

# BUILD 4.0

---

Værdiskabelse med nye teknologier i  
den danske byggebranche

# Om udgivelsen

---

**Udgivet af**

InnoBYG

**Udgivelsesår**

2019

**Redaktion og layout**

InnoBYG

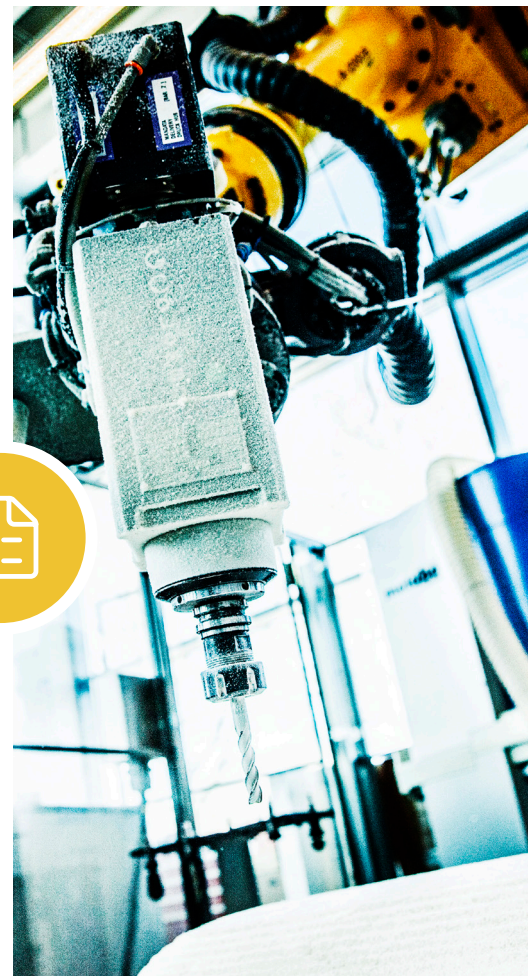
**ISBN**

978-87-998643-0-0 (trykt)

978-87-998643-1-7 (elektronisk)

# Indhold

<b>Forord</b> .....	<b>4</b>
<b>Indledning</b> .....	<b>6</b>
<b>Udsagn om Build 4.0</b> .....	<b>9</b>
<b>Oversigt over cases</b> .....	<b>10</b>
<b>Build 4.0 teknologier</b> .....	<b>14</b>
<b>Heatmaps</b> .....	<b>16</b>
Aktørernes brug af teknologier .....	16
Værdiskabelse af Build 4.0 .....	17
Teknologiernes modenhed .....	18
Faseinddelt brug af Build 4.0 .....	19
<b>Build 4.0 i byggeriets livsfaser</b> .....	<b>20</b>
<b>Teknologiernes modenhed i byggeriets faser</b> ....	<b>22</b>
<b>Eksempelsamling</b> .....	<b>24</b>
Produktion .....	24
Projektering .....	35
Udførelse .....	47
Drift .....	59
Recycling .....	69
<b>Referencer</b> .....	<b>72</b>



# Forord

---

af Michael H. Nielsen,  
formand i InnoBYG



I Danmark har vi tradition for at være nytænkende og gå forrest i udviklingen. Med Build 4.0, som er bygge- og anlægsbranchens svar på Industri 4.0, har vi en enestående mulighed for at fastholde den tradition.



Der er forandring i gang i bygge- og anlægsbranchen anno 2019. Ny teknologi, automatisering og nye digitale løsninger skyller ind over bygge- og anlægsbranchen - og det er godt, for de nye teknologier bringer enorme muligheder og perspektiver med sig.

Der er mange gode grunde til, at bygge- og anlægsbranchen bør tage imod den nye digitale bølge med åbne arme. For blot at nævne et par stykker står byggebranchen for 40% af samfundets ressourceforbrug, for en tredjedel af alt affald i Danmark og for 40% af energiforbruget og hertil kommer udfordringer med nedslidning og produktivitet.

Bygge- og anlægsbranchen har brug for nye, innovative løsninger, processer og teknologier – også for at stå stærkere i konkurrencen på det globale marked. I Danmark har vi tradition for at være nytænkende og gå forrest i udviklingen. Med Build 4.0, som er bygge- og anlægsbranchens svar på Industri 4.0, har vi en enestående mulighed for at fastholde den tradition.

Build 4.0 sætter nye mål for branchens innovation og udvikling. Det digitale og teknologiske potentiale i byggeriet er enormt og vil gøre det muligt ikke bare at bygge mere effektivt, men også at skabe merværdi, forebygge nedslidning og optimere branchens brug af ressourcer igennem hele livscyklus. Men det kræver, at vi investerer i den relevante viden,

kompetencer og teknologi og arbejder med implementeringen i alle led i værdikæden.

Med casestudierne i denne udgivelse ønsker InnoBYG at give indsigt i, ikke blot de mange teknologier som findes og er på vej, men også, i hvilken udstrækning de er implementeret og allerede nu skaber værdi i branchen for de aktører, som går forrest. Forandringens vinde blæser i bygge- og anlægsbranchen og vi skal gribe de muligheder som ny teknologi giver branchen.

Der er nemlig ingen tvivl om, at fremtidens bygge- og anlægsbranche vil blive tegnet af dem, der har viljen, modet og nysgerrigheden til at byde forandringen velkommen og tage de nye teknologier i brug. I InnoBYG støtter vi op om de aktører – og også om den nødvendige tværfaglighed, som kræver samarbejde med aktører fra andre brancher, som kan forme og skabe de løsninger, som byggebranchen har brug for både nu og i fremtiden.

# Indledning

---

Build 4.0 er byggebranchens svar på Industri 4.0. Ligesom i resten af industrien vinder den digitale dagsorden indpas i byggebranchen, selvom omstillingen tilsyneladende indfinder sig langsommere i byggebranchen end i andre brancher. I dag anvender 44% af 359 adspurgte virksomheder i byggebranchen mindst én Build 4.0 teknologi<sup>1</sup>.

Men hvordan bruger disse virksomheder Build 4.0-teknologierne? Hvilken værdi skaber det for dem? Hvad er det virksomhederne får ud af at være frontløbere og omfavne den nye teknologi – med de omkostninger, der unægteligt følger med en omstilling af en virksomhed?

Virksomheder, der endnu ikke er gået i gang med den digitale omstilling, kan få inspiration fra konkrete cases, som findes i denne publikation. Denne publikation er et værktøj for virksomheder, der ønsker at anvende en Build 4.0-teknologi, eller som gerne vil udvide forretningen ved at bruge Build 4.0-teknologier. Publikationen skal ses som et indblik i, hvor der kan ligge et udviklingspotentiale, og skal desuden ses som et middel til, at byggebranchen og teknologi- og IT-udviklere kan møde hinanden og udnytte potentialet i hinandens brancher.

”

Build 4.0 er byggebranchens svar på Industri 4.0.

A photograph of a modern building's facade, featuring a prominent teal sky background. The building's structure is composed of dark, angular concrete or metal panels. In the foreground, a dark, rectangular recessed area is visible, containing two small, dark, cylindrical objects. The overall aesthetic is clean and architectural.

# 44% anvender en Build 4.0 teknologi

"Build 4.0 giver nye muligheder i byggeriet" – Teknologisk Institut 2018

# Udsagn om Build 4.0

---



Larger firms find Industry 4.0 more relevant than smaller firms. In fact, smaller firms consider twice as many technologies irrelevant. This is perhaps what one would expect. Larger firms tend to have more resources at their disposal and their senior management has more time available for strategic considerations.

”Winning the Industry 4.0 race: How ready are Danish Manufacturers?”  
– The Boston Consulting Group 2016



If construction productivity were to catch up with the total economy, the industry’s value added could rise by \$1.6 trillion a year. That would meet about half of the world’s annual infrastructure needs or boost global GDP by 2 percent.

”Reinventing construction: A route to higher productivity”  
– McKinsey&Company 2017



Det er vores håb og vision, at barren fremover sættes højere i fht. samarbejde og innovation, og at vi sammen bruger digitalisering og data både i det tekniske og sociale perspektiv som et væsentligt fundament i denne omstilling.

”Digital transformation i byggeriet”  
– Molio og Seismonaut 2018



Leaders should prioritize their investments based on the areas where AI can have the most impact on the firm’s unique situation and need—for example, safety or talent retention—and where it will be easiest to implement in the firm’s current stage of digital maturity.

”Artificial intelligence: Construction technology’s next frontier”  
– McKinsey&Company 2017



”

Kombinationen af fx sensorer, robotter eller droner med internettet og digitale løsninger som VDC [Virtual Design and Construction] og BIM [Building Information Modelling] kan give store gevinster i forhold til produktiviteten, kvaliteten og funktionaliteten af bygninger og anlæg. Desuden genereres der stadig større mængder af data fra bygninger og infrastruktur, som kan nyttiggøres.

”Build 4.0 giver nye muligheder i byggeriet”  
– Teknologisk Institut 2018

”

Der er generelt brug for viden om, hvordan de store mængder data (Big Data), som byggeriet og anvendelse af bygninger og infrastruktur genererer, anvendes til dels at optimere produktion, vedligehold samt brugen af bygninger og infrastruktur, dels til at udvikle nye serviceydelser.

”Forsk2025: Fremtidens løfterige forskningsområder”  
– Styrelsen for Forskning og Uddannelse 2017

”

De mest digitale virksomheder har en højere produktivitet end de mindst digitale.

”Strategi for Danmarks digitale vækst”  
– Regeringen 2018

# Oversigt over cases

Denne publikation omfatter 73 cases fordelt på fem forskellige livsfaser i byggeriet, her angivet med forskellige farver. Teknologierne i anvendelse er anført for de enkelte cases som er uddybet på side 24 og frem. Teknologimodenheden for de enkelte cases kan aflæses på farvernes intensitet - se forklaring på side 23.

PRODUKTION

**Digitalisering af forsyningskæden**  
Aalborg Universitet

IoT, Big data  
Data pool S. 25

**Sensorer og kvalitetskontrol**  
DTU

IoT, Big data  
AI/Deep learning S. 25

**Bladerunner, effektiv fri formgivning**  
3XN og TI m.fl.

Robotteknologi,  
IoT S. 26

PROJEKTERING

**Optimering af gitterkonstruktioner**  
Lasse Rahbek

AI/Deep learning S. 35

**Digitalisering hænger sammen med bedre arkitektur**  
Årstiderne Arkitekter

BIM/VDC,  
Data pool S. 35

**Rådgivning om implementering af BIM**  
3dbyggeri danmark

BIM/VDC S. 36

UDFØRELSE

**Kortlægning af teknologimodenhed blandt håndværkere**  
Københavns Universitet

Robotteknologi S. 47

**Bestilling af byggematerialer via AI**  
Solar

AI/Deep learning,  
IoT S. 47

**Asfaltrobotten Exo-push**  
Colas

Robotteknologi S. 48

DRIFT

**Holistisk droneinspektion**  
Scopito

Droner,  
Data pool S. 59

**Nudging af vandforbrug**  
ShowerEcoGuide og Alexandra Institutet

IoT S. 59

**VDC til brug ved FM**  
MT Højgaard

BIM/VDC S. 60

RECYCLING

**Genkendelse af elektronik i affaldssorteringen**  
Teknologisk Institut

AI/Deep learning,  
Robotteknologi S. 69

**Robotter skal fjerne farlig maling**  
J. Jensen (HD Lab) m.fl.

Robotteknologi S. 69

**Sensor sikrer effektiv tømnings af affaldscontainer**  
Waste Control

IoT S. 70

<b>Afdækning af muligheder for anvendelse af robotter</b> Blue Ocean Robotics med Lemvigh-Müller  Robotteknologi S. 26	<b>Robotter til tunge løft</b> Cobot Lift  Robotteknologi S. 27	<b>Mørtel udviklet specifikt til 3D-betonprint</b> CyBe  3D-print S. 27	<b>Storskala 3D-betonprint</b> XtreeE  3D-print S. 28	<b>Sensorer indstøbes i betonelementer for at styre hærdeprocessen</b> Sensohive  IoT, Data pool S. 28	<b>Robot udfører avancerede formløsninger til betonstøbning</b> Odico  IoT, Robotteknologi S. 29
<b>Virtual Reality giver (endnu) bedre byggeri</b> Arkitema  AR/VR, BIM/VDC S. 36	<b>Supersygehus, Nordsjælland</b> Reg. H., Herzog & de Meuron, Vilhelm Lauritzen  AR/VR S. 37	<b>Tværfaglig udvikling af energiopmålingsværktøj</b> ELFORSK, SBI m.fl.  BIM/VDC, Data pool S. 37	<b>Adfærdsindsigt via dataanalyse</b> Københavns Kommune (KL7 og Boliga) Data pool, Big Data S. 38	<b>Workshop for kreative fag</b> Under Broen  3D-print S. 38	<b>BIM-værktøj til tilbudsfasen</b> Arkitema og Aarsleff  Data pool, BIM/VDC S. 39
<b>Værktøj: JordWeb</b> Sweco  Data Pool S. 48	<b>Robot udfører alsidige opgaver on-site</b> Robot at Work  Robotteknologi, IoT S. 49	<b>Rådgivning om IT-værktøjer on-site</b> Basit  IoT S. 49	<b>Opmåling af jordmængder på byggeplads</b> NCC  Data pool, Drone S. 50	<b>Værktøj: IT-system til projektstyring</b> GenieBelt  Data pool S. 50	<b>Droner anvendes til identifikation af byggesjusk</b> BuildCode  IoT, AI/Deep learning BIM/VDC, Drone S. 51
<b>Sensorer på droner til brug ved tilstandsvurdering</b> Teknologisk Institut  IoT, Drone S. 60	<b>Sensorer til anvendelse indenfor byggeri</b> Sensohive  AI/Deep learning IoT, Big Data, S. 61	<b>Virtuelle virkemidler i ejendomsbranchen</b> Office Hub  VR/AR S. 61	<b>Reparation af elevatorer ved brug af Mixed Reality briller</b> ThyssenKrupp og Microsoft HoloLens  VR/AR S. 62	<b>Termografering af bygninger vha. droner</b> LE34  IoT, BIM/VDC S. 62	<b>Data fra sensorer til optimeret drift af bygninger</b> ISS (og IBM)  IoT, Big Data, Data pool S. 63
<b>Robotter sorterer værdifuldt affald</b> Teknologisk Institut & Refind Technologies  AI/Deep learning, Robotteknologi S. 70	<b>Virtuel markedsplads 'Loop Rocks'</b> NCC  Data pool S. 71				

<p><b>3D-modellering anvendes til modulopdeling af elementer CN3</b></p> <p>BIM/VDC S. 29</p>	<p><b>Robot tilpasser træbjælker efter 3D-model NCC</b></p> <p>BIM/VDC, IoT S. 30</p>	<p><b>5D-modellering af betonelementer Spæcom</b></p> <p>BIM/VDC S. 30</p>	<p><b>Software til produktionstegninger Ambercon</b></p> <p>BIM/VDC S. 31</p>	<p><b>3D-scanning og -print 3D Printhuset</b></p> <p>3D-scan, 3D-print, BIM/VDC S. 31</p>	<p><b>Unikke skærmtegl fabrikeret med robot Odico</b></p> <p>Robotteknologi, IoT S. 32</p>
<p><b>7D-modellering af Isfjordscenter i Ilulissat</b> Søren Jensen Rådg. Ing.</p> <p>BIM/VDC S. 39</p>	<p><b>Opmåling af motorvejsbro ved brug af drone</b> Niras</p> <p>BIM/VDC, IoT, Droneer S. 40</p>	<p><b>VR og AR i projekteringsfasen</b> Rambøll</p> <p>VR/AR S. 40</p>	<p><b>5D-modellering ved Blox-byggeri</b> Züblin</p> <p>BIM/VDC S. 41</p>	<p><b>3D-modellering i banebranchen</b> COWI</p> <p>BIM/VDC S. 41</p>	<p><b>3 årtier med BIM</b> Danielsen Architecture</p> <p>BIM/VDC S. 42</p>
<p><b>3D-modeller overføres til landmålere og GPS-udstyr</b> Barslund</p> <p>IoT, BIM/VDC, Data pool S. 51</p>	<p><b>Spine-værktøj synkroniserer bygningsdata</b> Aarsleff</p> <p>IoT, Data pool S. 52</p>	<p><b>Mobilt VDC-lab</b> MT Højgaard</p> <p>BIM/VDC S. 52</p>	<p><b>3D-scanning ved modtagekontrol</b> Juul og Nielsen</p> <p>3D-scan S. 53</p>	<p><b>Robotarm til brug i fbm. fx malerarbejde</b> Robot at work</p> <p>IoT, Robotteknologi S. 53</p>	<p><b>Robotter erstatter håndværkere</b> Construction Robotics</p> <p>Robotteknologi S. 54</p>
<p><b>IoT og AI anvendes til vedligehold af Storebæltsbroen</b> Sund og Bælt</p> <p>IoT, AI/Deep learning, Droneer S. 63</p>	<p><b>3D-scanning af renoeringsprojekt</b> Orbicon</p> <p>3D-scan, Big Data S. 64</p>	<p><b>Digitalisering af bygningsdrift (Eseebase)</b> Årstiderne Arkitekter</p> <p>BIM, IoT S. 64</p>	<p><b>'Smarte' Velux vinduer</b> Velux</p> <p>IoT, AI/Deep learning S. 65</p>	<p><b>IR-droner effektive til alsidige inspektionsopgaver</b> Drone Systems</p> <p>Droner, IoT S. 65</p>	<p><b>3D-printet SMART-bro</b> MX3D</p> <p>IoT, Digital Twin S. 66</p>

<p><b>Værktøj: P.E.T</b> Octavic</p> <p>IoT, BIM/VDC S. 32</p>					
<p><b>Supersygehusenes BIM live, 3D og 5D</b> BIM7AA</p> <p>BIM/VDC S. 42</p>	<p><b>Software til droner</b> EasyInspect</p> <p>Droner, AI/Deep learning, IoT S. 43</p>	<p><b>Rådgivning om BIM</b> BimEquity</p> <p>BIM/VDC, VR/AR S. 43</p>	<p><b>Risikostyring og IKT-rådgivning</b> Exigo</p> <p>BIM/VDC S. 44</p>	<p><b>Modelchecker til kontrol af BIM</b> Solibri</p> <p>BIM/VDC S. 44</p>	
<p><b>Robotter samarbejder direkte med mennesker (Cobots)</b> Universal Robots</p> <p>Robotteknologi S. 54</p>	<p><b>Drilling robots</b> nLink</p> <p>Robotteknologi S. 55</p>	<p><b>Cobot tager tunge glasløft</b> WallMo</p> <p>Robotteknologi S. 55</p>	<p><b>3D-lasermåling med droner</b> Spotland</p> <p>Droner, BIM/VDC, IoT S. 56</p>		
<p><b>Smart heating</b> Danfoss</p> <p>IoT S. 66</p>					

# Build 4.0 teknologier

---

Build 4.0 omfatter brugen af nye teknologier i byggebranchen. Begrebet favner både teknologierne selv og deres udnyttede såvel som uudnyttede potentialer. Det kan være alt fra visualisering, planlægning, koordinering og kommunikation til fremstilling af materialer og konstruktionsdele samt opmåling og overvågning af byggepladser såvel som innovative løsninger på nedrivning og affaldshåndtering.



## 3D-print

En 3D-printer kan modellere et fysisk objekt baseret på et tegningsinput. Objektet kan printes i mange forskellige materialer, men i byggeriet anvendes beton ofte til 3D-printning. Se side:

27 28 31 38



## 3D-scan

3D-scanneren danner en punktsky af et fysisk objekt, som kan hentes ind på en computer. Punktskyen kan dermed konverteres til en digital model af objektet. Se side:

31 53 64



## AI/Deep learning

Computerbaseret kunstig intelligens. Computeren kan simulere kognitive funktioner, som fx problemløsning, procesoptimering eller at genkende objekter. Se side:

25 35 43 47 51 61 63 69 70

## Big data

Big data dækker indsamling, opbevaring, analyse, processing og fortolkning af enorme datamængder. Begrebet bruges om datasæt, der er for komplekse til traditionel databehandling. Se side:

25 38 61 63 64

## BIM/VDC

Digital model af et byggeri, hvor bygningen kan visualiseres i min. 3 dimensioner. Flere dimensioner kan tilføjes, som indeholder information om drift, økonomi, tidsplan o.l. Se side:

29 30 31 32 35 36 37 39 40  
41 42 43 44 51 52 56 60 62 64

## Data pool

Begrebet dækker en digital platform, hvor en datamængde er fælles tilgængelig for flere samarbejdspartnere. Dette kunne være tjenester som Dropbox eller Ajour. Se side:

25 28 35 37 38 39 48 50 51 52  
59 63 71

## Digital tvilling

As-build 3D-modeller, som forbindes via IoT til sensorer, som sidder på den fysiske bygning. Sensorerne logger data om bygningen og dermed kan man kontinuert følge med i bygningens tilstand. Se side:

66

## Droner

Droner er en generel betegnelse for et førerløst luftfartøj. I byggebranchen bruges droneteknologi eksempelvis til opmåling og overvågning af byggepladser samt bygninger i drift. Se side:

40 43 50 51 56 59 60 63 65

## IoT

'Internet of things' (IoT) er et begreb, hvor tekniske løsninger eller maskiner er opkoblet til internettet og derfra kan modtage og levere informationer til en computer. Se side:

25 26 28 29 30 32 40 43 47 49  
51 52 53 56 59 60 61 62 63 64  
65 66 70

## Robotteknologi

En co-bot er en type robot, der er designet til at interagere med mennesker f.eks. i en arbejdsproces. En robot arbejder uafhængigt af mennesker, hvorimod en cobot er et hjælpværktøj. Se side:

26 27 29 32 47 48 49 53  
54 55 69 70

## VR/AR

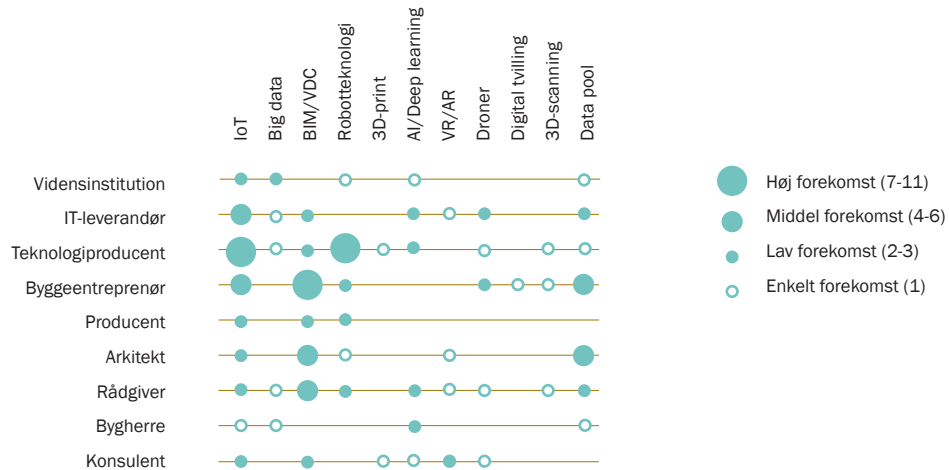
Ved VR og AR anvendes digitale modeller i sammenhæng med en digital brille, som brugeren kan tage på og dermed opleve at 'befinde sig' i den digitale model af byggeriet. Se side:

36 37 40 43 61 62



Kig efter ikonerne for teknologier, når du bladrer igennem eksemplerne på side 24 og frem.

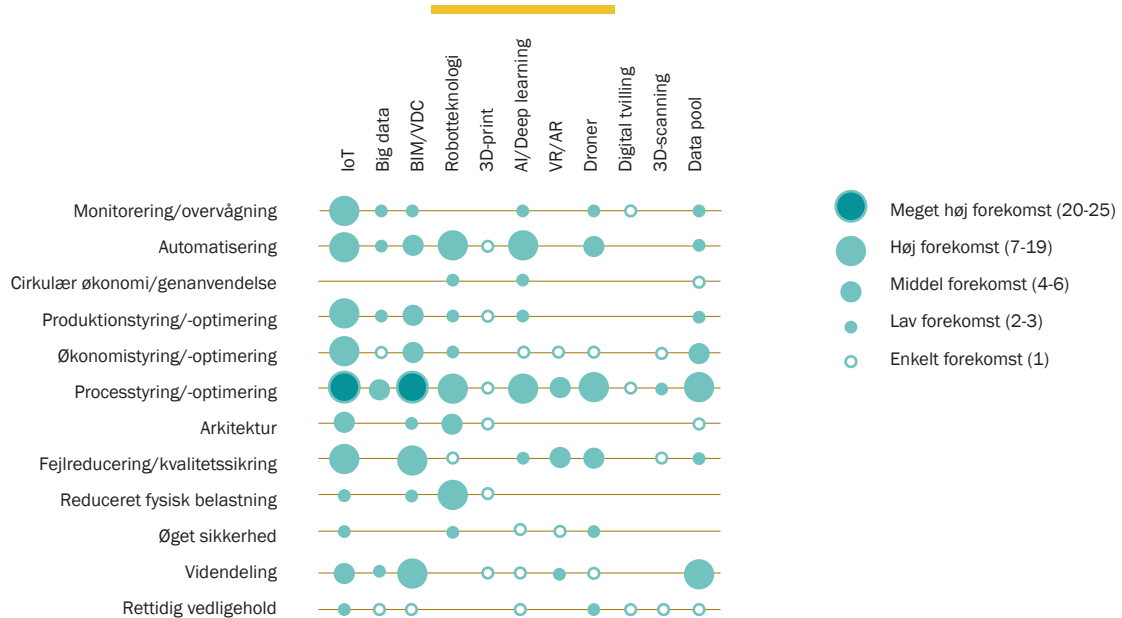
# Aktørernes brug af teknologier



Note: Antal forekomster af teknologier i de undersøgte cases. Optælling af hvilke brancher, der anvender hvilke typer af teknologier. Da de fleste cases omtaler flere typer af teknologier og brancher, kan der være forskel i antallet af forekomster i tabellen og antal af cases

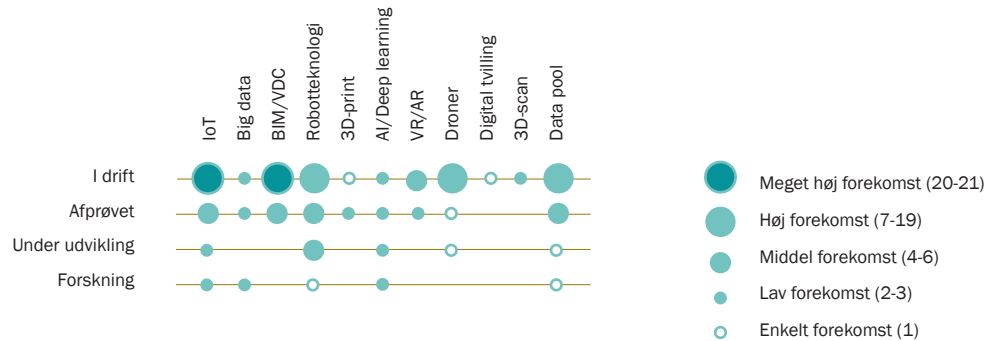


# Værdiskabelse af Build 4.0



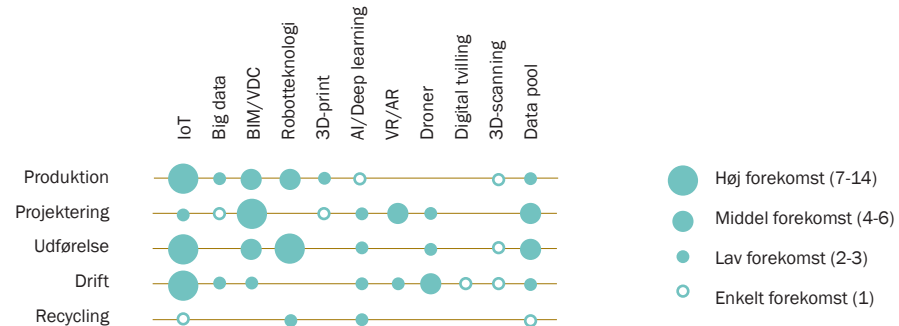
Note: Oversigt over, hvilke teknologier, der skaber hvilken værdi. Tabellen viser antal forekomster af værdiskabelser i alle cases. En teknologi kan skabe flere typer af værdi i en case, derfor er antallet af forekomster højere end antal af cases.

# Teknologiernes modenhed



Note: Det totale antal forekomster af hver teknologi i forhold til implementeringsgrad. Da de fleste cases omtaler flere typer af teknologier, kan der være forskel i antallet af forekomster i tabellen og antal af cases.

# Faseinddelt brug af Build 4.0



Note: Antal forekomster af teknologier i de undersøgte cases. Optælling af hvilke brancher, der anvender hvilke typer af teknologier. Da de fleste cases omtaler flere typer af teknologier og brancher, kan der være forskel i antallet af forekomster i tabellen og antal af cases



Farverne i illustrationen til højre vil på de følgende sider give dig et overblik over, hvor i byggebranchens værdikæde de enkelte cases er forankret.

# Build 4.0 i byggeriets livsfaser

---

Kortlægningen tager udgangspunkt i byggeriets livsfaser fra produktion af byggematerialer til nedrivning og genanvendelse af byggematerialer.

## PRODUKTION

Udvinding af råstoffer, produktion af elementer og materialer, transport



Primære aktører: Producenter af byggematerialer



## PROJEKTERING

Dimensionering, tegning, projektplanlægning, beregning.

Primære aktører: Arkitekter, rådgivende ingeniører

## Byggeriets faser



## UDFØRELSE

Landmåling, transport, anlægsarbejde, råhus, installation, avertering

Primære aktører: Entreprenører, landmålere, håndværkere

## RECYCLING

Nedrivning, deponering, affaldshåndtering, transport



Primære aktører: Rådgivende ingeniører, nedrivere, konsulenter



## DRIFT

Ibrugtagning, vedligehold, reparation, renovering, udskiftning, forbrug

Primære aktører: Bygherrer, administratorer

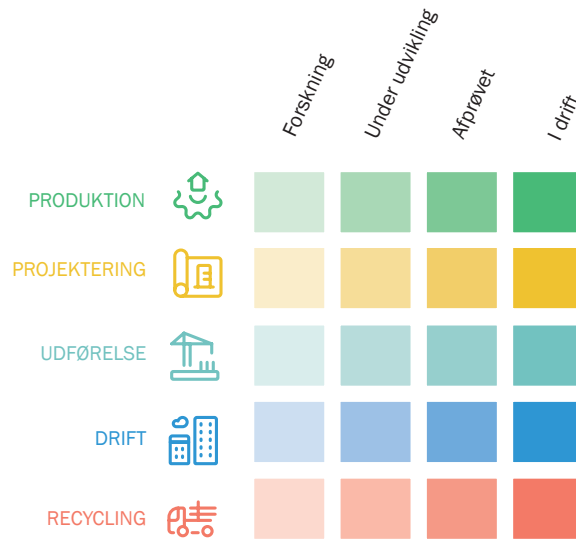


Farvernes intensitet indikerer modenheden fordelt på fire stadier: forskning, under udvikling, afprøvet og i drift.

# Teknologiernes modenhed i byggeriets faser

---

Undersøgelsen tager højde for Build 4.0 teknologiernes modenhed for at tegne et billede af, hvor langt virksomhederne er nået med at bringe nye teknologier i anvendelse.





# Produktion

---

Produktionsfasen omfatter udvinding og behandling af råstoffer, produktion af elementer og materialer samt transport. De primære aktører er producenter af byggematerialer og elementer.





## Digitalisering af forsyningskæden

Aalborg Universitet

'Digitalisering af forsyningskæden' er en MADE-arbejdsplan, som fokuserer på at gøre produktionen 'smart'. Mere data kobles på forsyningskæden, hvilket giver øget forudsigelighed ved at produktion og processer taler sammen. Dette giver større kobling mellem kunden, produkter og produktion.

 IoT
  Big Data
  Data pool

Værdiskabelse: Produktionsvirksomheden bliver mere agil og omstillingsparat.



Læs mere

## Sensorer og kvalitetskontrol

DTU

'Sensorer og kvalitetskontrol' er en MADE-arbejdsplan, som har til formål at udvikle sensorer i produktionen, som kan omstille sig selv efter nye behov, eller som hurtigt og intuitivt kan omstilles af driftspersonalet. Der vil blive forsket i big data som led i optimering af produktionsprocesser.

 IoT
  Big Data
  AI/Deep learning

Værdiskabelse: Produktionsvirksomheden bliver mere agil og omstillingsparat.



Læs mere



Scan QR-koderne med telefonens kamera for at læse mere.

Under udvikling

Under udvikling

## Bladerunner, effektiv fri formgivning

*3XN og Teknologisk Institut m.fl*

Odico, 3XN og Teknologisk Institut har med støtte fra Højteknologifonden udviklet en metode til at robotudskære plastskum (EPS), der er mere effektiv end fræsning og giver større formfrihed end glødetråd. Udviklingsprojektet er møntet på støbeforme til beton, men teknologien vil også kunne bruges i andre industrier, fx glasfiberproduktion.

 Robotteknologi  IoT

Værdiskabelse: Hurtig fabrikation og reduceret materialeforbrug.



Læs mere

## Afdækker muligheder for anvendelse af robotter i byggeriet

*Blue Ocean Robotics med Lemvigh-Müller*

Grossistvirksomheden Lemvigh-Müller, der er veletableret leverandør til byggeriet, er gået sammen med robotvirksomhed for at udvikle robotløsninger specifikt til byggeriet, der kan supplere eksisterende leverancer og serviceydelser.

 Robotteknologi

Værdiskabelse: Robotløsninger specifikt møntet på byggeindustrien.



Læs mere



Afprøvet

## Robotter til tunge løft

*Cobot Lift*

Cobot Lift leverer løftesystemer til industri og distribution, der kan gøres fuldautomatiske og integrerbare i eksisterende produktionslinjer. Løftesystemerne kan integreres, selv hvor mennesker færdes pga. sikkerhedssystem udviklet til at erstatte traditionel afspærring. 'Griberen' er baseret på vacuum og et nænsomt ophæng, og den kan derfor håndtere forskellige typer emner med en glat overflade.

 Robotteknologi

Værdiskabelse: Effektivisere løft og pakning. Aflaste mennesker.



Læs mere

Afprøvet

## Mørtel udviklet specifikt til 3D-print

*CyBe*

CyBe MORTAR er en high-performance mørtel, som er specielt udviklet til 3D-print, Mørtelen kan anvendes i alle miljøer og er egnet til at producere objekter med lav krympning.

 3D-print

Værdiskabelse: Ensartet mørtel til 3D-print.



Læs mere



I drift

## Storskala 3D-betonprint

XtreeE

YRYS Concept House er et hus med mange 3D-printede elementer. Huset er et EU-støttet storskala eksperiment med bl.a. nye 3D-printede løsninger, der er med til at gøre byggeriet mere miljøvenligt og fleksibelt.



3D-print

Værdiskabelse: Frie former i beton uden støbeform.



Læs mere

I drift

## Sensorer støbes i betonelementer for at styre hærdeproces

Sensohive

Sensorer støbes ned i betonelementer, som efterfølgende logger temperaturen i betonen. Dataen sendes op i skyen, hvorefter den korreleres med omkringliggende temperatur- og fugtforhold. På denne baggrund måler sensorerne præcist, hvornår betonen har nået den ønskede styrke. Herved sparer betonelementproducenterne 'buffertid'.



IoT



Data pool

Værdiskabelse: Betonelementfabrikker sparer tid, penge og oplagring af elementer.



Læs mere



I drift

## Robot udfører avancerede formløsninger til betonstøbning

*Odico*

Odico har lavet forskalling til vægelementer i Marselis Tunnellen i Aarhus. Elementerne har et kunstnerisk, organisk udtryk, som var ønsket af arkitekten. Formene udføres i flamingo og udskæres af en robot. Robotten arbejder på baggrund af CAD-filer og software udviklet specielt til printeren.



IoT



Robotteknologi

Værdiskabelse: Skaber nye udtryk i beton, giver værdi til arkitekturen.



Læs mere

I drift

## 3D-modellering anvendes til modulopdeling af elementer

*CN3*

Ved hjælp af 3D-modellering kan CN3 skabe et 'samlesæt' af moduler, som kan produceres effektivt enkeltvis og samles på pladsen ved kunden. CN3 leverer informationer og finder den optimale produktionsmetode af de enkelte dele. Metoden er bl.a. brugt ved Tivoli hjørnet på hjørnet mellem Bernstorffsgade og Vesterbrogade i København.



BIM/VDC

Værdiskabelse: Reducerer produktions- og leveringsomkostninger og letter montagearbejdet.



Læs mere



I drift

I drift

## Robot tilpasser træbjælker efter 3D-model

NCC

Træbjælker til Dome of Visions 3.0 i Aarhus er udskåret på baggrund af 3D-modeller. Robotten fører selv træplader ind i maskinen og skærer dem til bjælker. Robotten kan lave bygningsdelene med en præcision, som er svær at opnå manuelt og kan dermed bidrage til nye konstruktionstyper og arkitektur.



BIM/VDC



IoT

Værdiskabelse: Nyskabende arkitektur og højpræcisionsarbejde. Tidsbesparelse på byggepladsen.



Læs mere

## 5D-modellering af betonelementer

Spæncom

Spæncom arbejder mod et mål om at 50% af alle elementtyper skal projekteres i 5D med tid og økonomi som fjerde og femte dimension. Spæncom startede i 2017 på 3D-projektering af elementer, som bl.a. blev anvendt ved "Polaris" byggeriet på Islands Brygge i København.



BIM/VDC

Værdiskabelse: Fejleliminering og bedre sammenbyggelighe



Læs mere



I drift

## Software til produktionstegninger

*Ambercon*

Ambercon har udviklet eget 3D-software til generering af produktionstegninger. Efter eget udsagn laver Ambercon færre fejl, tegner hurtigere og er i stand til at udvikle mere komplekse elementer med et bedre flow og en mere effektiv produktion til følge.



BIM/VDC

Værdiskabelse: Øget omsætning grundet færre fejl, bedre flow og mere effektiv produktion.



Læs mere

I drift

## 3D-scanning og -print

*3D Printhuset*

Nordens største 3D-printvirksomhed. Laver 3D-scan, CAD og print i forskellige materialer, samt sælger kurser og 3D-printere. Virksomheden har udviklet printereren COBOD, som bl.a. har printet huset The BOD, som står i Nordhavn, København.



3D-scan



3D-print



BIM/VDC

Værdiskabelse: Fri formgivning og nyskabende arkitektur.



Læs mere



I drift

## Unikke skærmtegl fabrikeret med robot

*Odico*

Odico og Strøjer Tegl har i samarbejde udviklet en proces hvor en skæretråd føres af en industrirobot og skærer ler, med henblik på at lave skærmtegl. Et meget stort antal unikke skærmtegl kan produceres kosteffektivt.



Robotteknologi



IoT

Værdiskabelse: Effektiv produktion af unikke teglprodukter.



Læs mere

I drift

## Værktøj: P.E.T.

*Octavic*

P.E.T. er et IT-system til real-time overvågning og planlægning af produktionsprocesser med formål at skabe holistiske og kosteffektive løsninger.



IoT



BIM/VDC

Værdiskabelse: Produktions- og tidsoptimering.



Læs mere







PRODUKTION



# Projektering

---

Projekteringsfasen omfatter bl.a. dimensionering, projektplanlægning, tegning, modellering og beregning. De primære aktører er arkitekter, rådgivende ingeniører, konsulenter og bygherrer.

## Optimering af gitterkonstruktioner

Lasse Rahbek

En algoritme beregner den mest optimale gitterkonstruktion, således at gittermønsteret tilpasser sig kræfterne. På sigt kan man forestille sig, at kunstig intelligens kan anvendes til statiske beregninger - på nuværende tidspunkt er det dog 'kun' en avanceret algoritme.

 AI/Deep learning

Værdiskabelse: Optimering af gitterkonstruktioner og lettere beregningsproces ved projektering.



Læs mere

## Digitalisering hænger sammen med bedre arkitektur

Årstiderne Arkitekter

Årstiderne Arkitekter benytter Sigma Estimates til håndtering af digitale data og opnå større sammenhængskraft i projektforløbene og bedre byggede resultater. Digitaliseringen implementeres i rette tempo og på passende niveau, hvilket giver mere realistisk økonomi, og dermed stabilitet i forretningen.

 BIM/VDC  Data pool

Værdiskabelse: Lean og sammenhængende digitalisering.



Læs mere



Afprøvet

Afprøvet

## Rådgivning om implementering af BIM

*3dbyggeri danmark*

'3dbyggeri danmark' har tre ansatte og arbejder med BIM-rådgivning ud fra tre trin; Inspirer distribution af digitalt materiale, Integrer BIM-objekter og detaljer, Iværksæt udbudsbeskrivelser. Målet er, at kunden vinder en stærkere position i byggeprojektet.



BIM/VDC

Værdiskabelse: Opnå stærkere position i byggeprojektet.



Læs mere

## Virtual Reality giver (endnu) bedre byggeri

*Arkitema*

Arkitema benytter VR, således at bygherre og brugere ved selvsyn kan bevæge sig intuitivt rundt i fremtidigt byggeri og få fornemmelse for rummene, se fra forskellige positioner i byggeriet samt bedømme designet af interiør og detaljering. Dette kvalificerer dialogen mellem arkitekt og bygherre og gør designprocessen iterativ med hurtige loops samt giver mulighed for at håndtere større kompleksitet tidligere i udviklingsprocessen.



VR/AR



BIM/VDC

Værdiskabelse: Effektiviserer designproces og dokumentation.



Læs mere



Afprøvet

## Supersygehus, Hospital Nordsjælland

Region Hovedstaden, Herzog & de Meuron,  
Vilhelm Lauritzen

Region Hovedstaden har investeret i et Virtual Reality studie til at opnå tværfaglig feedback fra læger, sygeplejersker m.fl. på flow, wayfinding og konkrete arbejdsgange i et fremtidigt supersygehus. Dermed kan det 4 mia. kroner store byggeprojekt optimeres i god tid, dyre og forsinkende fejl kan lettere undgås, hvorved byggetid og omkostninger reduceres. Desuden giver det virtuelle projekt mulighed for at arbejde på projektet på tværs af geografi.

 VR/AR

Værdiskabelse: Optimering af kritiske og bekostelige arbejdsrum.



Læs mere

Afprøvet

## Tværfaglig udvikling af energioptimeringsværktøj

ELFORSK, Statens Byggeforskningsinstitut,  
InteractiveLabProduction, Henning Larsen Architects,  
Esbensen Rådgivende Ingeniører, Arkitektforeningen og  
konsulentvirksomheden VGLCPH

Arkitekter, ingeniører og interaktionsdesignere udvikler med støtte fra ELFORSK-midler en energiberegner, der baseres på BE10 (i dag erstattet af BE18), som beregningskerne, der viser sammenhæng mellem bygningsdesign og energiforbrug. Målet er at kunne håndtere detaljerede bygningsgeometrier og komplekse feedback på bygningsdesign.

 BIM/VDC  Data pool

Værdiskabelse: Optimering af energiforbrug.



Læs mere

Afprøvet

## Adfærdsindsigt via dataanalyse

*Københavns Kommune (KL7 og Boliga)*

Københavns Kommune har, med indblik i Boligas massive loggede datasæt baseret på borgernes faktiske adfærd, opbygget en præcis indsigt i Københavnernes boligsøgninger, som afspejler deres realistiske præferencer og betalingsvillighed.



Data pool



Big data

Værdiskabelse: Kendskab til kunde- og sælgeradfærd på boligmarkedet.



Læs mere

Afprøvet

## Workshop for kreative fag

*Under Broen*

Under Broen er et lille værksted under Langebro, København, hvor iværksættere kan leje sig ind og lave prototyper med 3D-printer, dele viden, deltage i workshops mv.



3D-print

Værdiskabelse: Dele maskiner og erfaring.



Læs mere





## BIM-værktøj til tilbudsfasen

Arkitema og Aarsleff

Værktøjet skal bruges til at sætte samarbejdet i tilbudsfasen i system, i stedet for at arkitekter, entreprenører og ingeniører arbejder på hver sin platform og med hvert sit udgangspunkt.

 BIM/VDC  Data pool

Værdiskabelse: Faciliterer tilbudsfasen og gør samarbejdet mellem parterne lettere.



Læs mere

## 7D-modellering af Isfjordscenter i Ilulissat

Søren Jensen Rådgivende Ingeniørfirma

Bæredygtighed og drift af bygning inkluderes i BIM-modellering af Isfjordscenter i Ilulissat. I stedet for at køre én fælles BIM-model, udvikles flere forskellige modeller, som opdateres samlet. Dermed kan arkitekten arbejde på én del af BIM-modellen samtidig med, at ingeniøren arbejder på en anden. Dermed projekteres der 'live', hvor alle parter altid har de nyeste informationer.

 BIM/VDC

Værdiskabelse: Tidsbesparelse, færre møder og mindre risiko for fejlinformering.



Læs mere

I drift

I drift

## Opmåling af motorvejsbro ved brug af drone

Niras

Inden dronen bliver sendt i luften, lægges punkter ind i en GPS, som angiver den rute, som dronen skal flyve. Dronen måler derefter punkterne med 20 mm intervaller. Det gør opmåling med drone mere nøjagtig end opmåling med landmåler. De indhentede data bliver kørt igennem et fotogrammetrisk software, som skaber en 3D-model af opmålingen.



BIM/VDC



IoT



Droner

Værdiskabelse: Øget nøjagtighed ved landmåling. Færre gener for trafik o.l. sammenlignet med konventionel landmåling.



Læs mere

## VR og AR i projekteringsfasen

Rambøll

Rambøll anvender VR og AR ifbm. projektering og viser kunder rundt i den virtuelle model inden detailprojektering. De har til dette formål skabt et 'Virtual Solutions Lab', der bl.a. stiller Oculus Rift-briller til rådighed for kunden. Rambøll har et mål om at være den mest digitale rådgivningsvirksomhed i 2020.



VR/AR

Værdiskabelse: Reducere projekteringsomkostninger ved at præcisere kundens ønsker før detailprojektering.



Læs mere





I drift

## 5D-modellering ved Blox-byggeri

Züblin

5D-modellering af byggeriet har reduceret det forventede armeringspild fra 5-10% til 1%. Modellen fangede 30.000 armeringskollisioner, hvoraf mange kunne løses på forhånd. Dette har skånet projektet for produktionsstop samt et estimeret beløb på 1 mio. kr.

 BIM/VDC

Værdiskabelse: Reduceret materialespild, optimeret produktion samt økonomisk besparelse.



Læs mere

I drift

## 3D-modellering i banebranchen

Cowi

Ved projektering af baneanlæg sikrer Cowi med BIM-baserede "clash tests" sammenhæng mellem placering af kørestrømsmaster, spor og dræn. Det giver et bedre overblik tidligere i forløbet. Cowi har bl.a. anvendt 3D-modellering på Follobanen og InterCity Haug-Halden i Norge.

 BIM/VDC

Værdiskabelse: Tidligt overblik samt økonomisk besparelse.



Læs mere



I drift

I drift

## 3 årtier med BIM

*Danielsen Architecture*

Arkitektvirksomheden har gennem 30 år udviklet et workflow, der kan håndtere mange interessenter i designprocessen, hvor kernen er kontrol af design og digital model, som giver færre fejl og ad hoc løsninger under opførelsen. Dermed reduceres byggeomkostningen, og arkitekturen bliver en helhedoplevelse med sammenhæng mellem interiør, bygning og landskab.



BIM/VDC

Værdiskabelse: Reducerede byggeomkostninger.



Læs mere

## Supersygehusenes BIM live, 3D og 5D

*BIM7AA*

Syv arkitekttegnestuer, fire ingeniør- og to landskabsarkitektvirksomheder har udviklet en robust opensource BIM kodningsstruktur baseret på supersygehusprojekter. Den omfatter fagdisciplinerne; Arkitekt, konstruktioner, VVS, Ventilation, EL og Landskab. BIM kodningsstrukturen understøtter praksis for projektering, ansvar- og ydelsesfordeling og giver sammenhæng mellem byggeobjekter, mængdeudtræk, tilbudslister, beskrivelser, foruden at den kan definere grænseflader imellem rådgiverfagene.



BIM/VDC

Værdiskabelse: Entydig dokumentation.



Læs mere



I drift

## Software til droner

*EasyInspect*

Schweizisk-dansk samarbejde gør droneinspektion lettere og enklere, baseret på stort billedmateriale, billedbehandling og kunstig intelligens.

 Droner

 AI/Deep learning

 IoT

Værdiskabelse: AI erstatter mandetimer.



Læs mere

I drift

## Rådgivning om BIM

*BimEquity*

BimEquity tilbyder specialistrådgivning om BIM baseret på best practice inkl. virtual reality studie. BimEquity har også en blog og en samling cases, der kan give inspiration og netværk.

 BIM/VDC

 VR/AR

Værdiskabelse: Bred adgang til VR samt erfagrupeer.



Læs mere



I drift

I drift

## Risikostyring og IKT-rådgivning

*Exigo*

Exigo tilbyder rådgivning, projekt- og risikostyring baseret på BIM-værktøjer. Cases tæller primært sygehussektoren.



BIM/VDC

Værdiskabelse: Overblik over risici og bedre styring af projekt.



Læs mere

## Modelchecker til kontrol af BIM

*Solibri*

Solibri udvikler validerings- og kvalitetssikringssoftware til BIM-modeller. Solibri gør det muligt at kontrollere design – og konstruktionsløsninger med udgangspunkt i BIM-modeller og finder potentielle fejl i modellerne. .



BIM/VDC

Værdiskabelse: Reducere fejl



Læs mere







# Udførelse

---

Udførelsesfasen omfatter anlægsarbejde, råhus, transport, installation, aptering og landmåling. De primære aktører er entreprenører, landmålere, håndværkere og ingeniører.

## Kortlægning af teknologimodenhed blandt håndværkere

*Københavns Universitet*

Ph.D.-studie afdækker håndværkeres ønske om teknologi til aflastning af fysisk belastende arbejde. Studiet afdækker desuden, hvilke konkrete ønsker håndværkerne har til teknologi. Det er typisk robotter og cobotter, der bliver nævnt som hjælp til aflastning. Det nævnes desuden, at robotter ikke må kompromittere effektiviteten af arbejdsgangen.

 Robotteknologi

Værdiskabelse: Fysisk nedslidende arbejde overlades til robotter.



Læs mere

## Bestilling af byggematerialer via AI

*Solar*

Solar udvikler et system, der kan monitorere en varevogn for at give et overblik over håndværkerens materialer og levere en vare så snart det kan ses i systemet, at denne mangler. Dermed kan Solar reducere antallet af lageropbevaring til ét centralt lager i Danmark og levere en vare hurtigere end håndværkeren kan nå at bestille den.

 AI/Deep learning  IoT

Værdiskabelse: Effektivisering af byggeprocessen, da håndværkeren aldrig mangler materialer. Øget service og mindre brug af tid på bestilling.



Læs mere



Afprøvet

Afprøvet

## Asfaltrobotten Exo-push

Colas

Colas har udviklet en robot, der gør asfaltarbejde lettere ved at hjælpe med røgearbejdet. Robotten er fastspændt på føreren og 'multipliserer' den kraft man skubber med fem gange. Dette gør arbejdet mindre fysisk krævende. Ny model er undervejs, som kan multiplicere arbejdskraften med syv.

 Robotteknologi

Værdiskabelse: Forebyggelse af fysisk nedslidning.

## Værktøj: JordWeb

Sweco

Jordweb bidrager til at sikre korrekt håndtering af forurenede jord fra opgravning til deponering. Jordweb skaber et webbaseret rum mellem bygherre, kommune, jordmodtager, rådgiver, entreprenør og vognmand.

 Data pool

Værdiskabelse: Sikker og korrekt håndtering af forurenede jord.



Læs mere



Læs mere





Afprøvet

## Robot udfører alsidige opgaver on-site

Robot at Work

Robot at Work anvender robotteknologi til mange forskellige formål, bl.a. udkrassing af fuger, stukkatørarbejde, relieffer mv., som laves on-site af en transportabel robot med digitalt input. Robotten kan desuden sprøjte i mørtel, maling og andet.



Robotteknologi



IoT

Værdiskabelse: Præcis, digital forarbejdning på byggeplads.



Læs mere

I drift

## Rådgivning om IT-værktøjer

Basit

”Byggeriets IT-værktøjskasse” er et brand hvor byggeriets professionelle parter (virksomheder) i tre enkle trin kan få adgang til relevante IT-værktøjer, der svarer til virksomhedens IT-modenhed og dens opgavetyper.



IoT

Værdiskabelse: Det rigtige software til den rigtige pris.



Læs mere



I drift

I drift

## Opmåling af jordmængder på byggeplads

NCC

NCC anvender droneopmåling til beregning af jordmængder på byggepladser. Denne opmåling giver et præcist billede af, hvor mange lastbiler det kræves for at bortskaffe jord fra pladsen.



Data pool



Droner

Værdiskabelse: Tidsoptimering, økonomisk overblik.



Læs mere

## Værktøj: IT-system til projektstyring

GenieBelt

GenieBelt er et IT-system til projektstyring på byggepladser for håndværkere, byggeledelse og bygherre. Tidsplanen oprettes i GenieBelt, som er kompatibelt med smartphones og PC. Alle parter i byggeriet er dermed altid opdateret på seneste informationer.



Data pool

Værdiskabelse: Reducerer misforståelser og forældede tidsplaner.



Læs mere



I drift

## Droner anvendes til identifikation af byggesjusk

*BuildCode*

Værktøjet BuildCode kan kobles til en drone, og kan anvendes til at sammenholde virkeligheden på byggepladsen med en 3D-model. Her registrerer værktøjet afvigelser fra virkeligheden i fht. 3D-modellen. Herved kan konstruktionsfejl opdages tidligt. Værktøjet kan desuden bruges til at opmåle jordmængder eller lave dokumentation svært tilgængelige steder.



IoT



AI/Deep learning



BIM/VDC



Droner

Værdiskabelse: Økonomiske besparelser når mængden af fejl reduceres.



Læs mere

I drift

## 3D-modeller overføres til landmålere og GPS-udstyr

*Barslund*

GPS-styrede entreprenørmaskiner giver via skærmen i maskinen præcise informationer om, hvordan projektet ser ud og hvad der skal udføres, netop der hvor maskinen befinder sig. Informationerne dækker bl.a. 3D-modeller af landskabet. Systemet er anvendt på banestrækningen mellem København og Ringsted. På projektet er desuden anvendt 4D-simulering af bromontage.



IoT



Data pool



BIM/VDC

Værdiskabelse: Ajourførte informationer direkte til maskinførerne, højere detaljegrad af informationer.



Læs mere



I drift

## Spine-værktøj synkroniserer bygningsdata

Aarsleff

Synkronisering af data fra mange forskellige platforme i ét værktøj. Værktøjet er anvendt på byggeriet ved Postgrunden i København i samarbejde med Rambøll, Niras, Lundgaard & Tranberg arkitekter, Nordkranen og Cowi.

Værktøjet anvendes også ved sygehusbyggeri i Herning.



Værdiskabelse: Automatiseret synkronisering af data fra forskellige platforme giver bl.a. mulighed for let at overskue konsekvenser af tilpasninger og ændringer i projektet.



Læs mere

I drift

## Mobilt VDC-lab

MT Højgaard

Ved opførelsen af nyt supersygehus i Region Nordjylland har MT Højgaard anvendt et mobilt VDC-lab på pladsen i form af en container indrettet med VDC-udstyr. Her findes alt opdateret materiale tilgængeligt for alle parter i byggeprocessen.



BIM/VDC

Værdiskabelse: VDC tilgængeligt for alle på pladsen med nyeste informationer.



Læs mere



I drift

## 3D-scanning ved modtagekontrol

*Juul og Nielsen*

Juul og Nielsen anvendte 3D-scanning ved modtagekontrol bl.a. af en egetræsvindeltrappe med stålkerner ved opførslen af Mærsk Tårnet. 3D-scanning gjorde det muligt at opdage fejl på leverancen.

 3D-scan

Værdiskabelse: Optimerer KS og muliggør KS på svært tilgængelige steder.



Læs mere

I drift

## Robotarm til brug ifbm.

f.eks. malerarejde

*Robot at Work*

Ved renoveringsprojektet Korslække i Odense har robotarmen fra Robot at Work været anvendt i fbm. malerarbejde på store overflader. Robotarmen vejer 15 kg og er dermed let at transportere. Robotten har et indbygget stykke software, som kan læse en fil med informationer om arbejdsmønstre, type og farve af maling o.l.

 Robotteknologi  IoT

Værdiskabelse: Fysisk nedslidende arbejde overlades til robotter, antal af malere kan reduceres.



Læs mere



I drift

I drift

## Robotter erstatter håndværkere

*Construction Robotics*

Construction Robotics' vision er at tilbyde robotløsninger til byggeriet til realistiske priser. To produkter tilbydes: MULE og SAM 100, hhv. en løftecobot (70 kgs kapacitet) og en murerrobot til lægning af mursten.

 Robotteknologi

Værdiskabelse: Tunge løft og ensformige arbejdsopgaver mekaniseret.



Læs mere

## Robotter samarbejder direkte med mennesker (Cobots)

*Universal Robots*

Universal Robots er en relativt ung, hastigt vækstende virksomhed baseret på robotter, med hidtil uset grad af intuitiv interface. Robotternes størrelse og arbejdsrum svarer til den menneskelige arm og de kan let installeres i eksisterende produktioner, og afløse/aflaste mennesker.

 Robotteknologi

Værdiskabelse: Øge effektivitet og styrke fabrikation i højt lønslande.



Læs mere



I drift

## Drilling robots

*nLink*

nLink har udviklet en robotløsning, der borer præcise og sammenhængede serier af huller i betonlofter baseret på digitale konstruktionstegninger og BIM. Borearbejdet logges og giver feedback for opdatering af BIM. Det betyder effektiv boring til mange formål, og processen er ren og sikker.



Robotteknologi

Værdiskabelse: Effektiv boring på svært tilgængelig bygningsareal med løbende KS.



Læs mere

I drift

## Cobot tager tunge glasløft

*WallMo*

WallMo er grundlagt 2014, og leverer en EU-godkendt cobotløsning, kaldet WallMo 100, til montage af vægge og facader indefra. WallMo 100 løfter vha. sugekopper og kan montere fx tunge glaspaneler på få minutter. Gummilister, fiksering mv. foretages manuelt.



Robotteknologi

Værdiskabelse: Hurtigere montering og reduktion af arbejdsbelastning.



Læs mere



I drift



## 3D-lasermåling med droner

*Spotland*

Droneopmåling bruges inden for landmåling, byggeri (BIM) og maskinstyring. Det resulterer fx i situationsplaner og ledningsregistrering. Kvalitetssikring, dokumentation, volumenberegninger, CAD mv. konverteres i diverse filformater afhængigt af branche.



BIM/VDC



Droner



IoT

Værdiskabelse: Effektiv overvågning og dokumentation.



Læs mere







# Drift

---

Driftsfasen omfatter ibrugtagning, vedligehold, reparation, renovering, udskiftning og forbrug. De primære aktører er bygherrer, administratorer og facility management teams.

Under udvikling

## Holistisk droneinspektion

Scopito

Scopito markedsfører sig med holistisk tilgang til droneinspektion samt samarbejde med Dansk Drone Netværk, hvor tag og bygninger kortlægges og en digital model opbygges. Scopito har en cloudbaseret tilgang til deling af inspektionsmateriale. Ung virksomhed med 8 medarbejdere baseret på amatørdroneinteresse.



Droner



Data pool

Værdiskabelse: Nem deling af dokumentation og inspektionsmateriale.



Læs mere

Afprøvet

## Nudging af vandforbrug

ShowerEcoGuide og Alexandra Instituttet

Sensorboks installeret i bruseniche opsamler data imens vi bader. Dette skal gøre den badende bevidst om sit vandforbrug og hermed nudge til kortere bade.



Værdiskabelse: Reduceret forbrug (her vand, man kunne forestille sig samme teknologi anvendt på andre typer af forbrug).



Læs mere

Afprøvet

Afprøvet

## VDC til brug ved FM

*MT Højgaard*

VDC til brug ved Facilities Management muliggør visualisering af drift og vedligehold i løbet af en bygningens levetid. Dermed kan man planlægge mandskab og økonomi helt op til 30 år frem i tiden ved brug af VDC.

 BIM/VDC

Værdiskabelse: Økonomisk besparelse pga. mulighed for planlægning af opgaver, mandskab og økonomi.



Læs mere

## Sensorer på droner til brug ved tilstandsvurdering

*Teknologisk Institut*

Radar påmonteret droner giver mulighed for inspektion af fx store konstruktioner eller svært tilgængelige steder. Radar kan bruges i f. m. inspektion af betonkonstruktioners tilstand.

 IoT  Droner

Værdiskabelse: Fremmer sikkerhed og muliggør databehandling i f. m. inspektionsopgaver.



Læs mere



## Sensorer til anvendelse indenfor byggeri

*Sensohive*

Trådløse sensorer måler og transmitterer temperatur og bevægelse. Til anvendelse inden for byggeri, transport og logistik, smart city, produktion og indeklimate.



IoT



Big Data



AI/Deep Learning

Værdiskabelse: Trådløs måling og monitorering.



Læs mere

## Virtuelle virkemidler i ejendomsbranchen

*Office Hub*

Office Hub formidler kontakt mellem lejer og udlejer af kontorlokaler og kontorfællesskaber. Virksomheden anvender ofte VR til fremvisningerne. På denne måde undgås en række fremvisninger til lejere, som ikke er interesserede. Der er flere match når lejeren hjemmefra kan danne sig et indtryk af lejemålet.



VR/AR

Værdiskabelse: Facilitering af ejendomsudlejning og fremvisning. Gør udlejningsprocessen lettere og mere fleksibel.



Læs mere

I drift

I drift

DRIFT



## Reparation og vedligehold af elevatorer ved brug af Mixed Reality briller

*ThyssenKrupp og Microsoft HoloLens*

Ved reparation af elevatorer i skyskrabere anvendes en udvidet form for AR kaldet Mixed Reality. HoloLens Mixed Reality briller, giver 'live' alle tilgængelige informationer om teknik, leverandører etc. direkte i brillen. Brillen kan bruges til at se skjulte installationer. På den måde kan teknikeren opholde sig på etagedækket i stedet for at skulle kravle i teknikskakten. Dette øger både sikkerhed, komfort og gør reparationsarbejdet lettere.



VR/AR

Værdiskabelse: Øget sikkerhed samt kvalitet af reparationsarbejdet.



Læs mere

## Termografering af bygninger vha. droner

*LE34*

Fotograferingen fra et varmfølsomt kamera monteret på en drone kan lægges sammen med en 3D-model for at give et overblik over varmetab/energispild fra en bygning. Dermed er den termografiske drone et godt værktøj til at målrette og effektivisere energirenoveringer. Desuden er værktøjet også godt til lokalisering af utætte fjernvarmeledninger eller vandrør.



IoT



BIM/VDC

Værdiskabelse: Optimering af energirenovering.



Læs mere

I drift

## Data fra sensorer anvendes til optimeret drift af bygninger

*ISS (og IBM)*

ISS integrerer og analyserer data fra millioner af sensorer placeret i 25.000 bygninger på verdensplan. Sensorerne er placeret i døre, vinduer, stole, ventilationsanlæg etc. for at styre og målrette driften af bygningerne ved at forstå brugernes adfærd. Dataen uploades til IBM's Watson IoT platform.

 IoT  Big Data  Data pool

Værdiskabelse: Målrettet og individualiseret bygningsdrift, der er tilpasset den enkelte bygning





Læs mere

I drift

## IoT og AI anvendes til vedligehold af Storebæltsbroen

*Sund og Bælt*

IoT anvendes ved droneinspektion af broen i fbm. tilstandsvurdering. Den kunstige intelligens Watson Analytics, udviklet af IBM, anvendes til at genkende mønstre og sammeligne data fra vejr, trafikbelastning mm. til fastlæggelse af tidspunkter, hvor der er størst risiko for sætningsskader. Samme AI anvendes desuden til fastlæggelse af det mest optimale tidspunkt for vedligeholdelsesarbejde.

 IoT  AI/Deep learning  Droner

Værdiskabelse: Øget sikkerhed ved tilstandsvurdering, faciliterer vedligeholdelsesarbejdet og optimerer dette i forhold til belastning og slid.



Læs mere

I drift

I drift



## 3D-scanning af renoveringsprojekt

*Orbicon*

Brabrand Boligforening har anvendt 3D-scanning før igangsættelse af renoveringsprojekt. Tegningsmateriale, der er udarbejdet på baggrund af en punktsky, sikres således at være opdateret og i overensstemmelse med virkeligheden. Orbicon anbefalede som bygherrerådgiver at scanne bygningerne. Scanningen bruges forud for projekteringen af facaderenoveringen samt til videre drift og vedligehold af bygningerne.

 3D-scan  Big Data

Værdiskabelse: Præcist og aktuelt (as-build) tegningsmateriale.



Læs mere

## Digitalisering af bygningsdrift (Eseebase)

*Årstiderne Arkitekter*

Årstiderne Arkitekter har udviklet et system til digitalisering af arbejdsprocesserne i boligadministration. Domea anvender systemet, hvor ønskede udbudringer i f. m. fraflytning af et lejemål, kan sendes direkte fra ejendomsinspektørernes tablet til håndværker, der har givet det bedste tilbud på udbudringer af lejemålet. Systemet er bl.a. baseret på 3D-modeller, som giver mulighed for præcise mængdeudtræk.

 BIM/VDC  IoT

Værdiskabelse: Eseebase har medført besparelser på ca 25% i f. m. fraflytning. Dertil kommer besparelser på administration.



Læs mere



I drift

## 'Smarte' Velux vinduer

Velux

Velux har i samarbejde med NetAtmo udviklet et IoT-system, hvor vinduer åbnes og lukkes ved en given temperatur, luftfugtighed eller CO2-koncentration. Systemet kan desuden angive, hvor længe vinduerne skal være åbne, hvor meget de skal åbne eller på et givent tidspunkt.



Værdiskabelse: Forbedret indeklima.



Læs mere

I drift

## IR-droner effektive til alsidige inspektionsopgaver

Drone Systems

Droner med infrarøde kameraer og GPS kombineret med billed- og databehandling giver effektivt og uden gene overblik over forskelle i overfladetemperaturer (deres varmeudstråling). Informationerne kan bruges til forbedring af bygningers energiløsninger, finde lækager på tekniske systemer samt spore ændringer og forurening i miljøet/naturen.



Værdiskabelse: Effektiv fejlfinding, monitorering, overvågning og dokumentation



Læs mere

I drift

I drift

## 3D-printet SMART-bro

MX3D

MX3D bygger en 12 m lang 3D-printet stålbro i Amsterdam. På broen er monteret sensorer, der måler trafik på broen, hvor hurtigt trafikken bevæger sig, sætninger af broen etc. Denne data bliver konstant opdateret i en 'digital tvilling' (Cognitive Digital Twins) der kontinuert vil afspejle broens tilstand. Broen står færdig i 2019.

 IoT  Digital tvilling

Værdiskabelse: Real time monitorering af en konstruktion vil potentielt forlænge levetiden og bidrage til optimering af vedligeholdelsen.



Læs mere

## Smart heating

Danfoss

Danfoss har udviklet en termostat, der kan styres via en app på en smart phone. Varmestyringen kan tilpasses efter behov og bidrag til reduktion af varmeregningen.

 IoT

Værdiskabelse: Systemet kan være med til at reducere energiforbruget ved at tilpasse rumtemperaturen den daglige rutine i bygningen.



Læs mere





DRIFT



# Recycling

---

Recycling omfatter nedrivning, deponering, affaldshåndtering og transport. De primære aktører er rådgivende ingeniører, nedrivere, konsulenter og entreprenører

Under udvikling

## Genkendelse af elektronik i affaldssorteringen

*Teknologisk Institut*

Teknologisk Institut udvikler en robot, der ved hjælp af AI/deep learning kan genkende elektronik, der indeholder batterier, som enten skal deponeres eller genanvendes. INNOSORT projektet viser, at denne teknologi og deep learning også kan anvendes i andre sammenhænge til genkendelse af miljøskadelige stoffer eller lign. i byggeaffald.



AI/Deep learning



Robotteknologi

Værdiskabelse: Korrekt affaldssortering.



Læs mere

Under udvikling

## Robotter skal fjerne farlig maling

*J. Jensen (HD Lab) m.fl.*

HD Lab (under J Jensen) vil udvikle en robot eller cobot som kan fjerne blyholdig maling og dermed fjerne eller reducere mængden af det farlige arbejde, som fjernelse af denne maling medfører.



Robotteknologi

Værdiskabelse: Letter besværligt og farligt arbejde.



Læs mere

Afprøvet

## Sensor sikrer effektiv tømning af affaldscontainer

*Waste Control*

Sensor udviklet til at måle afstand fra containerlåg ned til affaldet reducerer antallet af tømninger med 70%. Sensoren giver vognmanden besked, når containeren skal tømmes og dermed betales der ikke unødigt for tømning.



Værdiskabelse: Besparelser økonomisk, trafikalt og miljømæssigt



Læs mere

Afprøvet

## Robotter sorterer værdifuldt affald

*Teknologisk Institut & Refind Technologies*

Via deep learning af robotter frasorteres værdifulde og sjældne metaller i elektronikaffald.



AI/Deep learning



Robotteknologi

Værdiskabelse: Konkret værdiskabelse på anslået 400 mio i indvundet guld fra elektronikaffald. Reduktion af manuelt arbejde.



Læs mere

I drift

## Virtuel markedsplads 'Loop Rocks'

NCC

Købere og sælgere bringes sammen på den virtuelle markedsplads. Udbud og efterspørgsel matches inden for byggematerialer som grus, jord og sand. Har man et materiale til overs kan man lægge det til salg på Loop Rocks, så man undgår mellemlid, som f.eks. NCC selv.



Data pool

Værdiskabelse: Loop Rocks bidrager til cirkulær materialeanvendelse således, at bunkerne med jord, sand og grus flyttes så få gange som muligt.



Læs mere

