

Analyse af AMU-uddannelsesbehov for tekniske designere



Indholdsfortegnelse

Indledning	4
Metodeovervejelser	4
1 Udviklingen i tekniske designeres opgaver	5
1.1 Fra 2D til 3D	5
1.2 Fra 3D til digitale tvillinger.....	7
1.3 Den generelle kompetenceprofil i Industri 4.0	8
1.3.1 Tekniske designere som dokumentationsspecialister	9
1.4 Opsamling	10
2 Udviklingen inden for teknisk design i industrien	11
2.1 Digitaliseringens udfordring af serielle processer.....	12
2.2 Tekniske designeres arbejde med modellering i industrien	13
2.3 Virtual Reality	14
2.4 Augmented Reality og Mixed Reality	16
2.5 3D print.....	17
2.6 Visualisering	17
2.7 Dokumentstyring	18
2.8 Opsamling	18
3 Teknisk design inden for bygge- og anlægsområdet	20
3.1 Bygnings Informations Modelling - BIM	20
3.1.1 Digitale tvillinger i bygge- og anlægsområdet.....	23
3.1.2 BIM og tekniske designeres arbejde.....	23
3.1.3 Overlap mellem byggeri og industriel produktion	25
3.2 Opmåling og scanning med droner.....	26
3.2.1 Punktskyer som grundlag for 3D-modeller	27
3.3 Opsamling	28
4 Det kommunale område, landmåling og forsyning	28
4.1 GIS – Geografisk InformationsSystem	29
4.2 Øvrige områder	30
4.3 Opsamling	31

5	Nuværende udbud af AMU-kurser for tekniske designere	31
5.1	FKB Planlægning, styring og samarbejde i bygge & anlæg	31
5.1.1	Tilkoblede mål til FKB 2258.....	32
5.1.2	Konklusion.....	34
5.2	FKB Teknisk dokumentation i industriel produktion	35
5.2.1	Tilkoblede mål til FKB 2779.....	35
5.2.2	Konklusion.....	38
6	Afrunding og anbefalinger	38
6.1	Tilkobling af eksisterende AMU-mål til ny FKB	38
6.2	Behov for nye AMU-mål.....	39
6.3	Afsluttende bemærkninger.....	40

Indledning

Formålet med denne analyse er at undersøge efteruddannelsesbehovene inden for teknisk designeres arbejdsområde med henvisning til den øgede digitalisering af design- og konstruktionsprocesser i industrien og i bygge- og anlægsområdet. Indførelsen af industri 4.0 teknologier og løsninger i industrien samt build 4.0 i bygge- og anlægsbranchen antages i ganske høj grad at berøre de arbejdsområder, som tekniske designere varetager i virksomhederne.

Analysen skal medvirke til at skabe et grundlag for, at sikre et relevant udbud af AMU-kurser til målgruppen inden for teknisk designområdet.

Analysearbejdet er gennemført af Svend Jensen, ERA – Erhvervspædagogisk Rådgivning i samarbejde med chefkonsulent Jørn Hedin fra Industriens Uddannelser. Følgende virksomheder har deltaget i analysearbejdet:

Svendborg Brakes

Danfoss i Kolding

Tucoværftet i Faaborg

Herning Kommune (teknik og miljø)

ÅF Buildings Denmark i Herning

Eseebase i Herning

Aarhus Vand

Hans Jensen Lubricators, Hadsund

Brüel & Kjær i Nærum

Akva Group Land Based i Vejle

Chr. Hansen i Hvidovre

LS Trapper i Ølgod

Geopartner Landinspektører i Viborg

Vissing Agro i Brædstrup

Ambercon i Støvring

Ud over besøg og interviews i ovenstående 16 udvalgte virksomheder bygger analysearbejdet på en workshop med en række skoler, der gennemfører uddannelse og efteruddannelse inden for teknisk design. Det drejer sig om Svendborg Erhvervsskole & Gymnasier, Syddansk Erhvervsskole, EUC Syd, Techcollege, Roskilde Tekniske Skole og Next. I workshoppen deltog desuden formandskabet for det faglige udvalg for uddannelsen til teknisk designer. ERA har desuden besøgt Rübners med henblik på at inddrage skolens erfaringer med efteruddannelse af tekniske designere.

Metodeovervejelser

I analysearbejdets første fase er der gennemført en desk research, hvor tekniske rapporter, publikationer, hjemmesider, jobannoncer m.m. er gennemgået. Fokus har i denne fase ligget på at undersøge hvilke kompetencer virksomhederne efterspørger og hvor bredt tekniske designere arbejder især inden for industri og bygge- og anlægsområdet. I denne fase indgår også en analyse af udviklingen i de teknologier og programmer, som tekniske designere arbejder med, holdt op mod det aktuelle udbud af efteruddannelse i AMU.

Virksomhedspopulationen er sammensat ud fra et ønske om at få belyst uddannelsesbehovene bredt set i forhold til fx delbrancher, geografi og virksomhedsstørrelse. I udvælgelsen af virksomhederne er der desuden taget hensyn til den spændvidde, som findes i teknisk designeres arbejdsfelt i virksomhederne.

derne og i de berørte brancher som helhed. Der er stræbt efter at skabe en balance mellem virksomheder fra industrien og bygge- og anlægsområdet og derudover også at inddrage forsyningsområdet. I tilknytning hertil er der foretaget et telefoninterview med Caverion i Fredericia.

Virksomhedsinterviewene er gennemført som kvalitative interviews på baggrund af en spørgeramme 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 udviklingen i tekniske designeres arbejdsopgaver, og som også kender virksomhedens uddannelsesbehov. I nogle tilfælde har der været flere deltagere fx medarbejdere med den pågældende uddannelse og/eller en medarbejder, der varetager uddannelsesplanlægningen i virksomheden. Efter interviewene er der typisk foretaget en rundgang på virksomheden og i flere tilfælde har tekniske designere vist hvordan programmer og udstyr anvendes i forhold til en given opgave. Citater fra interviews og samtaler er anonymiseret i rapporten med henvisning til ønsker fra interviewpersonerne.

Som et led i at sikre en fremadrettet efteruddannelse er der gennemført egentlige teknologianalyser under desk researchen og i tilknytning til skrivning af rapporten. I nogle af rapportens kapitler behandles de relevante teknologier derfor ganske indgående med henblik på en afklaring af de uddannelsesmæssige konsekvenser af den teknologiske udvikling og samtidig skabe et velunderbygget indspil til indhold og struktur i de efteruddannelseskurser, der er behov for at udvikle. I de anbefalinger, der leveres i denne forbindelse, er der taget højde for tilsvarende kurser under andre fælles kompetencebeskrivelser.

1 Udviklingen i tekniske designeres opgaver

I dette første kapitel i rapporten er det hensigten at give et bredere overblik over udviklingen i tekniske designeres arbejde i virksomhederne både inden for industriel produktion og bygge- og anlæg. Begrundelsen for dette er bl.a., at flere interviewpersoner peger på, at udviklingstendenserne frem mod en højere grad af digitalisering i store træk er de samme inden for de to brancheområder.

Industri 4.0 og den tilsvarende udvikling inden for bygge- og anlægsområdet handler i høj grad om, at den fysiske og digitale verden smelter sammen. Arbejdet med digitale tvillinger i industrien og bygningsinformationsmodeller (BIM) i byggeriet er et udtryk for denne sammensmeltning. Det, man tidligere har forstået ved teknisk dokumentation, er i høj grad ved at ændre karakter, og det samme gælder de processer, der ligger bag frembringelsen af dokumentationen. Det at være en moderne 3D dokumentationsspecialist skal i fremtiden underbygges af en meget anderledes kompetenceprofil end den, der traditionelt har været knyttet til tekniske designeres arbejde med dokumentation i 2D.

1.1 Fra 2D til 3D

Den klassiske tekniske dokumentation i 2D udgør en repræsentation af udvalgte egenskaber ved det emne, man arbejder med. Emnets geometriske egenskaber er sagens natur afgørende, hvis man skal fremstille et emne i en produktionsafdeling ud fra en arbejdstegning. Der er i Dansk Standard bestemte regler for, hvordan tegninger skal udformes. Følges disse, kan andre "læse" en tegning og arbejde ud fra den. Når et emne skal beskrives, skal det tegnes i 2D set fra forskellige retninger. Det kaldes "retvinklet projektion". Emnet skal tegnes på mål, evt. i et målestoksforhold, og der skal desuden sættes tolerancer på. På papir skal tegningen af emnet tegnes sådan, som man ser det, - fra mindst 3 sider.

Udviklingen fra 2D til 3D har så mange produktivitmæssige fordele i sig, at de virksomheder, der insisterer på at arbejde i 2D i fremtiden, vil blive udkonkurreret. 3D giver en styrket kommunikation i design- og konstruktionsprocesser samt betydeligt bedre visualiseringsmuligheder. Verden er i 3D, og derfor visualiserer man også nemmest emner og produkter på samme måde. I kommunikationen af konstruktionsideer foretrækker langt de fleste en model, animation eller lignende i 3D frem for en teknisk tegning i 2D. I 2D skal konstruktører kunne se på konstruktionstegninger fra 3-4 forskellige vinkler og efterfølgende kombinere billederne mentalt for at danne sig et indtryk af konstruktionen. Selvom ingeniører og konstruktører kan forstå 2D-tegningerne, er det langt fra sikkert, at kunder, sælgere og leverandører finder det lige så nemt. At forstå en konstruktion i 3D i stedet for 2D kræver derfor mindre teknisk viden fra modtagerens side. 3D-modeller af emner og produkter bliver samtidigt et effektivt værktøj til at integrere adskillige processer i virksomheden fx udvikling, produktion, salg, markedsføring m.m. Tekniske designeres arbejdsmæssige og faglige relationer til andre faggrupper vokser dermed betydeligt.

I alle de besøgte virksomheder arbejder tekniske designere med 3D, men i et forskelligt omfang. Graden af integration på tværs af virksomheden ved hjælp af 3D-modeller er meget forskelligt udfoldet. Produktivetsgevinster ved at konstruere i 3D fokuseres der på næsten alle steder. For eksempel er man i 2D nødt til manuelt at opdatere alle tegninger, når der er brug for ændringer. Laver man en ændring af en part, er man nødt til at lave tilretninger i hver af de tegninger, man har lavet af parten, men derudover også i alle tegninger, hvor parten anvendes. I et 3D CAD-program fx SolidWorks eller Inventor kan tingene forbindes sådan, at ændringen automatisk implementeres i alle tegninger, alle samlinger og alle steder, hvor parten anvendes. Dette er naturligvis meget arbejdsbesparende samtidig med, at fejlmulighederne også reduceres betragteligt. Desuden kræver de fleste nye produktionsteknologier adgang til en 3D CAD-model fx CNC-maskiner, 3D print, laserskæremaskiner, bukkemaskiner m.m.

Selvom alle de besøgte virksomheder anvender 3D i et betydeligt omfang, så er der stor forskel på, hvor langt man er i forhold til en digital integration på tværs af virksomhedens afdelinger og på tværs af produktets livscyklus.

Der er en tendens til, at de virksomheder, der er hjemmehørende i eller leverer til bygge- og anlægsbranchen, er længere end de øvrige industrivirksomheder. Dette hænger antageligt sammen med indførelse af det digitale offentlige byggeri i 2007, hvor bl.a. 3D-modeller blev et obligatorisk værktøj. Arkitekter, bygningskonstruktører og bygningsingeniører har derfor i længere tid tegnet og visualiseret bygninger i 3D-modeller og har lige så længe stillet krav til de virksomheder, der skal levere til det pågældende byggeri, at de også skal kunne arbejde med 3D-modeller. Tekniske designere hos LS trapper i Ølgod arbejder i konsekvens af dette næsten kun med 3D-modeller, som de modtager fra virksomhedens kunder og samarbejdspartnere.

1.2 Fra 3D til digitale tvillinger

Digital tvilling anvendes ofte som et buzzword for avancerede 3D-modeller ud fra en forståelse af, at 3D-modellen ved en høj grad af "naturtro" gengivelse suppleret med en meget stor mængde af information om det fysiske produkt kan ses som en digital tvilling. Set i dette lys er digitale tvillinger langt fra noget nyt for tekniske designere. Opfattelsen opfylder imidlertid ikke kriterierne for, hvordan en digital tvilling defineres. Grundlæggende er der tre kriterier, der skal være opfyldt for, at man kan tale om en digital tvilling:

- Et fysisk produkt i den konkrete virkelighed
- Et virtuelt produkt i et virtuelt miljø
- Udveksling af data og information, som knytter det fysiske produkt sammen med det virtuelle produkt

Vedrørende det sidste punkt forudsættes det, at dataudvekslingen skal foregå i hele produktets livscyklus. Digitale tvillinger er dermed ikke noget, der er reserveret til produktets design- og produktionsfaser. Denne spændvidde hænger sammen med, at begrebet digitale tvillinger oprindeligt er udviklet i tilknytning til PLM (Product Lifecycle Management), som udspringer af Lean. Ophavsmanden til forestillingen om digitale tvillinger er professor Michael Grieves, Florida Institute of Technology, Department of Engineering Systems.

Grundideen bag den digitale tvilling er et virtuelt billede/en 3D-model som indeholder al information om det fysiske produkt i hele produktets livscyklus¹. Denne ambition gør, at digitale tvillinger efterhånden bliver grundlaget for Industri 4.0 og de teknologier, der knyttes her til fx IOT (Internet of Things) Big Data, cloudbaserede løsninger m.m.

Ovenstående tre kriterier definerer en digital tvilling, men samtidig understreger Michael Grieves, at det ikke er et spørgsmål om alt eller intet. Det virtuelle produkt skal i princippet indeholde al information om det fysiske produkt på et givet tidspunkt i produktets livscyklus. I praksis er det dog ikke muligt, og derfor må den digitale repræsentation af produktet hvile på en række valg og prioriteringer fx i forhold til de data, der løbende skal/kan opsamles fra det fysiske produkt og dets omverden. Dette vil i høj grad afhænge af den teknologi, der er til rådighed. Dertil kommer, at udviklingen inden for AI vil betyde, at det inden længe vil blive almindeligt, at AI knyttes til den digitale tvilling med henblik på at kunne forudse og beregne hændelser i produktets livscyklus på baggrund af en omfattende mængde data og dermed danne grundlaget for vedligehold af maskiner, bygninger m.m. Gevinsterne herved er meget store, og derfor går udviklingen stærkt inden for AI i relation til Industri 4.0.

Et aktuelt eksempel på udvikling af digitale tvillinger findes inden for vindenergiområdet. To af verdens førende forskningsinstitutioner inden for vindenergi, tyske Fraunhofer IWES og DTU Vindenergi skal udvikle, fremstille og teste et 40 meter vingedesign i et tæt samarbejde med flere industripartnere fra de to lande². I projektet 'Reliablade' vil alle digitale data om vingen, fra den tidlige designfase gennem hele produktionen til installation, drift, vedligeholdelse og beslutning om nedtagning blive koblet til en digital

¹ "I called it doubleganger" artikel om interview af Michael Grieves. Sabrina Waffenschmidt i Best Practice issue 3/2018. Publiceret af Sven Krüger T-Systems International GmbH Am PropsthoF 49-51 53121 Bonn

² Kilde: DTU

tvilling. I perioden frem mod 2022 skal de danske og tyske aktører finde frem til, hvordan industrien kan indhente, tolke og anvende disse data, med henblik på at kunne producere billigere vindenergi i fremtiden.

Udviklingen af digitale tvillinger både inden for byggeri og anlæg samt i industrien vil påvirke de fleste jobfunktioner afgørende, som tekniske designere varetager i dag i begge brancheområder. Tegnearbejde vil i fremtiden bestå i opbygning af 3D modeller, som skal indgå i en digital tvilling. Denne proces vil ofte være en innovativ konstruktionsproces, hvor en række løsninger afprøves. Den relativt passive reproduktionsproces, som karakteriserede tegning i 2D, vil gradvis forsvinde. Udarbejdelse af styklister og anden teknisk dokumentation vil i høj grad blive automatiseret som et led i udviklingen af den digitale tvilling. Faggrænser vil blive udfordret endnu mere, end det i dag er tilfældet.

Der er dog ingen af de besøgte virksomheder, som mener, at udviklingen vil overflødiggøre tekniske designere som faggruppe. Tværtimod vil en virksomheds samlede mængde af information og dokumentation stige voldsomt, og den vil ikke længere være relativt statisk, når produktet er fremstillet og solgt til kunden. Michael Grieves ser en fremtid, hvor produkter vedvarende udvikles og optimeres, imens de er i drift. Dette vil ske i langt højere grad, end man ser i dag. Digitale tvillinger vil i tilknytning til 3D print gøre det muligt og billigt at fremstille reservedele/nye og bedre dele løbende og udskifte dem eller erstatte hele moduler, ny software m.m. på fx en maskine til en mere optimal udgave. Et produkt er dermed ikke færdigt i klassisk forstand, når det forlader fabrikken i fremtidens Industri 4.0, men vil gøres til genstand for vedvarende udvikling i selve anvendelsesfasen. Dette får i sagens natur dokumentationsmængden til at vokse og øger også behovet for at foretage løbende ændringer i dokumentationen.

Den beskrevne udvikling tilhører ikke en fjern fremtid. Flere af de besøgte virksomheder er godt på vej, og inden længe vil det at kunne udvikle og arbejde med digitale tvillinger være et krav for at kunne fungere som samarbejdspartner og leverandør. Hvis man vil byde ind på statslige byggerier i Norge, skal man ifølge statens bygherre Statsbygg allerede i dag kunne levere en digital tvilling af det pågældende byggeri for overhovedet at komme i betragtning. Derudover skal alle Statsbygg's byggepladser være 100% digitale og dermed uden bygningstegninger på papir. Dette er også et led i at sikre en bæredygtighedsdagsorden i byggeriet.

1.3 Den generelle kompetenceprofil i Industri 4.0

Det er opfattelsen i virksomhederne – både hos de interviewede TD'er og deres ledere/kolleger – at uddannelsesniveaulet skal løftes hos tekniske designere generelt både igennem en revision af uddannelsen og via et nyt efteruddannelsesprogram. Dette kan man også læse ud af stillingsannoncerne.

TD'erne sidder i stillinger i virksomhederne, som også varetages af medarbejdere med videregående uddannelser. Man søger fx ofte en teknisk designer/produktionsteknolog eller en teknisk designer/bygningskonstruktør. Det er ikke dermed sagt, at en teknisk designer arbejder som produktionsteknolog eller bygningskonstruktør, men at det er muligt at tilpasse de arbejdsdelingsmæssige snit i virksomheden i forhold til at anvende begge typer af kompetencer.

De mere og mere avancerede 3D-programmer automatiserer en del af TD'ernes rutineprægede tegneopgaver, og de glider derfor over i mere komplekse arbejdsopgaver med fx modellering, dataopsamling m.m. Tendensen ses både i byggeri og industri. Udviklingen betyder, at der bliver behov for nye teknisk betoned kompetencer, men også nye generiske kompetencer, der udspringer af de nye arbejdsformer i virksomhederne. En teknisk designer i en af de besøgte virksomheder giver udtryk for udviklingen på følgende måde:

Citat: *"Sådan som uddannelsen er i dag, så er den ved at blive overflødig. Bygningskonstruktørerne og arkitekterne, de sidder jo og arbejder i Revit, og med de faciliteter, der er i Revit, så er vores arbejde jo ved at være gjort. Det traditionelle tekniske tegnearbejde, det bliver der kun mindre af i fremtiden. Derfor skal man se noget bredere på, hvad en teknisk designer skal kunne, og det kræver både mere uddannelse og efteruddannelse."*

1.3.1 Tekniske designere som dokumentationsspecialister

Under virksomhedsbesøgene var det et gennemgående træk, at interviewpersonerne mente, at en teknisk designer også i fremtiden skal være dokumentationsspecialist, men samtidig satte en del spørgsmål ved den måde, mange er specialister på i dag. Det var især de virksomheder, der er langt i digitaliseringen, som problematiserede den traditionelle specialistrolle.

Citat: *"Det, jeg lægger op til, er, at man ikke er så specialistagtig. Jeg vil have folk til at arbejde bredere – have en bredere forståelse for processerne og tage mere ansvar. De skal være bedre til at sætte sig selv i spil i projekter – det er for nemt bare at sidde bag en skærm."*

Det at sidde bag en skærm og være specialist i at tegne i et bestemt 3D program rækker ikke til at varetage jobbet som teknisk designer i fremtiden. At kunne samarbejde med kolleger og andre relevante personer er en vigtig grundbetingelse, som stort set alle opfylder i udgangspunktet. Det nye er, at digitaliseringen knytter arbejdsprocesserne tættere til hinanden, og i konsekvens af dette skal de enkelte medarbejdere vide væsentligt mere om projektet som helhed og hinandens opgaver og fagligheder. Man kan se udviklingen som gående fra samarbejde til i højere grad at være samskabelse. Ligesom den fysiske og digitale verden smelter sammen under Industri 4.0, så sker der også en sammensmeltning af de specialistkompetencer, der er til stede i et givet projekt, og dette kræver en anden specialistprofil end den klassiske. ERA har arbejdet med denne problemstilling i flere omgange og senest i et ATV-projekt i 2018.³

Den interaktive dokumentationsspecialist

Når man i forskellige sammenhænge peger på, at Industri 4.0 og digitaliseringen er et opgør med silo-tænkning, så er dette et angreb på den traditionelle specialistrolle. I erhvervslivet og uddannelsessystemet opfattes en specialist typisk som en modsætning til en generalist. I denne forståelse har specialister en afgrænset og dybtgående viden og kunnen på et snævert felt, fx robotteknologi. En generalist derimod har en bred viden på en række felter, der ikke er særligt dybtgående. Generalister forbindes

³ Uddannelse til fremtidens vidensbaserede produktion. Akademiet for de Tekniske Videnskaber september 2018

med stor fleksibilitet og mange jobmuligheder på tværs af brancher. Specialister derimod opfattes som ufleksible jobmæssigt set, og de kan let blive offer for, at deres specialisatorråde forsvinder som følge af den teknologiske udvikling. Faglig og uddannelsesmæssig "silotænkning" forbindes også med traditionelle specialister.

Udviklingen kræver ikke, at man bliver generalist, men en ny måde at være specialist på. Der opstår et behov for at gå fra en snæver domænespecifik specialisering til en mere *interaktiv* specialisering med en større kompetencemæssig spændvidde. En domænespecifik specialisering knytter sig typisk til ét specifikt aktivitetsområde, fx teknisk tegning i 3D, og svarer derfor til den klassiske forståelse af specialistbegrebet. En interaktiv specialisering involverer flere aktivitetsområder, ofte som supplement til den oprindelige domænespecifikke specialisering. Det centrale er, at interaktiviteten udgør en betingelse for, at specialisten kan omsætte sin særlige viden og kunnen i flere/mange forskellige sammenhænge afstemt af de opgaver, der skal løses.

Interaktivitet i forhold til den nye specialistrolle refererer til et socialt samspil, hvor grupper eller individer gennem deres *gensidige* handlinger med og uden teknologi samarbejder og påvirker hinanden samt projektets udvikling.

Interviewene i virksomhederne henviser ofte til, at specialister uanset uddannelsesniveau oplever, at der løbende skal føjes nye kompetenceområder til den tidligere specialisering, som de skal fordybe sig mere eller mindre i afhængig af bl.a. arbejdsdelingen i virksomheden og kollegers specialistkompetencer i forhold til en given opgave. Dette skaber en dynamik i arbejdsdelingen, som betyder, at faggrænser og opgavefordeling imellem forskellige medarbejdere i et projekt er til løbende forhandling.

Et billede på udviklingen er, at næsten alle besøgte virksomheder fremhæver projektledelse som en vigtig generel kompetence for tekniske designere. En indsigt i projektledelse ses som grundlaget for, at TDerne kan omsætte deres særlige kompetencer som dokumentationsspecialister bredt i forskellige projekter. En leder af en konstruktionsafdeling i en fremstillingsvirksomhed udtrykker det på følgende måde:

Citat: "De skal være gode til at tegne – være gode til at analysere ting og så projektledelse. Ikke fordi de skal være projektledere for større projekter, men de skal vide, hvad projektledelse er, fordi de ofte fungerer som projektassistenter. Eller får et mindre projekt at lede. I dag er næsten al arbejde projektorienteret, så det er vigtigt, at man kan noget her."

Det at fungere som en interaktiv specialist rammesættes dermed af projektet som arbejdsform. Det er opfattelsen i de fleste af de besøgte virksomheder, at TDerne mangler kompetencer til at agere optimalt i større projekter, og man efterspørger derfor efteruddannelse inden for projektledelse.

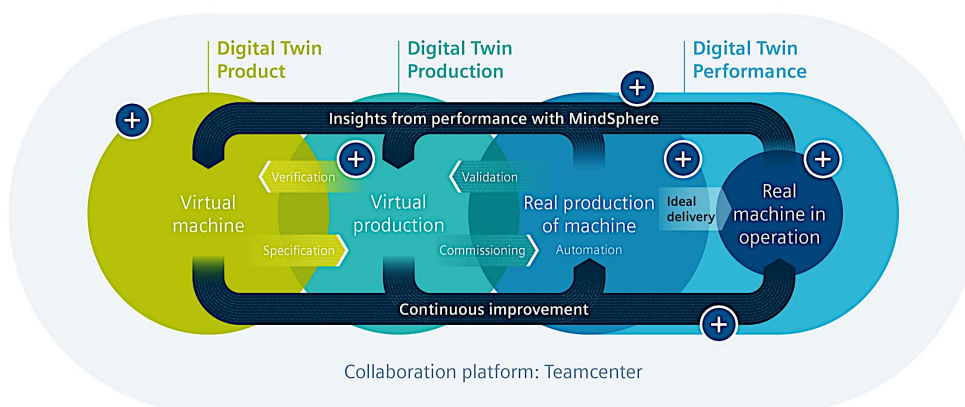
1.4 Opsamling

- Det, man tidligere har forstået ved teknisk dokumentation, er i høj grad ved at ændre karakter, og det samme gælder de processer, der ligger bag frembringelsen af dokumentationen.

-
- Udviklingen af digitale tvillinger både inden for byggeri og anlæg samt i industrien vil påvirke de fleste jobfunktioner afgørende, som tekniske designere varetager.
-
- De mere avancerede 3D-programmer automatiserer en del af TD'ernes rutineprægede tegneopgaver, og de glider derfor over i mere komplekse arbejdsopgaver. Tendensen ses både i byggeri og industri.
-
- At være en moderne 3D dokumentationsspecialist skal i fremtiden underbygges af en mere interaktiv kompetenceprofil end den, der traditionelt har været knyttet til tekniske designeres arbejde.
- En indsigt i projektledelse ses som grundlaget for, at TDerne kan omsætte deres særlige kompetencer som dokumentationsspecialister i større projekter.
-
- Det er opfattelsen i virksomhederne – både hos de interviewede TD'er og deres ledere/kolleger – at uddannelsesniveaulet generelt skal løftes hos tekniske designere både igennem en revision af uddannelsen og via et nyt efteruddannelsesprogram.

2 Udviklingen inden for teknisk design i industrien

De mere generelle træk ved udviklingen er beskrevet i det foregående kapitel. Her skal der i særlig grad sættes fokus på udviklingen i industrien ud fra følgende model fra Siemens.



Modellen viser, hvordan adskillige digitale tvillinger spiller sammen under udvikling og fremstilling af en maskine i en industriel produktion efter Industri 4.0. Man taler ofte i denne forbindelse om Integrated Engineering, hvor digitale tvillinger netop muliggør en digitalisering af ikke bare produktet, men også af produktionslinjer og arbejdsprocesser⁴. Grundlæggende er udfordringen her at udvikle og håndtere fleksible og modulære digitale datamodeller af fx det produkt, der skal produceres, den maskine/linje, som

⁴ Kilderne til teksten omkring digitale tvillinger og Integrated Engineering samt Virtual Commissioning i industrien er i det væsentlige Frank Faurholts blog om samme emne på Ingeniørens hjemmeside samt Siemens hjemmeside.

produktet skal produceres på, samt det færdige produktionsapparat. Som modellen illustrerer, så fremstiller man både produktet og produktionsapparatet virtuelt, men fuldt funktionsdygtigt, sådan at det er muligt igennem simulering at idriftsætte og afprøve produktet og produktionen inden den fysiske idriftsættelse. Dette kalder man på engelsk *virtual commissioning* (virtuel idriftsættelse).

Udvikling af digitale tvillinger foregår typisk på basis af eksisterende CAD-data. Et eksempel på dette er B&R Industrial Automation i Østrig, hvor man har integreret 3D simuleringværktøjet IndustrialPhysics i udviklingsmiljøet Automation Studio. Udviklere kan importere CAD-data fra maskinkomponenter eller hele maskiner direkte til simuleringværktøjet. Derefter kan man hurtigt og nemt generere en digital tvilling til udvikling og test af maskinsoftwaren.

Da simuleringværktøjet er integreret med Automation Studio, er udvikleren i stand til at køre den virtuelle model af maskinen direkte på pc'en og oprette forbindelse til controlleren. Det er altså på denne måde muligt at teste både software og hardware.

Simuleringværktøjet gør det muligt at se maskinens fysiske opførsel i realtid. Udviklerne kan simulere materiale-flowet gennem linjen og identificere potentielle sammenstød tidligt nok til at foretage enkle korrektioner. Som det ses på forsiden af denne rapport, kan udviklerne se maskinmodellen ved hjælp af virtual reality headset. Her kan udviklerne arbejde direkte med den simulerede maskine. Processer kan evalueres medens simuleringen er i gang. Virtuel reality giver den ekstra fordel, at man kan se modellen on-site i det virkelige miljø.

2.1 Digitaliseringens udfordring af serielle processer

Serielle processer er i udgangspunktet både for langsomme og for uflexible, så derfor har man i industrien i en længere årrække forsøgt at bryde de sædvanlige siloer ned imellem de enkelte afdelinger med fokus på at være fleksibel i forhold til varierende kundekrav, små serier o.l. Mange virksomheder er i dag i en konstant omstilling, så derfor skal der findes metoder og teknologier, som optimerer parallelle projektføløb, hvor organisationens samlede kompetencer og ressourcer udnyttes på en langt mere effektiv måde.

Den norske maskinbygger Tronrud Engineering har i et samarbejde med Siemens udviklet og bygget en af verdens hurtigste pakkemaskiner og i denne forbindelse opnået store produktivetsgevinster ved at udvikle en digital tvilling over anlægget. Den digitale tvilling gjorde det muligt at arbejde parallelt på design, mekanik og programmering, og man formåede at reducere designfasen med 10 % og tiden til idriftsættelse med hele 25 %, og det betød en væsentligt kortere leveringstid. Det er især i idriftsættelsesfasen, der er store gevinster at hente, hvad følgende video fra HOMAG illustrerer på en meget overskuelig måde: <https://youtu.be/CsUxF77BwBc>

HOMAG-Gruppen er en af verdens største og førende leverandører af maskiner og anlæg til træindustrien.

Især inden for automationsområdet er det ved at tage fart i Danmark med udvikling af digitale tvillinger. Virksomheden Xcelgo i Ry har i en længere årrække udviklet softwareplatforme til digitale tvillinger inden for automationsbranchen og leverer nu til hele verden.

På Aarhus Maskinmesterskole foregår en stor del af automationsundervisningen på digitale tvillinger af automationsanlæg – dvs. nøjagtige 3D-kopier af fysiske anlæg. Det samme er tilfældet på maskinmesterskolen i København. På begge uddannelsesinstitutioner anvender man Xcelcos softwareplatform Experior både til opbygning af digitale tvillinger og til virtuel idriftsættelse. I Aarhus anvendes Experior også til undervisning af automationsteknologer. Digitale tvillinger er altså allerede at finde på flere uddannelsesinstitutioner.

Det er imidlertid meget vigtigt at være opmærksom på den multidisciplinære kontekst, som karakteriserer en optimal anvendelse af digitale tvillinger. Derfor må man ikke kun forbinde disse med tekniske automationsfolk som maskinmestre, automationsingeniører, automationsteknologer m.fl. Andre uddannelser indgår også.

I Sverige har man startet et stort uddannelsesprojekt *Smarta Fabriker* som involverer forskellige fagligheder og uddannelsesniveauer. I den følgende video fra projektet kan man se hvordan Virtual Commissioning (virtuel idriftsættelse) for alvor giver mening, når det er understøttet af et reelt multidisciplinært projektforsøg. <https://youtu.be/KzdlSWBCRhY>

Det er denne type processer som tekniske designere er på vej ind i arbejdsmæssigt i flere af de besøgte virksomheder.

Generelt bliver uddannelserne udfordret af det opgør med serielle processer, som videoen og modellen fra Siemens er udtryk for. Klassiske fagligheder i industrien er forbundet med faggrænser og en arbejdsdeling, der tager afsæt i serielle processer fx udvikling, konstruktion, produktionsforberedelse, produktion, salg mv. Procesforløbet kan variere en del afhængig af hvilket produkt, der fremstilles, men gevinsten ved at arbejde i mere parallelle procesforløb ved hjælp af digitale tvillinger er betydelig uanset produktionens art, og den udfordring skal uddannelserne kunne leve op til.

2.2 Tekniske designeres arbejde med modellering i industrien

Der er store forskelle i tekniske designeres arbejde med 3D-modellering i industrivirksomheder. Nogle arbejder i PTA med modellering i forhold til produktionsudstyr og andre hjælper ingeniørerne med at tegne og modellere i konstruktionsafdelingen. Der er også stor forskel på hvor selvstændigt TDerne arbejder med modellering – nogle modellerer helt fra bunden, hvor andre laver dele af det. Tendensen er dog at TDerne overtager mere og mere af modelleringen, hvis de har kompetencerne til det og her er efteruddannelse afgørende.

Citat: "Hos os er det tekniske designere, der modellerer. Det gør de i langt større omfang end vores ingeniører. De er generelt ret forundret over hvor lidt tegnearbejde, der i det, og det motiverer dem til at komme ind i modelleringen. Der sker også en forskydning i kompetencerne. Referencen til papir forsvinder gradvis, også fordi vores kunder arbejder i 3D-modeller. Det ser vi bestemt også fordele i fx ved gennemsynsprocedurer, som tidligere har været en tung proces med fremsendelse og gennemgang af en bunke dokumentation. Nu sender vi bare 3D-modellen og hører om kunden er tilfreds, og så kører vi bare og sætter produktionen i gang."

Citatet stammer fra en produktionsvirksomhed, hvor TDerne arbejder rigtig meget med modellering. De har lært det igennem intern oplæring og igennem kurser hos softwareleverandørerne. Udviklingen hænger delvis sammen med, at en del af TDernes mere traditionelle opgaver inden for tegning og styklister automatiseres i takt med, at 3D-modellering vinder frem i virksomhederne.

Citat: "Vi gør meget ud af at automatisere vores tegneprocesser. Når du tegner i AutoCad, så tegner du alt op i streger i 2 D, og så laver du det evt. om til 3D. I de 3D programmer vi bruger, der tegner du ikke rigtig – du modellerer ved hjælp af nogle inputparametre, der fx angiver størrelsen af emnet, hvordan det skal samles, huller i konstruktionen osv. Når du så har modelleret 3D-modellen, så har vi erfaret, at vi har meget færre fejl i det, vi laver, fordi modellerne gør det muligt automatisk at teste, at der ikke er noget, der konflikter, at det passer sammen, at de følger de standarder, vi har. Samtidig kan vi trække en masse data ud til vores ERP-system, fx kan du trække en fuldstændig styklister ud af modellen."

Underleverandører er ofte i løbende kontakt med kunden, ind til konstruktionen er færdigudviklet og produktionen sættes i gang. I mange tilfælde opstår der ændringer undervejs i processen, og de skal kunne omsættes hurtigt og ikke give anledning til forsinkelser. Her er 3D-modellering også en stor fordel.

Citat: "Det sker ofte, at kunden vil have ændringer i løbet af konstruktionsprocessen, og hvis vi tegner i AutoCad, så skal vi ind og ændre en masse tegninger og styklister, og det tager en pokkers tid. Når vi modellerer, og der kommer en ændring, så laver vi bare rettelser på modellen, og så opdateres fx 20 tegninger med et enkelt klik, og alt passer. Du kan trække alle typer af tegninger ud med målsætning, snit, styklister, vejledning til operatørerne og alt muligt. Det eneste, der reelt skal tjekkes, er, om de standarder, vi selv har for præsentationen over for produktionen, er overholdt, så vi er sikre på, at de forstår det."

Det tager længere tid at starte et projekt op når man modellerer, men gevinsten er, at man kan styre konstruktions- og dokumentationsprocessen meget bedre og undgår mange fejl undervejs især ved ændringer. Interviewpersonerne peger også på, at relationen til produktionen bliver bedre når man bruger 3D-modeller. Der er betydelig færre fejl i tegningerne. I AutoCad kan man sagtens tegne noget der ikke kan lade sig gøre i praksis. Ved 3D-modellering får man alarmer, hvis der er noget, der konflikter.

Der er et tydeligt efteruddannelsesbehov inden for 3D-modellering i industrien både i forhold til basale kurser og kurser i avanceret modellering. Det er meget vigtigt at TDerne bliver stærke i modellering da mange ellers vil blive overflødige i det job de bestrider i dag. Derudover er 3D-modellering grundlaget for digitale tvillinger og dermed Industri 4.0 og derfor vil udviklingen i 3D-modellering stige stærkt i de kommende år. Flere af de besøgte virksomheder ser digitale tvillinger som det næste trin og her spiller VR (Virtual Reality) og AR (Augmented Reality) også en vigtig rolle.

2.3 Virtual Reality

Virtual reality (VR) er en teknologi, der lader brugeren opleve et computersimuleret miljø fx en 3D-model af en maskine eller en bygning. VR består af visuelle oplevelser via en VR-brille, men nogle former

for virtual reality bruger også bl.a. lyd gennem højtalere eller hovedtelefoner. Det afgørende træk ved VR er, at man kan træde ind i en 100% virtuel verden, som det er muligt at interagere med. I flere af de besøgte virksomheder anvender tekniske designere VR fx i forhold til kvalitetssikring af 3D-modeller. En beskrivelse af et design-review med VR gives herunder fra én af de besøgte virksomheder:

Citat: "VR, det har vi, og vi bruger det hele tiden. Vi har et særligt rum, vi bruger, når vi laver design-reviews. Når vi er færdige i nogle grupper, kalder projektlederen folk sammen til et design-review. Så er der en eller to personer, der får briller på, og så har vi to store skærme - vi sidder typisk en 6-8 personer og kigger på det, der er tegnet i 3D, går igennem bygningen og anlægget med de to personer, der har VR-brillerne på. Dernæst går vi igennem de forskellige gruppers arbejder og diskuterer, om der er noget, der skulle have været anderledes, eller om der er en ventil, der sidder lidt forkert i forhold til, at man kan nå den, er flowretningen rigtig, sidder pumperne, hvor de skal."

VR-modellen er også grundlaget for afrapporteringen af mødet:

Citat: "Løbende lægger vi notater ind på VR-modellen. Når vi er færdige med mødet, har vi en rapport med billeder og tekst, der forklarer, hvad der skal laves/ændres, og så får en person ansvaret for, at det bliver udført i praksis. Når det er godkendt af projektingeniørerne, bliver 3D-modellerne frigivet til 2D-afdelingen, som så laver den videre dokumentation til dem, der skal bygge anlægget. VR har betydet rigtig meget for os - kvaliteten er blevet løftet mærkbart."

Også i forbindelse med kommunikation med samarbejdspartnere og kunden indgår VR som en vigtig teknologi:

Citat: "Jeg har en afdeling i Chile, der laver både 2D og 3D, og de kan logge på VR-systemet. En kunde i Chile kan selv tage en tur igennem anlægget og se, hvordan det ser ud, og det er et rigtig godt salgsargument."

Både i industrien og i bygge- og anlægsområdet vokser anvendelsen af VR ganske hurtigt især på grund af teknologiens performance. Man bliver ikke længere søsyg af at bruge brillerne, fordi nutidens computere er ved at være hurtige nok til opgaven. Samtidig er priserne på VR-brillerne faldet drastisk, og gør det fortsat. Til gengæld er de professionelle licenser til softwaren stadig temmelig kostbare. Under virksomhedsinterviewene er det tydeligt, at i de virksomheder, hvor man har implementeret VR, ses en tydelig tendens til, at anvendelsen breder sig. Man finder på flere og flere opgaver, hvor VR kan være en fordel. Her er der stor forskel på, hvordan medarbejderne tager imod den nye teknologi. Både de virksomheder, der har implementeret VR i deres arbejdsrutiner og dem, der tænker på at gøre det, efterspørger efteruddannelse, men ikke kun i at anvende VR-brillerne.

Citat: "Efteruddannelsen i den type processer er et vigtigt område at få med. Det er ikke nok bare at lære at bruge VR-brillerne. Det skal handle lige så meget om, hvad man kan bruge det til. Vi bruger også VR inde i vores tegneafdeling. Når de er færdige, så kan de lige gå igennem anlægget selv, og der

opdager man mange fejl og ting, der kunne være gjort anderledes. Håndtag, der er vejen og en gangbro, man ikke kan gå ordentligt på. På den måde kan TDerne selv kvalitetssikre deres arbejde. Det er jo en god ting selv at tjekke tingene, inden man begynder at blande andre ind i ens arbejde. Uanset hvor meget erfaring du har, så er der altid noget, du kan gøre bedre, og her er VR et stærkt værktøj.”

Flere arbejder også på at bruge VR som et læringsværktøj. Sidemandsoplæring lægger beslag på mange ressourcer, og her er forventningen, at VR kan være mere effektiv i oplæringen af nye medarbejdere. Der er dog ingen af de besøgte virksomheder, som har faste procedurer for disse aktiviteter – der er fortrinsvis tale om eksperimenter.

Citat: *”Det næste, jeg arbejder på, er at bruge VR som et værktøj til at lære nye medarbejdere op, vise dem hvordan et anlæg ser ud. Vi laver ikke ret mange anlæg i Danmark, og det er dyrt at sende folk til udlandet for at opleve nogle anlæg. Jeg ser i høj grad også VR som et læringsværktøj.”*

Augmentet Reality er også drøftet under virksomhedsinterviewene, men her er der ingen, der giver udtryk for et uddannelsesbehov pt. Flere nævner dog, at man kan præsentere deltagerne for AR i forbindelse med et efteruddannelseskursus i VR. For tekniske designere er VR det vigtigste værktøj.

2.4 Augmented Reality og Mixed Reality

Med VR træder man ind i en virtuel verden med en brille. Til forskel fra dette tilføjer Augmented Reality et ekstra lag af information til den fysiske verden. Det kan være billede, lyd og berøring. Det sker typisk via en mobiltelefon, en tablet eller en brille, som man stadig kan se den fysiske omverden igennem. Et eksempel kan være en læge, som under en operation kan få vist information om patientens tilstand m.m. direkte via en brille.

Mixed Reality (MR) ses ofte som en særlig avanceret udgave af Augmentet Reality. MR blev skabt af Microsoft, da de lancerede deres Microsoft HoloLens i 2016. Udover at være en hovedmonteret gennemsigtig brille adskiller MR sig fra AR gennem en mere avanceret forståelse af det fysiske rum og evnen til at placere hologrammer i dette rum.

Mixed Reality er fusionen af den virkelige og virtuelle verdener med henblik på at producere nye miljøer og visualiseringer, hvor fysiske og digitale objekter sameksisterer og interagerer i realtid. Følgende video fra Microsoft viser, hvordan MR kan bruges i industrien. <https://youtu.be/V732PXZHLiU> Det er interessant at se, hvordan dokumentationen for anlægget og driftsdata anvendes af serviceteknikeren via Mixed Reality.

Alexandra Instituttet har udviklet løsninger med AR⁵ og heri indgår også anvendelse af Microsoft HoloLens. Her peger man især på tre områder, som er velegnet for en implementering af AR: *Idriftsættelse*, hvor en augmented reality-løsning kan guide teknikeren igennem de rette procedurer for at opsætte

⁵ *Augmented Reality i industri og produktion - Inspiration til professionel brug af augmented reality.* E-bog fra Alexandra Instituttet.

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

I forhold til fremstilling af teknisk dokumentation er det vurderingen i de besøgte virksomheder, at AR uddannelsesmæssigt skal tænkes sammen med VR.

2.5 3D print

Flere virksomheder ønsker, at tekniske designere har nogle grundlæggende kompetencer inden for 3D print. Denne disciplin ligger i naturlig forlængelse af TDernes arbejde med 3D-modeller, og man efter-spørger derfor et efteruddannelseskursus på dette område.

Citat: "Vi er så småt begyndt at arbejde med 3D-print, og den verden skal TDerne med ind i. Det handler både om at kunne lave modeller og prototyper ud fra de 3D-modeller, de arbejder med. Vi har ingen 3D printere, der kan arbejde med metaller endnu, men det kommer helt sikkert. Efteruddannelse i 3D-print for teknisk designerne er vigtigt at få i gang."

3D print er fremstilling af emner i forskellige materialer direkte fra en 3D-fil. Metoden gør det muligt at få en prototype eller et prøveemne i hånden inden for kort tid og er dermed optimal til test af en designidé eller en funktionalitet undervejs i et udviklingsforløb. Metoden kaldes også Additive Manufacturing eller Rapid Prototyping. I Rapid Manufacturing bruges 3D print-teknologien til at producere emner til slutbrugeren, og emnet fremstilles således direkte fra CAD parten uden værktøjsomkostninger. Rapid manufacturing er ideelt til små serier og komplicerede emner.

3D printede prototyper kan med fordel anvendes som et led i produktudviklingen for at opnå et mere effektivt forløb og reducere udviklingstiden. Anvendelsen af prototyper er desuden med til at sikre bedre produkter. Prototyper kan være alt lige fra små detaljerede emner til store præsentationsmodeller.

2.6 Visualisering

Visualisering i forhold til kunder og markedsføring – altså 3D-modeller og animationer, der er renderet, er et stigende behov i TDernes arbejde. Det gælder både inden for byggeri og industri. I forbindelse med visualisering af et produkt, er valg af belysning, kameravinkler og miljø, meget vigtige for det færdige resultat. Til sidst ender man op med et fotorealistisk billede som ofte kan forveksles med et fotografi.

I både SOLIDWORKS og Inventor findes der visualiserings- og renderingsprogrammer, som giver mulighed for at benytte egne CAD-filer til markedsføring og generelle visualiseringer, allerede før selve produktionen er gået i gang. Ved aktivt at benytte visualiseringsprogrammer kan kunderne se og vurdere produktet, før det er færdigproduceret.

Mere avancerede visualiseringer er fx virkelighedstro animationer. Dem kan man bruge både på virksomhedens hjemmeside eller som en interaktiv samlings- eller servicevejledning inden for service og vedligehold.

Citat: *“Visualisering er meget vigtig for tekniske designere, og det bør man også kunne få efteruddannelse i. Kunderne ønsker mere og mere at se de produkter, de bestiller hos os så realistisk som muligt, inden de sættes i produktion. Kommunikationen omkring de forskellige løsninger og muligheder, der findes, lettes også meget, hvis der er nogle gode og realistiske visualiseringer, som man kan snakke ud fra.”*

Man skal ikke gå for langt her. Tekniske designere skal ikke være 3D illustratører og kunne levere renderede 3D-modeller til professionel markedsføring. Det handler først og fremmest om at udnytte de muligheder, der allerede findes i fx Inventor og Solid Works til visualiseringsopgaver i forlængelse af det øvrige 3D-arbejde.

2.7 Dokumentstyring

Dokumentstyring eller dokumenthåndtering er en måde at styre dokumenter på og de tilhørende programmer anvendes generelt for at skabe rutiner og overblik over eksisterende information og dokumentation. Dokumentstyring indebærer blandt andet versionskontrol, elektroniske signaturer og sporbarhed af de ændringer, der foretages.

Dette sker typisk ved at tildele ethvert dokument et unikt nummer og samtidig lagres de data, der tilhører hvert enkelt dokument, såsom hvem der har oprettet, ændret, godkendt, udført review mens dokumentet har eksisteret.

I biotekbranchen fx skal dokumenter styres under regler som de amerikanske sundhedsmyndigheder har specificeret i FDA CFR 21 Part 11, men også generelt i andre brancher i forbindelse med ISO 9000 certificeringer.

Citat: *“Document control – dokumentstyring - det betyder mere og mere alle steder. Hvad er en elektronisk signatur, hvornår er den gældende. Det er i mange tilfælde “license to operate”. Hvis ikke du har det, så får du lukket butikken.”*

I alle besøgte virksomheder er der enighed om, at dokumentstyring er vigtig at vide noget om for tekniske designere, men behovet for efteruddannelse er beskedent. Det er næppe muligt at opnå en tilfredsstillende aktivitet på AMU-kurser inden for dette område. Dette skal ses i lyset af at dokumentstyringen er temmelig virksomheds- og branchespecifik og indgår typisk i den interne oplæring af medarbejderne, når det er relevant. Der findes desuden et udbud af kurser i anvendelse af særskilte programmer til dokumentstyring.

2.8 Opsamling

- Klassiske fagligheder i industrien er forbundet med faggrænser og en arbejdsdeling, der tager afsæt i serielle processer. Digitaliseringen med en gradvis stigende anvendelse af digitale tvillinger gør det muligt at arbejde i mere parallelle forløb, og det er der store gevinster ved. Denne udfordring skal uddannelserne kunne leve op til.

- Der er et tydeligt efteruddannelsesbehov inden for 3D-modellering i industrien både i forhold til basale kurser og kurser i avanceret modellering. Det er meget vigtigt, at TDerne bliver stærke i modellering, da mange ellers vil blive overflødige i det job, de bestrider i dag.
- Både i industrien og i byggeriet vokser anvendelsen af VR (Virtual Reality) hurtigt og den største del af de besøgte virksomheder har et efteruddannelsesbehov på dette område. AR (Augmentet Reality) bør indgå i et kursus sammen med VR.
- 3D print er i fremgang i mange industrivirksomheder. Flere ønsker, at tekniske designere har nogle grundlæggende kompetencer inden for 3D print. Denne disciplin ligger i naturlig forlængelse af TDerne arbejde med 3D-modeller, og man efterspørger derfor et efteruddannelseskursus på dette område.
- Visualisering i forhold til kunder og markedsføring – altså 3D-modeller og animationer, der er renderet, er et stigende behov i TDernes arbejde. Det handler først og fremmest om at udnytte de muligheder, der allerede findes i fx Inventor og Solid Works til visualiseringsopgaver i forlængelse af det øvrige 3D-arbejde.
- Dokumentstyring er et vigtigt arbejdsområde for tekniske designere, men det er temmelig virksomheds- og branchespecifik og indgår typisk i den interne oplæring af medarbejderne når det er relevant. Det er næppe muligt at opnå en tilfredsstillende aktivitet på AMU-kurser inden for dette område.

3 Teknisk design inden for bygge- og anlægsområdet

Som tidligere nævnet er digitaliseringen af byggeriet på mange områder direkte sammenlignelig med den, der foregår i industrien. Her er det overordnede koncept Build 4.0, der er etableret af InnoByg som en fælles national platform med et internationalt perspektiv for byggebranchens virksomheder og videninstitutioner. Med afsæt i denne platform kan viden koordineres og deles, ligesom innovative samarbejder og nye løsninger kan udvikles.

InnoByg er et partnerskab, som består af flere af Danmarks førende videninstitutioner, der tilsammen har den nødvendige faglige bredde og de nødvendige kompetencer inden for energieffektivt og bæredygtigt byggeri. Partnerskabet har endvidere et stort netværk i branchen og dens organisationer, der giver mulighed for at nå ud til hele den danske byggebranche.

Build 4.0 omfatter brugen af ny teknologi og digitalisering i bygge- og anlægsbranchen. Det kan fx dreje sig om anvendelse af robotter, 3D printteknologi til fremstilling af konstruktionsdele samt udnyttelse af droneteknologi til opmåling og overvågning af byggepladser. Dertil kommer udnyttelse af VDC og BIM i forhold til visualisering, planlægning, koordinering og kommunikation i opførelses- og driftsfasen, hvor implementeringsgraden fortsat er lav.

Endelig handler Build 4.0 også om, hvordan store mængder data om brugen af bygninger og infrastruktur kan nyttiggøres og anvendes til udvikling og innovation og dermed endnu bedre produkter og løsninger fra branchen. Samtidig retter Build 4.0 sig mod processer og organisation og begrænser sig dermed ikke til kun at omhandle teknologi og software.

Ligesom det gælder for Industri 4.0 er Build 4.0 ikke et skarpt defineret koncept, men mere et udtryk for en rammesætning af en større mængde aktiviteter og processer i relation til digitalisering af den samlede byggebranche. I 2019 har InnoByg udgivet en rapport med en eksempelsamling på aktuelle cases der hører under Build 4.0⁶. For tekniske designere er Build 4.0 tæt knyttet til kompetencer inden for BIM, VDC, VR/AR

3.1 Bygnings Informations Modelling - BIM

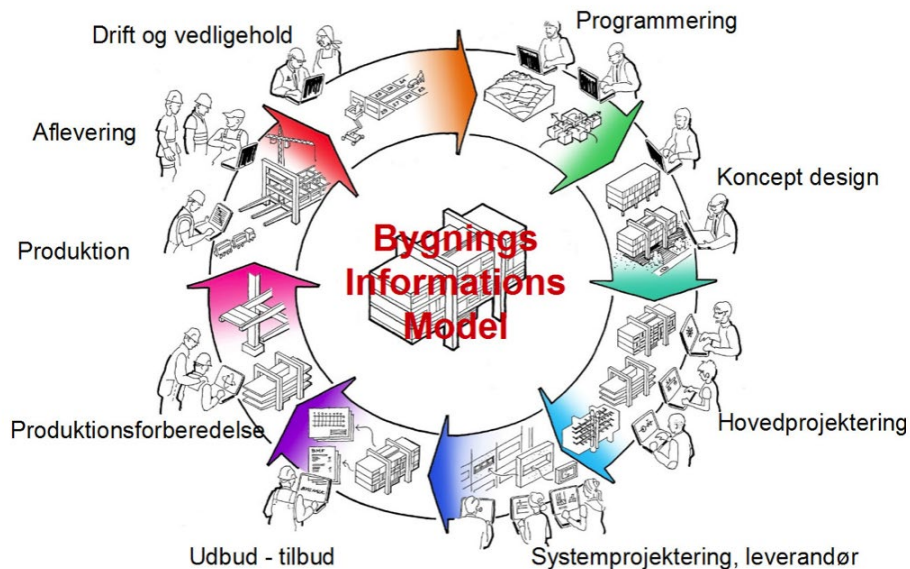
BIM er en integreret metode til at digitalisere byggeprocessen og er ifølge de besøgte virksomheder inden for bygge- og anlægsområdet helt centralt for tekniske designeres arbejde. Ved hjælp af BIM-teknologi bygges én eller flere nøjagtige virtuelle modeller digitalt. Modellerne understøtter projekteringen i de forskellige faser, hvilket giver bedre analyse- og kontrolmuligheder end manuelle processer. Når de er færdige, er de computergenererede modeller geometrisk korrekte og indeholder de data, der kræves til at understøtte opførelsen, produktionen og de indkøbsaktiviteter, der skal føre til realiseringen af bygningen.

Igennem hele byggeriets livscyklus, fra ide til nedrivning, vil digitale bygningsmodeller være omdrejningspunkt for alle byggeprojektets aktiviteter og samarbejdet mellem de forskellige parter. BIM er både en model og en arbejdsmetode. BIM betyder tættere samarbejde mellem parter og forgrener sig

⁶ Build 4.0 Værdiskabelse med nye teknologier i den danske byggebranche. InnoByg februar 2019

ud til hver aktør, der deltager i et projekt. Den dybe forgrening medfører både, at fuld implementering af BIM kan være omstændelig og samtidig, at en enkelt aktør, der ikke har kendskab til BIM, vil være ude af stand til at deltage i et integreret projektforsløb.

Herunder ses en skitse fra DTU.dk, der viser, hvad der karakteriserer BIM og efterfølgende angives en række forudsætninger for BIM. Det var tydeligt under virksomhedsbesøgene, at tekniske designeres opgaver inden for byggeriet er tæt forbundet til BIM, og derfor skal TDerne kunne navigere i forhold til de processer, der indgår i BIM.

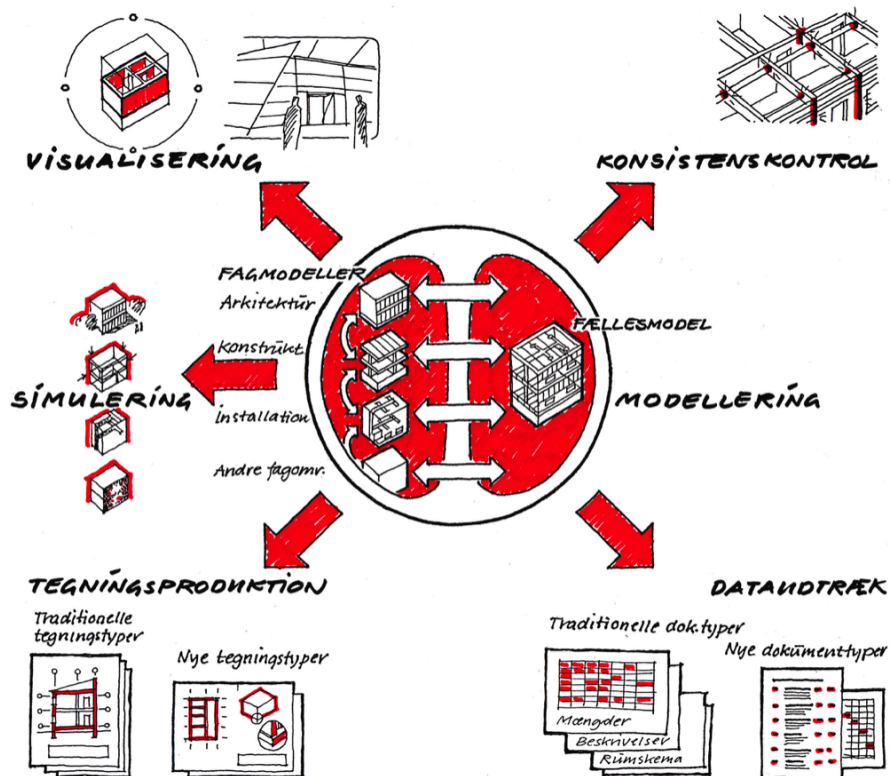


BIM forudsætter...

- Et paradigmeskift, hvor man går fra dokumentbaserede metoder til modelbaserede.
- At udskifte 2D tegninger med en samlet 3D model, hvorfra alle ønskelige 2D tegninger kan genereres.
- At 3D modellen er databaseorienteret og dermed konsistent – arbejder man i ét snit, hvor man flytter en væg, vil dette slå igennem i resten af modellen, og altså også i en plantegning.
- At opbygge 3D modellen af intelligente objekter. Ændres fx bredden af et vindue, vil hullet i væggen, hvori vinduet er placeret, automatisk følge med.
- At der kan knyttes egenskabsdata på alle objekter i modellen.
- At modellen fungerer som bærer af informationer (en slags container), hvorfra alle data kan udtrækkes, ikke kun grafiske, men også alfanumeriske som styklister.
- At data kan importeres til og eksporteres fra modellen – til fx mængdefortegnelser samt simuleringer og kalkulationer i specialsoftware.
- At den rumlige repræsentation af bygningen kan anvendes til visualisering og forbedret kommunikation imellem faggrupperne.

Et centralt værktøj i arbejdet med BIM er programmet Revit fra Autodesk, som anvendes af tekniske designere i de fleste virksomheder til udvikling af digitale bygningsmodeller og meget andet. Det særlige ved Revit er, at det er multidisciplinært og databaseorienteret, hvilket gør programmet og dets værktøjer særligt anvendeligt til BIM.

Herunder ses en skitse og en opstilling, der viser, hvilke processer BIM understøtter og danner grundlag for i det digitale byggeri.



BIM understøtter...

- Integreret samarbejde mellem byggeriets parter via udveksling af fagmodeller, når man aftaler og overholder visse regler.
- Lean tankegangen gennem transparente bygningsmodeller indeholdende egenskabsdata som tid og økonomi.
- Simulering af bygningsegenskaber i planlægningsfasen vedr. energiforbrug, indeklima, bæredygtighed, tilgængelighed, bygbarhed, totaløkonomi, FM mv.
- Koordinering og kvalitetssikring gennem modelsamarbejde til kontrol af kollision, konsistens, programkrav mv.
- Automatisk generering af et konsistent tegningsmateriale og avancerede visualiseringer
- Automatisk dataudtræk i form af styklister beskrivende rum, bygningsdele m.v. samt deres egenskaber.
- Rationalisering af byggeprocessen gennem deling og genbrug af data samt minimering af redundante data.

Teoretisk set kan BIM gøre det muligt at følge et byggeris livscyklus gennem hele værdikæden, altså fra idé til tegning/modellering og færdiggørelse. Ideelt vil den digitale bygningsinformationsmodel (BIM) være centrum for alle aktiviteter, materialer og processer, der sker i samarbejdet mellem de mange forskellige aktører, som indgår i et byggeprojekt. I virkeligheden er man ikke i mål endnu især i forhold til processerne på byggepladsen. Dette er blandt andet baggrunden for at man i forlængelse af BIM har introduceret et begreb kaldet Virtual Design & Construction (VDC). Der hersker nogen forvirring om, hvad VDC dækker mere præcist, men generelt henviser VDC til anvendelsen af BIM.

I praksis vil BIM i højere grad kunne optimere og integrere samarbejdet mellem rådgivere og byggeplads og dermed styrke det tværfaglige samarbejde og skabe en langt mere LEAN arbejdsproces. VDC refererer altså til digitalisering af processer i hele projektets livscyklus, hvor BIM anvendes som grundlag.

3.1.1 Digitale tvillinger i bygge- og anlægsområdet

BIM bruges til at fremstille de 3D-modeller af bygninger med installationer, omgivelser og evt. infrastruktur, som indgår i en digital tvilling. Som tidligere nævnt forudsættes det, at sensorer kan opsamle data til den digitale tvilling i hele den fysiske bygnings livscyklus. De indsamlede data og visualiseringen via den digitale tvilling giver mulighed for løbende at analysere og evaluere fx bygningens funktionaliteter og mange andre parametre med henblik på at inddrage disse erfaringer i design af et efterfølgende byggeri. Digitale tvillinger kan også bidrage til at optimere bygningsvedligehold og renoveringer igennem analyse af de opsamlede data fra den fysiske bygning.

Ifølge en ny publikation fra InnoBYG⁷ er der ingen aktuelle projekter i gang med digitale tvillinger i byggeriet i Danmark. Man er ganske langt i forhold til digitalisering generelt og 3D-modellering, men det er endnu ikke videreført i en egentlig digital tvilling med dataopsamling i hele bygningens levetid. Her er man længere i industrien.

3.1.2 BIM og tekniske designeres arbejde

BIM har i høj grad påvirket arbejdsopgaverne for tekniske designere i byggerivirksomheder. BIM har åbnet for automatisering af en stor del af de tegneopgaver, som tidligere blev varetaget af TDerne i virksomheden.

Citat: "Vi har haft rigtig mange tekniske designere her i virksomheden og har da en del stadigvæk, men hele den modelverden, vi er trådt ind i, den er helt ny tankemæssigt. Den produktion af tekniske tegninger, som TDerne før har lavet, den begynder vi nu at automatisere. I gamle dage hvor vi fx havde 5 tekniske designere til at lave tegninger, dem kan vi sætte ned til én person i dag, fordi mange af deres tidligere arbejdsopgaver er automatiseret. Så derfor er det vigtigt at TDerne kan træde ind i den nye modelverden, og at de forstår anvendelsen af det. Det er et helt andet mindset."

⁷ InnoBYG: *Build 4.0 - Værdiskabelse med nye teknologier i den danske byggebranche*. 2019.

2D tegninger anvendes stadig på byggepladsen, men i fremtiden vil papirtegninger helt forsvinde. Udviklingen er allerede i gang på de større byggepladser.

Citat: *"Tidligere skulle man jo se noget i 3D og så arbejde sig frem til en 2D tegning, som en håndværker forstår at læse, sådan at han kan fremstille et emne i 3D i træ fx. Det, der sker nu, er, at materialet i 2D gradvis forsvinder. Vi er i en overgangsfase nu, hvor vi kører 2D på sidelinjen, men efterhånden vil 3D rykke ud på byggepladsen som det eneste materiale, håndværkerne har."*

De kompetencer som byggevirksomhederne (rådgivende ingeniører, arkitekter, mv.) efterspørger hos tekniske designere er på et højt niveau inden for BIM-modellering. Derfor lægger man stor vægt på efteruddannelse inden for dette område, som også involverer programmering af de automatiseringsprocedurer der kan gøre modelleringen meget effektiv.

Citat: *"TD'erne skal også vide noget om programmering – på et passende niveau selvfølgelig. Det kommer der mere og mere af. Det er programmeringen, der automatiserer sammenhængen mellem 3D-modellen i Revit og de tegninger, der skal knyttes til modellen. Der er så mange timer at spare ved at optimere processerne i stedet for, at vi selv skal bruge musen en masse gange.*

Det er vigtigt, at de forstår modelleringen fx egenskabsdata og informationsniveau ret dybt, for ellers begriber de ikke, hvad programmeringen udretter.

De små stykker software, der beregner alt muligt fx bjælker, de skal jo også passe ind i BIM-modellerne. Hvad der skal til for at integrere det og få det til at passe sammen – det er nødvendigt at tekniske designere kan det. Hvis ikke de kan det, så kan vi ikke bruge dem."

Citatet stammer fra en virksomhed, der har mange års erfaring med tekniske designere som medarbejdergruppe ved siden af ingeniører og bygningskonstruktører. Flere nævner, at de i stigende omfang ansætter bygningskonstruktører i stedet for tekniske designere, fordi konstruktørerne er stærke i modellering. Til gengæld har bygningskonstruktørerne ikke det professionelle forhold til dokumentation generelt, som TD'erne har, og derfor foretrækker de en teknisk designer, der også er stærk i BIM-modellering.

I en underleverandørvirksomhed til byggeriet udtrykker man det på følgende måde:

Citat: *"Den situation, hvor man skal arbejde videre med en 3D-model, som en kunde har opbygget, det bliver mere og mere almindelig. Her mangler TD'erne noget efteruddannelse i 3D-modellering på et mere avanceret niveau, hvor man fx går ind i en eksisterende model og piller noget ud, viderebearbejder det og fører det ind igen. Det, der skal til for at kunne dette inkl. den dokumentation, der skal laves i forbindelse med de processer, det er noget vi har brug for."*

Det mest anvendte program til BIM i de besøgte virksomheder er AutoDesk Revit.

3.1.3 Overlap mellem byggeri og industriel produktion

Der er mange industrivirksomheder i Danmark som fremstiller forskellige produkter til byggeriet, hvor konstruktion og dokumentation er afstemt efter de procedurer og IT-værktøjer, der anvendes i byggeriet. I denne analyse gælder det for virksomhederne Akva Group Land Based, LS Trapper, Vissing Agro, og Ambercon. Der er altså en væsentlig andel af tekniske designere, som ikke entydigt kan placeres i industrien eller i bygge- og anlægsområdet kompetencemæssigt set.

Citat: *"Vores arbejde her ligger et sted imellem byg og industri. I vore konstruktioner bruger vi mange forskellige materialer fx glas over plast, stål/metaller til træ. Vi arbejder desuden med en meget bred vifte af software. Vi bruger Revit, Autocad (2D), Inventor (3D), Plant 3D (rør). Vi tegner faktisk bygninger i Inventor."*

Hos både Chr. Hansen og på Danfoss arbejder TDerne også med fabrikslayout. Hos Chr. Hansen supporterer TDerne virksomheden ganske bredt dvs. tegner og reviderer både bygningstegninger, eltegninger, maskintegninger – det er hele pakken af dokumentation. Revit anvendes også i denne forbindelse.

I takt med at 3D-modelleringen bliver mere og mere avanceret så udvises de mere markante forskelle mellem industri og byg kompetencemæssigt set. En trappe i stål er jo et industriprodukt, der skal monteres i en bygning. Her skal man på den ene side kunne arbejde videre med en bygningsmodel, men også kunne modellere en trappe forstået som et industriprodukt. Tekniske designere er involveret i begge dele i virksomhederne.

Citat: *"Vi har en anden afdeling, der laver Ilogic (Inventor). Det er programmering af muligheder – hvis du tænker en trappe, så kan den have mange forskellige udformninger fx stigninger, trappetrinstyper, sideværn, vanger m.m. Alt det bliver kodet ind i et program, der hedder Ilogic. På denne måde skal du ikke tegne ret meget, men angive parametre i en model. Det svarer til det, du ser på nettet fx vedrørende trapper, hvor du selv kan taste forskellige parametre ind og få vist den trappe, du ønsker. Det er der meget fokus på, fordi det er så arbejdsbesparende. Jeg har to tekniske designere, der ikke laver andet. De er kommet ind i dette, fordi de har været særligt interesseret i det. Det kunne vi rigtig godt tænke os noget efteruddannelse i."*

Den angivne form for programmering findes i mange udgaver inden for forskellige fabrikater af software. Fælles for dem alle er, at de ved mere komplekse konstruktioner, hvor man fx også har behov for at knytte en visualisering til modellen, sparer rigtig meget arbejdstid.

Citat: *"De laver programmet, og så sidder der en anden teknisk designer en dag og skal lave en trappe, og så tager man Ilogik i brug, og inden for en halv time har du den dokumentation, du skal bruge for den trappe, der skal bruges i projektet. Hvis du skal gøre det fra grunden af, så vil det tage en uge, mindst."*

Nogle lægger programmeringsopgaverne ud af huset til en konsulent, men det er kun en fordel i særlige tilfælde er vurderingen fra flere interviewpersoner.

Citat: *“Det er meget dyrt at få konsulenter til at lave det. Det har vi også prøvet, men det er ikke rationelt. Jeg tror jeg brugte en uge på at specificere opgaven for konsulenten, fordi han selvfølgelig ikke ved ret meget om det, vi laver. Og så er det afgjort en ulempe i længden at lægge den viden uden for virksomheden.”*

Programmeringskompetencer i forhold til modellering er altså vigtige for tekniske designere både inden for byggeri og industri.

VR, AR og visualisering

VR og AR bruges i stigende grad på byggepladser, og der er også inden for byggeriet et ønske om at tekniske designere opnår kompetencer inden for dette område igennem efteruddannelse. Det handler om et bredere kursus, som også kan være fælles med TDere inden for industrien. Den mere specifikke anvendelse af VR og AR skal efterfølgende læres på arbejdspladsen.

Visualisering inden for byggeriet er en efterspurgt kompetence hos tekniske designere, men også her handler det om at udnytte de faciliteter, der i forvejen findes i konstruktionsprogrammerne eller i et plug-in til disse programmer. Ikke visualiseringer rettet mod professionelle markedsføringsaktiviteter.

3.2 Opmåling og scanning med droner

Opmåling og scanning med droner er mest anvendt inden for bygge- og anlægsområdet, men flere industrivirksomheder anvender også droner til inspektion af større anlæg fx procesanlæg, fødevarer virksomheder, mejerier mv. Novo anvender fx droner til inspektionsopgaver i deres produktion. Eseebase anvender også droner til scanning og opmåling af eksisterende bygninger med henblik på vedligehold.

Citat: *“Dronekørekort vil være et rigtig godt element i en efteruddannelse og så skal det kobles sammen med at generere data til en BIM-model. Vi bruger det her i virksomheden, hvis vi har nogle bygninger helt uden tegninger. Så har vi droneudstyr, som vi bruger til det. Det kommer mere og mere ind af den slags. Det ville helt sikkert være et godt emne til efteruddannelse.”*

Dronerne anvendes til flere forskellige opgaver. For eksempel er det i infrastrukturprojekter altafgørende at kunne foretage hurtige estimater af volumener, mængder og arbejdstimer – både når der skal indsamles data til beregninger, og når projekterne skal visualiseres. Ved at have en drone i luften i blot 15 minutter kan man tage fotografier fra forskellige vinkler, der gør det muligt at måle niveauforskelle i et område på 100.000 kvadratmeter. På denne måde kan man nøjagtigt beregne hvor meget materiale, der kræves. Man får også i denne proces adgang til grafik, som afslører mange detaljer. Dette arbejde vil tage flere dage at udføre med konventionelle metoder. Droner kan anvendes til følgende formål:

- som grundlag for visualisering
- til at tage luftfotos af omgivelserne
- til at tage 360-graders panoramafotos

- til planlægning af modeller på byggepladsen som grundlag for projektering
- til landmålings- og inspektionsopgaver
- til volumenberegninger
- til 3D-modeller af området
- til 3D-modeller af bygninger og andre konstruktioner

På dronerne kan man påmontere mange forskellige former for udstyr fx scannere, radar, kameraer, infrarødt udstyr til lækagemålinger m.m.

Citat: *”Vi bruger i høj grad droner, og vi udvikler på det. Vi flyver med et termografikamera under, så vi kan se lækager på forsyningsrør. Vi flyver også med radar, hvor vi fx kan flyve over en sø eller et bassin, hvor vi kan se vanddybden, beregne vandflow osv. finde drænrør på markerne – det hedder georadar et eller andet. Den skyder ned igennem jordlagene.”*

Alle droneførere, der varetager et erhverv, skal have et dronebevis, som erhverves på en godkendt drone-skole. Der findes forskellige lovpligtige ”kørekort” bestemt af dronens størrelse og anvendelse fx flyvning om natten.

Det er næppe muligt at udvikle AMU-kurser inden for flyvning med droner, da der findes et omfattende udbud fra private virksomheder inden for droneflyvning. Hansenberg og Erhvervsakademi Dania er også godkendt til udbud af de obligatoriske dronekurser. Der, hvor tekniske designeres kompetencer kommer i spil, er i forbindelse med efterbehandlingen af et scanningsforløb.

3.2.1 Punktskyer som grundlag for 3D-modeller

Resultatet af en scanning af en bygning eller et emne i industrien er en såkaldt punktsky som efterfølgende skal viderebehandles til en målfast 3D-model. Dette sker typisk i Revit inden for bygge- og anlægsområdet og det er et oplagt arbejdsområde for tekniske designere. Et eksempel på en punktsky ved scanning af en boligblok ses på følgende video <https://youtu.be/rPR3YdUDbfs> Scanneren læser op til 976.000 punkter/sekund og har en nøjagtighed på +/- 2mm. Der er altså tale om en meget nøjagtig opmåling.

Citat: *”Bygninger opmåles med punktskyer. Her kan du bruge en håndholdt scanner og efterfølgende databehandler du det og danner et billede som du kan lægge ind i en Revittegning fx af et gammelt pakhús, man vil lave til lejligheder. Det er vigtigt for TDere. Efteruddannelse i scanning efterspørger flere af vores TDere.”*

I et eller flere efteruddannelseskurser i scanning er det vigtigt at lægge vægt på at efterbehandlingen af punktskyen præsenterer sig på en indbydende måde.

Citat: *”Behandling af de data, der kommer ind efter en scanning, er vigtigt. Lære at lave nogle flotte præsentationer af det, der er blevet scannet. Det bliver vigtigere og vigtigere at kunne præsentere resultatet på en indbydende måde.”*

Scanning med håndholdt udstyr bliver mere og mere almindelig i bygge- og anlægsområdet, da teknologien efterhånden er meget nøjagtig og relativ billig. Ofte kan det bedre betale sig at scanne en ældre bygning og lave en 3D-model frem for at kontrollere og opdatere de gamle tegninger på papir. Pladser, byrum eller gårdmiljøer er også oplagte områder, hvor den håndholdte scanner kan bringes i spil, men også parkeringskældre, industribygninger eller lignende.

I industrien anvendes 3D scanning til geometrisk opmåling, på lige fod med taktile målemaskiner. Med 3D scanning måles hele emnets overfladegeometri i stedet for blot enkelte punkter. Resultatet af scanningen er også her en punktsky, der efterfølgende skal behandles af et program.

Der findes ikke et efteruddannelseskursus i AMU inden for 3D-scanning af maskinemner og der er ingen af de besøgte virksomheder, som ser et efteruddannelsesbehov for TDerne her. Under alle omstændigheder skal et evt. senere behov koordineres med måleteknik inden for det maskintekniske område.

3.3 Opsamling

- BIM er en integreret metode til at digitalisere byggeprocessen og er ifølge de besøgte virksomheder inden for bygge- og anlægsområdet helt centralt for tekniske designeres arbejde. Ved hjælp af BIM-teknologi opbygges én eller flere nøjagtige virtuelle modeller digitalt, der understøtter projekteringen i de forskellige faser.
-
- De kompetencer, som byggevirksomhederne efterspørger hos tekniske designere, er på et højt niveau inden for BIM-modellering. Derfor lægger man stor vægt på efteruddannelse inden for dette område, som også involverer programmering af de automatiseringsprocedurer, der kan gøre arbejdet mere effektivt.
-
- 2D tegninger anvendes stadig på byggepladsen, men i fremtiden vil papirtegninger helt forsvinde. Udviklingen er allerede i gang på de større byggepladser.
-
- Efteruddannelsesbehovene inden for VR og AR samt visualisering svarer ret nøje til dem, der findes inden for industriens område.
-
- Det er næppe muligt at udvikle AMU-kurser inden for flyvning med droner, da der findes et omfattende udbud fra private virksomheder inden for dron-flyvning.
-
- Der er behov for et eller flere efteruddannelseskurser i 3D scanning og efterbehandlingen af punktskyen, sådan at den præsenterer sig på en indbydende måde.

4 Det kommunale område, landmåling og forsyning

Det kommunale område og landmåling overlapper hinanden meget set i forhold til tekniske designeres kompetencer. Større landinspektørvirksomheder fx Geopartner varetager mange opgaver, der tidligere

lå i kommunerne. Ofte udliciterer kommuner en del af lokalplanlægningen til landinspektørvirksomheder, som foretager den konkrete opmåling, udarbejder lokalplaner, kortbilag mv. frem til den endelige myndighedsbehandling. Det giver derfor god mening at se tekniske designeres kompetencer under ét i forhold til det kommunale område og landinspektørområdet.

Det samme kan i nogen grad siges i forhold til forsyningsområdet. Vedligehold af forsyningsanlæg og den deraf følgende dokumentation svarer ganske nøje til den, man finder i industrien. I forhold til forsyningsledninger, kort mv svarer kompetencebehovene til det, man finder hos landinspektører og kommunerne. På denne baggrund vurderes det, at der ikke findes særskilte udækkede uddannelsesbehov for tekniske designere inden for forsyningsområdet. Dette bekræftes af besøget hos Aarhus Vand og tidligere analyser, som ERA har gennemført i forsyningselskaber senest i forbindelse med forsyningsoperatører og energiteknologer.

4.1 GIS – Geografisk InformationsSystem

Et gennemgående efteruddannelsesbehov hos både landinspektører, kommuner og forsyningselskaber er GIS.

GIS er et computerbaseret system, som bruges til at registrere, modellere, lagre, manipulere, analysere og præsentere geografisk refererede data (geodata). I generelle termer kan det forstås som et IT-værktøj, der kan anvendes til at fremstille geografiske kort samt analysere geografisk information. GIS dækker over et bredt fagområde, og det kan referere til en lang række teknologier, processer og metoder. Det kan anvendes til mange ingeniøropgaver, planlægning, styring, transport/logistik, forsyning, telekommunikation mm. Ofte integreres GIS med andre IT-systemer.

Der findes GIS-værktøjer til forskellige platforme: desktop, web og mobil, hvilket sikrer, at man altid kan se og anvende geografiske data uanset hvilket medie, man arbejder på. Man kan altid tilgå data uanset, hvor man befinder sig, udføre opdatering og indberetning direkte fra byggepladsen eller marken. En af fordelene ved digitale kort er, at de kan ændre udseende efter behov. Det er ikke det samme billede man ser i 1:1.000 som ved 1:100.000, ligesom kortet skal være forskelligt, alt efter om man skal behandle en ledningsforespørgsel i et forsyningselskab eller undersøge følsomme naturområder i en kommunal sagsbehandling. Ved at vælge i forskellige lag (temaer) kan man få et overblik på kortniveau både i oversigtsform og i detaljen. Sammenstilling af ejendomsdata med kort er også en måde at anvende GIS på. TDerne skal være stærke i GIS.

Citat: "Det grønne område. Her arbejder vi meget med GIS-registrering. Vi bruger GIS rigtig meget, så det er et af de programmer, de arbejder meget med, både når de sidder i det natur-grønne-område, men også når de sidder i vej-trafik og byggemodning. Det er kort, men også alle mulige andre data. På ejendomskontoret vil de også skulle kigge på kort, men her er det ellers mere om ejendomsoplysninger via ejendomsexplorer. Det vil være godt med et efteruddannelseskursus, der kan løfte kompetencerne inden for GIS – det har vi behov for. TDerne skal være stærke i GIS"

QGIS anvendes i stigende grad af landinspektører og kommuner. Der er tale om et gratis, brugervenligt, open source desktop GIS program, som kan løse alle hyppigt forekommende GIS opgaver. QGIS

kan downloades og anvendes kvit og frit og kører på mange forskellige styresystemer (Windows, Linux, Unix, Mac OSX), og det understøtter en lang række vektor, raster og databaseformater. QGIS tilbyder en stadigt voksende række af funktioner - enten direkte i programmet eller via plugins, som udviklere over hele verden frembringer og stiller til rådighed.

Citat: *"Vi bruger også GIS i høj grad. Vores fremtid her i virksomheden er data, og GIS kommer til at fylde mere og mere. Vi bruger QGIS i forbindelse med lokalplanerne."*

Det at kunne formidle og lave gode præsentationer i sammenhæng med arbejde med GIS bliver mere og mere vigtigt.

Citat: *"TDerne laver meget layout med kort og tekst, der hjælper folk til at færdes i naturen, opsætning af skilte, udvikling og tryk af foldere og tilsvarende digitale udgaver."*

Kortarbejdet hos landinspektører er meget kompliceret, og det arbejder TDerne også med. Til gengæld vurderer man her, at efteruddannelsesbehovene ikke kan opfyldes ved kurser i AMU.

Citat: *"Vi skal fx indberette til MIA i Geodatastyrelsen, og det gør de dygtigste af vores tekniske designere. Det forberedende arbejde og indberetning i MIA det er meget kompliceret. Det kan man ikke lære på en uddannelsesinstitution. Opbygning af kortmateriale, målerblade osv foretager vi i et program, der hedder Bentley. Dem, der er lykkedes med det, er de meget systematiske. Dem, der har sværeste ved at arbejde med hele pakken, bruger vi til at lave kortmaterialer og bidrage til rapporter, indtastning af data i ledningsregistreringssystemer osv. De synes typisk at det her med MIA og Bentley - det er for svært. Det er der også enormt mange oplæringstimer i. Det tager typisk to år med intern oplæring - det er enormt dyrt, og vi passer godt på dem."*

MIA er et Matrikulært Informations- og Ajourføringssystem, som anvendes til matrikulær sagsudarbejdelse og digital udveksling af data. Programmet er et Windows-program, som gør de privatpraktiserende landinspektører i stand til at oprette data til matrikulære sager i digital form og overføre disse data til Geodatastyrelsen og kommunerne via internettet. På grundlag af disse data opdaterer Geodatastyrelsen matrikelregisteret og matrikelkortet.

4.2 Øvrige områder

Et vigtigt kompetenceområde hos både landinspektører og kommuner er kommuneplaner og lokalplaner.

Citat: *"Planlægningsarbejde er et vigtigt område - altså lokalplaner. Det er meget relevant for os. Det kan være private ejendomsudviklere, der ringer til os og ønsker hjælp til udviklingen af lokalplanen. Her bruger vi så vores tekniske designere til opbygning af fx bilagsmaterialet."*

Tekniske designere arbejder i rigtig mange nicheområder i kommunerne fx byggemodning, byggesagsbehandling, BBR, veje og trafik m.m. som i princippet kunne have behov for efteruddannelse, men der

er enighed blandt interviewpersonerne om, at dette kompetencebehov ikke kan dækkes hensigtsmæssigt i AMU. Volumen vil være for beskeden og arbejdsdelingen i forhold til TDerne varierer meget fra kommune til kommune. Desuden ændrer reglerne sig konstant på disse områder. Udvikling af kompetencer må derfor her bygge på en intern oplæring og efteruddannelse.

4.3 Opsamling

- Det kommunale område og landmåling overlapper hinanden meget set i forhold til tekniske designeres kompetencer.
-
- Et gennemgående efteruddannelsesbehov hos både landinspektører, kommuner og forsynings-selskaber er GIS. QGIS (open source) anvendes i stigende grad af landinspektører og kommuner og bør derfor indgå i TDerne efteruddannelse.
-
- Det at kunne formidle og lave gode præsentationer i sammenhæng med arbejdet med GIS bliver mere og mere vigtigt.
-
- AMU-kurser i lokalplanlægning, BBR, iberetning til Geodatastyrelsen mv. hos landinspektører og kommuner vurderes til at kunne tiltrække for få kursister. Udvikling af kompetencer her må derfor bygge på en intern oplæring og efteruddannelse.

5 Nuværende udbud af AMU-kurser for tekniske designere

Dette kapitel skal fokusere på vurderinger af det nuværende udbud af AMU-kurser til tekniske designere set i lyset af de foregående kapitler.

Det er meget få af interviewpersonerne, som på forhånd kender det udbud af efteruddannelseskurser for tekniske designere, der findes i AMU. Hvis man går ind på AMU-kurs inden for bygge og anlæg, er der ingen kurser her, som umiddelbart henvender sig til tekniske designere. På industriens område er der ingen af de overordnede kategorier, der leder frem til kurserne inden for teknisk design. Man skal lede efter dem. De findes under generel IT, og her er der en direkte "henvisningsknap" til efteruddannelseskurserne for tekniske designere. På denne måde ligger kurserne samlet, og det virker godt. Man kunne evt. betegne hovekategorien i fremtiden som "generel IT og teknisk design". Dette ville gøre det nemmere at finde frem til kurserne, og teknisk design er jo også en fagkategori på linje med de øvrige angivne kategorier.

5.1 FKB Planlægning, styring og samarbejde i bygge & anlæg

Den pågældende FKB har nummer 2258 og dækker planlægning, styring og samarbejde for alle udførende bygge- og anlægsarbejdere i Danmark både faglærte og ufaglærte. Jobområdebeskrivelsen er meget omfattende, og det nævnes i en oplistning, at tekniske designere også hører herunder. Ud over

at være nævnt i oplistningen er der intet i jobområdebeskrivelsen, som peger på tekniske designeres opgaver og jobfunktioner.

Tilsvarende er der ingen af de beskrevne TAKer (Tilhørende Arbejdsmarkedsrelevante Kompetencer), der kan rumme de kompetencer og arbejdsopgaver, som tekniske designere varetager inden for bygge- og anlægsområdet. Det er først og fremmest byggepladsen, der er grundlaget for TAKerne og jobområdebeskrivelsen. I TAKen "Bedre byggeprocesser" er der under afsnittet "særlige kvalifikationskrav" beskrevet følgende om tegninger og BIM-modeller:

Det er nødvendigt at kunne anvende moderne værktøjer til håndtering af tegninger og data. Det vil sige at kunne anvende viewere til tegninger og BIM-modeller, at anvende projektweb/portaler direkte på byggepladsen, hvad enten man konkret bruger pc'ere eller andre håndholdte enheder.

Som det ses af teksten, er der alene tale om anvendelse af tegninger og BIM-modeller.

I TAKen "Byggetekniske og administrative kompetencer" er det også anvendelsesperspektivet, der er enerådende, som følgende tekst viser:

Medarbejderne skal kunne anvende moderne værktøjer som projektweb til download og udtræk af tegninger, beskrivelser mv., anvende programmer som f.eks. BIM-viewere til at vise de digitale tegninger i både 2D og 3D. Dette skal baseres på et grundlæggende kendskab til beregninger og tegningsforståelse.

I samme TAK under afsnittet "Teknologi og arbejdsorganisering" betones anvendelsesperspektivet også: *Medarbejderne skal have kendskab til anvendelse af IKT-værktøjer som f.eks. tegneværktøjer, browsere til søgning på projektweb/portaler, almindelige tekst- og regnearksprogrammer, diverse viewere og billedvisningsprogrammer som er almindelige værktøjer i forbindelse med Det Digitale Byggeri.*

Det forhold, at tekniske designeres arbejdsmarkedsrelevante kompetencer ikke indgår i FKBen, selvom de er nævnt i jobområdebeskrivelsen, er ikke i sig selv en fejl. Det er det pågældende efteruddannelsesudvalg, der afgør hvilke TAKer, der skal beskrives og hvilke arbejdsmarkedsuddannelser, der skal udvikles med henvisning til én eller flere TAKer.

Formålet med udredningen er først og fremmest at vise, at de afdækkede efteruddannelsesbehov for tekniske designere inden for bygge- og anlægsområdet ikke kan opfyldes uden en større revision af FKB 2258. Et alternativ kan være at samle tekniske designeres jobområde inden for industri, bygge og anlæg, forsyning, landinspektører mv. i den samme FKB. Dette kræver udvikling af en ny FKB. Dette udbygges senere i rapporten.

5.1.1 Tilkoblede mål til FKB 2258

I dette underkapitel skal der ses nærmere på de tilkoblede mål med henblik på at vurdere relevansen for efteruddannelse af tekniske designere. Alle de omtalte mål har FKB 2258 som moder-FKB.

- 40340 CAD – 2D på byggepladsen fra 2007
- 40464 CAD – 3D på byggepladsen fra 2008

Begge disse mål er ikke relevante som efteruddannelse for tekniske designere, da de indholdsmæssigt er knyttet til arbejdet på byggepladsen, som begge titler antyder.

- 45325 CAD – Generering af facade, snit og detaljer fra 2005
- 45327 CAD – Udarbejdelse af plantegninger fra 2005

Begge mål er meget elementære og afspejler ikke de efteruddannelsesbehov, som tekniske designere har i dag.

- 45542 Anvendelse af bygge- og anlægstegninger fra 2006

Målet er meget elementært og ikke relevant som efteruddannelse af tekniske designere.

- 45980 Projektweb – dokumenthåndtering i udførelsesfasen fra 2007. Varighed 2 dage.

Dette mål er velegnet til at indgå i efteruddannelse af tekniske designere inden for bygge- og anlægsområdet. Projektweb er et projektstyringsredskab, som giver alle parter i projekter nem og hurtig adgang til projektmateriale og andre dokumenter. ProjectWEB kan anvendes til alle former for dokumenter fx tegninger, beskrivelser, fotos, rapporter, breve, mødereferater og mails. Projektdeltagerne kan selv bidrage til projektwebbens struktur. ProjectWEB kan med stor fordel anvendes i byggeriet og andre former for samarbejde, hvor der over en kortere eller længere periode er behov for at udveksle information.

- 48001 Digital ansøgning i bygge- og miljøsager fra 2014. Varighed 1 dag.

Målet er næppe relevant for tekniske designere. Med en varighed på 1 dag er indholdet for overfladisk set i forhold til de ansøgninger, tekniske designere typisk er involveret i.

- 48980 Projektforståelse – bygge og anlæg fra 2018. Varighed 2 dage.

Målet tager afsæt i et færdigt udbudsmateriale og er tydeligt rettet mod håndværkere som målgruppe. Er næppe relevant for tekniske designere.

- 48982 Planlægning i bygge- og anlægsbranchen fra 2018. Varighed 3 dage.

Målet er relevant for tekniske designere, der deltager i planlægning, logistik, opfølgning på tidsplaner, dokumentation mv. på store byggepladser.

- 48984 Bygningsreglementet – anvendelse fra 2018. Varighed 2 dage.

Målet er relevant for tekniske designere, der fx arbejder med tegning og modellering af bygninger og bygningsdele.

5.1.2 Konklusion

- De afdækkede efteruddannelsesbehov for tekniske designere inden for bygge- og anlægsområdet kan ikke opfyldes uden en større revision af FKB 2258.
-
- Et alternativ kan være at samle tekniske designeres jobområde inden for industri, bygge og anlæg, forsyning, landinspektører mv. i den samme FKB. Dette kræver udvikling af en ny FKB.
-
- Følgende tre mål kan tilkobles en evt. ny FKB for tekniske designere. FKB 2258 skal fortsat være moder-FKB for disse mål.
 - 45980 Projektweb – dokumenthåndtering i udførelsesfasen fra 2007. Varighed 2 dage.
 - 48982 *Planlægning i bygge- og anlægsbranchen* fra 2018. Varighed 3 dage.
 - 48984 Bygningsreglementet – anvendelse fra 2018. Varighed 2 dage.

5.2 FKB Teknisk dokumentation i industriel produktion

Den pågældende FKB har nummer 2779 og dækker tekniske designeres arbejde med teknisk dokumentation i industrien. Der er tale om en FKB hvor TAKerne er målrettet de afgørende kompetenceområder for tekniske designere, tekniske assistenter og tekniske tegnere, men dog kun i forhold til arbejdet i industrien. FKBen er fra 2007 og bør revideres indholdsmæssigt med henblik på at kunne rumme de nye efteruddannelsesbehov, denne analyse har afdækket.

5.2.1 Tilkoblede mål til FKB 2779

I dette underkapitel skal der ses nærmere på de tilkoblede mål med henblik på at vurdere relevansen for efteruddannelse af tekniske designere. Hvis ikke andet er angivet, så har de omtalte mål FKB 2779 som moder-FKB.

Aktiviteten indgår i vurderingerne, sådan som den fremgår af AMU-statistikken.

Grundlæggende CAD

Teknisk design i 3D CAD (46579) Varighed: 3 dage
CAD konstruktion og redigering (46582) Varighed: 5 dage
CAD konstruktion med brug af standard og objekt (46583) Varighed: 3 dage
CAD konstruktion, template og opsætning (46585) Varighed: 3 dage

Denne uddannelsespakke kan give merit til uddannelsen som teknisk designer, og derfor er der ikke tale om efteruddannelseskurser, som bygger videre på de kompetencer, man erhverver sig i uddannelsen. Aktiviteten er generelt på et lavt niveau.

CAD konstruktion og redigering (46582) har haft det højeste deltagerantal af de grundlæggende CAD-kurser og havde 351 deltagere i 2012 og 17 deltagere i 2018.

Teknisk design i 3D-CAD (46579) havde i 2018 i alt 43 deltagere og har haft en jævn aktivitet hen over årene.

De to øvrige kurser har i de seneste 4 år haft et deltagerantal på under 10 personer om året.

Der er et behov for CAD-kurser i forhold til tekniske designeres skift fx fra byggeri til industri. Spørgsmålet er imidlertid om dette er tilgodeset via denne uddannelsespakke. Den vil antageligt være på et for lavt niveau for allerede uddannede tekniske designere inden for bygge- og anlæg.

CAD anvendelse

3D CAD, konstruktion (46580) Varighed: 3 dage
CAD konstruktion og pladeudfoldning (46581) Varighed: 3 dage
CAD konstruktion, menu- og filhåndtering (46584) Varighed: 3 dage
3D-CAD: Parametrisk konstruktion og konfigurationer (48202) Varighed: 3 dage

3D CAD konstruktion havde 33 deltagere i 2018 og en jævn aktivitet i de senere år.

CAD konstruktion og pladeudfoldning - under 10 deltagere pr. år i de senere år.

CAD konstruktion menu- og filhåndtering - ingen aktivitet siden 2014.

3D-CAD: Parametrisk konstruktion og konfigurationer fremgår ikke af aktivitetsoversigten i AMU-statistik antageligt fordi, der aldrig har været aktiviteter på kurset.

Design af konstruktioner

Teknisk dokumentation design af rørkonstruktioner (47203) Varighed: 3 dage
Teknisk dokumentation design af stålkonstruktioner (47204) Varighed: 3 dage

Ovenstående to kurser har ikke haft aktivitet siden 2014.

Samlingskonstruktioner

Tekn. dok. af samlings konstruktioner (47155) Varighed: 2 dage
Teknisk konstruktion af samlings konstruktioner (47156) Varighed: 2 dage
Præsentation af tekniske samlings konstruktioner (47157) Varighed: 2 dage
Tekn. dok: Konstruktion af overflade modeller (48060) Varighed: 3 dage
Tekn. dok: Komplekse samlings konstruktioner (48061) Varighed: 3 dage

Tekn. Dok. Af samlings konstruktioner (47155) har haft en jævn aktivitet med 39 deltagere i 2018. Teknisk konstruktion af samlings konstruktioner (47156) har haft en jævn aktivitet med 40 deltagere i 2018. Præsentation af tekniske samlings konstruktioner (47157) har ikke haft aktivitet siden 2014. De to øvrige kurser fremgår ikke af AMU-statistik, måske fordi de aldrig har haft aktivitet.

Øvrige kurser

Dimensionering og bevægelses simulering (47317) Varighed: 3 dage
Design, konstruktion og styrkeberegning (47318) Varighed: 3 dage
PDM: Opsætning og administration af Vault (48203) Varighed: 2 dage

Dimensionering og bevægelses simulering (47317) her var der 4 deltagere i 2014 – ellers ingen deltagelse.

Design, konstruktion og styrkeberegning (47318) her var der 14 deltagere i 2013 – ellers ingen deltagelse.

PDM: Opsætning og administration af Vault (48203) her var der 3 deltagere i 2014 – ellers ingen deltagelse.

Flere nævner, at den største udfordring ved at skifte fra bygge- og anlæg er tolerancer og målsætning. Her findes der et mål fra 2006 knyttet til FKB 2779: *Metrologi med GPS ISO standard matrix nr. 45205* med en varighed på 5 dage. Der har ikke været aktivitet på dette mål siden 2013. Et bedre mål for tekniske designere er følgende mål fra FKB 2244 Maskin- og værktøjsområdet:

GPS målsætning i CAD (47428) Varighed: 3 dage
--

Her indgår både målsætning og aflæsning af avancerede samlings- og konstruktionstegninger i både 2D og 3D med geometriske produktspecifikationer (GPS).

5.2.2 Konklusion

- De afdækkede efteruddannelsesbehov for tekniske designere inden for Industrien kan ikke opfyldes uden en revision af FKB 2779.
- Et alternativ kan være at samle tekniske designeres jobområde inden for industri, bygge og anlæg, forsyning, landinspektører mv. i den samme FKB. Dette kræver udvikling af en ny FKB.
- Alle kurser under FKB 2779 bør tages op til overvejelse både i forhold til indhold og niveau samt den uddannelsesstruktur/kursusrække, de indgår i. En del af kurserne er i fare for nedlæggelse på grund af manglede aktivitet. Derudover er niveauet generelt for lavt til, at kurserne kan fungere som efteruddannelseskurser for uddannede tekniske designere med nogle års erfaring.
- Følgende mål kan fx tilkobles en ny FKB for tekniske designere: nr. 47428 GPS målsætning i CAD fra FKB 2244 Maskin- og værktøjsområdet.

6 Afrunding og anbefalinger

I dette kapitel sammenskrives opsamlinger og konklusioner fra de foregående kapitler med henblik på at skabe overblik over de initiativer, der vil være relevante at iværksætte med hensyn til udvikling af en ny FKB samt nye AMU-mål.

Det anbefales at udvikle en ny FKB for tekniske designeres jobområde, som dækker både industriel produktion og bygge- og anlæg. På denne måde kan tekniske designere sikres et sammenhængende udbud af efteruddannelse, der både kan tilgodese uddannelsesbehov inden for industriel produktion og bygge- og anlæg samt fælles uddannelsesbehov på tværs af de to brancheområder.

6.1 Tilkobling af eksisterende AMU-mål til ny FKB

I forbindelse med analysearbejdet er der gennemgået udvalgte mål fra forskellige FKBER med henblik på at undgå dobbeltudvikling. Inden for bygge- og anlægsområdet kan følgende tre mål tilkobles en evt. ny FKB for tekniske designere. FKB 2258 skal fortsat være moder-FKB for disse mål.

- 45980 Projektweb – dokumenthåndtering i udførelsesfasen fra 2007. Varighed 2 dage.
- 48982 Planlægning i bygge- og anlægsbranchen fra 2018. Varighed 3 dage.
- 48984 Bygningsreglementet – anvendelse fra 2018. Varighed 2 dage.

Inden for industriens område bør alle kurser under FKB 2779 tages op til overvejelse både i forhold til indhold og niveau samt den uddannelsesstruktur/kursusrække, de indgår i. Der er en tendens til, at de kurser, som er meget specifikke, har en meget begrænset eller slet ingen aktivitet. Dette er kommenteret i flere virksomheder.

Citat: *”Det er meget vigtigt, at TDerne selvstændigt kan tage initiativ til at sætte sig ind i nye områder ligesom de folk, vi har, med videregående uddannelser. Førhen var det jo sådan, at hvis man skulle arbejde med Exel, så skulle man på et kursus i Exel, og hvis du skulle skrive dokumenter i Word, så skulle du på kursus i Word. Den form for efteruddannelse er på vej væk. Man skal selv kunne tage teten og sætte sig ind i de nye programmer, der kommer. Der kommer jo nye programmer hele tiden.”*

Som citatet viser, vil man typisk ikke tage på kursus i at betjene et program eller bestemte faciliteter i et program. Det lærer man i virksomheden, og hvis det endelig er mærkespecifikke specialiteter, man har behov for, så tager man på kursus i det program, man bruger i det daglige arbejde fx Inventor eller Revit. Snævre specialiseringer fx design af rørkonstruktioner, stålkonstruktioner, pladeudfoldning o.l. vil man lære på arbejdspladsen, hvis det er denne type opgaver, man arbejder med.

Efteruddannelseskurser i AMU til tekniske designere skal generelt have en forholdsvis stor spændvidde indholdsmæssigt og være på et højt niveau. En undtagelse fra dette kan være basale AMU-kurser, der tænkes anvendt til håndværkere eller andre, som ønsker at stifte bekendtskab med fx teknisk design i 3D-CAD og opnå merit i uddannelsen til teknisk designer.

I forhold til dækning af uddannelsesbehovene inden for GPS og 3D print kan følgende mål tilkobles:

- 47428 GPS målsætning i CAD fra FKB 2244 Maskin- og værktøjsområdet.
- 47836 3D print – print af modeller på 3D printer fra FKB 2282. Dette mål er også knyttet til FKB 2244 Maskin- og værktøjsområdet.

6.2 Behov for nye AMU-mål

I de foregående kapitler i rapporten er der peget på en række efteruddannelsesbehov, som her skal søges omsat i anbefalinger om nyudvikling af en række AMU-mål. Det drejer sig om følgende:

- En indsigt i projektledelse ses som grundlaget for, at TDerne kan omsætte deres særlige kompetencer som dokumentationsspecialister i større projekter. Nogle nævner i interviewene, at de ønsker et målrettet projektledelseskursus inden for henholdsvis byggeri og industri. Andre ser gerne et mere generelt kursus. Set i lyset af den begrænsede population, som tekniske designere udgør, så vil et mere målrettet kursus næppe få ret mange deltagere. Derfor anbefales det, at tilkoble mål nr. 49445 *Projektledelse* fra 2019. FKB 2250 Ledelse er moder-FKB. Målet er forholdsvis generelt beskrevet og kan tones i forhold til deltagernes baggrund. Målet indgår i den grundlæggende lederuddannelse i HAKL.
- Der er et behov for en kursusrække, som omhandler mere avanceret 3d-modellering i industrien, der bl.a. skal indeholde automatisering af tegneprocesser, og hvordan man programmerer dem. Det sidste kursus (kurser?) i rækken bør omhandle 3D-modeller og digitale tvillinger i industrien. Under udviklingen af disse kurser, og hvis der er behov for efteruddannelse af lærere, kan man evt. samarbejde med maskinmesterskolerne i Aarhus og København samt Xcelgo i Ry.

- Der er tilsvarende et behov for en kursusrække, som omhandler 3D-modellering af BIM-modeller i byggeriet. Det er vigtigt at koble indholdet til BIM, og også her skal programmering af automatiserede processer indgå. Digitale tvillinger i bygge- og anlægsområdet kan ses i sammenhæng med BIM, men byggeriet er ikke så langt som dele af industrien.
- Der er behov for ét eller flere kurser inden for virtual reality (VR) inkl. augmentet reality (AR) målrettet til tekniske designeres arbejde med 3D-modellering. Det kan sandsynligvis udvikles som et fælles kursus for både industri og bygge- og anlæg. VR er det primære i dette/disse kurser.
- Der er behov for et kursus i visualisering, som skal ses som en forlængelse af tekniske designeres arbejde med 3D-modeller. Det er antageligt muligt at udvikle et kursus, der kan dække både industri og bygge- og anlæg.
- Der er behov for et kursus i scanning med særligt fokus på punktskyer som grundlag for 3D-modeller. Behovet er særligt udtalt inden for bygge- og anlægsområdet, men det udvikler sig også inden for industrien. Der er ingen, der har givet udtryk for et efteruddannelsesbehov hos tekniske designere inden for industriens område, men det bør følges tæt. Inden for det maritime område og i vindmølleindustrien bruges scanning meget, men det er mest til kvalitetskontrol.
- Der er behov for efteruddannelseskurser i GIS. Kommunerne og landinspektører bruger i stigende grad open source programmet QGIS. GIS fylder meget i bygge- og anlægsområdet, hos landinspektører, i kommunerne og i forsyningselskaber. Et af kurserne skal fokusere på visualisering, præsentation af kort, data mv i GIS i forhold til forskellige anvendelsessituationer.

6.3 Afsluttende bemærkninger

Under besøgene i virksomhederne var det påfaldende hvor få, der var klar over, at der overhovedet findes efteruddannelse i AMU til tekniske designere. Enkelte havde fulgt efteruddannelseskurser i AMU, men inden for metalområdet fx i forhold til CE-mærkning. Nogle få kendte AMU-kurs i forvejen og resten blev informeret om det i forbindelse med interviewene i virksomhederne.

Det var imidlertid tydeligt, at det nuværende udbud ikke tilgodeser de behov, som erfarne tekniske designere har i dag og i de kommende år. TDernes uddannelsesbehov er præget af, at de normalt arbejder sammen med videregående teknikere, ingeniører, maskinmestre, landinspektører og andre med videregående uddannelser. Set i forhold til den danske kvalifikationsramme varetager flere tekniske designere i de besøgte virksomheder opgaver på kompetenceniveau 5, og nogle få har også fulgt moduler i akademiuddannelserne. Det er imidlertid erfaringen, at akademiuddannelserne ikke fungerer godt som efteruddannelse for tekniske designere, med mindre man ønsker at skifte fag og fx blive leder eller projektleder mere generelt. Derfor er den manglende efteruddannelse i AMU et problem, som i fremtiden kan have afgørende indflydelse på, om tekniske designere vil blive en central medarbejder i virksomhedernes digitaliseringsproces i de kommende år.