøre tingene lidt smartere. Og som en hjørnesteen i digitalisering har vi data, som har været tilgængeligt i flere år, og hvor vi nu har mulighed for at høste det fulde potentiale. Hvis vi kigger på konsumentmarkedet, så er det på mange fronter foran industrien, men det er tydeligt, at mange af de nye teknologier nu for alvor er ved at finde vej ind i industrien. Det, kombineret med at vi får adgang til bedre og billigere hardware og software, gør, at det er blevet nemmere at lave dataopsamling, dataopbevaring og dataanalyser.

De nye værktøjer giver os mulighed for at gøre det nemmere at arbejde med vores processer. Det gør det muligt at øge kompleksiteten på vores data-modeller uden at miste overblikket, og samtidig kan vi bruge komplekse værktøjer til at skabe simple interfaces, så de bliver anvendelige for medarbejderne i produktionen.

Bruger Smart Watch

En af de ting, Grundfos arbejder med, er at optimere den måde, vi interagerer med vores maskiner på. Ved at lave en ny kommunikationsplatform sikrer vi, at de rigtige beskeder kommer frem til de rigtige medarbejdere på præcis det rigtige tidspunkt. Det er et universalt system, der blandt andet består af smartwatches, som skal kunne bruges både til at kommunikere mellem maskiner og operatører, men også til at kommunikere mellem operatører og teknikere. Alt imens man kan have hænderne fri til at arbejde. Udfordringen er at vælge de rette informationer, så brugerne ikke drukner i unødvendige meddelelser. Når det lykkedes, kan man sige, at man går fra Big data til smart data.

En anden vigtig ting, Grundfos arbejder på, er, hvordan vi får visualiseret de data, vi samler ind. For vi har i mange år samlet data op, og vi mener stadig, der her er et stort potentiale for at skabe mere værdi. Her arbejder vi på flere spor. Det første spor er dashboards. Det menneskelige øje og hjernen er i virkeligheden et af de fornemteste dataanalyseværktøjer, vi har. Det kræver, at vi kan få dataene visualiseret. Og det er lige det, man kan med de nye dashboards. De nye dashboards viser hurtigt dataene, og så kan man selv se mønstrene i dem.

En af de ting, Grundfos arbejder med, er at optimere den måde, vi interagerer med vores maskiner på. Ved at lave en ny kommunikationsplatform sikrer vi, at de rigtige beskeder kommer frem til de rigtige medarbejdere på det rigtige tidspunkt.

En anden metode til at sætte dataene i spil er gennem brugen af Augmented Reality (AR) og Virtual Reality (VR). Med AR lægger vi et lag ned over det, man ser, og kan på den måde skabe et nyt billede beriget med informationer. Dermed har man de nødvendige informationer tilgængelig, samtidig med at man kan se, det felt man arbejder i. Eksempelvis kan man få vist arbejdsinstruktioner og se måledata og maskindata, alt imens man kan få informationer fra et vision-system til kvalitetscheck. Med VR kan vi bruge vores data i form af CAD-tegninger samt fysiske modeller til at lave en virtuel træningscelle, hvor man kan træne på kritisk udstyr uden at forstyrre produktionen eller endog mens udstyret bliver konstrueret eller før udstyret er landet på fabriksgulvet. Vi tror, at denne teknologi på sigt vil komme til at blive grundstenen i den måde, vi tænker træning og læring på.

Flyvehøjde

Så på Grundfos er vi luften, og de nævnte eksempler samt mange andre projekter skal gøre os skarpere på, hvad vi skal introducere af ny teknologi. Nu gælder det om at holde os i luften, og vælge den rigtige flyvehøjde, så vi når i mål med at digitalisere vores produktion.

Automationstrekanten er udfordret, og rygterne om dens død overdrevet



AF
FRANK FAURHOLT,
SIEMENS,
FORMAND DAU

Den klassiske automations-trekant er ikke opstået som en tilfældighed. Den er udviklet over en årrække, og er løbende tilpasset nye krav og ønsker.

Sagen er, at der er god grund til at opbygge automationsarkitekturen, som vi gør, jf. fx ISA 95. Altså en standardiseret beskrivelse af funktioner og grænseflader i automationstrekanten.

Det gøres bl.a. for at sikre overskuelighed, veldefinerede standarder og interfaces, sammenhæng mellem datamængder og kommunikations-hastigheder, reaktionstider i styringen, driftssikkerhed og Cyber Security ikke at forglemme, og meget mere.

I automationstrekanten (der nu ofte vises som en firkant) taler vi om vertikal integration, hvor data sendes fra sensorerne (field level) til PLC'erne (control level), således at PLC'erne hurtigt og effektivt kan foretage de styringsmæssige opgaver, der løses her, se figur 1. Sensordata kan også vises på operatørpaneler, operatøren lokalt kan

styre og overvåge processen. Her er kravene til datamængder og deterministisk realtid høje.

Fra PLC'en (control level) sendes udvalgte data videre til SCADA systemet (operator level), hvor der ofte foretages bearbejdning (reduktion) af data, således at de kan gemmes på den lokale harddisk. Her vises data også grafisk i en større sammenhæng, samtidig med at grundlæggende analyser kan foretages.

Her er kravene til datamængder og deterministisk realtid reduceret, da opdateringstider på fx 1 til 2 sekund typisk er tilstrækkelige.

I større produktionsanlæg sendes nøgledata videre op til MES/MOM systemerne (management level) for fx kvalitetsanalyser, OEE analyser etc.

Endelig har vi ERP systemerne (enterprise level), der bl.a. styrer virksomhedens overordnede økonomisystemer.

Vertikal integration kan også sende data den anden vej, hvor en kundeordre i sidste ende kan bevirke, at en motor starter.

Horisontal integration er dataudveksling indenfor de enkelte lag, men det har jeg valgt ikke at komme nærmere ind på i denne artikel.

Proven Technology

Ovennævnte kan virke meget gammeldags, hvilket det egentligt også er. Indenfor OT oplever vi en stor mængde nye og spændende teknologier. Vi skal dog ikke glemme de grundlæggende krav, der fortsat stilles til auto-

mationssystemer. Det er netop disse grundlæggende krav til OT omkring deterministiske realtime reaktionstider, tilgængelighed, robusthed m.m. der adskiller OT fra IT.

Det er med det udgangspunkt, vi skal forholde os til IoT, Cloud Computing, og nu også Fog Computing og Edge Computing.

Hvor kommer IT fra?

Det hele begyndte med en Mainframe Computer og dumme terminaler for snart mange år siden.

Her var "intelligensen" samlet i selve mainframe maskinen og brugeren havde adgang via dumme terminaler.

Senere udviklede IT sig til en Server Client arkitektur, hvor applikationer og datakraft nu var til stede decentralt, og serveren nu "blot" tog sig af opbevaring af data. Her skulle uændede mængder af software installeres og vedligeholdes lokalt. Her er vi vist delvist endnu.

Senere kom tynde klienter, hvor intelligensen flyttede tilbage til serveren og klienterne blev mere mobile.

Nutidens Internet of Things (IoT) er en naturlig videreudvikling, og beskriver hvor vi er på vej hen på nuværende tidspunkt. Spørgsmålet er om det blot er endnu et bølgeskvalp, eller om vi nu står overfor en fundamental ændring af vores måde at tænke OT på?

IT vs. OT

IT udfordres af datamængderne og realtidskravene, særligt når IT teknologierne forsøges anvendt i OT domænerne.

Dykker man lidt ned i tingene, opdager man, at Fog Computing (som jo er en lavt hængende sky) og Edge Computing / Networking (helt ud til kanten), primært promoveres af IT netværks- og computerleverandørerne. Prøv fx at søge på Youtube, og du vil finde en række IT leverandørs bud på produktions og automationsløsninger, der omfatter Fog og Edge Computing.

Det er helt naturligt, da det er eneste måde at de kan de grundlæggende udfordringer indenfor OT på, udfordringer der allerede er løst med automationstrekanten. Reelt er der tale om at OT og IT nu er ved at udvikle hver sin fortælleramme, som bruges i kampen om markedet.

IT udvikler en fortælleramme, der viser at OT-opgaver kan løses helt eller delvist af IT-teknologierne. Fog og Edge Computing er centrale eksempler herpå. OT udvikler omvendt en fortælleramme, der via Industrial Cloud Computing og Industrial Internet of Things (IIoT), fortæller at mange centrale IT-opgaver kan løses via de nye OT-teknologier.

Fog betyder jo "tåge" og skal i denne sammenhæng forstås som en lavt hængende sky. Det er blevet klart for de fleste, at det ikke giver mening at sende alle sine realtime data op i skyen, derfor Fog Computing som et supplement til Cloud Computing.

Det vil reelt ikke kunne lade sig gøre at sende alle sine produktionsdata op i skyen, og under alle omstændigheder være ekstremt omkostningstungt. Både i forhold til kommunikationsbåndbredde og behov for lagringskapacitet vil det give store udfordringer, og den reelle nytteværdi vil være begrænset.

Det er derfor at IT-verden nu arbejder med begrebet Fog Computing, som reelt kan være mange ting. I den klassiske IT-verden, er det decentrale "skyer" der vil kunne foretage lokal datalagring

og databehandling i nogenlunde realtid. I en OT-sammenhæng kunne man tale om virtualiserede PLC'er og andet automationsudstyr.

Edge Computing forstår jeg mere ud fra en IT-netværks anskuelse. Her arbejder man i udkanten af netværket og forsøget at opbygge intelligente hardware enheder (fx switche) der kan foretage automationsopgaver i grænselandet mellem IT-netværket og produktionssystemet.

Spændende nye teknologier og ideer, der helt sikkert vil udfordre vores klassiske automationstrekant. Udfordrer OT teknologierne og vores måde at strukturere vores automations-systemer på. Udfordrer vores OT kompetencer og erfaringer, og dermed i sidste ende vores arbejdspladser.

IoT er charmerende og farlig

Den ultimative IT drøm er at opsamle alle data direkte fra sensorerne i produktionen og sende dem ufiltreret til ERP systemet eller "skyen" for videre bearbejdning. Som bekendt findes djævelen i detaljen. Sagen er at, der jo er en grund til at vi gennem tiden har udviklet vores OT-systemer som vi har.

Vi har adskilt de enkelte funktioner i veldefinerede lag og udviklingen har taget udgangspunkt i de opgaver, der skulle løses her. Vi har sikret en sammenhæng mellem datamængder, realtime anfordringer, tilgængelighed, driftssikkerhed og omkostninger. Med IoT åbnes der mulighed for, at data kan

trækkes ud af automationstrekanten på vilkårlige steder. Ligeledes vil man på sigt også se eksempler på, at data for alvor sendes tilbage fra skyen til automationssystemet. Det udfordrer hele vores måde at tænke automation på.

- Hvordan sikrer du de konsistent data af høj kvalitet?
- Hvordan sikrer du, at der ikke sker "kortslutninger" i dit dataflow?
- Hvordan undgår du at opbygge parallelle systemer?

Såkaldte gode spørgsmål, der ikke umiddelbart kan besvares kort og præcist. IoT piller nemlig ved selve fundamentet i automationstrekanten og omdefinere dataflowet. Spørgsmål som jeg er helt sikker på vil være aktuelle og relevante i den kommende tid, samt give grundlaget for mange spændende dialoger.

Vi skal udnytte alle de nye muligheder som fx IoT giver, vi skal blot videreudvikle det til Industrial Internet of Things. Her er det ikke nødvendigvis de enkelte sensorer, der sender rådata til skyen, men PLC'erne og/eller særlige gateways der gør det.

På samme måde skal vi gøre skyen til en Industrial Cloud Computing, hvor vi sikrer, at usability, pålidelighed og selvfølgelig ikke mindst it-sikkerhed er i fokus. Vi skal udnytte de muligheder som data analytic giver, og dermed supplerer vores OT verden med det bedste fra IT verdenen.

Der er god grund til at opbygge automationsarkitekturen som vi gør. Blandt andet for at sikre overskuelighed, veldefinerede standarder og interfaces, sammenhæng mellem datamængder og kommunikationshastigheder, reaktionstider i styringen, driftssikkerhed og Cyber Security ikke at forglemme, og meget mere.



Automationslagene



Big data er mere end at samle data big time



AF PER JUUL
POULSEN, STRATEGIC
DESIGN DIRECTOR,
COGNANCE

I stedet for at samle data i blinde, gælder det om at samle data, der hjælper med at løse ens udfordringer.

Lamperne på serveren begynder at blinke allerede før startskuddet går. De mere end 250 sensorer leverer hver især tusindvis af målinger, hvert sekund. Motor-temperatur, relativ vind, affjedring, dæktryk, luftmodstand – intet er overladt til tilfældighederne. Bilen, der er baseret på en 3D-printet prototype, testet i vind-tunnel og bygget af de nyeste kunststof-materialer holder intet hemmeligt: Vredet i karosseriet, når den skærer sving nummer 5 som planlagt; hvordan hver af de 35 knapper og drejekontakter på rattet står og hvornår og hvordan de løbende bliver justeret; forbrændingsrate og kvaliteten af brændstofudnyttelsen. Alt bliver streamet live til holdets server på den anden side af jorden på mindre end en tredjedel sekund, aflæst af hold af ingeniører, mekanikere og fageksperter og brugt til at forme strategi, planlægge pitstop og forbedre tiderne i samspil med specialudviklede algoritmer.

Mens det amerikanske Grand Prix i Austin blev kørt i 2014, samlede Formel 1 holdene mere end 243 terabyte rå data på under to timer. Men ét datapunkt blev forbavsende lidt overvåget: Den menneskelige faktor.

Farveblind af data

Vi kender alle de dage, hvor man ikke er helt på toppen, får hældt yoghurt i morgenkaffen, Formel 1 køreren der misser et par gearskift eller mekanikeren, der kommer til at bruge 0,2 sekunder læn-

gere på at skifte venstre forhjul på pitstoppet – det kan vende op og ned på resultatet i en sport, hvor 0,011 sekund kan skille vinder og taber (US Grand Prix 2002). Formel 1 er storforbrugere af Big Data, og indtil for få år siden havde de koncentreret sig om maskinen og glemt at samle data på menneskene omkring den. Den næste store datakilde bliver ifølge flere Formel 1 hold tilgængeliggjort gennem wearables på køreere og teammedlemmer.

Man kan hurtigt blive farveblind, når det kommer til data. Mængderne af rådata kan være overvældende, og der er en klar tendens til at "More is More", når det kommer til data. Som ekstern konsulent på tværs af faggrupper, siloer og firmamure er det for mig klart, at data ikke er et værktøj i sig selv. Først når bevæggrunden bag vores indsamling af informationer er klar, kan vi vælge de datapunkter ud, som kan fortælle os, hvor vi skal afskaffe, tilpasse eller forbedre. Som Susan Etlinger fra Altimeter Group siger: Data skaber ikke mening. Det gør vi.

At data har en hurtigt skrumpende udløbstid bliver også mere og mere aktuelt. Specielt når vi kan tilpasse produktionen til at passe til efterspørgslen, bliver historiske data farlige. Så er det som at navigere efter, hvad der sker i bag-spejlet. En enkelt kunde bemærkede stolt, at i det mindste "har vi god fart på". Data i realtid er et must, og algoritmer der kan forudsige den nære fremtid ses oftere og oftere, men det kræver væsentligt mere IT infrastruktur at mestre og mere fleksibilitet i produktionen.

Stil de rigtige spørgsmål

Glemt alt om at kaste dig blindt ud i Big Data ved at håndtere det praktiske først. At bygge serverstruktur og fastholde alle datapunkter, du har tilgang til, er ikke Big Data. Start med at definere, hvilke spørgsmål der er de rigtige at stille. Hvad skal Big Data hjælpe med at løse?

Hér er der brug for både friske øjne og gamle hænder. At ansætte 20 nye folk til at tænke nyt, kan i bedste fald opnå netop det. Men så går man jo glip af de 20 års erfaring man med slid og slæb har opbygget og ender måske med brandgode nye ideer, der ikke kan omsættes i den infrastruktur, der allerede består.

Kom i mål

Oftentimes bliver Big Data lovprist til at være løsningen på alle problemer, men hvis de interne strukturer halter og medarbejderne alligevel ikke holder sig til de processer, der skal udnyttes, hjælper det ikke med at have en server fuld af data. Start med de oplagte udfordringer, som allerede står klart for virksomheden, er en del af produktionen eller er så indlysende, at man har overset dem. I vores Formel 1 eksempel peger alt på, at det bedre kan lønne sig at undersøge hvornår medarbejdere har en dårlig dag, end at investere millioner i bedre internetforbindelser, der kan gøre dataanalysen et par mikrosekunder hurtigere.

En idé aldrig har revolutioneret noget uden omsætning. Det gælder også for Big Data. Eller som racerkøreren Fernando Alonso fra Williams Martini Racing sagde det: "Enhver kan lave den hurtigste bil til et halvt løb. Det gælder om at komme i mål."



SCADA i skyen er en særlig sikkerhedsudfordring



AF JACOB HERBST,
CTO, DUBEX A/S

Brugen af ordene ICS/SCADA og cloud i samme sætning kan få det til at løbe koldt ned af ryggen på enhver, der arbejder med it-sikkerhed. For selvom anvendelsen af cloud-løsninger giver en lang række praktiske og økonomiske fordele, ændrer det også hele risikobilledet, og kræver en ny, anderledes og mere krævende sikkerhed.

Traditionelt er ICS- og SCADA-miljøer hostet i ens egen infrastruktur og beskyttet af den sikkerhed, der er omkring virksomhedens perimenter. Ofte er der desuden etableret en segmentering i forhold til virksomhedens øvrige it-systemer.

Brugen af cloud-løsninger ændrer imidlertid hele risikobilledet omkring ICS/SCADA-systemet. Derfor er det vigtigt at vurdere det ændrede risikobillede og kende ens risikoappetit, samt parathed til at afgive den følelse af kontrol som det giver selv at have systemerne kørende. Således skal konsekvenserne ved datatab, datakompromittering, tab af kontrol eller manglende service vurderes i forhold til den nuværende situation samt fordele og ulemper ved brugen af cloud.

Til en start skal det besluttes, hvilke dele af ICS/SCADA-systemet der flyttes i skyen. Hvis hele SCADA-miljøet inkl. processtyringen flyttes, er der krav om konstant forbindelse. Hvis kun operatør- og dataopsamlingen flyttes, er kravet til tilgængelighed ofte mindre. Tilsvarende

er risikobilledet et andet hvis kun dataopsamling og analyse flyttes. Det kan også tænkes, at man bibeholder selve SCADA-kontrolsystemet on site, mens dataopsamling og analyse flyttes i skyen.

Fra et sikkerhedsperspektiv giver SCADA-systemer en række særlige udfordringer. Traditionelt har man en meget afventede tilgang til sikkerhedsrettelser. Ved brugen af cloud-løsninger, bliver systemerne imidlertid mere tilgængelige og man er derfor nødt til at lappe sikkerhedshuller meget hurtigere. Derfor bliver både overvågning og håndtering af sårbarheder væsentlig vigtigere. Mange SCADA-løsninger bygges desuden på ældre teknologi og protokoller, hvor sikkerhed ikke er ordentlig indbygget. Eksempelvis understøtter de mest udbredte SCADA-protokoller ingen, eller kun mangelfuld, kryptering og autentifikation. Hvis al SCADA-funktion flyttes i skyen, er det derfor vigtigt at sikre kontrolkommunikationen, som ellers er sårbar overfor aflytning, manipulation og forfalskning. Det kan eksempelvis ske ved at benytte en VPN forbindelse.

ICS/SCADA-systemernes særligt høje krav til opetid og tilgængelighed hænger på papiret godt sammen med brugen af cloud. Integrationen med cloud-løsninger introducerer dog et nyt niveau af kompleksitet, som er vigtigt at adressere: For skal man udnytte tilgængeligheden af cloud-løsningen, kræves det at forbindelsen til clouden er ligeså stabil.

Valget af cloud-serviceudbyder bør vurderes i forhold til ens krav til sikkerhed og funktionalitet. Såfremt man søger en infrastruktur til afvikling af ens eget SCADA-miljø, vil man oftest gå til de store udbydere som Amazon, Microsoft og Google, der har godt styr på deres interne processer. Ønskes en udbyder, som leverer særlige SCADA-services, er valget ofte sværere, da leverandørerne er mere specialiserede og kravene for deres services derfor er mere specifikke. Igen er det væsentligt, at der

foretages en sikkerhedsvurdering, som sammenholdes med ens risikoappetit.

Endelig skal man naturligvis være opmærksom på de sædvanlige sikkerhedsudfordringer, hvor mangelfuld brugerstyring og dårlige/kompromitterede passwords vedbliver at være et af de største sikkerhedsproblemer ved cloud anvendelse.

Migrationen af SCADA-systemer til cloud er stadig et område med få erfaringer. I lyset af den modning af cloud-services, vi har set de senere år, og de fordele det medfører, er det dog et område, der vil udvikle sig. Det kræver seriøs overvejelse at flytte i cloud og man er nødt til komme omkring mange forskellige spørgsmål. De to væsentligste er

- Risikovurdering – Hvordan ændres risikoen – på godt og ondt – ved brug af en cloud løsning? Det vil sige i forhold til tilgængelighed, integritet og fortrolighed. Alle disse ændres, når vi flytter fra onsite til cloud.
- Forventningsafstemning – Hvad leverer og kan cloud leverandøren, og hvad skal du selv gøre? Det vil sige at få klare aftaler mht. hvilke opgaver der løses af leverandørerne og hvilke man selv skal løse. Afhænger meget af hvilken løsning der købes – er det "bare" infrastruktur eller er det en fuld service. Få afklaret hvem står for opdateringer, ændringsstyring, af-testning, overvågning, reaktion og vurder, hvilke kompetencer leverandøren har at byde ind med.

Ved et skift til cloud er det således vigtigt, at være opmærksom på det ændrede risikobillede, så skiftet sker på en kontrolleret måde, og man ikke mister overblikket eller kontrollen med sin sikkerhed i processen.



AF DAVID BOJSEN,
CLOUD SOLUTION
ARCHITECT,
MICROSOFT

Den forbundne fabrik

Det er ikke et spørgsmål om et enten-eller men et både-og. Data skal behandles både i skyen og i automationslaget.

Fordelene ved at forbinde sin fabrik med skyen er mange. De begrundelser vi oftest hører fra vores kunder inkluderer:

- At få et samlet overblik, der dækker alle forretningsenheder og fabrikker
- Centraliseret overvågning og mulighed for bedre opfølgning, f.eks. ved at kunne lave realtids advisering af operatører
- Samkørsel af data fra lignende installationer til at få større indsigt i datamønstre
- At flytte rapportering til en central løsning, så komplekse beregninger som f.eks. OEE kan udføres uden, at man behøver at vedligeholde store IT installationer på forskellige lokationer
- Samkørsel af produktionsdata med andre datakilder som kan stamme både fra egne systemer, men også eksterne data som for eksempel vejrdata, valutakurser, el priser og lignende.

OT lokalt og i skyen

De fleste af vores kunder fortsætter med at køre deres OT (Operational Technology) teknologier – som f.eks. MES – lokalt, mens skyen i større grad benyttes til at overtage elementer af SCADA systemer samt de løsninger, der bruges til lokal rapportering. Automatiseringslaget

bør som udgangspunkt stadig ses som en vigtig del af fabrikken, når den er blevet "forbundet".

Denne tilgang er helt i overensstemmelse med Microsoft's IoT vision, hvor vores primære mål er at indsamle og analysere de data, som enhederne allerede genererer og benytte disse til at give indsigt. Denne indsigt kan bruges til rapportering og samtidig fungere som beslutningsstøtte og/eller til at udarbejde automatiserede beslutninger, som kan integreres helt ind i eksisterende forretningssystemer som ERP, CRM og WorkOrder management.

Ved at have data fra flere enheder/fabrikker samlet i én løsning, muliggøres scenarier baseret på machine learning. For eksempel prædiktiv vedligeholdelse, hvor mønstre i data kan benyttes til at servicere diverse enheder i en rytme, der passer til det faktiske brug og slitage i stedet for fastlagte planer, der som udgangspunkt altid er meget konservative omkring slitage.

Overblik over forskellige datakilder – ud over sensordata – der kan bruges, hvis man ønsker mere prædiktiv vedligeholdelse fremfor "reaktiv" vedligeholdelse.

Varme og kolde datastrømme

Til at starte med skal enheder forbindes med skyen og sende deres data dertil. Dette opnås nemmest og sikrest ved at benytte de kildekode biblioteker, som vi stiller gratis til rådighed.

De fleste fabrikker vil med fordel benytte Azure IoT Gateway SDK, som samler data fra alle enhederne på en lokal kation og samlet sender dem op til sky-

en. Som udgangspunkt sendes alle data til samme tjeneste i skyen, hvilket giver både en meget simpel arkitektur samt en sikkerhedsopsætning, som er meget enkel og pålidelig.

Derefter gør de fleste kunder det, at de deler data i varme og kolde datastrømme, en såkaldt Lambda arkitektur (<http://lambda-architecture.net/>). De varme datastrømme behandles så hurtigt som muligt og sendes direkte til visuelle dashboards, mobile applikationer/notifikationer eller bagvedliggende IT systemer. De kolde datastrømme gemmer som udgangspunkt blot data til en senere behandling med processer, der ikke behøver realtids opdatering. Der er typisk meget at spare ved at køre batch behandling i stedet for kontinuerligt. Typisk bruges de kolde data derefter til at søge efter korrelationer i data, som kan bruges til at forbedre effektiviteten, hvorefter denne indsigt bruges til bedre behandling af de varme datastrømme.

Sikkerhed

Der er naturligvis en masse overvejelser omkring sikkerhed, når man ønsker at benytte en løsning i skyen.

Groft sagt kan sikkerhed omkring IoT deles op i tre kategorier.

1. Sikkerhed omkring enheden. Her er der tit tale om primært fysisk sikkerhed, og denne sikkerhed er uændret fra traditionelle løsninger.
2. Sikkerhed omkring forbindelsen. Det skal sikres, at data transporteres på en sikker måde, og at der er garanti for leveringen.

Ved at benytte vores (open-source) biblioteker til dette fås den højeste sikkerhed, vi kan opnå.

3. Sikkerhed i/om clouden, hvor data opbevares, processeres og visualiseres.

Microsoft Azure er en meget sikker løsning, hvor data både opbevares og transporteres krypteret, hvilket også bevidnes af talrige certificeringer. Se evt. mere på Microsoft Trust Center.

Åbent økosystem

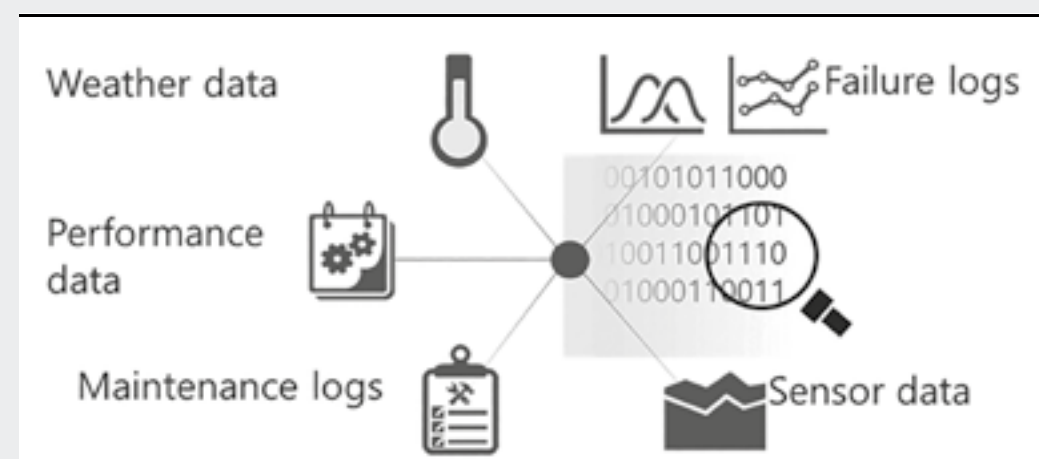
Microsofts Azure IoT Suite er bygget op omkring åbne standarder som OPC-UA, MQTT, AMQP og HTTPS.

Kildekoden til vores forbindelses-mekanismer (device/gateway connectivity) er frigivet som open source og er frit tilgængeligt på GitHub.

For at sikre det bedst mulige samspil mellem fabrikken og skyen samarbejder Microsoft med en meget bred vifte af leverandører indenfor automatisering.

Microsoft deltager aktivt i både OPC Foundation og Open Fog Consortium for sammen med andre spillere på markedet af fastsætte åbne standarder.

Microsofts Azure IoT Suite er en modulær platform, hvor man kan sammensætte sin løsning både ved hjælp af Microsoft komponenter og tredjeparts eller open source komponenter.



Arlas produktionscloud

"I Arla ser vi streaming af data fra produktion til skyen som en del af vores fundament for automatisering og digitalisering. Skyen giver os nye muligheder, hvad angår data adgang, analyser, machine learning og rapportering. Men nok vigtigst, så giver skyen os en fleksible platform for digitalisering, hvor vi bevarer kontrollen og let kan "plug&play" digitale services i takt med at behov og teknologi opstår"

Steffen Lundgaard Jørgensen, Arla,
IT architect for Industrial IoT

De digitale gevinster ligger lige foran næsen på os



AF CHRISTINA NISSEN KRISTENSEN, KONCEPT INGENIØR, ELTRONIC

“Den Digitale Fabrik”, er et godt stykke vej fra at blive til virkelighed og danske produktions-virksomheder har svært ved at vælge løsninger, selvom markedet er fuld af produkter og teknologier. Eltronic giver her et bud på en tilgang, der kan bruges.

På trods af de mange muligheder og teknologier er ideen om den “Digitale Fabrik” stadig langt fra realiseret i danske produktionsvirksomheder. Den massive mængde af teknologier og muligheder, har gjort det svært for danske virksomheder at navigere mellem de teknologier, som bidrager til øget performance.

Indtil nu har fokus været på teknologierne, men der er et behov for viden om, hvordan vi får dem implementeret i danske produktionsvirksomheder.

Digitale stadier

Danske produktionsvirksomheder er på mange forskellige stadier. Nogle produktioner er langt fra automatiserede er det kun sporadisk og opsamling af data er næsten ikke eksisterende. Hvorimod andre har automatiseret store dele af produktionen, men mangler den sidste del, at få koblet alt dette sammen og udnytte datene intelligent.

Her handler det om at belyse og visualisere, det stadie virksomheden er på i dag, ved at kortlægge de nuværende processer og systemer.

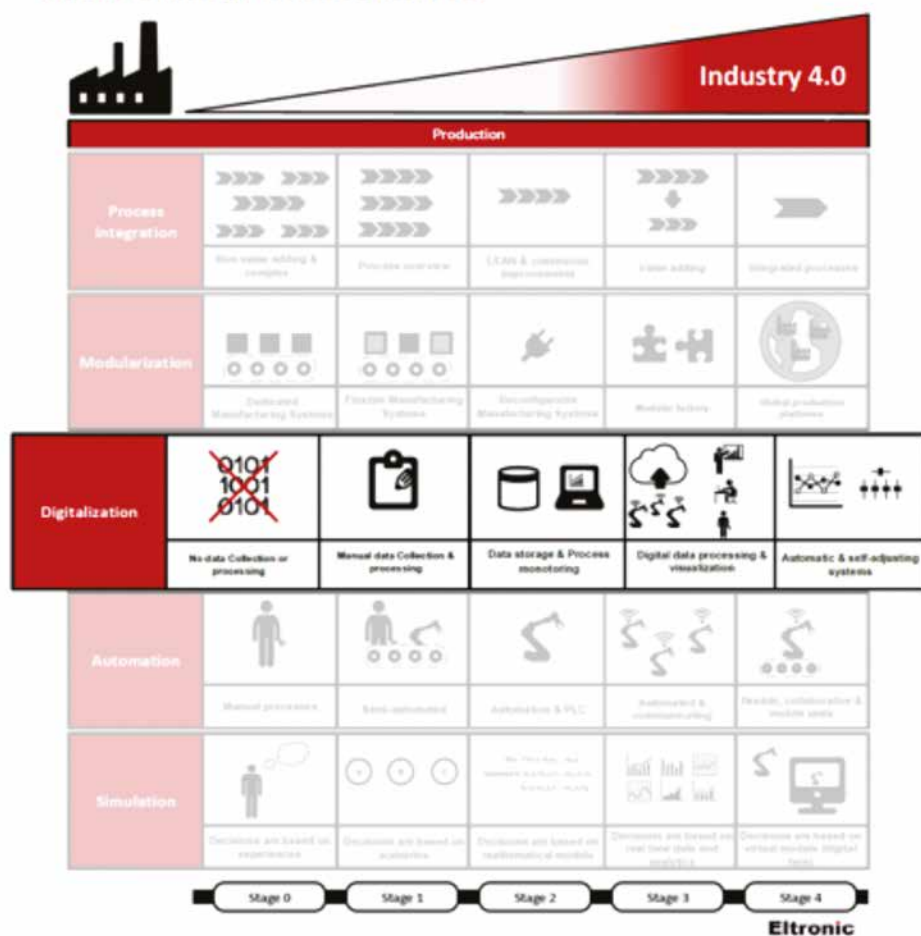
Eltronic har udviklet en Industri 4.0 Assessment, som bidrager til at rådgive danske virksomheder med at identificere det stadie virksomheden er på, og hvor de gerne vil hen med struktureret handlingsplaner til følge.

Ved at man kortlægger det nuværende procesflow, helt fra råmateriale til et færdigt produkt, samt indsamle informationer og data af alle værdiskabende og mellemliggende aktiviteter, er det lettere at spotte områder, hvor der er potentiale for forbedringer.

Det næste skridt i processen til den digitale fabrik er at re-designe og illustrere det fremtidige “perfekte billede” – future state – med de muligheder og teknologier der tilgængelige. Her handler det selvfølgelig om at designe processen med de teknologier der så vidt muligt øger performance som for eksempel:

- Reducer manuelle registreringer
- Reducer stop årsager for maskinnedbrud
- Reducere spild og fejl
- Reducere ensidigt gentagende arbejde
- Reducere transporter og håndteringer
- Opnå sporbarhed
- Fremme hurtigere information flow samt beslutningstagning

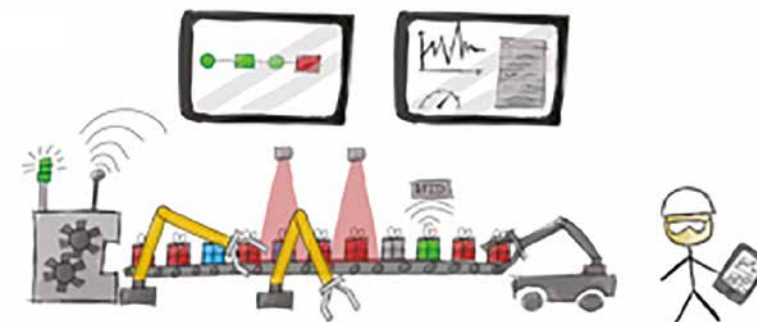
Eltronic's Industry 4.0 Assessment tool



Current state



Future state



Tilgangen “current state” og “future state” er ikke ny. Vi har set den i mange år, når virksomheder har fortaget lean eller optimerings-projekter. Forskellen i dag er, at vi tænker i teknologiske løsninger og radikale ændringer fremfor små inkrementelle forbedringer. Det er i denne sammenkobling af LEAN, procesoptimering og teknologi, vi finder potentialet ved “Den Digitale Fabrik”.

En simpel start kunne fx være, at man fik identificeret, hvor man kan opsamle data. Det næste skridt kunne så være, at man fik alt dette koblet sammen og visualiseret resultaterne. Allerede her, er man nået et godt stykke vej.

Der findes produkter på markedet, hvor vi let kan få opsamlet data og visualiseret dem. Det væsentlige er, at der ligger et stort arbejde med at få analyseret denne data, så vi kan bruge den til at forbedre processerne.

Analyse af data er ikke en simpel og ligetil opgave. Det kræver nogle trial and error runder, samt en stor del proces knowhow fra operatør- og vedligeholdelses-medarbejdere. Endvidere er det vigtigt, at der lægges en indsats i at udtænke, hvilke aktioner produktionsmedarbejderne skal udføre, når processen afviger fra normalen.

En anden og meget vigtig ting, der er blevet mulig med nye teknologier er at præsentere de rette data for de rette personer på det rette tidspunkt. Tidligere har man ofte skulle søge i datae-

ne for at få de informationer, som netop denne person havde behov for. I kraft af, at både fabrikkerne og personerne bliver online, er det nu muligt at pushe lige præcis de data en person har brug for på det tidspunkt, hvor personen har brug for det.

Digital Businesscase

Ved at adressere “current state” og “future state” finder man potentialet og fundamentet til en solid digital businesscase.

Det handler om at visualisere potentialet. Ved at vi kan sammenligne to stadier, finder vi hurtig ud af hvor stort et uforløst potentiale, der ligger i den digitale fabrik. Det er selvfølgelig et projekt i sig selv at kunne se helheden og få den visualiseret, men ved at få dette synliggjort er man nået et godt stykke vej til en solid businesscase.

Det er i gabet i mellem de to stadier, at potentialet så som følgende findes:

- Øget produktivitet
- Øget kundetilpasning
- Kortere leveringstid
- Øget kvalitet og sporbarhed
- Mindre kapitalbinding
- Øget hastighed på innovationen
- Digital kundeservice

I takt med, at vi ændrer tankesættet fra inkrementelle forandringer og sub-optimering til radikale og teknologiske ændringer, skal måden vi måler på også ændres. I mange virksomheder har målet hvert år været en procentvis stigning i produktivitet igennem “continuous improvement” initiativer.

For at udnytte det potentiale den digitale fabrik bringer, er det vigtigt, at virksomheder ændrer den måde, man tænker på produktivetsforbedringer og måden man angriber optimeringsprojekter. Her anbefales, at man ændrer synet til at se på helheder med store spring i produktivetsforbedringer til følge. Det er først der, vi for alvor får solide businesscases.

Potentialet ligger lige foran

Teknologierne er tilstede og potentialet kan realiseres via IIoT og digitalisering, hvor vi skaber konkrete og forretningsorienterede businesscases med fokus på at simplificere og stabilisere processer. Det er Eltronics erfaring, at den digitale transformation starter, hvor virksomheden er i dag og at det er her potentialet findes.

Uden standarder ingen smart produktion



AF LISA OLUFSON
KLÆSØE, DANSK
STANDARD

Der skal standarder til for at kunne digitalisere.

Internet of Things (IoT), smarte apparater, robotter og sensorer bliver en stadig større del af dansk produktion, og flere danske virksomheder er begyndt at leve og udvikle smarte produkter og software, der kan støtte op om den digitale udvikling. Men der er brug for fælles standarder på området.

– Hvis de forskellige intelligente løsninger skal kunne tale og arbejde sammen, er det en forudsætning, at der eksisterer fælles internationale standarder på området. Der findes rigtig mange forskellige standarder, men flere af dem er uforenelige. Derfor arbejder vi på standardiseringsområdet på at sikre fælles standarder, der kan få tingene til at tale sammen på tværs af områder og teknologier, fortæller Regnar Schultz, seniorkonsulent i Dansk Standard.

Standarderne baner vejen

Som udgangspunkt for denne udvikling benytter man RAMI, der er referencearkitekturmodellen for Industri 4.0.

– RAMI danner rammen for kommunikation på tværs. Der er således koblet en masse standarder op på RAMI-modellen, fortæller Regnar Schultz og uddyber:

– RAMI-modellen kan deles op i to dele. Den overordnede del, entreprise, der handler om planlægning og rapportering, altså selve virksomhedssystemet. På dette niveau er det særligt ISO-standarder, man arbejder med. Og så er der den operationelle del, der handler om kommunikation mellem maskinerne på fabriksgulvet. Her er det særligt IEC-standarder, det handler om.

Standarderne skal sikre, at der både kan kommunikeres på tværs på de enkelte niveauer og også niveauerne imellem.

– Der er et hav af standarder. Mange af dem er færdige, nogle er ved at blive reviderede og nogle er slet ikke lavet endnu. Min vurdering er, at man er rimeligt langt, men der er endnu også en del, der mangler, før man kan få det hele til at hænge rigtigt sammen, siger Regnar Schultz.

Trådløs kommunikation skaber nye udfordringer

Ifølge Regnar Schultz er meget på produktionsgulvet digitaliseret. Det nye er den trådløse kommunikation og det, at selve fabrikationsemnerne bliver i stand til at snakke med omgivelserne. Det er altså emnet selv, der fortæller, hvordan det skal behandles i næste proces uden brug af stregkoder mv. Og det kræver fælles standarder.

– Når vi taler trådløs kommunikation er der desuden en udfordring i form af forstyrrelser. Når der er mange signaler i luften, er det jo vigtigt, at de ikke forstyrrer de forskellige apparater. Det findes der også standarder for, og der er flere undervejs, fortæller Regnar Schultz og understreger, at det også er noget,

der bliver taget højde for i det nye radio-udstyrsdirektiv, RED.

Øget digitalisering kræver fokus på security

En anden udfordring i forbindelse med øget digitalisering er security. I takt med at flere og flere maskiner og mere udstyr bliver koblet på internettet og udveksler data på kryds og tværs, stiger risikoen for at fortrolige oplysninger misbruges eller systemer kompromitteres. Derfor er security en forudsætning for, at danske virksomheder kan satse fuldt ud på digitalisering. Og i forhold til fabriksautomation er security-standarden IEC 62443 ifølge Regnar Schultz grundstammen.

– Et af de vigtige emner, når vi taler Industri 4.0, er koblingen mellem sikkerhed for omgivelserne og security. Vi har netop igangsat en stor revision af standarderne for sikkerhed i automationssystemer (IEC 61508), så de nu både ser på sikkerhed og security. Det er jo altafgørende, at hackere ikke kan få adgang til at kompromittere apparaternes sikkerhedssystemer, siger Regnar Schultz.

Fælles standarder styrker eksport

Standarder er på den måde en forudsætning for Industri 4.0 og for, at forskellige intelligente løsninger kan arbejde sammen. Samtidigt vil fælles internationale standarder give virksomhederne bedre eksportmuligheder.

– Vi arbejder i Dansk Standard på at styrke danske virksomheders indflydelse på internationale standarder og på den måde sætte rammerne for fremtidens markedskrav. Dermed skabes bedre eksportmuligheder for danske virksomheder, siger Regnar Schultz.

Dansk Standard har bl.a. nedsat et forum for Internet of Things, som samler virksomheder, organisationer og myndigheder, der har en interesse i den fremtidige standardiseringsindsats på området. Forummet skal bl.a. være med til at sikre, at de fremtidige indsats tager udgangspunkt i danske virksomheders behov. Det kan ses her: ds.dk/IoT-forum.

Synlighed, debat og netværk i højsædet



AF FORMAND
FOR DAU
FRANK FAURHOLT,
SIEMENS

Formanden for DAU lægger i sin beretning for 2016 vægt på nye initiativer og at DAU skal være synlig i debatten om automation. Læs high-lights her.

Nyt netværk for industriel IT-sikkerhed

I forlængelse af DAU's konference om Industriel IT-sikkerhed i efteråret 2015 lancerede vi et nyt netværk om industriel IT-sikkerhed (OT-sikkerhedsnetværk). Netværket drives af DI's IT-sikkerhedsekspert Morten Rosted Vang, DI Digital, og der har vist sig stor medlemsinteresse i netværket.

Øget synlighed og debat

Vi bestræber os løbende på at blive mere synlige og skabe større opmærksomhed om automation og industriel IT. Vores LinkedIn-gruppe har nu omkring 1200 medlemmer, og der kommer gang i forskellige diskussioner i vores gruppe. Derudover har jeg fortsat min blog om automation og industriel it hos Ingeniøren og vi har et godt samarbejde med IDA, hvor jeg bl.a. deltager med oplæg om automation og industri 4.0.

Endnu et nyt netværk

Vores uddannelsesudvalg har intensiveret samarbejdet med DTU og andre uddannelsesinstitutioner. I 2016 har vi endda lanceret et nyt netværk for automationsuddannelser. Dette netværk bliver sekretariatsbetjent af DI's erhvervsuddannelsesafdeling ved Christine Bernt Henriksen.

Konferencer i 2016

Konferencerne har holdt et højt fagligt niveau med både danske og udenlandske eksperter. Der deltog samlet set omkring 240 deltagere i de fire konferencer i 2016. Det er lidt mere behersket end normalt, hvilket må tilskrives, at vi kom lidt for sent i gang med markedsføringen og havde udskiftning i bemanningen på nogle af opgaverne.

DAU-bladet

Vi har som vanligt udgivet 4 numre af DAU-bladet. Alle på et højt fagligt niveau og med et indbydende layout. Der er lagt et stort og dygtigt frivilligt arbejde i disse blade. I 2016 har opgaverne samlet sig om få personer, som har løftet meget. De skal have en særlig tak for indsatsen. Vi har nu indført en turnusordning i medieudvalget, samt i et vist omfang benyttet os af betalte skribenter.



Tryout 2016

DAU fortsatte medlemsfremgangen i 2016. Det skyldes blandt andet kampagnen "Tryout 2016", hvor nye medlemmer og abonnenter helt uden bindinger kunne se os an frem til 1. januar 2017.

Som led i Tryout 2016 kampagnen modtog DAU 13 nye medlemmer eller abonnenter i løbet af 2016 og godt halvdelen af virksomhederne har meddelt, at de fortsat ønsker at være knyttet til os. Vi glæder os over hver enkelt indmeldelse, og vi vil gøre umage med at leve op til tilliden fra både nye og oprindelige medlemmer/abonnenter.

Økonomi til mere

Takket være de tidligere års gode resultater har vi en bundsolid økonomi i DAU, trods et lille minus i 2016. Vi forventer i 2017 igen at få sorte tal på bundlinjen, via en målrettet fokusering på planlægning og markedsføring af vores DAU konferencer. Den solide drift og den forventede stigning i medlemskontingent fra 2016 betyder, at vi kan søsætte flere aktiviteter.

Bestyrelsesnetværk

Både til de nye og de "gamle" bestyrelsesmedlemmer i DAU's bestyrelse, vil jeg give en stor tak for et inspirerende samarbejde i det forløbne år. Jeg oplever en positiv og konstruktiv stemning i bestyrelsen, med et godt netværk og en god udveksling af ideer til fremtidige nye aktiviteter.



Regnar Schultz:

– Hvis intelligente løsninger skal tale sammen, forudsætter det fælles internationale standarder.



Fra analog til digital teknologi



AF HANS MØLLER RASMUSSEN, CIVIL INGENIØR

En humoristisk, tankevækkende og personlig frontberetning fra pionerdagene i dansk teknologi.

'Det tog lang tid, men den gik hurtigt', sagde Victor Borge, da en journalist spurgte ham, hvordan det var at blive 80 år. Det passer også på den digitale teknologi. Noget af det tidligste skete med telefonrelæer eller radiorør – i princippet et for hver binær bit – 0 eller 1. Først med transistoren kom der gang i det.

Krystaldetektoren blev opfundet i 1906, men først forstået i 1949, da Schockley og to andre ville vide, hvorfor krystalapparatets detektor egentlig virkede. Find selv den første transistor på nettet. Det kan enhver jo gøre, fordi vi allerede nu har internettet. Som faktisk blev opfundet på CERN i Schweiz. Find også det – på nettet altså.

Jeg mødte transistoren i praksis i mit første job. Med speciale i elektriske maskiner. Året var 1959 – altså bare ti år efter transistorens opfindelse.

Store elmaskiner, jævn eller vekselstrøm, var besværlige at styre. Jeg blev spurgt, om jeg vidste noget om transistorer. Ja, jeg havde læst en del som stud.polyt. Køb et par stykker, og lad os se, hvad de kan, sagde chefen for A/S Titans laboratorium. Jeg købte to stk. fra General Motors. Og prøvede at koble dem op for at måle på dem. Pfffft, sagde den første, den næste med. 'Skidt, køb

en posefuld, og lad os se' lød svaret. Og jeg fik styr på dem. Det, som endnu forbløffer mig selv, at med et par transistorer på størrelse med bukseknapper lykkedes det mig at styre omdrejningstallet på en 32 kW Titan jævnstrømsmotor. Uden at noget pfffft...

Den næste opgave fulgte tilfældigvis næsten straks. Den britiske dronning Elisabeth skulle besøge Danmarks radio på Frederiksberg nogle uger senere. Men DR's fine, ny TITAN-elevator bummede og hoppede, når man trykkede på knapperne.

'Kan vi styre den, så den kører og stopper blødt?' ønskede man omgående svar på. Opgaven blev min. Utroligt, men det lykkedes – med seks transistorer. I dag bruger man computerstyring – og undrer sig ikke over det. Selv om resultatet af den slags altså – selv i dag – er en analog funktion.

Men selvste den britiske dronning indviede altså min første, egentlige styringsopgave.

Og jeg fik nye opgaver. Efter bare et år fik jeg opfordring til at blive laboratoriefachef i Dansk Servoteknik, som var åbnet få år før, af Søren T. Lyngsø.

Han lavede styring og måling. Til store kraftanlæg, elværker, højspændinglinier, vand-, gas- og mange andre slags værker. Han havde indset behovet, og tillige, at dette oftest bestod i at styre en ventil, som skulle kunne drejes og finde en bestemt stilling. Hvilket betød, at stillingen skulle måles – fjernmåles –

med stor nøjagtighed. Han havde kun radiorør, da det lykkedes ham at beherske sit speciale. Og da han så fandt på at benytte et drejespoleinstrument, så at sige 'omvendt', kunne han fjernmåle, hvad han ville, og dermed også fjernstyre ventiler og alt muligt andet.

Men tilbage til transistoren.

Min lærer, den kreative professor Lars Hyldgaard-Jensen, havde bidt mærke i mine interesser. I de sidste studieår foreslog han mig et par bifag, feltteori og filosofikum. Det sidste naturligvis ved Københavns universitet. Professor Jørgen Jørgensen der forelæste i bl.a. formel logik (som også kunne forstås som binær algebra) Jeg fik aldrig selve prøven, da jeg, som man sagde på 'kontoret', ikke var 'akademisk borger' – altså uden studentereksamen. Men som Hyldgaard-Jensen også udtrykte det: Når vi nu har transistorer som forstærker-elementer,

er der ingen grænser for nogen størrelse af data-systemer. Han var kreativ, men døde alt for tidligt.

Han godkendte min (hans?) plan om at lave eksamensprojekt på DASK – og programmere konstruktionen af et både termisk og mekanisk system, nemlig afkølingskravene til store transformatorer. Det endte med mange timer natarbejde med at indkøre det program, jeg møjsommeligt prentede med blyant – i alt godt 800 kommandoer, udtrykt i binære tal. DASK – førnævnte første computer i Danmark – havde ikke noget programmeringssprog i 1957!

Alt skulle skrives i maskinsprog, altså i binære talværdier. Og indlæses i computerens beskedne memory på 4 kilobits, med en fjernskriverstrimmel fra en håndbetjent 'hullemaskine'. Et under, at det gik. Med en hob af fejl, som derfor krævede en masse omkørsler. Altid om natten, hvor min kone ofte var

med, bl.a. for at holde styr på de enkelte strimmelstumper. Ubegribeligt, at det lykkedes. Opgaven – størrelsen af radiatoroverfladen på en olieølet transformator. Data hertil havde jeg fundet under et 3 måneders ophold hos ASEA transformatorafdeling i Ludvika.

Løsningsprincippet, jeg brugte, var en slags iterations-kredsløb, hvortil man kunne indlæse en tilfældig værdi – i kvadratmeter køleflade. Så beregnede programmet ved gentagne forløb den endelige køleflade i kvadratmeter, og dermed antal af radiatorer. Jeg afleverede som færdigt eksamensprojekt en lille rulle fjernskriverstrimmel og et systemdiagram med godt 800 ordrer – og bestod. Det var første gang DASK blev

Jeg mødte transistoren i praksis i mit første job. Jeg blev spurgt, om jeg vidste noget om transistorer. Ja, jeg havde læst en del som stud.polyt. Køb et par stykker, og lad os se, hvad de kan, sagde chefen. Jeg købte to. Pfffft, sagde den første, den næste med.

brugt til rent mekanisk-tekniske beregninger. Udover skydetabeller til forsvarret, altså.

Og hvor er vi så nu. Ja, jeg mener jo, at min læremester Lars Hyldgaard-Jensen, fik ret i, hvad han sagde. 'Ingen grænser for binære systemer!' Præcis det, som er inden enhver form for apparat med digital styring – fra banale mobiltelefoner med 3-4 milliarder 'transistorer' til fjerstyrede rumfartøjer – store og små på vej igennem hele solsystemet.

Skal vi forvente jordfolk boende fast på såvel Mars som Tellus, vores endnu blå jord?

Jeg er trods ikke blandt dem, som håber på det, vi så flot kalder kunstig intelligens. Man kan måske – allerede nu – opleve det faktum, at selv verdens bedste skakspillere kan tabe til en computer. Men virtual reality er sikkert allerede reality – selv om det nok er svært på sigt at se et sagligt formål dermed.

Og kan vi stole på sikkerheden i de efterhånden allestedsnærværende anlæg og systemer i samfundet? Flere whistle-blowers har gjort samfundet den tjeneste at vise, hvor let cyber-teknikken kan bryde sammen, hvor sårbare vores offentlige og private datasystemer er overfor ildesindede angreb.

Har du lyst til at læse mere om denne industrielle epoke, så gå på biblioteket og find: "De fem enkle maskiner" af Hans Møller Rasmussen.



DAu bladet støttes af følgende sponsorer:



Har I lyst til at være med til at sponsorere DAu Bladet? Så send logo i en højopløselig fil til dau@dau.dk. Det koster 4.000 kr. + moms per fire DAu blade.

	Stor virksomhed (flere end 20 ansatte)	Lille virksomhed (20 ansatte eller færre)	
Bliv medlem eller abonnent	DAu-medlem		
	Kontingent	8.500 kr.	3.400 kr.
	Konferencegebyr*	1.900 kr.	1.900 kr.
	DAu-abonnent		
Abonnement	8.500 kr.	3.400 kr.	
Konferencegebyr*	2.200 kr.	2.200 kr.	

* for andre er konferencegebyret 3.900 kr.

**Se mere om
DAu på
hjemmesiden
www.dau.dk**