



**AALBORG UNIVERSITET**  
STUDENTERRAPPORT

*Hovedrapport*

# Big Data i Bygge- & Anlægsbranchen

- *Et studie af nye digitale muligheder for entreprenøren*

**Kandidatspeciale, januar 2017**

Cand.Tech. Byggeledelse,

4. semester (CT BL4)

*Vejleder: Arne P. Rasmussen*



**Aalborg University**

Faculty of Engineering and Science

Department of Civil Engineering



*Illustrationer på forside:*

<http://sparkblog.emc.com/2015/04/ecm-big-data-era-success-factors-industry-knowledge/>

<http://www.computersupportnews.com/tips-to-benefit-from-big-data/>

**FAKULTET:**

Aalborg Universitet  
Fakultet for Engineering and Science  
Institut for Byggeri & Anlæg

Thomas Manns Vej 23,  
DK-9220, Aalborg Øst  
Telefon: +45 9940 8484  
Web: <http://www.byggeri.aau.dk/>



**AALBORG UNIVERSITET**  
STUDENTERRAPPORT

**TITEL:**

Big-Data i Bygge- & Anlægsbranchen

**UNDERTITEL:**

Et studie af nye digitale muligheder for entreprenøren

**PROJEKT:**

Kandidatspeciale, 30 ECTS-point

**UDDANNELSESRETNING:**

Cand.Tech. Byggeledelse

**SEMESTER:**

4. semester

**PROJEKTPERIODE:**

2. september, 2016 – 9. januar, 2017

**UDARBEJDET AF:**

CT BL4-Gr4 E16

**GRUPPEMEDLEMMER:**

Emil Garmann M. Lorvik  
Jesper Guldbæk Nielsen  
Simen Olstad

**VEJLEDER:**

Arne P. Rasmussen  
Lektor, Institut for Byggeri & Anlæg, AAU

**OPLAG:**

Digital aflevering, oplag derudover:

Sideantal i hovedtekst: **117**  
Sideantal i Appendiks: **53**  
Sideantal i Bilag: **38**

**SYNOPSIS:**

Dette kandidatspeciale behandler potentialet for Big-Data i bygge- og anlægsbranchen, med entreprenøren i fokus.

Motivationen for dette emne udspringer af, den kraftige fremgang, som datadrevne virksomheder og brancher har haft inden for de sidste år-rækker. Desuden en konservativ byggebranche, hvor innovation og udvikling samt produktivitet er lav. Dette emne er relevant, da der foreligger flere efterspørgsler på forskning inden for feltet, eksempelvis fra Dansk Byggeri i Forsk2025.

Indledningsvis forelægges en indsigt i den danske bygge- og anlægsbranche, ud fra et økonomisk perspektiv. Yderligere præsenteres et indblik i produktivitet og innovationsaktivitet.

Den sonderende undersøgelse behandler begrebet Big-Data og en konkret definition, samt mest anvendte teknikker og metoder inden for data analytics. Dernæst vurderes værdiskabelsen med Big-Data i andre brancher, særligt produktionsbranchen, hvor der drages paralleller til bygge- og anlægsbranchen.

Undersøgelsen tager afsæt i best practises for data processer, både nationalt og internationalt. Hvilket leder videre til en diskussion, samt et konkret løsningsforslag, der beviser de store potentialer med Big-Data og datadrevne processer som foreligger entreprenøren.

Resultater heraf: Big-Data kan med fordel anvendes i bygge- og anlægsbranchen, og kan skabe værdi for entreprenøren på et utal af områder. Det fulde potentiale er endnu ukendt, hvilket kræver, at hele værdikæden inddrages, og at branchen ændrer tilgangen til innovation og udvikling, samt investerer mere i at blive datadrevet.

# Forord

---

Dette kandidatspeciale er udarbejdet i efteråret 2016, af gruppe CT BL4-Gr4, ved Studienævnet for Byggeri & Anlæg på Aalborg Universitet (AAU). Specialet udgør det skriftlige produkt af det afsluttede semester på kandidatuddannelsen Cand. Tech. Byggeledelse, tilsvarende 30 ECTS-point. Skriveperioden strækker sig fra d. 02.09.2016 til d. 09.01.2017.

Specialet er udfærdiget i henhold til gældende studieordning af september 2015, [Aalborg Universitet, 2015], fra Studienævnet for Byggeri & Anlæg. Hvoraf modulbeskrivelsen redegør for at der skal opnås viden, færdigheder og kompetencer indenfor bl.a.:

- *Være i stand til kritisk at vurdere viden og kunne identificere nye videnskabelige problemstillinger inden for specialiseringens område.*
- *Gennem projektførelsen og ved dets afslutning give en selvstændig og kritisk bedømmelse af de valgte teorier og metoder såvel som gennemførte analyser, opnåede resultater og dragne konklusioner.*
- *På selvstændig måde kunne problemformulere, gennemføre, dokumentere, reflektere over og formidle resultater af et projektarbejde, der behandler en kompleks arbejds- og udviklingssituation inden for centrale emner af kandidatuddannelses faglighed.*
- *Kunne håndtere komplekse og uforudseelige arbejdssituationer samt være i stand til at udvikle nye løsninger.*
- *Kunne formidle de opnåede resultater fra projektarbejdet i en projektrapport.*

Specialerapporten er en undersøgelse af potentialet for værdiskabelse, gennem Big-Data i bygge- og anlægsbranchen, hos de udførende entreprenører. I forbindelse med dette, er der udført et omfattende studie, med inddragelse af eksperter fra universiteter og ledere fra erhvervslivet – hvori teori og best practices fra national og international kontekst er blevet gennemprøvet. Specialerapporten henvender sig til studerende og erhvervs personer inden for byggeri og anlæg.

Specialegruppen vil benytte denne anledning til, at takke rapportens eksperter og øvrige informanter for deres tid, samt bidrag af viden og sparring gennem udbytterige interviews. En liste over medvirkende informanter er tilgængelig i *Tabel 2-B* i *Kapitel 2 – Metode*.

Under skriveperioden har specialegruppens medlemmer arbejdet fra forskellige fysiske arbejdsstationer – i Aalborg og i København. I den forbindelse ønsker specialegruppen at takke virksomheden Glindorf & Partnere, med medarbejdere, for lån af kontorfaciliteter og nyttig sparring gennem specialeforløbet.

En særlig tak, skal ligeledes rettes mod lektor og vejleder, Arne P. Rasmussen, for at have bidraget meget engageret med vejledning og konstruktiv kritik gennem hele processen. Ydermere, at være behjælpelig med relevant litteratur, information og struktur, til at sikre specialerapporten har opfyldt studieordningen.

---

Tilbage er blot at ønske læseren rigtig god læselyst.

*/ Gruppe CT BL4-Gruppe 4 E2016:*

---

*Emil Garmann M. Lorvik*

---

*Jesper Guldbæk Nielsen*

---

*Simen Olstad*

*Aalborg, januar 2017*



# Abstract

---

This master thesis explores the possibilities concerning Big-Data within the Engineering and Construction (henceforth E&C) industry in Denmark, with an emphasis on the contractor and construction phase.

The authors found this subject relevant due to a vigorous economic growth, the data-driven businesses and industries have experienced throughout the last several years. The Danish E&C Industry has been criticized for being too conservative with an innovation deficiency and a low productivity. This led to an extensive research regarding the term “Big-data” and how to extend the potentials and possibilities within this, to the E&C industry.

Initial literature studies and interviews with expert within the data science field, demonstrates that Big-Data is a “Buzzword” and not a scientific term, as a result it is difficult to define. Big-Data is often confused with Big-Data analytics, which is a different approach to data. Business Intelligence is a reporting tools that processes and analyses historical data with an optimization output. Big-Data analytics and Business analytics are business development tools able to make predictive analysis, making the decision-making proactive instead of reactive. These tools can potentially create considerable value in the E&C Industry by using Big-Data. This initial research has led to the research question:

---

***How can Big-Data create value for the E&C industry?***

---

The following studies revealed tangible public data sources such as DST, DMI and “grunddata” containing e.g. Business-, people- and property data in one web-based platform, revealed valuable data to be used by businesses with the E&C Industry.

The analysis also made it clear to the authors that the greatest value potential for E&C Industry businesses, was by creating their own data. There are many different options and technologies for collecting own data. One of the best PLM-platform in the E&C I industry are the BIM model. The Danish E&C Industry is in the beginning of the data gathering process, and must overcome the challenges with applying technologies for data collection and related competencies, before it is possible to use data and Big-Data intelligently.

Two of the largest contractor companies in Denmark were used as cases, in this master thesis. None of the companies was currently using Big-Data or the techniques behind, as they lacked the data and technical maturity. Nonetheless, they had established initiatives and invested in becoming data-driven businesses as a long-term strategy.

The Danish E&C industry must reconsider the approach to development and innovation. To reach the potentials of data analytics and knowledge within the area,

---

---

bigger investments and long-term strategies focusing on becoming a data-driven industry, must be carried out. E&C Industry businesses who reach these Blue Oceans first, through mastering data analytics and use of intelligent algorithm will be the market winners, with a great competitive advantage. It is important to raise the digital knowledge level throughout the whole value chain in the E&C Industry, because the sharing of data and knowledge will have much bigger impact on businesses and the whole industry in the future.

From a national perspective, a political focus on digitalization and innovation in the E&C Industry is needed. This requires funding in research- and innovation projects, which raises the awareness of the potential value data-driven decisions and data analytics can generate in the industry. E&C Industry based education institutions must establish greater awareness of digitalization, innovative solution through data analytics and data management by implementing requirement about teachings, which as a minimum makes students aware of subjects such as Big-Data, Internet of things, Data analytics, statistics and basic technological entrepreneurship – additionally the combined potential of these.

A solution concerning a “smart container” with implemented sensors and intelligent software to automate the waste management process was presented in this master thesis. In the authors opinion new systems must have a high success rate rather than solving the biggest issues, also a high scalability, which is purpose of this solution.

The author acknowledges that many investments must be made to implement data technologies, but a high return of the investment in the long-term must be expected. The contractor businesses are spending much less in R&D, than engineering consultant companies, which implies the lack of investment.

Today traditional E&C Industry businesses are not threatened by data-driven businesses, but the E&C Industry businesses that ignores the digital transition that is happening right now, will in the nearest future be risking loss of market shares. A complete disruption will not happen in the E&C Industry, but fragments of the industry will be affected by the combination of Big-Data and data analytics.

# Indhold

---

|  |           |
|--|-----------|
| FORORD   | II        |
| ABSTRACT   | IV        |
| LÆSEVEJLEDNING   | VIII      |
| FIGURLISTE   | X         |
| TABELLISTE   | X         |
| AKRONYM- OG BEGREBSLISTE                               | XI        |
| <b>KAPITEL 1 - INDLEDNING</b>                          | <b>1</b>  |
| 1.1 MOTIVATION   | 1         |
| 1.2 INDSIGT I DEN DANSKE BYGGE- & ANLÆGSBRANCHE        | 4         |
| 1.3 INITIERENDE PROBLEMFELT                            | 14        |
| 1.4 MÅL  | 15        |
| <b>KAPITEL 2 - METODE</b>                              | <b>16</b> |
| 2.1 FILOSOFI   | 16        |
| 2.2 UNDERSØKELSESTILGANG                               | 18        |
| 2.3 UNDERSØKELSESDSIGN                                 | 19        |
| 2.4 TEKNIKER OG PROSEDYRER FOR DATAINNSAMLING          | 20        |
| 2.5 EVALUERING AV FORSKNINGENS KVALITET                | 24        |
| 2.6 DEFINITION AF VÆRDI                                | 24        |
| <b>KAPITEL 3 - SONDERENDE UNDERSØGELSE</b>             | <b>26</b> |
| 3.1 BIG-DATA   | 26        |
| 3.2 BIG-DATA ANALYTICS                                 | 30        |
| 3.3 BIG-DATA VALUE CHAIN                               | 35        |
| 3.4 VÆRDISKABELSE MED BIG-DATA                         | 40        |
| 3.5 UTFORDRINGER VED BIG-DATA                          | 52        |
| 3.6 FORUTSETNINGER VED BIG-DATA                        | 57        |
| 3.7 DELKONKLUSION                                      | 59        |
| 3.8 PROBLEMFORMULERING                                 | 61        |
| <b>KAPITEL 4 - UNDERSØGELSE</b>                        | <b>63</b> |
| 4.1 TILGJENGELIG DATAKILDER                            | 63        |
| 4.2 DIGITALE MULIGHETER FOR DATAINNSAMLING             | 65        |
| 4.3 DIGITALE MULIGHETER FOR VERDISKAPELSE              | 68        |
| 4.4 DANSKE BIG-DATA CASES FRA BYGGE- OG ANLÆGSBRANCHEN | 73        |
| 4.5 DELKONKLUSION                                      | 83        |

---



---

|   |            |
|---|------------|
| <b>KAPITEL 5 - DISKUSSION</b>                       | <b>85</b>  |
| 5.1 BIG-DATA I FORHOLD TIL BYGGEBRANSJEN            | 85         |
| 5.2 SPESIELLE ASPEKTER VED BYGGE- OG ANLEGSBRANSJEN | 87         |
| 5.3 VÆRDISKABELSE MED BIG-DATA                      | 88         |
| 5.4 ANVENDELSESOMRÅDER AV BIG-DATA FRA CASES        | 90         |
| 5.5 TILTAG FOR OPNÅELSE AF VÆRDI MED BIG-DATA       | 92         |
| 5.6 DELKONKLUSION                                   | 94         |
| <b>KAPITEL 6 - LØSNINGSFORSLAG</b>                  | <b>96</b>  |
| 6.1 MOTIVATION FOR LØSNINGSFORSLAG                  | 96         |
| 6.2 SMART CONTAINEREN                               | 97         |
| 6.3 VÆRDI OG SKALERBARHED                           | 103        |
| 6.4 UDFORDRINGER OG FORUDSÆTNING VED IMPLEMENTERING | 106        |
| 6.5 DELKONKLUSIONEN                                 | 108        |
| <b>KAPITEL 7 - KONKLUSION</b>                       | <b>110</b> |
| <b>KAPITEL 8 - PERSPEKTIVERING</b>                  | <b>113</b> |
| <b>KAPITEL 9 - REFLEKSION</b>                       | <b>114</b> |
| LITTERATURLISTE                                     | 117        |

**APPENDIKS & BILAG** FOREFINDES SOM SEPERATE DOKUMENTSAMLINGER, OG ER SAMMEN MED HOVEDRAPPORTEN OG LYDFILER FRA INTERVIEWS TILGÆNDELIGE PÅ VEDLAGTE **USB-STIK**

# Læsevejledning

---

I nærværende rapport vil henvisninger til figurer og tabeller, samt kilder fremsættes løbende. Der henvises til tabel- og figurlisten på s. X for en oversigt med nummereret beskrivelse, samt til litteraturlisten baggerst i rapporten på s. xx, hvor kilder, uanset type, er oplistet i alfabetisk orden.

Ved referencer til kilder, er der i rapporten anvendt Harvard Reference. Hvilket betyder, at kilder angives som; [Forfatter/virksomhed, år]. Referencer henviser til litteraturlisten, hvor litteraturen optræder med forfatter, år og titel, desuden for bøger med udgave og forlag. I tilfælde hvor der forekommer forskellige publikationer fra samme forfatter, vil kilden kunne identificeres på årstallet, og i tilfælde af flere publikationer samme år, vil årstallet suppleres med et bogstav i alfabetisk orden. Når referencen er angivet før punktum, refereres til den pågældende sætning. Når referencen er angivet efter punktum, refereres til hele afsnittet, eller indtil foregående reference. Citater er anført med citationstegn og i kursiv [”Citater”], uddrag af tekst er alene udført som [kursiv].

Figurer og tabeller, er nummeret i henhold til det pågældende kapitel de optræder under, samt et løbebogstav i alfabetisk orden, efterfulgt af en forklarende tekst. Eksempelvis vil den første figur i kapitel 1 benævnes ”Figur 1-A – [forklarende tekst]” og den efterfølgende ”Figur 1-B – [forklarende tekst]”. Kildehenvisning, i henhold til tidligere beskrevet, findes under hver figur eller tabel.

Forkortelser af tekniske, fagmæssige eller ofte anvendte begreb vil forekomme løbende. Disse forkortelser optræder efter begrebet er præsenteret første gang i sin fulde orden. Alle forkortelser kan forefindes i akronymlisten på side XI, hvor disse er opstillet i alfabetisk orden og med uddybende forklaring.

Rapportens overskriftstruktur er udført som beskrevet i *Tabel 0-A*:

**Tabel 0-A: Overskriftstruktur**

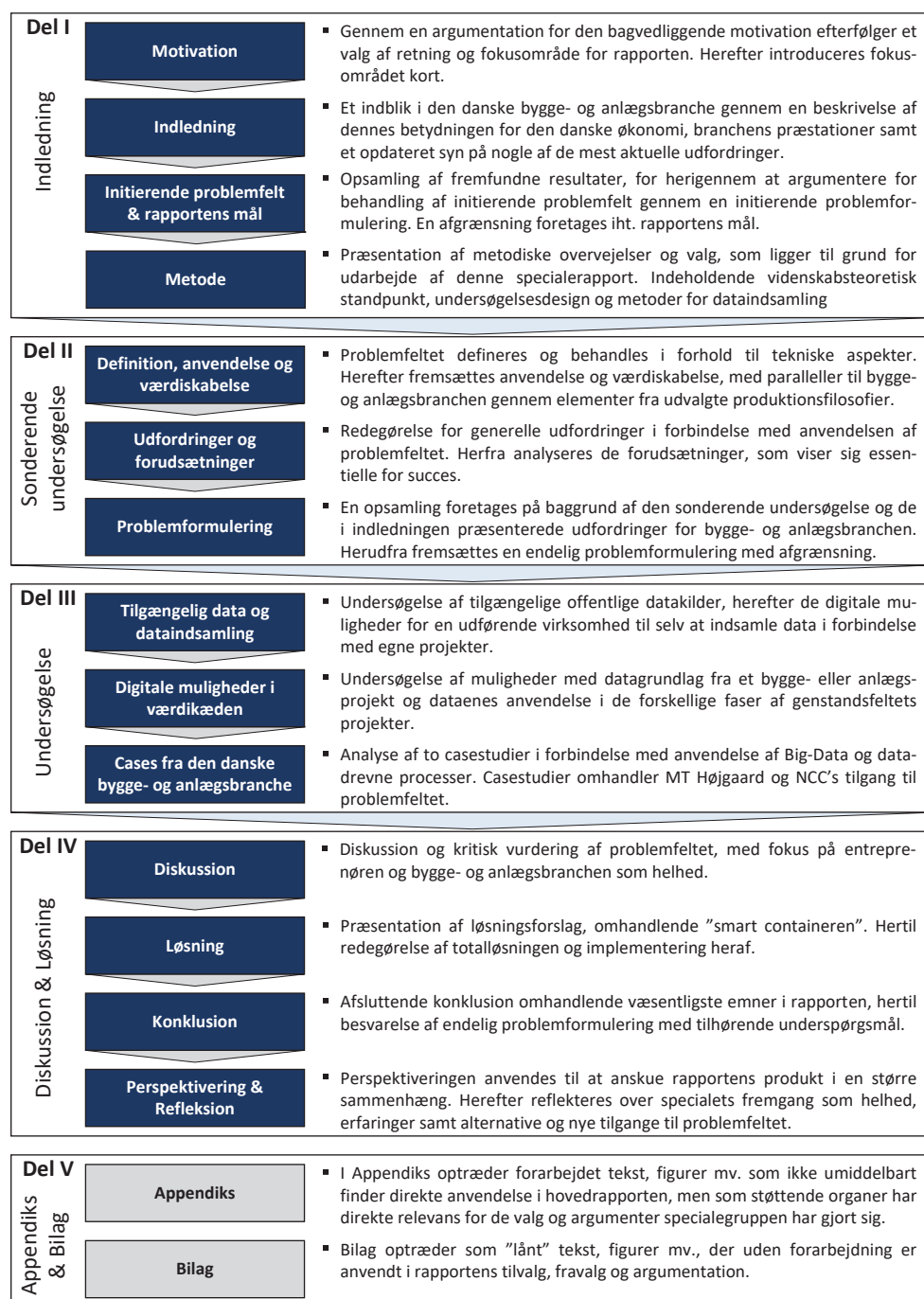
| Overskriftsniveau:                                       | Henvisning: | Betegnelse:                |
|--|-------------|----------------------------|
| Overskrift 1:  | 1           | Kapitel                    |
| Overskrift 2:  | 1.1         | Afsnit                     |
| Overskrift 3:  | 1.1.1       | Delafsnit                  |
| Overskrift 4:  | -           | Underemne                  |
| Overskrift 5:  | -           | Punkt- eller talopstilling |
| Overskriftsniveau 1 og 2 fremgår af indholdsfortegnelsen |             |                            |

Specialrapporten er suppleret med Appendiks og Bilag, der løbende vil blive henvist til, ud fra samme principper som for figurer og tabeller. Eksempelvis, Appendiks 0-A. Hvilket er første henvisning i de introducerende afsnit. Appendiks og Bilag vil for trykte oplag være vedlagt på USB-stik sammen med hovedrapporten.

Specialegruppen er sammensat af to danske og en norsk studerende. Resultaterne i, at flere dele af rapporten vil optræde på norsk. Tilladelsen til dette er vedhæftet som *Bilag 0-A*.

Rapportstrukturen er udgjort af flere dele, med forskellig fokus. Dette er grafisk illustreret i *Figur 0-A*, med en kort forklaring af indholdet. En mere dybdegående og metodisk fokuseret rapportstruktur vil blive præsenteret i Kapitel 2 – Metode.

**Figur 0-A: Forklarende rapportstruktur**



# Figurliste

---

|   |     |
|---|-----|
| FIGUR 0-A: FORKLARENDE RAPPORTSTRUKTUR  | IX  |
| FIGUR 1-A: PÅBEGYNDT BYGGERI FRA 2000-2017*   | 6   |
| FIGUR 1-B: OVERSKUDSGRAD EFTER VIRKSOMHEDSSTØRRELSE   | 7   |
| FIGUR 1-C: ANVENDELSE AF OMSÆTNING  | 7   |
| FIGUR 1-D: FORDELING AF SAMLET OMSÆTNING  | 9   |
| FIGUR 1-E: FORDELING AF SAMLET VÆRDITILVÆKST  | 9   |
| FIGUR 1-F: FORDELING AF DEN PROFESSIONELLE BYGGEAKTIVITET 2000-2017*                        | 9   |
| FIGUR 2-A: THE RESEARCH ONION   | 16  |
| FIGUR 2-B: ILLUSTRATIV FORKLARING AF DEDUKTIONS-, INDUKTIONSBEGREBERNE                      | 18  |
| FIGUR 2-C: METODISK RAPPORTSTRUKTUR   | 23  |
| FIGUR 3-A: A BASIC UNDERSTANDING OF BI  | 29  |
| FIGUR 3-B: BUSINESS INTELLIGENCE, BIG-DATA OG ANALYTICS                                     | 30  |
| FIGUR 3-C: MULTIDISCIPLINÆR BESKAFENHED AF BIG-DATA ANALYTICS                               | 31  |
| FIGUR 3-D: REGRESSIONSANALYSE, AREAL OG PRIS  | 33  |
| FIGUR 3-E: SUPERVISED LEARNING  | 33  |
| FIGUR 3-F: BIG-DATA VALUE CHAIN   | 35  |
| FIGUR 3-G: EVOLUTIONEN MED BIG-DATA   | 38  |
| FIGUR 3-H: ANALYTISK MODENHED   | 39  |
| FIGUR 3-I: RELATIONSDIAGRAM FOR FILOSOFIER, PERSPEKTIVER OG VIRKNINGER IHT. VÆRDIKÆDE       | 42  |
| FIGUR 3-J: EKSEMPLER PÅ GEVINSTER VED BIG-DATA OG DATADREVEN FORRETNINGSUDVIKLING           | 50  |
| FIGUR 3-K: VEKSTEN AV DET DIGITALE UNIVERS FRA 2009 TIL 2020                                | 55  |
| FIGUR 4-A: DATAFORDELEREN   | 64  |
| FIGUR 4-B: ARKITEKTONISK STRUKTUR FOR DIGITALE TEKNOLOGIER LANGS BYGGEPROSESSENS LIVSSYKLUS | 66  |
| FIGUR 4-C: OMKOSTNINGER VED ENDRINGER I PROJEKTETS LIVSSYKLUS                               | 69  |
| FIGUR 4-D: KONCERNENS GEOGRAFISKE PLATFORM  | 74  |
| FIGUR 4-E: iTWO 5D-PROCESSEN*   | 76  |
| FIGUR 4-F: NCC'S MARKEDSANDEL AF TOTALSALGET [%]  | 79  |
| FIGUR 4-G: ILLUSTRATION AF DOME-OF-VISIONS  | 80  |
| FIGUR 6-A: NUVÆRENDE PROCES FOR CONTAINERAFKALD   | 97  |
| FIGUR 6-B: ILLUSTRATION AF SMART-CONTAINER KONCEPTET  | 98  |
| FIGUR 6-C: SENSORMÅLING AF OPFYLDNINGSGRAD  | 98  |
| FIGUR 6-D: PROCES FOR OPSAMLING AF DATA   | 101 |
| FIGUR 6-E: ILLUSTRATION AF BRUGERPLATFORM FOR SMART-CONTAINERKONCEPTET                      | 102 |
| FIGUR 6-F: VIRKNINGER VED IMPLEMENTERING AF LØSNING   | 104 |
| FIGUR 6-G: LEWITTS SYSTEMMODEL  | 107 |

# Tabelliste

---

|   |      |
|---|------|
| TABEL 0-A: OVERSKRIFTSTRUKTUR   | VIII |
| TABEL 0-B: OVERSIGT OVER AKRONYMER OG BEGREBER MED FORKLARING                     | XI   |
| TABEL 1-A: BYGGE- OG ANLÆGSBRANCHENS* VIRKSOMHEDSSTRUKTUR I 2014                  | 10   |
| TABEL 1-B: VIRKSOMHEDERS UDGIFFER TIL INNOVATION OG FoU FORDELT PÅ ANTAL ANSATTE  | 12   |
| TABEL 2-A: INTERVJUGUIDE  | 21   |
| TABEL 2-B: INTERVIEWOVERSIGT  | 21   |
| TABEL 3-A: EKSEMPLER PÅ GEVINSTER VED BIG-DATA OG DATADREVEN FORRETNINGSUDVIKLING | 51   |
| TABEL 4-A: DIGITALE MULIGHETER VED DE FORSKJELIGE FASENE                          | 68   |
| TABEL 6-A: FORDELE OG ULEMPER VED VÆGTSSENSORER                                   | 99   |
| TABEL 6-B: FORDELE OG ULEMPER VED ULTRASONIC SENSORER                             | 100  |
| TABEL 6-C: FORDELE OG ULEMPER VED LASERSENSORER                                   | 100  |

---

# Akronym- og begrebsliste

Nærværende akronym- og begrebsliste, jf. *Tabel 0-B*, er udarbejdet som følge af de mange initialforkortelser, der forefindes i specialerapporten. Samtidigt vil listen fungere som begrebsforklaring i tilfælde, hvor et begreb er gennemgående, eller ikke har kunnet forklares umiddelbart efter det er fremsat. I sådanne tilfælde, vil et akronym ikke nødvendigvis præsenteres på listen, men alene betydning og forklaringen heraf.

**Tabel 0-B: Oversigt over akronymer og begreber med forklaring**

| Akron. | Betydning                                  | Forklaring  |
|--------|--|---|
| API    | <i>Application Programming Interface</i>   | API er en softwaregrænseflade til computerprogrammer, der tillader et stykke software at interagere med andet software. Et API kan betegnes som en måde at tilbyde tjenester, herunder data, fra et system i et andet system, så disse ikke manuelt skal overføres.   |
| BA     | <i>Business Analytics</i>                  | Det centrale analytiske komponent indenfor BI, der modsat BI, omhandler en proaktiv tilgang til forretningsudvikling. BA kombinerer intern data med ekstern for at forudsige fremtidige tendenser og sandsynligheder ( <i>Predictive Analytics</i> ) med henblik på at simulere fremtidige muligheder og optimere beslutningsgrundlaget, ( <i>Prescriptive Analytics</i> ). |
| BCG    | <i>Boston Consulting Group</i>             | BCG er en af de største internationale management konsulentvirksomheder i verden.   |
| BDA    | <i>Big-Data Analytics</i>                  | Er en ekstra dimension af BA, som i stedet tager udgangspunkt i Big-Data fremfor almindelige datasæt.   |
| BI     | <i>Business Intelligence</i>               | BI er et statusrapporteringsværktøj ifm. beslutningstagning og planlægning, der samler koncepter og metoder med det formål at optimere beslutninger i virksomheden ved at bruge faktabaserede støttesystemer. BI benytter beskrivende statistik ( <i>Descriptive Analytics</i> ) og bearbejder kun historiske data.   |
| BIM    | <i>Building Information Modelling</i>      | BIM er en integreret metode til digitalisering af byggeprocessen. BIM er både en digital bygningsmodel med tilknyttede data omkring et bygningsværk og en arbejdsmetode, der gør det muligt et tættere samarbejde og fælles forståelse mellem parterne, samt at analysere bygningsværket inden opførelsen.  |
| BVT    | <i>Bruttoværditilvækst</i>                 | BVT er den værditilvækst, der finder sted i et erhverv eller eventuelt på national plan i en periode, målt i basispriser. BVT er BNP fratrukket nettoafgifter, hvilket vil sige, at det udtrykker produktionens værdi ved fabrikkens port inden der pålægges afgifter mv.   |
| -      | <i>Cloud Computing</i>                     | Dækker over begrebet "skyen", hvor software, service eller ydelser leveres via internettet. Her er tale om, at flere servere/datacentre giver adgang til data, fremfor at adgangen gives til en in-house server.  |
| -      | <i>Conjoint-analyse</i>                    | Conjoint-analyse er en statistisk teknik, der involverer at præsentere et kontrolleret sæt af potentielle produkter og tjenester som fremkalder slutbrugernes præferencer, hvorigennem en implicit værdiansættelse, af de enkelte elementer, der udgør den vare eller tjenesteydelse, kan fastsættes  |
| CTS    | <i>Central Tilstandskontrol og Styring</i> | CTS er den almene betegnelse for bygningsautomation, og er fællesbetegnelsen for et computerbaseret system for automatisering af overvågning, styring og regulering af tekniskrum samt forsyningsanlæg  |
| -      | <i>Disruption</i>                          | Disruption dækker over det at ændre den traditionelle måde, en industri opererer, især i en ny og effektiv måde.  |

**Tabel 0-B: Oversigt over akronymer og begreber med forklaring – Fortsat**

| <b>Akron.</b> | <b>Betydning</b>   | <b>Forklaring</b>   |
|---------------|--|---|
| <b>GIS</b>    | <i>Geographic Information System</i>                         | GIS er computerbaserede systemer, som bruges til at registrere, modellere, lagre manipulere, analysere og præsentere geografisk refereret data. GIS dækker over et bredt fagområde og kan refereres til en lang række af teknologier, processer og metoder.   |
| <b>GPS</b>    | <i>Global Positioning System</i>                             | GPS er et globalt navigations satellit system, hvor brugeren af systemet anvender en GPS-modtager, der på baggrund af signaler fra GPS-satellitter kan beregne geografisk position og evt. højde over havets overflade.   |
| <b>IBM</b>    | <i>International Business Machines Corporation</i>           | IBM er en multinational teknologi- og konsulentvirksomhed, der leverer IT-serviceydelser og sælger hardware- og softwareprodukter, der hovedsageligt er udviklet af IBM selv.   |
| <b>IoT</b>    | <i>Internet of Things</i>                                    | IoT referer til et netværk, hvor sensorer og enheder indlejres i den fysiske verden og forbindes for at levere store mængder af digitale informationer om ressourcer og produkter til analyse. Nærmere uddybet i Appendiks 0.A.1.   |
| -             | <i>Industri 4.0</i>  | Industri 4.0 dækker over den fjerde industrielle revolution, hvor produktionen bliver intelligent således, at der under produktionen, vil være mulighed for, at enkelte delprodukter og -processer kan dele data, så det totale flow optimeres. Nærmere uddybet i Appendiks 0.A.2.  |
| <b>KPI</b>    | <i>Key Performance Indikator</i>                             | KPI'er er et sæt af kvantitative målsætninger, som en virksomhed kan anvende til at måle sin præstation over tid. Som regel for at fastsætte fremskridt ift. opfyldelse af strategiske mål.   |
| -             | <i>Kognitive bias</i>  | Kognitive bias, eller forvrængning, refererer til et systematisk mønster for afvigelse fra normen eller rationalitet i en vurdering eller beslutningstagning, hvorved der kan drages slutninger om andre mennesker eller situationer på en ulogisk måde. Nærmere uddybet i Appendiks 0.A.3 med eksempler på mest almindelige forekomster.                   |
| <b>MGI</b>    | <i>McKinsey Global Institute</i>                             | MGI er en forretnings- og økonomiforskningsenhed under McKinsey & Company, der er en af de største internationale management konsulentvirksomheder i verden.  |
| <b>ML</b>     | <i>Machine Learning</i>                                      | ML beskæftiger sig med design og udvikling af algoritmer, der tillader computere at udvikle adfærd baseret på empiriske data. En stor fokus indenfor ML handler bl.a. om automatisk at lære at genkende komplekse mønstre og træffe intelligente beslutninger baseret på data.  |
| <b>NoSQL</b>  | <i>Not only SQL (SQL forklaret efterfølgende)</i>            | En NoSQL-database indeholder en mekanisme til at lagre og genfinde data, der er modelleret på andre måder end tabeller, der anvendes i relationsdatabaser.  |
| <b>OECD</b>   | <i>Organisation for Economic Cooperation and Development</i> | OECD er en international organisation, der arbejder for at stimulere økonomisk fremgang og markedsøkonomi mellem de demokratiske regerede medlemslande.   |
| <b>OLAP</b>   | <i>On-Line Analytical Processing</i>                         | Er en metode indenfor datamining, der håndtere store multidimensionelle datamængder, med formål at lave analyser eller beslutninger med kort søgetid. Data overføres og omorganiseres til OLAP-terninger, hvor kategorier af data beregnes og lagres på en sådan måde, at det bliver enkelt og hurtigt for brugere at nedbryde og fremfinde relevante data. |



**Tabel 0-B: Oversigt over akronymer og begreber med forklaring – Fortsat**

| <b>Akron.</b> | <b>Betydning</b>                       | <b>Forklaring</b>   |
|---------------|--|---|
| <b>PLM</b>    | <i>Project Lifecycle Management</i>    | PLM identificeres ofte med produktionsbranchen og handler om deling af produktinformation på tværs af virksomhedens afdelinger, fra koncept til udfasning, hvilket vil sige gennem hele produktets livscyklus. Udgangspunktet for PLM er, at skabe en sammenhæng mellem medarbejdere, processer og systemer i virksomheden for i sidste ende at skabe overblik og struktur – Transparens.       |
| <b>RFID</b>   | <i>Radio-frequency Identification</i>  | RFID er en fællesbetegnelse for alle de teknologier, der anvender radiobølger som en automatisk identificeringsmetode. Dette fungerer ved opbevaring og fjernmodtagelse af data, ved brug af anordninger, som kan påsættes eller inkorporeres i et produkt, dyr eller menneske for senere at blive brugt til identificering via radiobølger. Der skelnes mellem aktive og passive RFID-enheder. |
| <b>SCM</b>    | <i>Supply Chain Management</i>         | SCM er en produktionsfilosofi, der søger at integrere forretningsprocesser fra slutbrugeren gennem alle led i værdikæden, som leverer produkter, services eller information, der tilfører værdi for kunden. Nærmere beskrevet i <i>Bilag 2.A.2</i> .  |
| <b>SMV</b>    | <i>Små og mellemstore virksomheder</i> | Danmarks Statistik's definition er valgt ifm. disse, hvor 0-249 årsværk udgør små og mellemstore virksomheder. En nærmere opdeling forefindes i <i>Appendiks 1.B</i> .  |
| <b>SQL</b>    | <i>Structured Query Language</i>       | SQL er det mest udbredte programmeringssprog til styring af data i relationelle databaser (hvor data er lagret i rækker og kolonner). Teknikken indeholder muligheden for at indsætte, forespørge, opdatere og slette data, samt styre databasestrukturer.  |
| -             | <i>Value Engineering</i>               | Value Engineering er en ydelse, hvor projektet granskes for at finde alternative løsninger og fjerne unødvendige omkostninger indenfor rammerne af den ønskede arkitektur og funktion. Derudover granskning af metodevalg og bygbarhed.   |
| <b>VDC</b>    | <i>Virtual Design and Construction</i> | VDC er ledelse og styring af integrerede tværfaglige virtuelle modeller til design og udførelse af projekter, herunder produktet, arbejdsprocesser og organisering af de forskellige aktører, for at støtte, analysere og optimere forretningsmæssige beslutninger tidligere og i løbet af design- og udførelsesprocessen.  |
| <b>XML</b>    | <i>Extensible Markup Language</i>      | XML er et Markup-sprog, hvilket dækker over at kombinere tekst og ekstra information om teksten. Det er et format, der blandt andet bruges til at udveksle informationer mellem computere. Det eneste XML i sig selv kan, er at opbevare data.  |

# Kapitel 1 - Indledning

Dette indledende kapitel vil give indblik i hvilken motivation, der ligger til grund for udarbejdelsen af denne rapport og dermed også en præsentation af rapportens fokusområde og retning. Herfra følger en kort teknisk forklaring af fokusområdet efterfulgt af et indblik i den danske bygge- & anlægsbranche, samt de udfordringer denne står overfor. Slutteligt vil rapportens problemstilling blive præsenteret, resulterende i en initierende problemformulering med tilhørende afgrænsning og formål for specialet.

## 1.1 Motivation

Motivationen der ligger bag fokusområdet for dette speciale, udspringer af den klassiske diskussion mellem produktions- og byggefolk, omhandlende hvorledes byggerier er unikke, og derfor ikke kan behandles som almindelige produktionslinjer. Specialegruppen tilslutter sig argumentet om, at der i byggeriet, befinder sig flere betydelige og ubekendte variabler i det omkringliggende miljø, end tilfældet er i produktionsindustrien – såsom konstant vekslende påvirkninger af vejr- og temperaturforhold, forholdsvist ukendte jordbundsforhold og bygningsdesign, omskiftelighed i anvendelse af byggeteknik og -materialer sammen. Yderligere en større grad af kompleksitet, i den menneskelige indblanding samt samspelet mellem parter med uharmoniske interesser.

Som følge af ovenstående variabler og prædikatet med unikaprodukter, vil flere argumentere for, at der i byggeriet begyndes forfra hver gang – der opbygges med andre ord, en ny ”virksomhed” for hvert projekt [Deloitte & Dansk Byggeri, 2015]. Hertil har det været et fokusområde for branchen, at en ændring af denne tendens, kan være nøglen til højere fortjeneste for de involverede parter, og en minimering af fejl i byggeprocessen [Stor-Hansen, 2015]. Som eksempel kan nævnes, at når Maersk bygger verdens største containerskibe, bygger de ét ad gangen. Modsat, bygges eksempelvis danmarkshistoriens største og dyreste sygehusbyggerier, forholdsvist samtidigt, med forskellige organisationer [Stor-Hansen, 2015]. Som mulige løsninger til at reducere de mange ukendte variabler, nævnes tiltag, som strategiske samarbejder, standardisering af byggeprocesserne og digitalisering på tværs af byggeriets værdikæder [Thomassen, Blinkkilde, & Clausen, 2014] [Anlægsteknikforeningen, 2011] [Nielsen M. H., 2015]. I denne rapport vil specialegruppen ikke behandle, hvorvidt disse begreber evner at ændre tendensen, men i stedet vil anledningen bruges til at præsentere den undren, som har indledt specialet:

*Hvordan kan udgangspunktet for bygge- og anlægsbranchens projekter forbedres?*

Denne problemstilling kan sandsynligvis ikke besvares entydigt, men den har givet anledning til at reflektere over, hvorledes bygge- og anlægsbranchens involverede parter evner at udnytte de potentielle erfaringer, som kan drages gennem tidligere projekter. Specialegruppens egne erfaringer fra kontakt med byggebranchen, gennem forskellige studieprojekter og erhvervs erfaring, konkluderer, at denne udnyttelse sker i lav grad. Dette understøttes af anlægsteknikforeningen, der beskriver, at manglen på erfaringsdeling, primært, grunder i byggeriets traditioner og skarpt opdelte faggrænser, samt skiftende samarbejdsparter fra projekt til projekt

[Anlægsteknikforeningen, 2011]. Dette på trods af, at de overordnede processer fra idé til færdigt projekt, ofte er de samme. Samtidigt er det et problem, hvis erfaringerne ikke deles i virksomheden, men kun lagres lokalt hos de i projektet medvirkende parter [Nicholas & Steyn, 2012].

I kontrast til den manglende erfaringsopsamling i branchen, så er mængden af tilgængelig information i samfundet kraftigt stigende. Ifølge UN Global Pulse (Et internationalt innovationsorgan under FN's generalsekretær, der bl.a. beskæftiger sig med, at fremme kendskabet til de muligheder Big-Data giver, inden for bæredygtig udvikling og humanitær indsats [UNGlobalPulse.org, 2016] er der alene i 2011, produceret mere data, end tilfældet har været i hele verdenshistorien tilsammen [OECD Observer, 2012]. Den stigende digitalisering i mange aspekter af samfundet, og dermed også virksomheders arbejdsprocesser, datahåndtering og datalagring har været en medvirkende faktor til, at der i dag produceres enorme mængder af information.

I Harvard Business Review, vol. 90, omtales den stigende digitalisering, i kombination med stadigt faldende priser på elektronisk udstyr, kommunikationsenheder og analytisk software, som starten på en ny æra, hvor virksomheder kan få adgang til store mængder af digital information, om næsten ethvert emne af interesse [McAfee & Brynjolfsson, 2012]. McKinsey Global Institute (herefter MGI) omtaler de samme forhold, som en ledelsesmæssig revolution, der kan give forbedret ydeevne, bedre risikostyring samt evnen til at skabe indsigt på områder, som ellers ville være skjult [Brown, Chui, & Manyika, 2011]. Mobiltelefoner, online-shopping, sociale netværk, elektronisk kommunikation, GPS-enheder og maskiner, producerer alle data som et biprodukt af deres ordinære drift, som dermed gør mennesker og maskiner til omvandrende dataproducenter [Brown, Chui, & Manyika, 2011]. Det er derfor en interessant betragtning; om en effektiv anvendelse af store datamængder, kan forbedre udgangspunktet for branchens projekter?

De enorme mængder, højere indsamlingsfrekvens og komplekse sammensætninger af forskelligartet data, har affødt begrebet "*Big-Data*". Hvilket af nogle omtales som det nye råstof, med et kraftigt stigende udvindingspotentiale [Rostgaard, 2013]. Studier fra nogle af verdens mest anerkendte Business Schools og universiteter, har konkluderet betydelige fordele i anvendelsen af Big-Data. Blandt andet er det påvist, at virksomheder, der anvender datastøttede beslutningsprocesser, i gennemsnit har vist sig som fem pct. mere produktive og seks pct. mere indbringende, end deres konkurrenter. Et resultat som forbliver robust efter, at knyttede investeringer er modregnet [McAfee & Brynjolfsson, 2012]. Særligt for produktionsindustrien, er Big-Data vurderet til at kunne generere betydelig økonomisk værdi. Her er anslået op til 50 pct. nedgang i omkostninger, til produktudvikling og konstruktion, samt op til syv pct. reduktion i arbejdskapitalen [Manyika, et al., 2011]. OECD har samtidig anslået, at virksomheder der anvender datadreven innovation og Big-Data, vil have fem-ti pct. hurtigere produktivitetsvækst end virksomheder der ikke gør [OECD, 2014].

En af fordelene ved Big-Data er, at det vil gøre virksomheder i stand til, at måle, og dermed vide radikalt mere om dem selv og deres omverden. Hvilket gør ledelsen i stand til at omsætte denne viden, til bedre ydeevne, ud fra et bedre beslutningsgrundlag. Altså, at skabe klarhed over områder, som tidligere har været domineret af mavefornemmelse og intuition. [McAfee & Brynjolfsson, 2012] Samtidigt vil risikoen for menneskelige forvrængninger af sandheden (kognitive bias, jf. *Tabel 0-B*) i beslutningstagningen, formentligt kunne reduceres, da en højere grad af teknologi, er en måde til at undgå bias. Hvilket naturligt og uundgåeligt findes i enhver beslutning foretaget af mennesker [PwC, 2016].

Det er forventet, at digitalt funderede virksomheder (Læs: som Google eller Amazon) vil udrette ting, som erhvervsledere for en generation siden kun kunne drømme om, og derigennem skabe en større konkurrencemæssig fordel [McAfee & Brynjolfsson, 2012]. Ifølge MGI, kan Big-Data på sigt udvikle sig til et virksomhedsaktiv, strækkende på tværs af forretningsenheder og funktioner, der på samme måde som et stærkt brand, vil fremstå som en central konkurrencefaktor. Dermed bør virksomheder allerede nu for alvor begynde at overveje, hvorledes de er organiseret til at udnytte mulighederne i Big-Data, samt hvor forberedte de er, på håndtering af de trusler som det kan medføre fra konkurrenterne. [Brown, Chui, & Manyika, 2011]

En sekundær konsekvens af udviklingen med Big-Data, ses ved en estimeret mangel allerede i 2018. Hvor der i USA alene, vil mangle 1,5 mio. ledere og analytikere, med evner til at analysere Big-Data og træffe beslutninger, på baggrund af deres resultater [Manyika, et al., 2011]. Derfor er der al grund til at insinuere, at der i fremtidens Danmark og Europa ligeledes, vil opstå mangel på menneskelige ressourcer, med viden og kompetencer indenfor Big-Data, hvis samfundet ikke iværksætter nye uddannelsestiltag.

Den indledende redegørelse af rapportens motivation, har påvist klare fordele i anvendelsen af Big-Data og databaseret beslutningstagning. Dermed kan en videnskabelig og analytisk tilgang til indsamling og anvendelse af information, muligvis også skabe bedre indsigt i aktualiteten af bygge- og anlægsbranchens mange ubekendte variabler. Hvilket kan sikre en proaktiv tilgang til behandlingen af de udfordringer, der er forbundet med sådanne variabler. Således at beslutningsgrundlaget hos den enkelte leder og virksomhed, i højere grad understøttes og udbygges af data- og evidensbaserede observationer, fremfor udelukkende, at være begrænset gennem singulær erfaring og intuition hos et lukket forum. En sådan overvejelse kan ligeledes føre til, at nævnte erfaringsgrundlag aktivt kan udnyttes på tværs af menneskelige ressourcer og funktioner i en organisation, eller endda på tværs af virksomheder. Med den hensigt, at branchens fremtidige projektgrundlag vil opstartes på kontinuerlige og optimerede udgangspunkter, fra ét projekt til det næste. Dermed kan anvendelsen af Big-Data, muligvis være løsningen til, at skabe et forbedret udgangspunkt for bygge- og anlægsbranchens projekter fremover.

Foruden ovenstående, har det ligeledes været specialegruppens ønske, at kunne bidrage til branchens offentlige debat, med noget originalt og innovativt. Ligesom det er ønsket, at sætte fokus på det nødvendige kompetenceløft, som muligvis også kræves i samfundet, hvis Big-Data skal anvendes. Ud fra denne motivation fastsættes et fokusområde og retning for rapporten, der lyder:

### ***Big-Data i Bygge- & Anlægsbranchen***

Yderligere forskning indenfor dette område, må i høj grad betegnes som værende aktuelt for det danske erhvervsliv, hvilket er ræsonneret ud fra, at der fra flere faggrupper (Dansk Byggeri og Akademiet for de Tekniske Videnskaber) er indleveret forslag til Forsk2025, der bevæger sig i feltet omkring Big-Data og datadrevne beslutninger:

*Analyse af Big-Data forventes at ville spille en stigende rolle i samfundet i de kommende år, og f.eks. bidrage til ny viden, nye produkter, nye services, samt mange effektiviseringer ... i de seneste år har vi set, hvordan etablerede virksomheder i en række erhvervsområder er blevet udfordret af nye virksomheder baseret på dataindsamling, organisering og analyse, ligesom en række virksomheder udvikler helt nye forretningsmodeller baseret på data. [Akademiet for de Tekniske Videnskaber, 2016]*

Dette vidner om, at emnet tiltrækker fokus fra erhvervslivet og beviser aktualiteten af rapportens fokusområde i en national kontekst.

Der er også i et branchemæssigt perspektiv, forventninger til potentialet indenfor brugen af data:

*En udvidet dataunderstøttelse og integration af tværdisciplinær viden giver mulighed for at udvikle nye bygningskoncepter, som repræsenterer hele byggeriets livscyklus i form af bæredygtige systemleverancer, genanvendelige løsninger og funktionelt design. [Dansk Byggeri, 2016a]*

*Industrialisering 4.0 er således en mulighed for at flytte byggebranchen over i en ny tidsalder, hvor data og intelligente IT-løsninger skaber nye services, nye forretningsmodeller og nye værdikæder. [Dansk Byggeri, 2016a]*

Umiddelbart har Big-Data og bygge- og anlægsbranchen, ikke en åbenlys forbindelse, hvorfor en kort redegørelse er fundet nødvendig, for at opbygge en grundlæggende forståelse af fokusområdet hos læseren. Big-Data er et begreb, der har sin oprindelse fra Computer Science, på dansk Datalogi. Det er relateret til Business Intelligence og Business Analytics, hvor hensigten er, at opsamle efterretninger fra data, yderligere at oversætte indholdet til større indsigt og forretningsfordele, internt i virksomheden. Den store forskel fra de nævnte begreber er udgjort af følgende parametre:

- **Volume:** Størrelsen af datasættene.
- **Velocity:** Den hastighed dataene leveres og behandles i.
- **Variety:** Mangfoldigheden i datatyper (f.eks. billeder, tekst, video, kort, GPS mv.)

Kombinationen af disse tre parametre betyder tilsammen, at datasættene optræder med stor kompleksitet samtidigt med, at en fuld udnyttelse kræver mere sofistikerede softwareværktøjer, end tilfældet er for de øvrige begreber.

I ovenstående er der redegjort for motivationen for specialegruppens fokusområde – både fra et personligt, branche- samt samfundsmæssigt perspektiv. Herudover for det overordnede potentiale ved anvendelsen af Big-Data. Det efterfølgende afsnit vil give indsigt i den danske bygge- og anlægsbranche.

## 1.2 Indsigt i den danske bygge- & anlægsbranche

Inden et initierende problemfelt vil blive præsenteret, er der udført et forstudie, med det formål at klarlægge byggebranchen nuværende situation. Heri vil desuden blive redegjort for byggeriets betydning for den danske økonomi og nogle af branchens største udfordringer.

Der vil i de følgende delafsnit, fremstilles og diskuteres ud fra en omfattende mængde sekundær og kvantitativ data. For kildekritik og validitet mv. henvises til Kapitel 2 - Metode, hvor en detaljeret redegørelse vil forelægges.

Den anvendte statistik i indledningen, er så vidt det er muligt, forsøgt præsenteret startende før år 2004, da dette niveau er vurderet mere normalt ift. årene inden finanskrisen, da branchen kan betegnes som kraftigt overophedet i perioden 2005-2008, samt på det højeste niveau i næsten 30 år [Finansministeriet, 2014]. Det er derfor et unormalt højt niveau til sammenligningsgrundlag, hvorfor perioden fra før 2004, er fundet mere retvisende for en almindelig højkonjunktur.

### 1.2.1 Bygge- og anlægsbranchens betydning for dansk økonomi

Den danske bygge- og anlægsbranche er en væsentlig faktor i dansk økonomi, hvor branchens årlige omsætning på hjemmemarkedet for 2015 endte på 218,1 mia. kr. [Dansk Byggeri, 2016b]. Bruttoværditilvæksten (herefter BVT) for *Bygge- & anlæg (F-gruppering iht. DB03, 10a3, jf. Bilag 1.A)* var i samme år, 77,2 mia. kr., hvilket er svarende til 4,5 pct. af det samlede BVT i Danmark, og dermed er bygge- og anlægsbranchen den ottende største bidragsyder til dansk økonomi, fordelt på brancher [Danmarks Statistik, 2015]. Tallene er alene udgjort af udførende aktivitet, og derfor skal der medtages bidrag fra den samlede værdikæde, førend et retvisende billede af branchens betydning kan tegnes. Værdikæden berører bl.a. råstofudvinding, byggematerialeproducenter, forhandlere af byggevarer, transporterhverv samt arkitekter og rådgivende ingeniører. Af denne grund, må bygge- og anlægsbranchens samlede bidrag, vurderes væsentligt højere (I et notat fra Dansk Byggeri, fra oktober 2012 til produktionskommissionens debatpublikation, er det samlede bidrag fra hele værdikæden, beregnet til 13,6 pct. af BVT [Dansk Byggeri, 2008]

Foruden det direkte bidrag til dansk økonomi, har bygge- og anlægsbranchen samtidigt betydning for hele erhvervslivet i Danmark. Branchen er ansvarlig for en væsentlig andel af de faste omkostninger hos landets virksomheder, gennem udgifter til opførelse og vedligehold af landets produktions- og kontorfaciliteter. Ligesom prisen på byggeri og drift af bygninger, har direkte betydning for befolkningens privatøkonomi og for de offentlige budgetter, hvor mia. af skatte kroner hvert år anvendes til at opføre, renovere og varetage driften af de offentlige bygninger [Regeringen, 2014].

Byggeerhvervet rammes hårdt ved en ugunstig konjunktursituation, og særligt er nybyggeriet konjunkturfølsomt. Ordretilgangen hos bygge- og anlægsbranchens virksomheder, er afhængig af udbuddet af opgaver, hos de endelige ejere af bygninger og anlæg – medmindre stærkt stigende ejendomspriser, medfører forøget interesse i udviklingsprojekter. Denne afhængighed indrammes godt af følgende udtalelse, fra en tidligere dansk boligminister [Dansk Byggeri, 2010]:

*”Når samfundsøkonomien er forkølet, får byggeriet lungebetændelse”*

Efter en årrække med meget gode tider, blev den danske bygge- og anlægsbranche, som alle andre brancher, ramt af den globale finanskrisen i 2008. Hvor Danmark efter to kvartaler med negativ vækst, blev erklæret i recession [Børsen, 2008]. Selvom krisen ifølge Dansk Byggeri sluttede med udgangen af 2015 [Dagens Byggeri, 2015] så er der tale om, at dansk økonomi på nuværende tidspunkt, befinder sig i en gråzone, mellem den tidligere finanskrisen og et selv bærende opsving [Dansk Byggeri, 2016c].

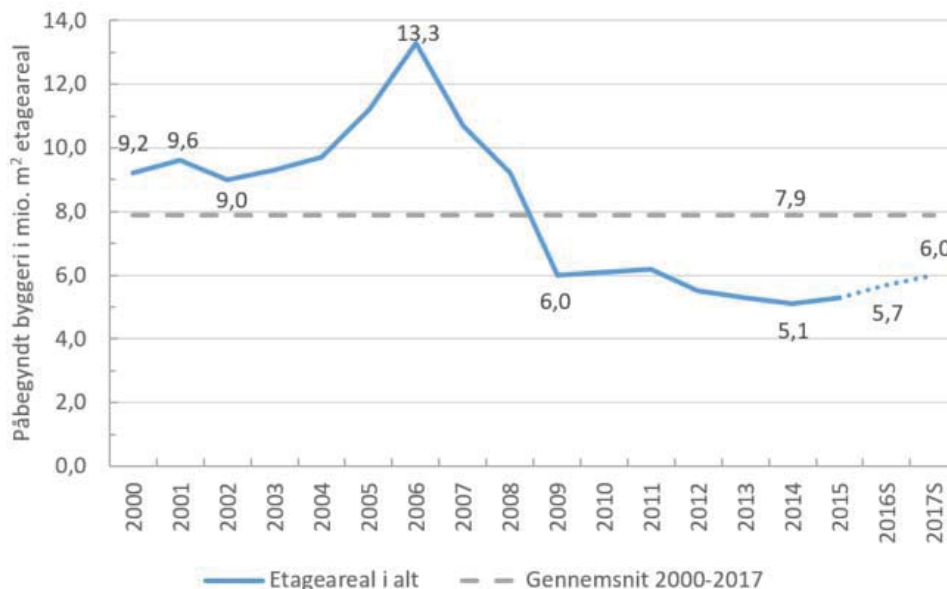
Der er i mellemtiden tegn på, at bygge- og anlægsbranchen, sammen med landets samlede økonomi, står foran finansiell medvind. Det er bl.a. forbedringer i det makroøkonomiske miljø, med lave oliepriser, en historisk lav rente, et boligmarked i bedring, forøgede disponible indkomster og bedre jobsikkerhed på arbejdsmarkedet, der understøtter væksten [Dansk Byggeri, 2016d]. Det har sat gang i boligbyggeriet, der under krisen var på niveau med tiden efter 2. verdenskrig [Dansk Byggeri, 2016e]. Tendensen er vendt, og det forventes i 2017, for første gang i ti år, at nå over 20.000 nye årlige boliger jf. Appendix 1.A.1. Det samlede påbegyndte etageareal forventes ligeledes svagt stigende, efter et lavpunkt i 2014, jf. *Figur 1-A*.

Samme tendens er synlig i beskæftigelsen, som siden 2013, er steget markant i bygge- og anlægsbranchen, jf. Appendix 1.A.2. Hvilket til dels kan forklares med stigningen i påbegyndt byggeri. Dansk Byggeri mener dertil, at det skyldes *”Labour hoarding”*, hvor virksomhederne holder



på deres gode ansatte, selvom der i øjeblikket ikke er arbejde til dem, som følge af fremtidige udsigter om mangel på kvalificeret arbejdskraft [Dansk Byggeri, 2016c].

**Figur 1-A: Påbegyndt byggeri fra 2000-2017\***



\* 2016-2017 er Dansk Byggeri's skøn på byggeaktiviteten. Gennemsnittet er beregnet af specialegruppen på baggrund af perioden 2000-2017.

Kilde: [Dansk Byggeri, 2016b]

Der er blevet argumenteret for, at bygge- og anlægsbranchen står foran et opsving. Det er derfor relevant, at analysere de branchemæssige økonomiske nøgletal, for yderligere detaljeret forståelse af den økonomiske situation.

### 1.2.2 Økonomiske branchenøgletal

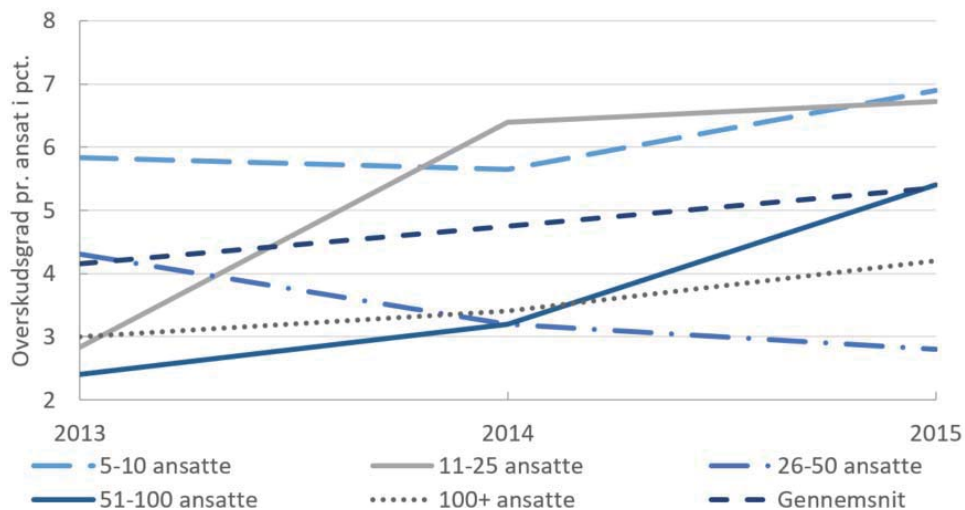
Omkring udgangen af tredje kvartal hvert år, udgiver Deloitte årligt en brancheanalyse i samarbejde med Dansk Byggeri, som omhandler bygge- og anlægsbranchen med tilhørende underbrancher (Anlægsentreprenører, Bygningsentreprenører, Murere, Tømrere, Malere, Beton). Af den nyeste analyse, der tager udgangspunkt i år 2015, fremgår det, at der er grund til optimisme for branchen. Udviklingen er foruden et samlet højere aktivitetsniveau, båret af forbedret effektivitet og lønsomhed i virksomhederne. [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]

Aktiviteten og indtjeningen er væsentligt forbedret for de fleste underbrancher og virksomhedsstørrelser, og med lignende forbedringer i 2014, så er branchen efterhånden i bedring, efter en række hårde år i finanskrisens skygge. Dette er gældende for alle virksomhedsstørrelser, hvor det gennemsnitlige primære resultat pr. ansat, er forøget fra 58 t.kr. pr. ansat i 2014, til 63 t.kr. i 2015, jf. Appendiks 1.A.3. Den største fremgang tilskrives de største virksomheder, som er steget markant i primært resultat pr. ansat, i forhold til de mindste virksomheder i analysen, der har en næsten uændret indtjening pr. ansat. [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]

Overskudsgraden er i samme periode ligeledes steget, og den gennemsnitlige overskudsgrad er nu over 5 pct., hvor den udgør 5,4 pct. Det er de mindre virksomheder, som realiserer de højeste overskudsgrader, og virksomheder med mere end 25 ansatte, viser overskudsgrader mellem ca. 2,5-5 pct., jf. Figur 1-B. Det er dertil værd at bemærke, at en overskudsgrad på fem pct. er lavt

sat, i forhold til andre brancher. Hvilket særligt skal betragtes gennem den forholdsvis høje risikoprofil, som branchens virksomheder udsættes for. I den forbindelse nævner Deloitte, bl.a. betydelige faktorer for den høje risikoprofil som; en kompliceret værdikæde, med mange unikke processer, store ressourcebindinger i udbud/afgivelse af tilbud, samt lave indtrængningsbarrierer under højkonjunkturer. [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]

Figur 1-B: Overskudsgrad efter virksomhedsstørrelse

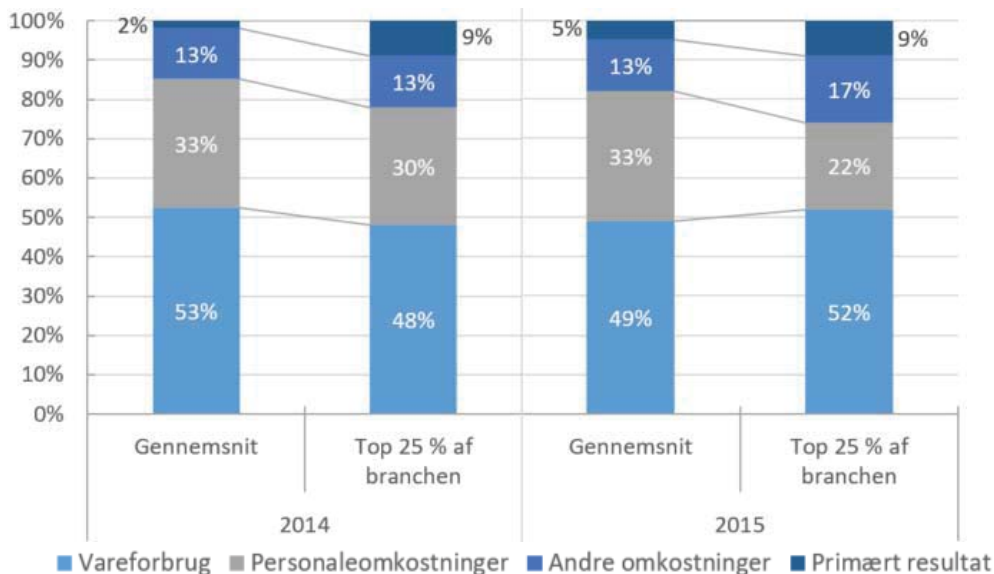


Kilde: [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]

#### De bedste er markant bedre

Deloitte's analyse viser samtidigt, at den bedste fjerdedel af virksomheder i branchen, målt på profit, er markant bedre end den resterende del, hvilket antydes, ved en tre gange højere indtjening pr. ansat end gennemsnittet. [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]

Figur 1-C: Anvendelse af omsætning



Kilde: [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]

Det er interessant, at virksomhedernes størrelse ikke har indvirkning på, hvor god virksomheden er til at tjene penge, hvor der ikke er forskel i fordelingen på virksomhedsstørrelse for de bedste,



ift. det samlede antal virksomheder. De bedste 25 pct. af virksomhederne, har et betydeligt højere afkast af deres investeringer end gennemsnittet, hvilket kommer til udtryk, gennem færre omkostninger til personale, jf. *Figur 1-C*. De får dermed en bedre indtjening ud af personaleomkostningerne. [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]

Deloitte beskriver at et højere afkast af virksomhedernes personaleomkostninger, kan sikres ved højere effektivisering af forretningsgange og processer, og at de enkelte ledelser skal undersøge, om der er forretningsgange i dagligdagen, som kan skæres væk eller effektiviseres. De nævner også, at en overvejelse af effekten ved at digitalisere forretningsgange, kan øge effektiviseringen hos de enkelte medarbejdere – eksempelvis gennem indtastning af dagsedler på mobilen, tilsendelse af opgaver til medarbejdere elektronisk og digital bestilling af varer mv. [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]

Den gennemsnitlige arbejdskapital er steget fra 89 t.kr. pr. ansat i 2014, til 98 t.kr. i 2015, jf. Appendix 1.A.3. Stigningen er medført af de store virksomheder, som har haft særligt øget aktivitetsniveau i 2015, hvilket har resulteret i en væsentlig stigning i arbejdskapitalen for disse virksomheder. En større arbejdskapital øger risikoen for virksomheder, da flere midler bindes i igangværende arbejder, debitorer mv. Hvilket presser likviditeten, så det bliver svære at betale kreditorerne når de forfalder. Deloitte gengiver, at arbejdskapitalen kan nedbringes ved hurtigere fakturering, rykkerkørsler på tilgodehavende og forhandling af bedre betalingsbetingelser med kreditorer. [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016] Derudover kan samme effekt ligeledes opnås gennem mindre bindinger i lagerbeholdningen.

Dette delafsnit har redegjort for de økonomiske nøgletal, som angiver et generelt billede af økonomisk fremdrift. Det er vigtigt, at skabe en forståelse af branchestrukturen og særlige karakteristika for bygge- og anlægsbranchen. Dertil hvilke områder der er drivkrafter. Dette vil blive behandlet i næste delafsnit.

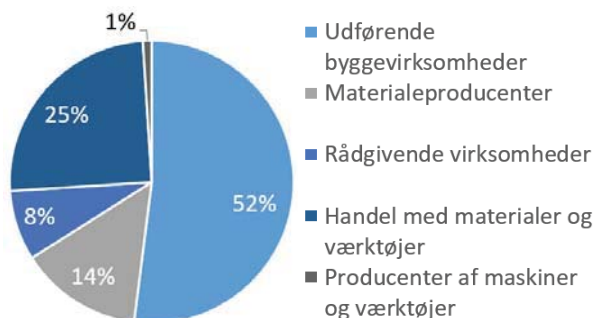
### 1.2.3 Branchestruktur og særlige karakteristika

Ud af bygge- og anlægsbranchens samlede omsætning, viser en analyse udført af Deloitte i 2013, på baggrund af tal fra 2010, at byggeaktiviteten er ansvarlig for 75 pct. af den samlede omsætning i branchen ift. anlægsaktiviteten [Deloitte, 2013b]. Bygge- og anlægsbranchen er udgjort af fem branchegrupper:

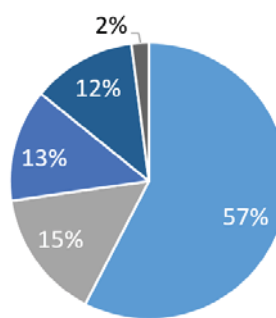
- Udførende byggevirksomheder
- Rådgivende byggevirksomheder
- Producenter af maskiner og værktøj
- Materialeproducenter
- Handel med materialer, maskiner og værktøj

Af disse udgør de udførende byggevirksomheder over halvdelen – både hvad angår værditilvækst og omsætning, jf. *Figur 1-D* og *Figur 1-E*. Materialeproducenter udgør ca. 15 pct. Handel med materialer, maskiner og værktøj er den næststørste branchegruppe, med hensyn til omsætning, hvor den udgør en fjerdedel, men disse udgjorde kun 12 pct. af den samlede værditilvækst. Rådgivende byggevirksomheder udgjorde 8 pct. af den samlede omsætning, men 13 pct. af den samlede værditilvækst. Producenter af værktøj og maskiner, udgjorde en meget lille andel af den samlede byggebranche. [Deloitte, 2013b]

Figur 1-D: Fordeling af samlet omsætning



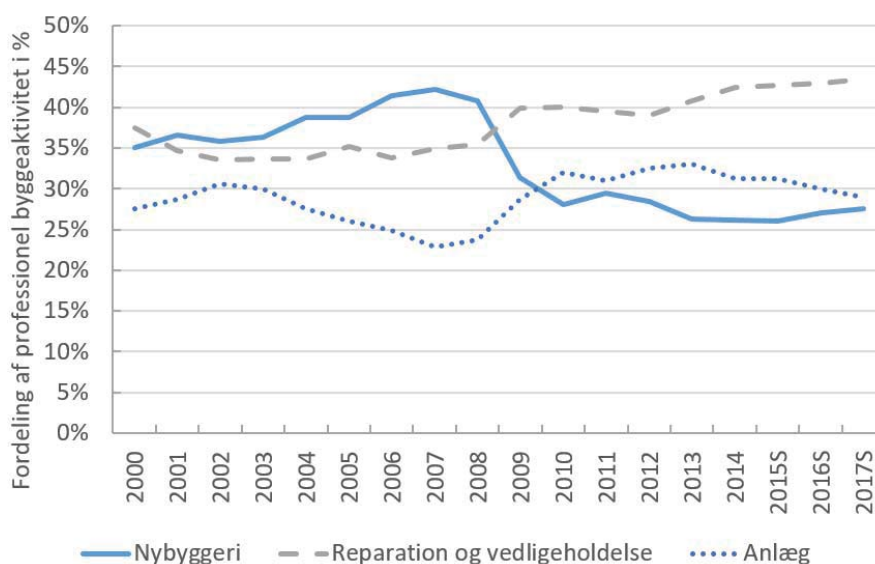
Figur 1-E: Fordeling af samlet værditilvækst



Kilde: [Deloitte, 2013b]

Aktiviteten i bygge- og anlægsbranchen har ændret sig efter finanskrisen. Nybyggeriet har lidt et betydeligt knæk og er derved ikke længere kendetegnet ved størst byggeaktivitet, hvorimod aktiviteten indenfor reparation og vedligehold, samt anlægsaktiviteten generelt er steget jævnt. Som nævnt tidligere, forventer Dansk Byggeri, at nybyggeriet fra 2015 vender den negative udvikling med en beskeden stigning, hvilket også ses med reparation og vedligehold, hvorimod anlægsarbejdet tilsvarende vil falde, jf. Figur 1-F. For en mere uddybende visualisering af udviklingen, henvises til Appendiks 1.A.4, hvor illustrationer af produktionsværdiens fordeling, i perioden 2008-2017, er udspecificerede i henhold til boligbyggeri, erhvervsbyggeri, offentligt byggeri samt anlægsaktivitet – fordelt på nybyg og vedligehold. Her fremgår det tydeligt, at det er boliger, som fremstår med den største fremgang i produktivitetens værdien, samt at denne er svagt faldende for anlæg.

Figur 1-F: Fordeling af den professionelle byggeaktivitet 2000-2017\*



\* 2015-2017 er Dansk Byggeri's skøn på byggeaktiviteten.

Kilde: [Dansk Byggeri, 2016e].

Foruden den nævnte opsplittede værdikæde, er bygge- og anlægsbranchen kendetegnet ved et forholdsvist fragmenteret udførende led, med en skarp fagopdeling og stærke traditioner for forskellige indgangsvinkler, uddannelser og autorisationskrav [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016]. Derudover er branchen, jf. Tabel 1-A, hovedsageligt udgjort af mikro og små virksomheder (Mindre end 50 ansatte, ifølge Danmarks Statistik's definitioner, jf. Appendiks 1.B). Det skal nævnes,



at tabellen alene dækker over den udførende del, men det er vurderet, at dette uddrag kan forventes repræsentativ for hele branchen. Den gennemsnitlige virksomhedsstørrelse, er på knapt fire fuldtidsansatte for udførende, hvor det for ingeniørvirksomheder er knapt syv og arkitektvirksomheder knapt tre [Realdania, 2016]. Denne virksomhedsfordeling er indikeret ved, at ud af de 50 største bygge- og anlægsvirksomheder i Europa, i 2011, er Danmark kun repræsenteret med én, hvorimod Sverige har fire virksomheder på listen [Deloitte, 2013b].

**Tabel 1-A: Bygge- og anlægsbranchens\* virksomhedsstruktur i 2014**

| Fuldtidsansatte | Antal virksomheder |                | Antal beskæftigede |                | Omsætning    |                |
|-----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------|----------------|
|                 | Antal              | Andel          | Antal              | Andel          | Mia. kr.     | Andel          |
| 0               | 15.126             | 48,4 %         | 0                  | 0              | 19,3         | 9,1 %          |
| 1-9             | 13.559             | 43,3 %         | 39.124             | 32,3 %         | 50,4         | 23,8 %         |
| 10-19           | 1.540              | 4,9 %          | 20.462             | 16,9 %         | 26,8         | 12,7 %         |
| 20-49           | 798                | 2,6 %          | 23.288             | 19,2 %         | 39,9         | 18,9 %         |
| 50-99           | 161                | 0,5 %          | 11.130             | 9,2 %          | 19,4         | 9,2 %          |
| +100            | 98                 | 0,3 %          | 27.303             | 22,5 %         | 55,7         | 26,3 %         |
| <b>I alt:</b>   | <b>31.282</b>      | <b>100,0 %</b> | <b>121.307</b>     | <b>100,0 %</b> | <b>211,5</b> | <b>100,0 %</b> |

\* F-gruppering iht. DB03, 10a3, jf. Bilag 1.A. (Udførende byggevirksomheder ekskl. Arkitekter, rådgivende ingeniører, samt producenter og handelsvirksomheder indenfor byggeri og anlæg)  
Kilde: [Danmarks Statistik, 2016]

En opsplittet værdikæde og fragmenteret udførende del, betyder blandt andet, at der er begrænset adgang til den bedste internationale praksis, da de største virksomheder i Europa, har en markant mindre andel af markedet i Danmark, i forhold til f.eks. Sverige [McKinsey Copenhagen, 2010]. Danske udførende byggevirksomheder er ikke særlig aktive på det internationale marked, ligesom udenlandske virksomheder, kun i begrænset omfang opererer på det danske marked. Derfor betegnes den danske bygge- og anlægsbranche som et hjemmemarked [Deloitte, 2013a].

Bygge- og anlægsbranchen er kendetegnet ved en høj frekvens af nye virksomheder. Frafaldet indenfor virksomhedernes første leveår er markant i den danske byggebranche, hvor 30-40 pct. af virksomhederne går konkurs. Byggeriet er derved en branche, hvor virksomheder "kommer og går". Fra 2008 til 2012, lukkede over halvdelen af de udførende-, samt arkitekt- og ingeniørvirksomheder i Danmark. [Realdania, 2016]

Samtidigt, er bygge- og anlægsaktiviteten ikke jævnt fordelt ud over landet. Den er i højere grad koncentreret om hovedstaden og de øvrige universitetsbyer, hvor det typisk er de største virksomheder, som udfører de store projekter. [Deloitte & Dansk Byggeri, 2015] I den tidligere regerings nye strategi for bygge- og anlægsbranchen "Vejen til et styrket byggeri i Danmark", er det beskrevet, at de større bygherre erfarer en begrænset konkurrence, når de store byggeopgaver udbydes, hvorimod der opleves en hvis international konkurrence på de store anlægsopgaver. I samme ombæring, er det vurderet, at denne udvikling med højere grad af fremmed konkurrence, formentligt vil forstærkes i de kommende år, i takt med, at markedet for byggeri og bygninger åbner sig globalt. [Regeringen, 2014]

#### 1.2.4 Byggeriets udfordringer

Dansk byggeri har i en lang årrække stået til måls for megen kritik. Kritikken er bred og peges bl.a. mod den lave produktivitet, byggeprocessen, organiseringen af byggeriets parter og kvalite-

ten af det leverede bygværk [Anlægsteknikforeningen, 2011]. I det følgende vil disse faktorer behandles, med formål at præsentere et opdateret syn på udviklingen.

### Produktivitet

Grundet byggeindustriens betydning for dansk økonomi, har produktivitet en væsentlig indvirkning på den samlede BVT i Danmark, og det er derfor fundet nødvendigt at behandle bygge- og anlægsbranchens produktivitet. Der har ofte været diskuteret, om byggeriets produktivitet eller produktivitetsvækst er for lav, og om byggeriet derfor bliver for dyrt og dårligt, samt bidrager for lidt til samfundets velfærd [Irisgroup, 2013b]. Dette aspekt er blevet behandlet i utallige rapporter siden årtusindeskiftet, derved genstandsfelt for megen debat og sammenligning med øvrige nationers præstationer.

Produktivitetskommissionen fremlagde i 2013 en rapport, ”Danmarks produktivitet – hvor er problemerne”, hvor konklusioner om status og udfordringer for produktiviteten i byggeriet blev fremlagt. I forbindelse med produktivitsberegningerne, findes der flere metoder til beregning. De har alle fordele og ulemper. Kommissionens rapport argumenterer for, at totalfaktorproduktivitet, teoretisk set, er det mest korrekte produktivitsmål, men at der er store udfordringer forbundet med, at anvende metoden i praksis. Derimod er timeproduktiviteten den målemetode, der har den bedste balance mellem teoretisk relevans og empirisk robusthed, jf. *Bilag 1.B*. [Produktivitetskommissionen, 2013]. Hvorfor denne metode ligeledes vil anvendes i nærværende specialerapport. Timeproduktivitet beregnes som følgende:

$$\text{Timeproduktivitet} = \frac{\text{BVT}}{\text{Arbejdede timer}}$$

Det har i forbindelse med produktivitskommissionens analyse af datagrundlaget vist sig, at tallene i nationalregnskabet, ikke giver et retvisende billede af produktivitsudviklingen i bygge- og anlægsbranchen. Hovedsageligt skyldes dette deflateringen (beregningen af de nominelle værditilvækster af produkter og ydelser), da der i bygge- og anlægsbranchen anvendes en C-metode, som i princippet er uegnet til produktivitsmåling, jf. *Bilag 1.B*. Dette forårsages ved, at eventuelle produktivitsgevinster med denne metode forsvinder, i det omfang, at lønstigninger afspejler produktiviten, men at beregningerne ikke inddrager forbedringer af kvalitetstilvæksten i produktet. Samtidigt er beregningen ikke sammenlignelig med den metode andre brancher (hhv. A- og B-metoder) og lande benytter sig af, jf. *Bilag 1.B*. Dertil er det et problem, at beregningen ikke adskiller de forskellige aktiviteter, som branchen spænder over, da der de sidste 20 år, er sket en forskydning mod mindre anlægsarbejde og mere byggeri- og reparationsarbejde - hvilket sandsynligvis vil give udslag i en lavere samlet timeproduktivitet. [Produktivitskommissionen, 2013]

Produktivitskommissionen har alligevel fremhævet, at der er potentiale for produktivitsforbedringer – også i byggeriet [Regeringen, 2014]. Denne konklusion understøttes af en rundspørge udført af 3F's byggegruppe, blandt dele af fagforeningens byggemedlemmer, der afslører, at medlemmerne bl.a. anser spildtid som det, de er mest utilfredse med. I undersøgelsen svarer 55 pct., at der er meget spildtid, fordi projekterne ikke er planlagt godt nok [Klausen, 2016]. Dette indikerer, at branchen kan forbedre sig, og at der er potentiale for at hæve produktiviten.

Af indsatsområder til forbedring af produktiviten i bygge- og anlægsbranchen, kan der nævnes mange. For en samlet oversigt henvises til Appendiks 1.D, der er udarbejdet med udgangspunkt i





følgende litteratur; [Anlægsteknikforeningen, 2011], [BAT-Kartellet, 2010], [Deloitte & Dansk Byggeri, 2016] og [Regeringen, 2014]. Et uddrag af indsatsområder er fremstillet i følgende:

- Forbedret risikostyring
- Mere effektiv sags- og byggestyring
- Fokusering på kernekompetencer og skarpere udvælgelse af projekter, der skal bydes på
- Optimering af arbejdskapitalen
- Styrkelse af interne processer og kompetencer
- Øget digitalisering
- Veluddannet arbejdskraft
- Investeringer i forskning og udvikling
- Højere grad af automatisering i byggeprocesserne
- Bedre innovationsevne, inkluderende evnen til at udtænke og anvende ny teknologi, herunder informationsteknologien
- Fejl, mangler og kvalitetssikring

En kollation af indsatsområderne viser, at *digitalisering, forskning og udvikling* samt *innovative processer*, fremstår som særligt gennemgående mulige grundlag for højere produktivitet. Dette understøttes samtidigt af, at byggeprocesserne har gennemgået en forholdsvis lav automatisering, til sammenligning med øvrige industrier. Yderligere, at bygge- og anlægsbranchen har en manglende evne til, at udtænke og anvende ny teknologi. Disse nævnes som de umiddelbare årsager til en lavere grad af udvikling i byggeriet [Anlægsteknikforeningen, 2011].

Dermed er innovationsaktiviteten et centralt element for fremgang af branchens produktivitet og økonomi i det hele taget, og af denne grund vil emnet behandles i det følgende.

#### Innovationsaktivitet

Digitaliseringen har i bygge- og anlægsbranchen forandret måden, hvorpå der drives virksomhed og forretning på. Det ses bl.a. med anvendelsen af digitalt udbud, den store udbredelse af digitale kommunikations- og planlægningsværktøjer, samt deres kobling mellem forskellige BIM-modeller og brugen af Virtual Design and Construction (herfra VDC) på byggepladsen.

Alligevel har bygge- og anlægsbranchen en lav innovationsaktivitet, sammenlignet med andre danske brancher. Hvilket bl.a. er konkluderet i en rapport fra 2016, om byggeriets nøgletal, udgivet af Realdania. Rapporten bygger på en baggrundsrapport udført af Smith Innovation, som behandler særkørsler af udvalgte nøgletal, fra Danmarks Statistiks årlige opgørelse, for årene 2009 – 2013. [Realdania, 2016]

**Tabel 1-B: Virksomheders udgifter til innovation og FoU fordelt på antal ansatte**

| Antal ansatte:  | < 10  | 10-24 | 25-99   | 100-249 | 250+      | I alt:           |
|---|-------|-------|---------|---------|-----------|------------------|
| <b>Virksomheders årlige udgifter (i 1000 DKK) til Innovation*, gns. 2009-2013</b> |       |       |         |         |           |                  |
| Samlet byggeri**  | 49,4  | 92,4  | 382,0   | 395,8   | 2.345,0   | <b>3.264,6</b>   |
| Industri  | 84,1  | 189,8 | 688,6   | 1.451,1 | 10.532,7  | <b>12.946,3</b>  |
| Alle brancher   | 109,4 | 179,9 | 471,2   | 1.065,3 | 8.495,0   | <b>10.320,8</b>  |
| <b>Virksomheders årlige udgifter (i 1000 DKK) til FoU*, gns. 2009-2013</b>        |       |       |         |         |           |                  |
| Samlet byggeri**  | 46,9  | 33,6  | 130,7   | 404,7   | 5.609,3   | <b>6.225,2</b>   |
| Industri  | 214,0 | 346,9 | 1.089,5 | 5.060,1 | 194.181,5 | <b>200.895,0</b> |
| Alle brancher   | 236,5 | 421,3 | 1.192,3 | 4.144,5 | 78.796,5  | <b>85.791,1</b>  |

\* FoU = Forskning og udvikling. Se Bilag 1.D for Realdanias definition af innovation og FoU.

\*\* Samlet byggeri dækker over delbrancherne: Arkitekter, ingeniører, udførende, materialeproducenter og drift. Realdania's opdeling af disse delbrancher er udspecificeret i Bilag 1.C efter DB07-branchekoder.

Kilde: [Realdania, 2016]

Tallene fra bygge- og anlægsbranchen er adskilt på underbrancher og sammenholdt med andre delbrancher. Sammenligningen giver et klart billede af en bygge- og anlægsbranche, med betydeligt mindre investeringer i innovation, samt forskning og udvikling, end gennemsnittet for an-

dre brancher - i særdeleshed ift. industrien, jf. *Tabel 1-B*. Bygge- og anlægsbranchen tegner sig for samlede udgifter til innovation på en tredje- og fjerdedel af udgifterne hos hhv. alle brancher samt industrien. Forskellen er endnu større for udgifter til forskning og udvikling, som kan være et vigtigt grundlag for innovation [Realdania, 2016].

Innovationsaktiviteten har vist sig som ujævnt fordelt ift. underbrancher, jf. *Bilag 1.D.3*, hvor de store materialeproducenter og ingeniørvirksomheder, står for den overvejende andel. Det er i mellemtiden signifikant, at udførende og arkitektvirksomheder generelt er placeret lavt, uafhængigt af virksomhedsstørrelse. Alligevel er tendensen, at virksomheder skal have en vis størrelse, indsystematiske investeringer i innovation forekommer, hvilket underbygges af, at de årlige udgifter og årsværk ift. ansatte, hovedsageligt er koncentreret hos de større virksomheder. [Realdania, 2016] Samme tendens fremstilles i en rapport fra Økonomi- og Erhvervsministeriet [Økonomi- og Erhvervsministeriet, 2008], hvor det er udledt, at innovationsaktiviteten er mindre for små værksomheder end for store, fordi disse virksomheder oplever omkostningerne som en barriere for deres innovationsaktiviteter [Center for Forskningsanalyse, 2006].

Realdania har i deres rapport opdelt innovation i flere typer. De enkelte typer er uddybet i *Bilag 1.D.1*. Både små og store virksomheder i bygge- og anlægsbranchen, har størst fokus på organisatorisk innovation, tæt forfulgt af procesinnovation, mens der er mindst fokus på produktinnovation. Markedsføringsinnovation følger niveauet for øvrige brancher, mens de store virksomheder halter efter på dette parameter. Dermed er branchens opfattelse af innovation, fokuseret mod optimering af interne forhold, hvor udvikling af løsninger til kunder, betyder mindre. Dette understøttes samtidigt af antallet af patentkøb, hvor byggebranchen kun hos de mindre virksomheder, følger gennemsnittet for alle brancher. En tendens der afspejles i, at byggeriet har en lav grad af serieinnovation, da langt hovedparten af ansøgninger kommer fra forskellige virksomheder. Hvilket kan tyde på, at udviklingsarbejdet er bredt funderet i branchen, eller at branchen ikke er kendetegnet ved en særlig høj grad af serieinnovatører. [Realdania, 2016]

Dette er selvom udviklingen med patentansøgninger i byggebranchen er jævnt stigende. Samtidigt er den danske byggebranche førende i Nordeuropa, for byggerelaterede patntløsninger ved European Patent Office, samt højt placeret ift. vores nabolande indenfor byggerelaterede ansøgninger om designbeskyttelse. Danmark ligger til gengæld i den lave ende, når det omhandler antallet af byggerelaterede varemærkeansøgninger. Den danske byggebranche er altså generelt højt placeret ift. vores nabolande, når det gælder beskyttelse af intellektuelle rettigheder. Denne vinkel er bemærkelsesværdig, da samme tendens ikke er synlig gennem investeringer i innovation hos branchens virksomheder, hvorfor det kunne tyde på, at væsentlige dele af innovationen i byggeriet opstår hos virksomheder, som ikke normalt klassificeres som byggevirksomheder. [Realdania, 2016]

Regeringen har i 2016 udgivet en rapport, der analyserer Danmarks digitale vækst, hvor bygge- og anlægsbranchen er analyseret individuelt. Nærværende afsnit vil baseres på resultater fra denne analyse, jf. *Bilag 1.E*. Undersøgelsen viser, at den danske bygge- og anlægsbranche, i et europæisk perspektiv, klarer sig tilsvarende den nordeuropæiske ditto i digitaliseringsøjemed. Danmark optager en fjerdeplads i Europa efter Norge, Finland og Holland på tværs af digitaliserede forretningsprocesser, herunder anvendelse af e-faktura, e-køb og Supply Chain management. Derimod klarer bygge- og anlægsbranchen sig dårligere end de Nordeuropæiske lande, på analyse og indsamling af kundedata, hvor kun 5 pct. af virksomhederne anvender disse data. Områder med forholdsvis lav anvendelse er derudover; brugen af sensorer, automatiseret dataudveksling,

web-salg og Cloud Computing, hvor branchen er på niveau med de øvrige nordeuropæiske lande, men langt fra de førende lande i Europa. Undersøgelsen viser samtidigt, at der i den danske branche er et stort potentiale for øget digitalisering, da kun 11 pct. af virksomhederne kan betegnes som "Avanceret digitale", hvilket er markant under det samlede danske niveau på 28 pct. Samtidigt er det bekymrende, at de øvrige lande i Europa haler ind på Danmark, i forbindelse med anvendelse af digitale løsninger. [Regeringen, 2016]

Der er blevet agumenteret for, at der i bygge- og anlægsbranchen, er brug for forbedringer inden for innovationsaktiviteten, samt indsatsområder der kan forbedre produktiviteten. Dette leder videre til det initierende problemfelt, der vil opsummere de fremfunde problemstillinger gennem det indledende afsnit.

### 1.3 Initierende problemfelt

På baggrund af ovenstående indblik, kan det udledes, at bygge- og anlægsbranchen har stor betydning for Dansk økonomi. Ligesom at branchen konstant er i forandring, på grund af konjunkturforholdet. Som følge af makroøkonomiske faktorer, er der tegn på bedring i branchen, med stigning i beskæftigelsen og byggeaktiviteten. Yderligere er lønsomheden og soliditeten i virksomhederne forbedret over den seneste årrække. Alligevel bevæger branchen sig på nuværende tidspunkt, i en gråzone mellem den tidligere finanskrise og et selvbærende opsving. Det er samtidigt værd at bemærke, at de udførende virksomheder står for ca. halvdelen af omsætningen i branchen, samt at bygge- og anlægsaktiviteten er centreret om de store universitetsbyer, hvor de største virksomheder typisk udfører de største projekter, og virksomhederne er typisk danske, hvilket også har tildelt branchen et prædikat som hjemmemarked.

Bygge- og anlægsbranchen er hovedsageligt udgjort af mange SMV'er, og nogle få store virksomheder. Dermed er konkurrencen væsentligt større mellem disse SMV'er, hvor frekvensen af nye virksomheder er høj, ligesom antallet af konkurser indenfor virksomhedernes første år, ligeså er høj. Branchestrukturen er meget fragmenteret og den udførende del er kendetegnet som fagopdelt, med stærke traditioner, forskellige indgangsvinkler, uddannelser og autorisationer. Dertil er byggeprocessen udgjort af en opsplittet værdikæde med mange aktører. Disse forhold kan være en besværliggørende faktor for samarbejdet, samt barriere for en glidende byggeproces og informationsdeling på tværs af branchen.

Selvom det er overfladisk at sammenligne udviklingen i produktiviteten, i branchen over tid, samt direkte at sammenligne med andre brancher, er der stadig rum for forbedring i branchens produktivitet. Bygge- og anlægsbranchens produktivitet er fundamental for dansk økonomi og for driften af landets øvrige sektorer, dertil for prisniveauet af faste udgifter til produktionsanlæg og kontorfaciliteter, hvormed endelige produktpriser påvirkes. Af den grund, vil selv en lille forbedring i branchen, have stor værdi for den samlede danske økonomi. Men for at skabe bedre produktivitet er det væsentligt, at virksomheder koncentrerer sig om digitaliseringen, forbedrer forsknings- og udviklingsområdet samt i højere grad fokusere på innovative processer. Derfor er det en udfordring, når bygge- og anlægsbranchen har en lav innovationsaktivitet og investeringer i innovation, sammenlignet med andre brancher. Det er særligt udførende virksomheder, der generelt er lavt placeret, i modsætning til ingeniør- og handelsvirksomheder.

Den lave innovationsaktivitet er muligvis en del af forklaringen på, hvorfor den danske bygge- og anlægsbranch, endnu ikke indgående har behandlet og omfavnet potentialet for Big-Data, selvom det længe har været udbredt, i mange andre brancher. Branchen er ud fra et europæisk per-

spektiv godt med, når det kommer til digitaliserede forretningsprocesser, men dårligere placeret indenfor analyse og indsamling af kundedata, samt langt fra den europæiske elite i anvendelse af sensorer, automatiseret dataudveksling og Cloud Computing. Derudover er bygge- og anlægsbranchen ikke på samme digitale udviklingsniveau, i forhold til landets øvrige brancher.

Det har hos specialegruppen skabt undren, når dette er tilfældet, da digitaliseringen i samfundet og i virksomhedernes arbejdsprocesser og dermed mængden af data, er støt stigende, ligesom tendensen i industrien, peger i retning mod Machine Learning (herfra ML) og Industri 4.0. Dertil skal tidligere nævnte resultater med Big-Data fra universiteter og Business-schools, lægges til ligningen, hvor klare fordele er påvist. Af den grund, har specialegruppen et ønske om, at afdække om der i bygge- og anlægsbranchen, findes et uforløst potentiale for Big-Data, gennem øget digitalisering og avanceret brug af digitale processer. Derfor er følgende initierende problemstilling fundet relevant:

### **Hvorvidt kan Big-Data potentielt skabe værdi for Bygge- & Anlægsbranchen?**

For at besvare den initierende problemstilling er følgende sekundære spørgsmål identificeret:

- Hvad er Big-Data?
- Hvordan anvendes Big-Data?
- Hvordan har andre brancher skabt værdi med Big-Data?
- Hvilke udfordringer følger med Big-Data?
- Hvad er forudsætningerne for en effektiv anvendelse af Big-Data?

Specialegruppen vælger derfor med Big-Data som fokusområde, at tage fat i et nyt og for bygge- og anlægsbranchen, hidtil relativt ubeskrevet kapitel, for derved at opnå en forståelse af begrebet, hvor det kan skabe værdi og om det overhovedet er muligt at anvende i branchen. Værdi er et abstrakt og komplekst begreb, som kan anvendes i forskellige sammenhænge. For at læseren er bekendt med, hvad der i nærværende speciale er tænkt og forstået med begrebet *værdi*, er en definition præsenteret i afsnit 2.6.

## **1.4 Mål**

Specialegruppens interesse falder hos entreprenørvirksomhederne i den danske bygge- og anlægsbranche, hermed vil specialerapportens centrum omhandle mulighederne med Big-Data i denne sammenhæng.

Målet med specialerapporten er at give en forståelse af, hvad Big-Data er, og hvordan begrebet kan forbedre værdiskabelsen og produktiviteten, for de udførende aktører, i bygge- og anlægsbranchen. Målet er også at identificere, hvorvidt Big-Data faktisk lader sig implementere i branchen, samt om den i dag manglende fokus, skyldes branchens konservative ry.

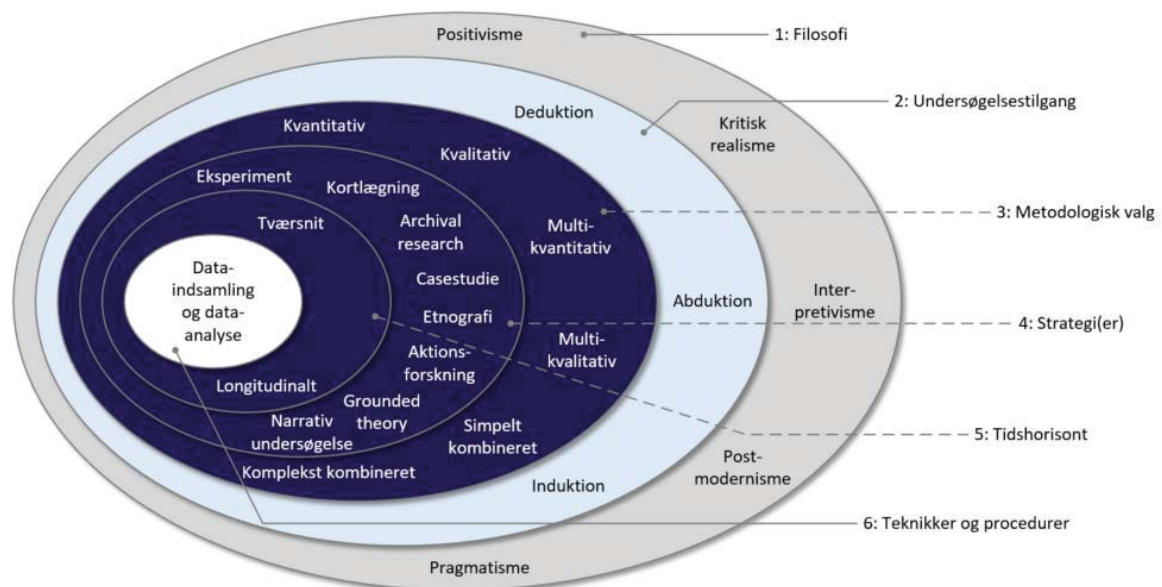
Dermed har et sekundært mål været, at rapporten kan fungere som katalysator, for større fokus på området samt opfordre til forskning og innovation, indenfor Big-Data og dataanvendelse generelt i branchen således, at udviklingen kan vendes mod stigende produktivitet, og branchen bedre rustes som helhed til Industri 4.0. Dertil at denne øgede fokus, kan føre til forøgelse af kompetencer indenfor analyse af Big-Data samt datadrevne beslutninger, hos byggeriets fremtidige ledere således, at den forventede fremtidige mangel på sådanne kompetencer kan imødekommes.

## Kapitel 2 - Metode

Nærværende Kapitel omhandler de metodiske overveielser og valg, som ligger til grunn for utarbeidelsen av specialerapporten. Dette omfatter redegjørelse av specialerapportens vitenskapsteoretiske standpunkt, undersøkelsesdesign og metoder for datainnsamling. Sluttlig vil det bli redegjort for, hvordan begrepet verdi skal forstås i sammenheng med specialerapporten.

For å sikre en strukturert redegjørelse av den metodiske argumentasjonen vil kapitlet ta utgangspunkt i modellen "The research onion", se Figur 2-A. Denne modellen oppdeler undersøkelsesprosessen i seks lag, som skal resultere i en sammenhengende prosess med klar argumentasjon for til- og fravalg av forskjellige vitenskapsteoretiske alternativer. Lagene i modellen vil i de følgende delavsnitt bli beskrevet fra yttersiden og inn mot midten, lag tre til fem skal sees i sammenheng som undersøkelsesdesignet.

Figur 2-A: The Research Onion



Kilde: [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016], egen oversættelse

### 2.1 Filosofi

Det ytterste laget tar for seg det vitenskapsteoretiske standpunktet og filosofien bak specialerapporten. Vitenskapsteori er perspektivet på hva vitenskap er, og hvordan vitenskap utvikler seg i samspill med samfunnsutviklingen [Andersen, 2013], og innebærer også å utføre en refleksjon over om den aktuelle vitenskapen kan oppfattes som vitenskapelig forankret. Det følgende delavsnittet vil gi en forståelse av specialerapportens vitenskapelige syn, og hvordan forforståelser og antakelser kan påvirke innholdet. Begrepet undersøkelsesfilosofi henviser til hva forske-



ren tror og hvilke antakelser forskeren gjør i forbindelse med å utvikle kunnskap [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016]. Før det velges filosofi er det nødvendig å befestе den vitenskapelige grunnantakelsen bak spesialerapporten. Innenfor vitenskapsteori skiller det typisk mellom naturvitenskap, samfunnsvitenskap og humanvitenskap. Denne spesialerapporten tar utgangspunkt i den samfunnsvitenskapelige delen av vitenskapsteorien, som søker å produsere vitenskap om samfunnet og dets organisasjoner og institusjoner. Emnet som behandles ligger dog nærmere det naturvitenskapelige, da det kan argumenteres for at Big-Data er et naturvitenskapelig fenomen. Rapporten vil ikke inngående behandle den tekniske delene av emnet, i stedet vil det dreie seg om hvordan emnet kan benyttes i et forretningsutviklende perspektiv, derfor anses det stadig som et samfunnsvitenskapelig standpunkt.

Antakelser som blir gjort i tilknytning til utarbeidelsen av rapporten, vil være med å påvirke resultatet av undersøkelsen. Det er derfor viktig å gi leseren et innblikk i hvilke filosofi, rapporten er utarbeidet under for å oppnå troverdighet ovenfor leseren. I følge [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016] innebærer undersøkelsesfilosofier ontologiske, epistemologiske og aksiologiske antakelser, og ved å se på forskjeller og likheter i disse antakelsene, kan de adskilles fra hverandre. Understående beskrivelser er beskrevet med utgangspunkt i [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016], som kilde.

**Ontologi**-begrepet angir grunnleggende antakelser om virkelighetens natur og eksistens. Ontologiske antakelser som blir utført, bestemmer hvilke undersøkelsesobjekter og fenomener som undersøkelsen fokuserer på, og hvordan forskeren ser og tilnærmer deg dem.

**Epistemologi**-begrepet angir antakelser om kunnskap, hva utgjør akseptabel, valid og legitim kunnskap, og hvordan kommuniseres dette til omverdenen. Epistemologiske antakelser som blir utført bestemmer hva slags bidrag til kunnskapen forskeren kan gjøre med den aktuelle undersøkelsen.

**Aksiologi** referer til betydningen av verdier og etikk i forbindelse med undersøkelsesprosessen. Dette innebærer hvordan forskeren behandler egne verdier, men også verdier til deltagere som undersøkelsen omhandler.

### Filosofi

De fem mest alminnelig anvendte retninger innenfor samfunnsvitenskapen, jf. det ytterste lag i Figur 2-A er: *positivism*, *kritisk realisme*, *interpretivisme*, *postmodernisme* og *pragmatisme*. Positivismen har et objektivistisk synspunkt og relateres med det naturvitenskapelige standpunktet. De ontologiske antakelsene baseres på at verden er ekte og sammensatt av en rekke håndgripelige objekter, og eksisterer uavhengig av menneskets eksistens. Positivismen utforsker verden via observasjoner og målbare data, da det kun er objektive data som anses som troverdig kunnskap. Postmodernisme har et subjektivistisk synspunkt og er dermed en motsetning av positivismen, hvis objektivisme og subjektivisme sees som to motpoler. De ontologiske antakelsene innenfor postmodernismen baserer seg på at verden ikke eksisterer uten menneskelig erkjennelse, og er dermed konstruert av sosiale relasjoner. Det er ikke mulig å etablere absolutt vitenskapelig kunnskap om verden, da det som bestemmer om vitenskapen er ekte, er styrt av ideologier. Kritisk realisme og interpretivisme ligger mellom det objektivistiske og subjektivistiske synspunktene og relaterer seg til konstruktivismen, hvor kritisk realisme nærmer seg det objektivistiske og interpretivismen nærmer seg det subjektivistiske.



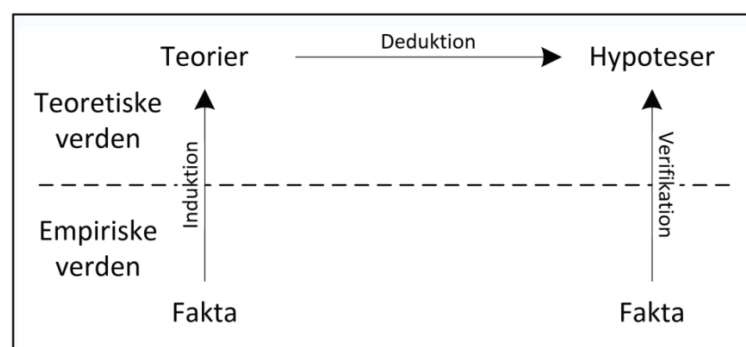
Denne rapporten påtar seg et videnskapsteoretisk standpunkt innenfor interpretivismen. Sett i sammenheng med de andre filosofiene, er et interpretivistisk syn en kritisk tilgang til positivismen, ut fra et subjektivistisk perspektiv. Fordi mennesker har forskjellige kulturelle bakgrunner, lever under forskjellige omstendigheter til forskjellige tider og har forskjellige meninger, er interpretivismen kritisk til positivismens forsøk på å skape endelige, universelle "lover" som gjelder for alle. De ontologiske antakelsene i interpretivismen baserer seg på at verden er kompleks og sosialt konstruert gjennom kultur og språk, og understreker viktigheten av, hvordan dette påvirker utformingen av tolkninger, forklaringer og meninger av verden. Formålet med interpretivistisk undersøkelser er ofte å skape nye forståelser av den sosiale verden og dens kontekst ved å benytte seg av historier, forskjellige menneskers oppfatninger og fortolkninger, da dette anses som troverdig kunnskap. De epistemologiske antakelsene for undersøkelsen baseres dermed på at et positivistisk syn vil gi et mangelfullt undersøkelsesresultat, og ha en manglende innsikt av menneskets kompleksitet. Derfor søkes det å inndra subjektivistisk erfaring, oppfattelse og tolkning av gjenstandsfeltet for å danne en bedre forståelse og innsikt.

Den aksiologiske betydningen av interpretivismen understreker viktigheten av å anerkjenne, at egne fortolkninger av undersøkelsesmaterialet, og dermed egne verdier og overbevisninger, spiller en stor rolle i undersøkelsesprosessen. Det er derfor viktig å innta et empatisk standpunkt, for å forstå virkeligheten til undersøkelsens deltagere, fra deres synspunkt. Ved å erkjenne et subjektivistisk syn på verden, er det essensielt at egne refleksjoner og fortolkninger av empiri sammenlignes med teori, for å oppnå økt validitet av rapportens innhold.

## 2.2 Undersøkelsestilgang

Det neste laget i modellen tar for seg undersøkelsestilgangen, hvor det hovedsakelig finnes de tre følgende tilgangene: deduksjon, induksjon og abduksjon [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016]. En deduktiv tilgang søker å oppstille en teori eller hypotese, på bakgrunn av akademisk litteratur, som deretter verifiseres eller falsifiseres gjennom innsamling av empiri. Med en abduktiv tilgang, innsamles empiri for å utforske et fenomen, identifisere et tema eller forklare et mønster, for å skape ny teori eller modifisere eksisterende teori, for så å teste dette videre gjennom en ny datainnsamling. Denne specialerapporten heller mot en induktiv tilgang, en omvendt tilgang av deduksjon, hvor det først innsamles empiri før det sammenlignes med teori, for å kunne forsvare validiteten og det vitenskapelige innholdet. De to fremgangsmåtene, deduksjon og induksjon er oppstilt i en sammenheng i *Figur 2-B*.

**Figur 2-B: Illustrativ forklaring af deduktions-, induktionsbegreberne**



Kilde: [Arbnor & Bjerke, 1998], egen oversættelse

Empirien analyseres med den hensikt å generere teori, hvilket ofte vil være en overordnet sammenheng av prinsipper og antakelser [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016]. Valget om å benytte en induktiv tilgang begrunnes i at det ikke er ønsket at undersøkelsens subjekter skal generaliseres eller tilpasses en forutinntatt holdning, som kunne vært tilegnet via teori ved en deduktiv tilgang. Dette ville vært motsigende til den interpretivistiske undersøkelsesfilosofi, hvor kontekst og bakgrunn for undersøkelsen og dens deltagere, spiller en stor rolle. Specialerapportens initierende problemfelt forlanger også en dybdegående forståelse og forklaring av Big-Data, gjennom innsamling av empiri.

## 2.3 Undersøkellesdesign

Det er viktig med et tilpasset undersøkelsesdesign for å sikre at problemstillingen blir besvart på en troverdig måte. De tre neste lagene i *Figur 2-A* omhandler undersøkelsesdesignet, og tar for seg *metodologiske valg, strategi og tidshorisont* for specialerapporten. Før dette blir ytterligere beskrevet vil det først bli redegjort for hvilke hensikt undersøkelsesdesignet har. Det kan skilles mellom eksplorative, beskrivende, forklarende, evaluerende og kombinert design på undersøkelsen [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016]. Den initierende problemstillingen krever at det først blir gjennomført en sonderende undersøkelse, hvor det benyttes en eksplorativ tilgang. Dette er funnet nødvendig for å avklare de sekundære spørsmålene i forbindelse med det initierende problemfeltet. Etter at den initierende problemstillingen er behandlet vil det benyttes en evaluerende tilgang til den resterende delen av undersøkelsen. Undersøkelsen har derfor et kombinert design, hvor undersøkelsen gjennom den eksplorative tilgangen, har et bredt fokus innledningsvis, men avgrenses med progresjonen og den evaluerende tilgangen underveis i undersøkelsen.

### 2.3.1 Metodologiske valg

Det skilles i hovedsak mellom to forskjellige forskningsmetoder, kvantitativ og kvalitativ metode. Kvantitativ forskning undersøker forhold mellom variabler som er målt i numerisk data, og analyseres ved bruk av forskjellige statistiske og grafiske teknikker [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016]. Kvalitativ forskning undersøker muntlig eller skriftlig informasjon og relasjoner mellom dem, hvor det kan benyttes en variasjon av datainnsamlingsteknikker og analytiske prosedyrer, for å utvikle et konseptuelt rammeverk eller teoretisk bidrag [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016]. I denne specialerapporten vil det hovedsakelig bli benyttet kvalitative forskningsmetoder ved innsamling og analyse av data. Det vil dog forekomme en analyse av sekundær kvantitativ data, innledningsvis hvor bl.a. økonomiske bransjenøkkeltall behandles. Dette medfører at specialerapporten blir utarbeidet med en simpel kombinert metode, hvor det sekvensielt vil bli gjennomført kvantitativ og kvalitativ forskning.

### 2.3.2 Undersøkellesstrategi

Generelt er en strategi en handlingsplan for hvordan et mål skal oppnås. Derfor må en undersøkelsesstrategi defineres som en plan for, hvordan rapporten vil besvare sine problemstillinger [Andersen, 2013]. Som nevnt innledningsvis i dette delavsnittet vil undersøkelsesdesignet være kombinert, og ha en eksplorativ og evaluerende hensikt. Dette setter retningslinjene for hvordan undersøkelsesstrategien skal utarbeides. For å opparbeide den nødvendige forståelsen om problemfelt, vil det først bli utført en litteraturstudie i forbindelse med den sonderende undersøkelse.

sen. Videre vil det i undersøkelsen bli gjennomført forskjellige casestudier med aktører i byggebransjen, hvor det søkes å finne svar på den endelige problemstillingen.

### 2.3.3 Tidshorisont

Figur 2-A angir to perspektiver for tidshorisonten på en undersøkelse, longitudinal og tverrsnitt. Longitudinelle studier ser på endringer og utvikling over en lengre periode og fungerer som et lengdesnitt, og omfatter ofte en analyse av data som strekker seg tilbake i tid. Et tverrsnittstudie søker derimot å gi et øyeblikksbilde av en situasjon eller fenomen. Denne specialerapporten vil ha en tverrsnittet tidshorisont, hvor potensiale for Big-Data i bygge- og anleggsbransjen ønskes belyst i dagens situasjon. Det vil forekomme enkelte longitudinelle elementer, eksempelvis i innledningen hvor verdivekst og omsetning i bransjen blir belyst ved å se tilbake i tid.

## 2.4 Tekniker og prosedyrer for datainnsamling

Det innerste laget av modellen omhandler metode for datainnsamling. Dette avsnittet vil redegjøre for hvilke metoder som er valgt, og hvorfor de er valgt. Ved innsamling av sekundærdata har det blitt gjennomført et litteraturstudie. Ved innsamling av primærdata har det blitt gjennomført kvalitative intervjuer både i forbindelse med de casestudiene som opptrer i undersøkelsen, men også med uavhengige eksperter innenfor forskjellige fagfelter. Innsamlet empiri holdes opp mot relevant teori for å styrke validiteten.

### 2.4.1 Litteratursøking

Litteraturstudiet ble gjennomført for å danne et grundig bildet av hva begrepet Big-Data omfatter, og var starten på den sonderende undersøkelsen som skulle besvare de innledende spørsmålene. Litteraturen ble identifisert gjennom søkemotorer og databaser på internett, hvor det hovedsakelig ble søkt på engelskspråklig litteratur. Web of Science ble benyttet for fritt søk om emner tilknyttet Big-Data. Når det ble benyttet kildehenvisninger som grunnlag for søking, ble også andre søkemotorer som Google Scholar benyttet. Kjedesøkning på kilder ble utført ved å starte med litteratur vurdert egnet for oppgaven, og forfølge kildehenvisningene i den utvalgte litteraturen til annen litteratur. Dette har gradvis gitt et overblikk over gjengående litteratur på forskjellige fagfelt, og har vært en del av grunnlaget for utvelgelse av litteratur.

Det har også blitt gjennomført enkelte søk på digitale biblioteksdata-baser etter litteratur i bokform, hovedsakelig ved biblioteket ved AAU og biblioteker i København. Ved siden av dette har specialegruppen mottatt tips om litteratur fra veileder, informanter og forelesere som har vært involvert i arbeidet. Specialegruppen har også underveis i prosjektet deltatt på forskjellige konferanser som har vært relevant for specialerapportens gjenstandsfelt.

### 2.4.2 Intervju

I forbindelse med forberedelsen og gjennomførelsen av intervjuer, ble det tatt utgangspunkt i boken, *Interview: Introduktion til et håndværk*, utarbeidet av Steinar Kvale og Svend Brinkmann [Kvale & Brinkmann, 2009]. Det har blitt gjennomført totalt ni intervjuer under undersøkelsen med forskjellige informanter innenfor og utenfor bygge- og anleggsbransjen. Intervjuene ble gjennomført semistrukturert, hvor intervjuet foregår som en samtale mellom forsker og respondent, hvor forskeren styrer samtalen. Dette ble valgt for å skape en åpen ramme for diskusjon under intervjuet. I forkant av intervjuene ble det utarbeidet en intervjuguide som utgangspunkt for intervjuet. I intervjuguiden ble det avklart, hvilke formål intervjuet hadde, og hvilke forsk-

ningsspørgsmål som skulle besvares, samt de konkrete interviewspørgsmålene som skulle stilles under interviewet, tabell 2-A viser strukturen på interviewguiden.

**Tabel 2-A: Interviewguide**

| Emne | Forskningsspørgsmål | Interviewspørgsmål |
|------|---------------------|--------------------|
|      |                     |                    |

Informantene ble informert om, hvilke temaer som var aktuelle i forkant av intervjuene, men interviewspørgsmålene ble ikke utsendt før intervjuene ble gjennomført. Dette var et bevisst valg, for å unngå at informantene forberedte svar på spørsmålene før de ble stilt. I etterkant av intervjuene ble det skrevet et intervjureferat, som ble tilsendt den enkelte informant. *Tabell 2-B* viser en liste over informanter, og hvilke formål de forskjellige intervjuene hadde.

**Tabel 2-B: Interviewoversigt**

|   |
|---|
| <b>Interview 01:</b> Peter Nielsen – <i>Souschef og Lektor, Institut for Mekanik og Produktion – Aalborg Universitet</i><br>Dette interview havde til formål, at skabe større indsigt i: Hvordan Big-Data defineres, Big-Data anvendelse i praksis, værdiskabelse i virksomheder med Big-Data. <i>Reference:</i> [Nielsen P., Interview 01]   |
| <b>Interview 02:</b> Rene Olsen – <i>Produktchef, Prisdata – Molio (tidligere Byggecentrum)</i><br>Dette interview havde til formål, at skabe forståelse for hvordan Molio indsamler og behandler prisdata, i forbindelse med udarbejdelse af V&S prisdata. <i>Reference:</i> [Olsen, R., Interview 02]   |
| <b>Interview 03:</b> Niels Wingsøe Falk – <i>Divisionsdirektør, VDC – MT Højgaard</i><br>Peter Bo Olsen – <i>Teknisk direktør, Koncern BIM &amp; Udvikling – MT Højgaard</i><br>Dette interview havde til formål, at skabe større indsigt i: Big-Data, dataanalyser, dataindsamling, og anvendelse hos MTH, med henblik på at opbygge en case omkring dem. <i>Reference:</i> [Falk & Olsen, Interview 03]   |
| <b>Interview 04:</b> Thomas Hejnfelt – <i>Områdechef, VDC – NCC Building, Danmark</i><br>Lars Andersen – <i>Chef for IT-infrastruktur – NCC, Danmark</i><br>Dette interview havde til formål, at skabe større indsigt i: Big-Data, dataanalyser, dataindsamling, og anvendelse hos NCC, med henblik på at opbygge en case omkring dem. <i>Reference:</i> [Hejnfelt & Andersen, Interview 04]  |
| <b>Interview 05:</b> Kjeld Svidt – <i>Lektor, Institut for Byggeri &amp; Anlæg – Aalborg Universitet</i><br>Ekaterina Petrova – <i>Ph.d.-stipendiat, Institut for Byggeri &amp; Anlæg – Aalborg Universitet</i><br>Dette interview havde til formål, at skabe større indsigt i og forståelse for: Big-Data i byggebranchen, VDC- & BIM modeller, datastyring, IoT og intelligente bygninger. Hertil en vurdering af NCC og MTH cases. <i>Reference:</i> [Svidt & Petrova, Interview 05] |
| <b>Interview 06:</b> Andreas Foldager – <i>Senior Consultant, iTWO – RIB Danmark (tidligere byggeweb)</i><br>Dette interview havde til formål, at skabe større indsigt i og forståelse for: Big-Data i byggebranchen, ITWO og ITWO-FM og datastyring. <i>Reference:</i> [Foldager A., Interview 06]   |
| <b>Interview 07:</b> Kaare Brandt Petersen – <i>Nordic Director, Education &amp; Academic – SAS Institute</i><br>Dette interview havde til formål, at skabe større indsigt i og forståelse for: Big-Data i byggebranchen, diskussion af branche, organisatoriske og individets forudsætninger og udfordringer for implementering af Big-Data – en implementering af Big-Data i byggebranchen. Hertil vurdering af NCC og MTH cases. <i>Reference:</i> [Petersen K. B., Interview 07]    |
| <b>Interview 08:</b> Kjeld Svidt – <i>Lektor, Institut for Byggeri &amp; Anlæg – Aalborg Universitet</i><br>Ekaterina Petrova – <i>Ph.d.-stipendiat, Institut for Byggeri &amp; Anlæg – Aalborg Universitet</i><br>Opfølgende interview. Dette interview havde til formål, at skabe større indsigt i og forståelse for: Big-Data i byggebranchen, VDC- & BIM modeller, datastyring og IoT. Hertil en vurdering af løsningsforslag. <i>Reference:</i> [Svidt & Petrova, Interview 08]    |
| <b>Interview 09:</b> Brian Nielsen – <i>Lektor, Institut for Datalogi – Aalborg Universitet</i><br>Dette interview havde til formål, at skabe større indsigt i og forståelse for: IOT, datastyring, software i datahåndtering, og dataanalyser. Hertil en teknisk gennemgang og vurdering af løsningsforslag. <i>Reference:</i> [Nielsen B., Interview 09]  |



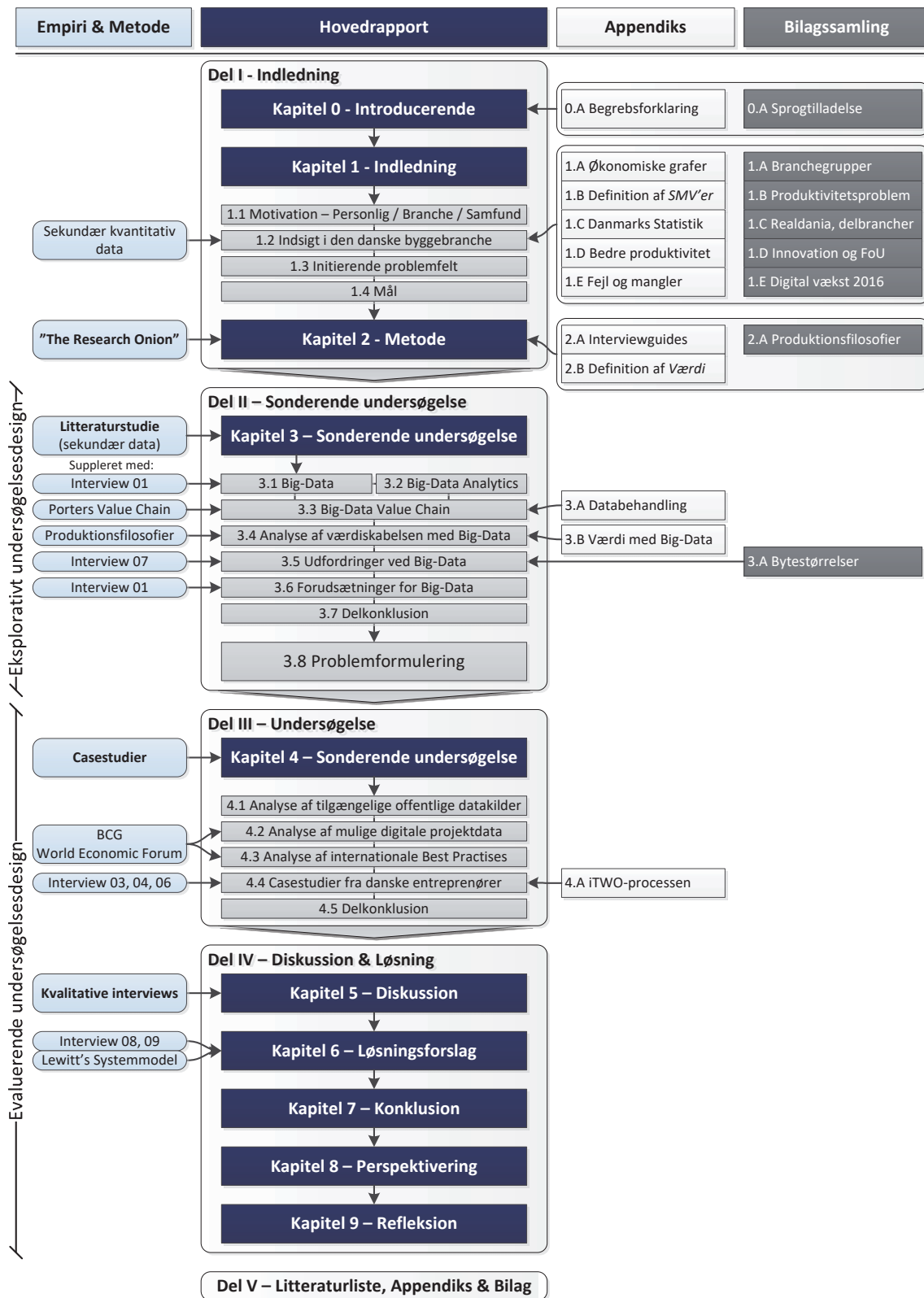
Utover de avholdte intervjuene, har specialegruppen utsendt henvendelser på ytterligere intervjuer, som ikke ble avholdt, da informantene ikke har vært tilgjengelige innenfor prosjektperioden. De respektive personer og virksomheter er anonymisert herunder.

- En professor innenfor anvendelse av Big-Data ifm. Smart Cities
- En professor innenfor anvendelse av geospatial data
- Flere professorer innenfor innleiret systemer, herunder sensorer
- En av Danmarks største anleggsentreprenører
- En av Danmarks største avfallshåndteringsvirksomheter

### 2.4.3 Metodisk rapportstruktur

I det følgende delafsnitt vil presenteres en metodisk rapportstruktur, som en procesmodell, *jf. Figur 2-C*. Modellen er tiltænkt til at leverer et overblik over rapportens metodiske innhold og empiri i et overordnet system. Samtidig er medtaget henvisninger til Appendiks og Bilag.

Figur 2-C: Metodisk rapportstruktur





## 2.5 Evaluering av forskningens kvalitet

Evalueringen av forskningens kvalitet vil ta utgangspunkt i reliabiliteten og validiteten av primær- og sekundærdataen innsamlet i undersøkelsen. Reliabiliteten indikerer til hvilken grad funnene ved datainnsamlingen er pålitelige eller ikke, validiteten handler om samsvar mellom virkelighet og tolkning, om funnene virkelig er hva de fremstår som [Saunders, Lewis, & Thornhill, 2016].

### 2.5.1 Vurdering av primær data

Innledningsvis i intervjuene ble det stilt enkelte spørsmål om bakgrunnen til informanten, dette var spørsmål som omhandlet hvilke erfaringer og personlige holdninger, informantene hadde rundt emnene. Dette ble gjort for å kunne bedømme validiteten til informantenes utsagn i etterkant. Samtlige intervjureferater har blitt utsendt til informantene i etterkant av intervjuene, for å avdekke eventuelle feilfortolkninger av specialegruppen, og dermed verifisere de utsagn som blir benyttet i specialerapporten. Etter hvert som intervjuene har forløpt, har også tidligere utsagn fra enkelte intervjuer blitt benyttet for å danne nye spørsmål til andre intervjuer. Et eksempel på dette er hvor utsagn fra intervjuene i forbindelse med casene, lå til grunn for spørsmålene som ble stilt til eksperter innenfor de representative områdene. Reliabiliteten til utsagn fra eksperter, kunne vært styrket ved å gjennomføre flere intervjuer, bl.a. med personer, specialegruppen har prøvd å få intervjuet, men som ikke har hatt anledning. Det var også ønskelig å gjennomføre en ytterligere case med en stor entreprenørvirksomhet, for å i større grad kunne generalisere undersøkelsens resultater, det skal dog sies at MTH og NCC må anses som de ledende aktørene innen innovasjon i byggebransjen, og dermed gir de et godt innblikk i hvordan Big-Data blir benyttet i den danske bygge- og anleggsbransjen.

### 2.5.2 Vurdering av sekundær data

Som sekundærdata er det benyttet empiri og teori, derfor går vurderingen av sekundærdataen hovedsakelig ut på kildekritikk. Internett er en stor informasjonskilde, hvor hvem som helst kan publisere informasjon, det stilles derfor høye krav til kildekritikk. De litterære kildene som ble benyttet i specialerapporten har blitt vurder pålitelige ut fra kildens troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og kildens vitenskapelige relevans. Det ble lagt vekt på tidsskrifttittelen, publiseringsdato, forfatter og hvem informasjonen ble publisert for. Publiseringsdatoen har vært særlig vektlagt, da publiseringsdato kan ha stor innvirkning på om innholdet er sammenlignbart med utviklingen. Eksempler på kilder som ble ansett som lettvektige var personlige nettsider, wikipedia, blogger etc. Eksempler på mer tungvektige kilder som har blitt benyttet er konferanseartikler, bøker, vitenskapelige artikler og offentlige rapporter fra ministerier og styrelser samt noen av verdens største og mest respekterte konsulent virksomheter. Validiteten av litterære kilder blir redegjort for løpende i specialerapporten, dette er valgt fordi kildekritikk har vært en pågående prosess under begge undersøkelsene. Specialegruppen kunne i høyere grad ha strukturert litteratursøkingen med en mere systematisk tilgang til prosessen, da omfanget av litteraturen som har blitt benyttet er stort. Dette kunne redusert den totale litteraturmengden som har blitt lest igjennom.

## 2.6 Definition af værdi

Det er fundet nødvendig at redegøre for, hvad der i denne specialerapport er tænkt og forstået med begrebet *værdi* således, at læseren får indblik i specialegruppens opfattelse af begrebet.

Der er blevet redegjort for den historiske udvikling af værdi, ud fra et økonomisk aspekt, som kan forefindes i Appendiks 2.B, hvor der er blevet udforsket værditeoretiske opfattelser, ud fra anderkendte økonomer og antropologer.

I den store danske, er der fremført følgende definition af værdi:

*”Angivelse af, hvordan noget vurderes kvalitativt eller kvantitativt, og samtidig en betegnelse for det, der bør fastholdes eller virkeliggøres” [Koch]*

Signe Skov-Hansen, fra Teknologisk Institut, har udarbejdet en rapport, hvori hun uddyber kvantitativ og kvalitativ værdi [Skov-Hansen, 2010]:

- Kvalitativ (sociale forhold, kundeoplevelse, kvalitet af produkt, brand etc.)
- Kvantitet (pris og tid)

I denne rapport fremhæves yderligere, at opfattelsen af værdi har flyttet sig historisk, fra kun at fokusere på interne forhold, til også at betragte markedsmæssige aspekter og sociale forhold – resulterende i større fokus på kunden. [Skov-Hansen, 2010]

Dette understøttes af Kaplan og Norton, der med udgangspunkt i Balance Score Card’et, beskriver at virksomheder skal mestre 4 perspektiver for at opnå værdi og vækst [Kaplan & Norton, 2006]:

- **Finansiel** (Økonomi): Hvordan er succes målt i økonomiske termer?
- **Kunden**: Hvordan skabes værdi for vores kunder?
- **Internt** (processer): Hvilke interne processer kan tilfredsstille kunderne?
- **Læring og vækst**: Hvilke medarbejder kapacitet, informationssystemer og organisatoriske klima har vi brug for løbende at forbedre vores interne processer og kunderelationer.

Denne undersøgelse har ledt til hvorledes, specialegruppen opfatter værdi i forhold bygge- og anlægsbranchen og dets virksomheder, som lyder:

*Værdi hænger i høj grad sammen med værdiskabelse og vækst. Værdi skal ud fra et samfundsmæssigt aspekt, forstås som, at innovation eller produktivitet øges. I virksomheder en værdiforøgelse gennem en eller flere af de 4 perspektiver i Balance Score Card, som er: Finansiel, kunden, interne processer samt læring og vækst.*

## Kapitel 3 - Sonderende undersøgelse

Nærværende kapitel vil undersøge og redegøre for begrebet Big-Data. Dernæst en udredning af anvendelse af teknikker inden for Big-Data og BDA. Ledende til værdiskabelse med Big-Data, hvor der vil blive præsenteret fem perspektiver i sammenstilling med produktionsfilosofier, samt syv virkninger fra produktionsbranchen hvor der enkeltvist drages paralleller til bygge- og anlægsbranchen. Slutteligt vil der blive gennemgået udfordringer og forudsætninger, for anvendelse af Big-Data, ledende til endelig problemformulering.

### 3.1 Big-Data

Big-Data er et hyppigt anvendt begreb på nuværende tidspunkt, afhængigt af hvem der adspørges, defineres begrebet meget forskelligt. Der bliver blandt andet præsenteret 12 forskellige definitioner i Forbes magazine [Forbes, 2016]. Yderligere, er det forskelligt hvordan det kan defineres, i forhold til hvilken branche det omhandler – da mængder af data, er varierende i de forskellige brancher. Big-Data er et resultat af den kraftigt stigende mængde data, der er forekommet over de sidste årtier, som har ledt til et behov for mere sofistikerede metoder til, at håndtere disse store mængder [Manyika, et al., 2011]. Den digitale udvikling har også betydet faldende omkostninger for alle elementer indenfor computing, f.eks. lagring, hukommelse, behandling, båndbredde mm. Dette betyder, at tidligere dyre datakrævende metoder, nu ikke kræver samme store kapital for, at vende udgifterne ved brugen af Big-Data til fortjeneste – denne udvikling har stort potentiale for yderligere områder af anvendelse [McAfee & Brynjolfsson, 2012].

Der findes umiddelbart ikke en entydig definition af begrebet Big-Data, selvom navnet henleder opmærksomheden på datastørrelsen. Derimod er Big-Data ofte beskrevet med afsæt i 3 V'er, hvilket vil blive nærmere uddybet i følgende delafsnit.

#### 3.1.1 Definition og de 3V'er

Mængden af data varierer i forskellige brancher, yderligere stiger mængderne af data voldsomt i takt med den digitale udvikling – derfor er det svært at definere helt konkret [Manyika, et al., 2011]. Begrebet går helt tilbage til 1990'erne, hvor John Mashey, en computeringeniør, begyndte at snakke om store og komplekse datamængder [Hu, Wen, Chua, & Li, 2014]. I 2001, udkom en rapport udarbejdet af Gartner inc. (tidligere Meta Group), der beskrev de 3V'er som grundlaget for Big-Data – et resultat af den digitale udvikling, der har ført til enorme mængder og mere kompleks data, med henblik på hvordan dataene kunne håndteres [Laney, 2001]. Gartner inc. beskrev yderlige i 2011, en definition af Big-Data som lyder følgende:

*Big-Data is high-volume, high-velocity and/or high-variety information assets that demand cost-effective, innovative forms of information processing that enable enhanced insight, decision-making, and process automation.* [Gartner.com/IT-glossary]

Disse 3V'er er i dag, stadig et af de mest anvendte grundlag til at definere Big-Data [De mauro, Greco, & Grimaldi, 2016]. Nedenstående redegør for de 3V'er [Hu, Wen, Chua, & Li, 2014]:

### Volume (Mængde)

Begrebet "Volume" er en kvantitativ tilgang, til genereret og lagret data, hvor mængden af data giver muligheder for større værdi og indsigt, yderligere om den undersøgte data kan betragtes som Big-Data eller en "normal" datamængde – dette er en hovedårsagerne til at Big-Data er vanskelig at definere helt præcist. Volume, er også et udtryk for, at der er stor og eksponentiel stigning i mængden af data.

### Variety (Mangfoldighed)

Der kan være mange forskellige typer data som behandles, derfor dækker dette begreb over hvilke typer data der analyseres, eksempelvis billeder, lyd, video, sensormålinger, GPS-data eller tekstfiler. Med Big-Data er det muligt at sammenligne mønstre fra flere forskellige typer data, og dette begreb bruges til, at skabe overblik for de implicerede som udfører analysen, så det er muligt at anvende den rigtige metode til at finde ønskede resultat. Anvendelse af forskellige typer data i en analyse er dog ikke et kriterie for at det er Big-Data, men en erkendelse af mulighederne ved at kombinere disse.

### Velocity (Hastighed)

I forbindelse med den digitale udvikling, har store og komplekse mængder data, medbragt et behov for at kunne behandle og lagre, med en fornuftig hastighed – eksempelvis er det et problem, hvis behandlingen af data tager længere tid, end der er til rådighed fra indsamlingstidspunktet til anvendelsestidspunktet. Det er yderligere vigtigt, at have fokus på hastigheden af indkomne data til lagring af data, da hastighed, fra eksempelvis sensorer, kommer i hyppige datafrekvenser. Dertil muliggør Big-Data en direkte overvågning, hvor data kan udtrækkes i realtid, hvilket giver et mere retvisende billede. Dette kunne eksempelvis være sensorer i en bygning, der i realtid kan overvåge og give et visualiseringer af energiforbrug, varmetab og mængder af ventileret luft, i stedet for at afvente en analogisk opgørelse, hvor dataene kan være forældet eller kunne være blevet brugt løbende til optimering af forbruget.

### Definition

Det blev nævnt, at de 3V'er kun er én definition af Big-Data. I en artikel fra 2016 er identificeret de mest prominente områder indenfor Big-Data og foreslået en samlet definition. Artiklen har desuden undersøgt eksisterende definitioner af begrebet og tager udgangspunkt i disse. Undersøgelsen har identificeret, at definitionerne af Big-Data udspringer af fire følgende grupper: [De mauro, Greco, & Grimaldi, 2016]:

**Attributes of data.** Herunder findes de 3V'er, som først flere år senere blev associeret med Big-Data. Adskillige har efterfølgende forlænget 3V-modellen ved, at tilføje flere led, såsom "Veracity" og "Value", men også funktioner som kompleksitet og manglende struktur.

**Technological needs.** Her fremhæves det teknologiske behov bag forarbejdning af store mængder data, hvor en heftig computerkraft anvendes på massive og ofte komplekse sæt af oplysninger, med et behov for skalerbar arkitektur til effektiv opbevaring, håndtering og analyse.

**Thresholds.** Her udspringer Big-Data som noget der krydser tærskelværdier. Dermed kræver Big-Data, at behandlingskapaciteten på konventionelle databasesystemer overskrides, og at der er behov for alternative tilgange.

**Social impact.** Beskriver effekten på samfundet som den definerende faktor. Big-Data bliver dermed et kulturelt, teknologisk og videnskabeligt fænomen, der baseres på tre elementer:

- *Teknologi*: Maksimering af datakraft og algoritmisk nøjagtighed.
- *Analyse*: Identifikation af mønstre i store datasæt.
- *Mytologi*: Opfattelsen af, at Big-Data tilbyder en overlegen form for intelligens, båret gennem en udstråling af sandhed, nøjagtighed og objektivitet

Hertil præsenteres tre vigtige skift i tankegangen med analyse af oplysninger, som følge af Big-Data, der forbedrer forståelsen af samfundet og dets organisering:

- *Flere data* (alle tilgængelige data anvendes i stedet for et uddrag)
- *Mere rodet* (selv ufuldstændige eller store afvigelser kan anvendes, frem for at lade sig begrænses af ikke at fuldføre dem)
- *Korrelation* (Korrelation bliver et vigtigere middel end kausalitet til, at træffe beslutninger)

Artiklen præsenterer efterfølgende en samlet definition, som specialegruppen har valgt at tilslutte sig. Definitionen er adopteret som egen forståelse, da den både omfatter karakteristikken ved informationen, de nødvendige krav for at kunne gøre brug af informationen og transformering af informationen til indsigt, som kan skabe økonomisk værdi for virksomheder og samfundet. Definitionen er ifølge artiklen, en af de første strukturerede forsøg på, at opbygge en overbevisende definition af Big-Data:

*Big-Data is the Information asset characterized by such a High Volume, Velocity and Variety to require specific Technology and Analytical Methods for its transformation into Value. [De mauro, Greco, & Grimaldi, 2016]*

Hermed blev de 3V'er forklaret, hvilket førte til en redegørelse af flere definitioner af Big-Data med forskellige udgangspunkter, som til sidst blev samlet i én definition, som specialegruppen har valgt at tilslutte sig.

### 3.1.2 Business Intelligence

Nærværende delafsnit, indeholder en historisk redegørelse af oprindelsen af Big-Data, som udspringer af Business Intelligence (herefter BI). I 1958 præsenterede en IBM forsker, Hans Peter Luhn, begrebet BI som følgende:

*The ability to apprehend the interrelationships of presented facts in such a way as to guide action towards a desired goal. [Cebotarean, 2011]*

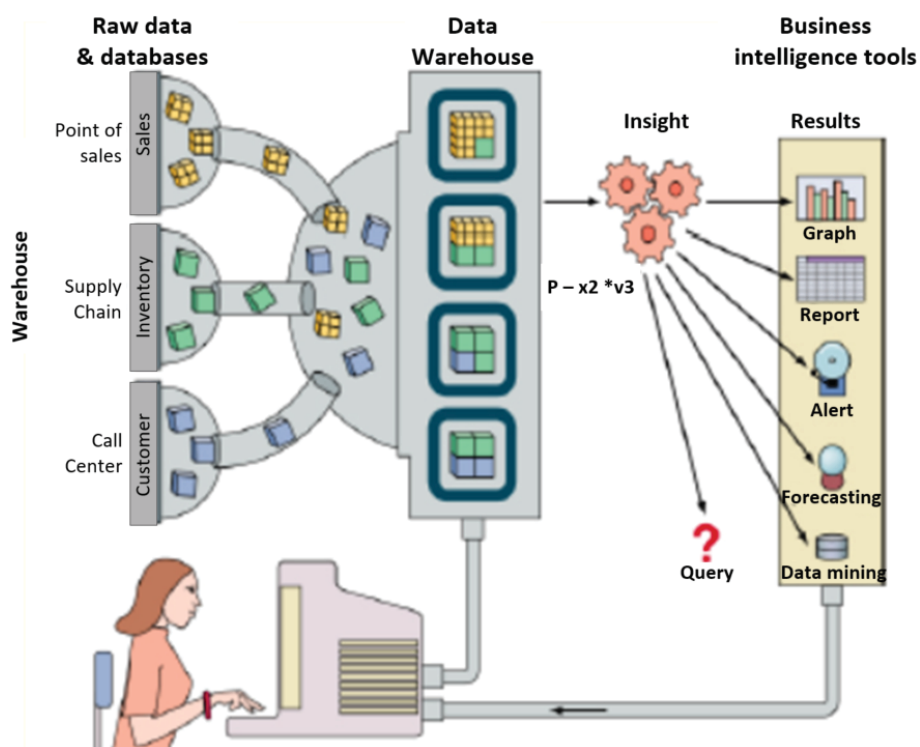
Siden 1960'erne har BI udviklet sig som et støtteværktøj, i forbindelse med beslutningstagning og planlægning, betegnet som Decision Supported Systems, der fremkommer af computer baserede modeller [Luhn, 1958]. BI fik sit store frembrud i slutning af 1980'erne, hvor Howard Dresner, som senere blev analytiker i Gartner inc., beskrev BI som et begreb, der kunne samle koncepter og metoder med det formål, at optimere beslutninger i virksomheder ved, at bruge *faktabaserede støttesystemer* [Cebotarean, 2011]. Specialegruppen ser en vigtighed i faktabaserede støttesystemer ved, at tage kunne beslutninger ud fra præcise målinger. Dette understøttes af et citat af Peter Drucker, der beskriver vigtigheden af at kunne måle performance:

*"If you can't measure it, you can't manage it" – Peter Drucker*

Det var i 1990'erne, at BI for alvor blev taget i brug, grundet den teknologiske udvikling. Dette var især, i forlængelse af udviklingen, indenfor computerteknologi og lagring af data. BI, er kort beskrevet en proces, hvor der indsamles, analyseres, og præsenteres data, oftest intern data [Ranjan, 2009]. Processen består af, at indsamle rå data fra databaser, som derefter bliver samlet i et "Data Warehouse", som er systemet eller skyen, der renser, sorterer og analyserer dataene [Ranjan, 2009], illustreret i *Figur 3-A*. BI-redskaberne, der giver indsigt i resultaterne, er primært rapporter, hvor data kondenseres ned til grafer eller tal, også kaldet *beskrivende statistik*, som beskriver den historiske data, dette giver faktuelle og hurtige beslutningsgrundlag til nøglepersoner – dertil muligheder for at forudse tendenser ved anvende dataanalyser [Ranjan, 2009]. Op igennem 00'erne blev det dog vurderet, at det ikke var tilstrækkeligt kun at anvende BI, som Peter Nielsen, lektor på AAU, fremhæver:

*"Lige for at ridse historien op. Det der er sket for lang tid siden, 5-10 år siden, det er egentlig ret simpelt. Der snakkede vi alle sammen om Business Intelligence, datawarehouses, og fortræffeligheden i det, så alle købte det, og de fik intet ud af det, udover nogen rapporter som fortalte dem om nogen KPI'er. Ingen værdi, det gav ingen værdi. Derfor prøver vi nu med Big-Data, at få værdi af alt den data vi har betalt en formue for at skabe."* [Nielsen P., Interview 01]

Figur 3-A: A basic understanding of BI



Kilde: [Ranjan, 2009]

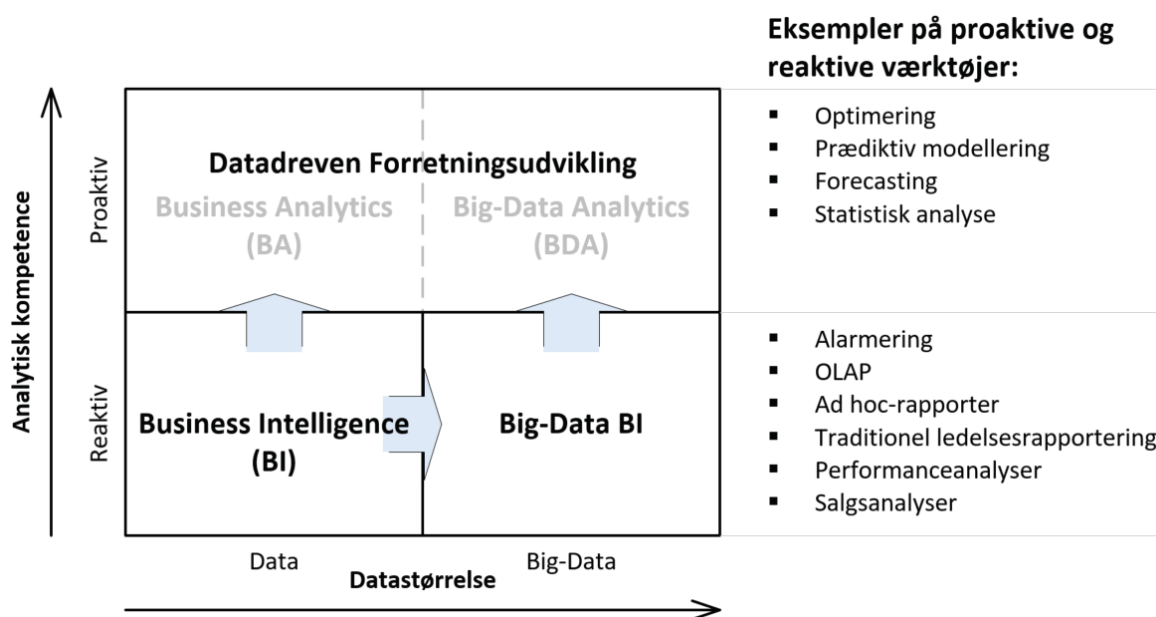
I slutningen af 00'erne blev Business Analytics (herfra BA) introduceret som det nye centrale analytiske komponent indenfor BI [Chen, Chiang, & Storey, 2012]. Dermed kan der ræsonneres for, at BI skal opdeles i to grupperinger; én gruppering, der fungerer som et statusrapporteringsværktøj bl.a. som advarsler, forespørgsler, rapportering og OLAP; og én gruppering med BA, der baserer sig på forretningsudvikling gennem statistik, forudsigelser og optimering [Cebotarean, 2011]. BA kan defineres som:



*The use of data, information technology, statistical analysis, quantitative methods, and mathematical or computer-based models to help managers gain improved insight about their business operations and make better, fact-based decisions. [Evans, 2012]*

Der kan dermed argumenteres for, at BI har et reaktivt formål, som henvender sig mod den historiske proces, hvor formålet med BA, nærmere må betegnes med et proaktivt formål til forbedring af fremtidige processer. Denne opdeling er visualiseret i Figur 3-B.

**Figur 3-B: Business Intelligence, Big-Data og Analytics**



Kilde: Insp. af [Irisgroup, 2013a] og [Ranum, 2016]

Datadreven forretningsudvikling handler om at bruge data og datanalyse i selve forretningsudviklingen, hvor datagrundlaget udgør, hvordan virksomheden kan markedsføre sig, produktudvikle og servicere kunderne, fremfor alene at bruge data til at blive klogere på, hvad der historisk er gjort rigtigt eller forkert. Der er en tæt sammenhæng mellem Big-Data og forretningsudvikling, fordi nye datakilder og kombinationer af interne og eksterne data, ofte er det bærende i datadreven forretningsudvikling. Dermed ikke sagt, at en virksomhed ikke kan have succes med datadreven forretningsudvikling uden Big-Data, men f.eks. ved i stedet at fokusere på enkelte datakilder og overskuelige mængder data. [Irisgroup, 2013a]

Som det fremgår af Figur 3-B, skelnes der mellem reaktiv og proaktiv analytisk kompetence samt data og Big-Data, og af den grund, er en underliggende opdeling af datadreven forretningsudvikling også udført, som BA og Big-Data Analytics (herfra BDA). I det følgende delafsnit, vil der blive redegjort for nogle af de mest anvendte teknikker og metoder til datadreven forretningsudvikling, med udgangspunkt i BDA.

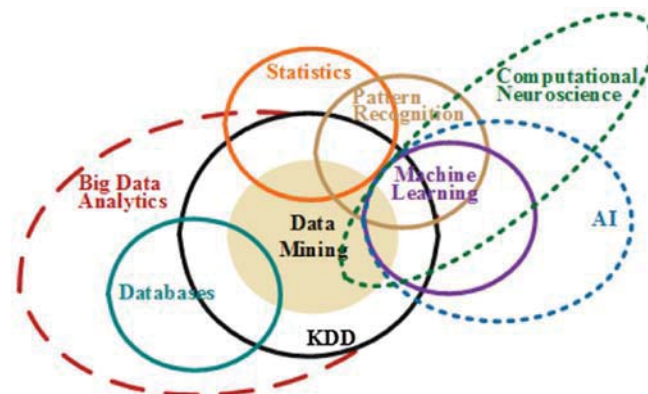
### 3.2 Big-Data Analytics

Ved BDA er det nødvendigt med en balance mellem den tilgængelige data og kompleksiteten af den analysemodel der opstilles. Analysemodellen er det redskab der opstilles, som katalysator for den portefølje af data, der skal analyseres, med hensigten at udlede svar og mønstre, til datadrevne beslutninger, der kan omhandle løbende optimering, forudsigelser eller løsning af en

problemstilling [Nielsen P. , 2016]. Data kan forekomme i mange former og strukturerer, og en god struktur af datasæt betyder, at det er nemmere for en maskine af behandle [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014].

BDA har et væld af intellektuelle traditioner, som låner fra en bred vifte af områder fra relaterede discipliner, med stort set samme kernefokus; at finde brugbare mønstre i data. Disse beslægtede områder er; *Statistik; Data Mining; Predictive Analytics; Business Analytics; Knowledge Discovery from Data (KDD); Data Analytics; Data Science* og nu *Big-Data*. Dermed er BDA en udvidelse af området for dataanalyse og inkorporerer mange af de teknikker, der allerede anvendes. [Bilal, et al., 2016] Sammenhængen med disse tværfaglige områder er illustreret i *Figur 3-C*.

**Figur 3-C: Multidisciplinær beskaffenhed af Big-Data Analytics**



Kilde: [Dean, 2014]

En af overvejelserne ved udførelse af BDA er blandt andet, som tidligere nævnt, *Velocity*. Det kan være essentielt, at observationer leveres så tæt på realtid som muligt, da samme datagrundlag kan give forskellige konklusioner afhængig af, hvornår det er observeret eller udtrykt. Dette afhænger dog af, om dataene ændrer sig hyppigt. En anden vigtig overvejelse er kilden til data og hvordan den er indsamlet. Det er vigtigt at vurdere, hvornår en kilde er troværdig og om indsamlingsmetoden er den korrekte til, at opfylde et bestemt *Need* (behov).

### 3.2.1 Data Mining

*Data Mining* er en række metoder, der har til formål, at analysere og udtrække mønstre fra store mængder data, ved brug af *statistiske analyser* og *machine learning* [Manyika, et al., 2011]. Disse begreber vil blive redegjort for i nedenstående.

#### Statistiske analyser

Den store udfordring ved at bruge BDA, er at gå fra individuelle observationer til aggregerede observationer, hvor fragmenter af data kumuleres til et endeligt mønster. Når der skiftes fra individuelle til aggregerede observationer, vil der være informationer som går tabt. Dette skyldes, at der gennem anerkendte statistiske metoder, udelades de ekstreme observationer, som er de observationer der signifikant afviger fra det mønster der danner sig, eller den tolerance der er sat – det kunne for eksempel være gennem anvendelse af median. Det er vigtigt at gøre dette, da en stor del af dataanalyse omhandler, at rense for data der er misvisende, forkert, eller modeller der giver misvisende informationer. [Nielsen P. , 2016]

Charles Wheelan der har udgivet bogen "Naked statistics" giver et par eksempler på god og dårlig data, samt konklusioner ud fra data [Wheelan, 2013]. Dårligt data, bliver blandt andet eksemplificeret, med indsamlingsmetoder der har påvirket adfærd eller undersøgelser med manglende parametre. Det første eksempel, er læger fra New York, med specialisering inden for hjertebehandling, der blev vurderet ud fra scorecards ift. dødsraten af deres behandling – dette resulterede i, at lægerne ikke ville behandle patienter med høj risiko, da det ville påvirke deres scorecard. Et eksempel på manglende parametre er, filmbranchen der fremhæver film, som mest indtjenende udelukkende på omsætning. Dette betyder at filmen Avatar, 2009, havde en omsætning på 2,8 milliarder dollars ca., og blev derfor hyldet som den bedst tjেনende film nogensinde. Gone with the wind, 1939, havde en indtjening på 390 millioner dollars dengang, og blev derfor ikke betragtet særlig højt på skalaen. Dog ved at medregne inflation, ændrede placeringerne sig – og Gone with the wind blev kåret som den mest indtjenende film nogen sinde (3,4 milliarder med påregnet inflation).

Eksempler på godt data, kan findes i sportsverdenen fra f.eks. basketball, hvor der indsamles data vedr. mål pr. kamp, skud blokeret, meter løbet osv. Disse tal er fuldstændig objektive, da basketballspillerene er klar over de bliver vurderet, men samtidig skal performe, og derfor ikke ændrer adfærd.

Derfor er det essentielt med stor fokus på indsamling af valide data, samt at benytte de rigtige metoder til at drage konklusioner ud fra, når der analyseres data – derfor kræver statistisk og dataanalyser, også faglig sund fornuft til, at vurdere om dataene er valide og indsamlingsmetoden er korrekt udført. Nedenstående er forskellige statistiske analyser der anvendes til dataanalyser.

**Induktiv statistik**, er en metode, hvor der ud fra en relativ lille mængde data, kan skabes et repræsentativt billede af et helt segment – denne metode anvender Gallup og Danmarks Statistik blandt andet, når de laver repræsentative undersøgelser, hvor de udspørger et par tusinde mennesker om en problemstilling, og derved ud fra denne gruppes besvarelser, ræsonnerer for en samfundsmæssig tendens. Metoden anvendes også til folketingsvalg når der laves samples, eller stikprøver på stemmer, som giver et forholdsvist præcist billede på antallet af mandater de forskellige partier kan forvente.

**Association rule learning**, er et sæt af teknikker til at afdække interessante relationer mellem variabler i en stor database, og indeholder en bred vifte af algoritmer til, at generere og teste mulige regler [Manyika, et al., 2011]. Eksempelvis hvis en detailforhandler vil afdække hvilke produkter, der ofte købes sammen, og dermed bruge denne information til marketing og placering af vare i butikken.

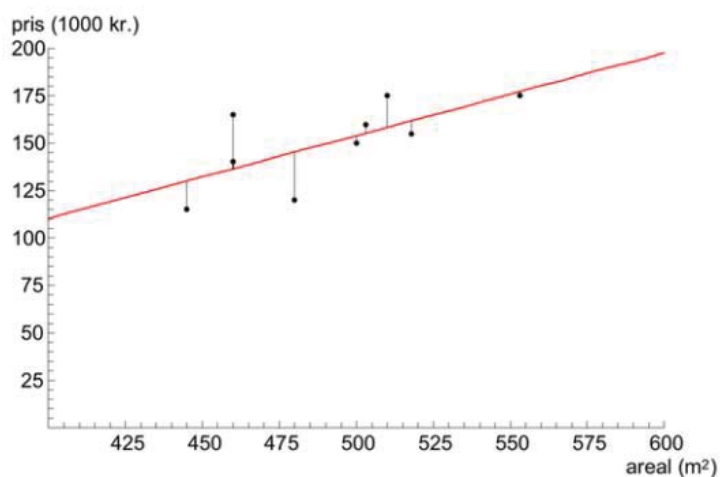
**Clusterering**, er statistiske metode, som grupperer objekter eller parametre, ved at opdele dem i mindre grupper ud fra lignede karakteristikker og signifikans [Manyika, et al., 2011]. Eksempelvis kan metoden anvendes til, at segmentere ud fra socioøkonomiske aspekter som indkomst, uddannelse, alder og geografisk placering. *Clustering* bruges i data analytics, til genkende mønstre eller tendenser, som kan bruges til prædiktive analyser.

**Classification**, er kontrasten til *Clustering*, der identificerer de kategorier, hvortil nye observationer tilhører, hvilket baseres på erfaring fra tidligere og kendte kategoriseringer [Manyika, et al.,

2011]. Eksempelvis kan metoden anvendes til at tildele en diagnose til en bestemt patient ud fra observerede karakteristika som køn, blodtryk, symptomer osv. *Classifikation* er dermed en form for pattern recognition.

**Regressionsanalyse**, er en statistisk analysemetode, der søger at skabe sammenhæng mellem responsvariablen  $Y$ , og  $X_1 \dots X_p$ , der er et udtryk for en række forklarende variabler [Den store danske, 2016]. Årsags-sammenhængen mellem to variabler illustreres på nedenstående figur ved pris og areal.  $r$ , regressionslinjen som er rød, beskriver et lineært forløb vha. mindste kvadraters metode. Denne analyse søger derved at forklare en tendens gennem mange forskellige variabler – i dette tilfælde en simpel lineær regression, ved sammen mellem pris og areal.

Figur 3-D: Regressionsanalyse, areal og pris



Kilde: [Den store danske, 2016]

Yderligere ved multipel lineær regression, er det muligt at sammenligne flere variabler, og det er primært dette som anvendes i Big-Data – princippet, mindste kvadraters metode bruges også til dette.

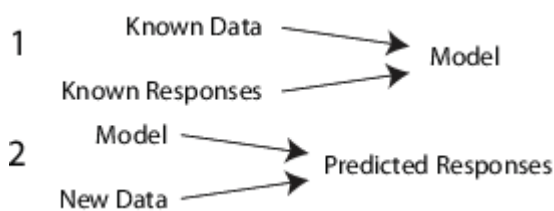
Hermed blev præsenteret nogle af de mest almindelige statistiske analyser, som er grundlaget for ML, hvilket vil blive redegjort for i det følgende.

### Machine Learning

Machine Learning (herefter ML), er del af Computer Sciene, hvor et system er udstyret med en algoritme, der muliggør, at den udvikler sig og automatisk kan forudse, klassificere, gruppere eller opfange uregelmæssigheder og derfra tage beslutninger, ud fra det indsamlede empiriske data [Manyika, et al., 2011]. ML er opstået ud fra tankegangen omkring computere med kunstig intelligens, som selv kan genkende mønstre og udvikle sin forståelse løbende. I det følgende vil de forskellige typer af ML redegøres for. Det skal understreges, at ML og kunstig intelligens er to forskellige begreber.

**Supervised learning**, er en metode hvor systemet udleder en konklusion, ud fra nogle allerede programmerede "kendte" eksempler – hvor modellen præsenteres for et kendt svar i henhold til en kendt kontekst, se Figur 3-E. Når systemet med den lærende algoritme, får flere observationer (ny data), vil den bedre kunne forudse et resultat [MathWorks, 2016]. Et eksempel kunne være, sandsynligheden for et hjerteanfald, hvor få tilfælde bliver tildelt systemet – herefter samler systemet data og finder mønstre gennem forskellige parametre som alder, vægt, højde, blodtryk osv. Derved udleder

Figur 3-E: Supervised Learning



Kilde: [MathWorks, 2016]

den hvilke segmenter, der er mest udsatte [MathWorks, 2016]. Disse teknikker baseres bl.a. på *Classification*.

**Unsupervised learning**, er modsat supervised learning, hvor systemet ikke får kendte data eller observationer, og derfor må drage konklusioner uden at kunne sammenligne med kendte data [MathWorks, 2016]. Dette bruges til at finde ikke struktureret data eller segmenter iblandt dataene. Et eksempel på dette, er ved at anvende *Clustering*, og derved finde parametre med fælles karakteristikker [Manyika, et al., 2011].

**Natural language processing**, er en del af Computer Science og lingvistik, der anvender avancerede algoritmer til, at analysere det menneskelige sprog [Manyika, et al., 2011]. Denne metode anvender tekstbaserede data som e-mails, erhvervsdokumenter, hjemmesider og sociale medier. Natural language processing er også kendt som text mining, og modsat mange andre ML metoder, analyserer denne ustruktureret data [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014]. Et eksempel på dette er, at anvende Natural language processing til, at analysere kunders reaktion på et produkt, gennem at identificering af meninger der bliver udtrykt om produktet gennem sociale medier. I forbindelse med dette, er det muligt at segmentere de positive, neutrale og negative reaktioner, og identificere hvilke reaktioner der er mest repræsentative [Manyika, et al., 2011].

ML kan derved både bruges til, at finde mønstre blandt mange variabler, men også forudse hændelser. Et stort fokusområde omkring ML er, at gøre algoritmerne i stand til automatisk at lære og genkende komplekse sammenhænge, dertil at kunne træffe optimale beslutninger ud fra data [Manyika, et al., 2011].

Hermed blev der gennemgået nogle af de mest anvendte teknikker, indenfor Data Mining og ML. I det følgende delafsnit vil præsenteres eksempler på, hvordan Big-Data og BDA kan anvendes.

### 3.2.2 Eksempler på anvendelse af Big-Data Analytics

Mange virksomheder har allerede fået øjnene op for potentialet af Big-Data. Et eksempel fra Harvard Business review [McAfee & Brynjolfsson, 2012], er Amazon: Før i tiden blev bøger primært solgt i en fysisk boghandel. For at spore adfærd og behov, kunne de have medlemskaber og ud fra dette, se den givende kundes præferencer. Da salget af bøger bevægede sig online, kunne Amazon pludselig gennem data (senere Big-Data) registrere, ikke kun hvad brugerne købte, men hvilke bøger de kiggede på, indflydelse af reklamer, anmeldelser, hjemmeside-layout og bevægelsesmønstre gennem forskellige grupper. Dette ledte til udarbejdelse af algoritmer, der kunne forudse, hvad den enkelte bruger ville have interesse i, algoritmerne blev yderligere forstærket, hver gang en bruger accepterede eller afslog et forslag. Lignende tiltag ses i almene folks hverdag, igennem succesfulde virksomheder som Netflix, Facebook, AirBnb etc. som ud fra brugerens adfærd tilpasser reklamer, film og købsforslag. Dertil foreligger en minimal udgift på drift og administration, da softwaren gør processerne automatiserede.

I byggebranchen har et firma, Uptake, fra USA, formået gennem meget få år, at have en estimeret omsætning på 1,1 milliard dollars ved, at levere Big-Data analyser til byggebranchen, blandt andet til Catepillar, som producerer byggemateriel. De har gennem dataanalyser kunne optimere driften af deres maskiner, ved hjælp af data analyser af hydrauliksystemer, brændstofforbrug, GPS etc. Dette har dannet mønstre, hvor Uptake blandt andet har, kunne rådgive om hvilke ty-



per maskiner der passer bedst til hvilke opgaver og reduktion af brændstofforbrug. [Forbes, 2016]

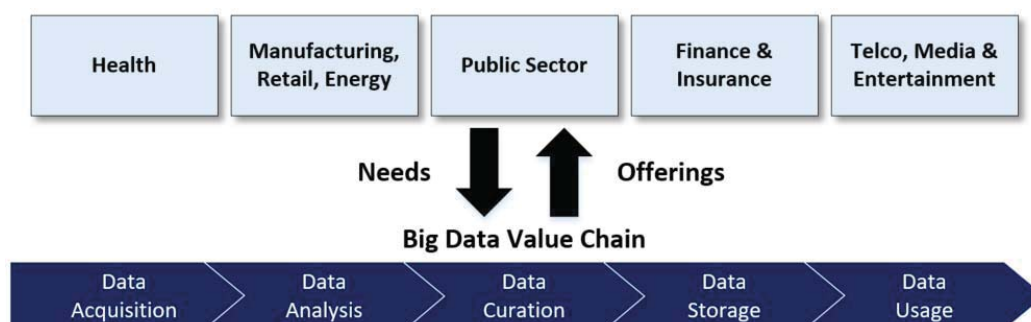
Det samme ses med Siemens og deres vindmølleparker, hvor hver mølle er monteret med ca. 400 sensorer, som hver uge fordre virksomhedens overvågningscenter med millioner af driftsdata omkring bl.a. vibrationer, tryk, temperatur, accelerationer – i alt mere end 2.300 driftsparametre for hver mølle. Herfra trækker diverse specialister data til analyse af sammenhænge og mønstre. Hensigten er at kunne forudsige og planlægge driftssvigt og derved minimere servicebesøg på især havvindmøller. Ud fra sensordata som produceret power, ambienttemperatur, nacelletemperatur og generatorens omdrejningstal kan dataanalyser eksempelvis forudsige, hvad den korrekte øjeblikkelige temperatur er for gearoliens temperatur – fordi disse analysemodeller er blevet oplært gennem tusinder af års måledata fra vindmøller. [Lund, 2016]

Nærværende afsnit har præsenteret forskellige temaer af Big-Data, som har ledt til en endelig definition af begrebet, og efterfølgende blev det behandlet, hvordan BDA historisk oprinder fra BI og BA. Dernæst blev redegjort for Data Mining iht. statistiske analyser og ML. Slutteligt blev fremsat eksempler på, hvordan nogle af de mest succesfulde virksomheder i nyere tid har anvendt Big-Data, som en del af deres succes, og hvordan disse har formået at disrupte forretningsmodellen i forskellige markeder. Det følgende delafsnit vil præsenteres en model til behandling af data, fra behovet opstår, til en værdi bliver skabt.

### 3.3 Big-Data Value Chain

Der er mange forskellige teknikker inden for Big-Data og dataanalyse, de har primært rødder i statistik og Computer Science [Manyika, et al., 2011]. Dette afsnit omhandler, hvorledes data indsamles, analyseres og efterfølgende bruges. For at beskrive hele processen er der taget udgangspunkt i Big-Data Value Chain, som er baseret på Porters Value Chain [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014], jf. *Figur 3-F*. Denne model beskriver, hvordan der skabes værdi eller et output, gennem en serie af aktiviteter og et input (*Need*), en transformation og til sidst et output (*Offering*). [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014].

Figur 3-F: Big-Data Value Chain



Kilde: [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014]

*Needs* er et udtryk for den, eller de, problemstillinger som Big-Data skal løse - dette fungerer som et input til værdikæden. Hvert led kan kort beskrives som følgende:

1. **Data Aquisition:** Hvordan fremskaffes og behandles datagrundlaget?
2. **Data Analysis:** hvilke analyseredskaber skal anvendes, for at skabe brugbare resultater, der kan besvare problemstillingen?



3. **Data Curation:** Hvordan styres data i den periode vi indsamler den, for at sikre kvalitet og validitet?
4. **Data Storage:** Hvor lagres dataene og hvor hurtigt skal de kunne være tilgængelige?
5. **Data Usage:** Hvad skal dataene bruges til og hvem skal bruge den?

De forskellige led i værdikæden, vil i uddybende grad blive behandlet, i de følgende delafsnit.

### 3.3.1 Data Aquisition

Data Aquisition er en proces der sikrer, at de efterfølgende analyseværktøjer kan fungere optimalt – ved at indsamle, filtrere og rense datagrundlaget, inden de bliver sendt videre til datalageret. I denne indledende fase, afgøres hvordan og hvor data skal fremskaffes fra, for at blive bearbejdet videre i en analyse, med den hensigt, at skabe værdi ift. de problemstillinger Big-Data skal løse ud fra de opstillede *Needs*.

Data Aquisition er processen der indsamler data fra den "fysiske verden", det kan f.eks. være temperatur, tryk, GPS-data, volt, lyd, eller brugeradfærd, som overføres til en computerdatabase. Dertil fra den "virtuelle verden" kan dataindsamlinger eksempelvis være transaktioner, tekst (hjemmesider, sociale medier, e-mails, dokumenter, datasæt). De fleste scenarier indeholder de 3V'er i højt omfang, men med lav værdi af de "rå data", som derved gennem algoritmer skal filtreres, renses og struktureres, for at kunne anvendes i en videre analyse. Data kan fremkomme i tre former:

**Ustruktureret data**, er data som ikke har en prædefineret rationel model, og derfor ikke følger et bestemt mønster. Det kan være e-mails, Powerpoint præsentationer, Word dokumenter, SMS'er, lydfiler, billedfiler eller videofiler. [Manyika, et al., 2011]

**Semi-struktureret data**, er data som i nogen grad har attributter, der gentager sig, efter en prædefineret rationel model. Et eksempel på dette er XML filer også kaldt logfiler, der registreret tidspunkter du logger ind på din mail eller Facebookkonto, og derved registreres tidspunkt og lokation. Ved GPS og sensor data, foreligger der en diskussion omkring hvorvidt det er semi- eller fuldstændig struktureret – da der kan være store udsving i frekvensen og det stadig kræver en hvis grad af strukturering, efter indsamling af den rå data. [Manyika, et al., 2011]

**Struktureret data**, er data som er prædefineret inden for en rationel model. Det vil sige, dataene forefindes inden for en helt fastdefineret ramme, og derfor går efter det samme mønster. Det er blandt andet regneark eller databaser med relationel data (data er organiseret efter en formelt beskrevet tabel, og vil derfor ikke kunne ændre strukturen af dataene). [Manyika, et al., 2011]

Når der indsamles data er det vigtigt, at have fokus på interoperabilitet således, at det software, der anvendes til at behandle dataene, er kompatibelt med den eller de flere forskellige data, der indsamles, og kan læse dem. Dertil er det vigtigt at beskytte sine data, dette gøres ved at kryptere den data der indsamles, så den er vanskelig at afkode og samtidig er robust mod spam og cyberangreb. [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014]

Efter at behandlingen af datasættene er udført er næste led at besvare, hvilke analyseredskaber der skal anvendes for, at skabe brugbare resultater, som kan besvare en problemstilling.

### 3.3.2 Data Analysis

Data analysis udføres på baggrund af teknikker fra BI, BA samt BDA, og er fundamentet for værdikæden, da den transformerer "rå data" til brugbare svar, der kan føre til datadrevne beslutninger. Mange af de metoder BDA anvender, er ikke nye, men er blevet kombineret og opskaleret i sammenspil med nyt sofistikeret software, for at kunne håndtere de 3V'er. Teknikkerne bag dette led blev gennemgået i delafsnit 3.2.1.

Efter fastlæggelse af analyseredskaberne er næste led at beslutte, hvordan dataene skal styres i den periode de indsamles, så kvaliteten og validiteten sikres.

### 3.3.3 Data curation

Ved dataanalyser, er det ikke nok, at have de bedste metoder og analyseredskaber, hvis dataene som behandles, ikke er af ordentlig kvalitet. Gartner har vurderet, at mere end 25 pct. af data, i verdens største virksomheder, er fejlbehæftet [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014]. Det kan give fejlagtige beslutningsgrundlag, hvis dataene ikke giver retvisende billeder af de reelle forhold. I forbindelse med den højere grad af decentralisering af databeholdning og de 3V'er, kræver det en datastyring, der kan håndtere disse udfordringer.

Data Curation eller data management, er en disciplin, der indeholder datastyring for at sikre dataenes kvalitet og maksimere anvendeligheden. Dette forklares med følgende citat [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014]:

*"Data Curation is the active and on-going management of data through its lifecycle of interest and usefulness; ... curation activities enable data discovery and retrieval, maintain quality, add value, and provide for re-use over time"* – [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014]

Det er som regel en person eller et team, der står for denne proces. Denne rolle er utrolig vigtig, da der er en stor sammenhæng mellem kvaliteten af dataene og den analysemodel der opstilles. Hvis en af disse dele er inkonsistent, vil det give forkerte outputs [Nielsen P. , 2016]. Erfaringer viser, at der i mange projekter, ikke bliver investeret nok i denne del, hvilket resulterer i budgetoverskridelser eller inkonsistent data [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014]. Rollen *Data Curation* kan sammenlignes med en key management partner, hvis ressourcerne ikke bliver gransket og optimeret, vil de ikke skabe den optimale værdi. Derfor er håndteringen af datakvaliteten en faktor der ikke må overses:

*"You can have Big-Data challenges not only because you have Petabytes of data but because data is incredibly varied and therefore consume a lot of resources to make sense of it"*. – [Manyika, et al., 2011]

Når kvalitet og validitet er fastlagt vil næste led være, at behandle, hvorledes dataene lagres og hvor hurtigt de skal kunne være tilgængelige.

### 3.3.4 Data lagring /storage

Nedenstående vil gennemgå en beskrivelse af, hvorledes data indsamles i software, der muliggør en strukturering og hurtigere behandlingstid, med den hensigt, at skabe en hurtig og nem tilgang til dataene for brugerne.

Datalagring handler om, at have tilstrækkelig lagerplads til sin nuværende, men også fremtidig indsamling af data. Yderligere, skal datalageret kunne behandle store mængder og typer af data, med en optimal behandlingstid. Det er muligt at opbygge sit eget fysiske lager, alternativt købe eller leje sig ind på lagerplads hos udbydere, i et internetbaseret fjernlager også kaldt "Clouden" – prisen på hardware der kan lagre data, er over de sidste årtier faldet meget, derved kan mellemstore og små virksomheder nu også lagre store mængder data uden at det behøver, at være forbundet med store udgifter [McAfee & Brynjolfsson, 2012].

Grundlaget for, at behandle store mængder data gennem BI, BA og BDA, kan beskrives med tre hovedkomponenter, se *Appendiks 3.A for uddybning*, som er [Canvillas, Curry, & Wahlster, 2014]:

1. Protokoller der tillader, at kunne indsamle forskellige typer af data (ustrukturerede, semi-strukturerede og struktureret data)
2. Rammer for hvordan dataene bliver indsamlet og tildelt de forskellige systemer, med forskellige protokoller
3. Teknologier der tillader vedvarende lagring af data, indsamlet af delsystemerne

Lagring af store mængder data, kræver en strategi der er tilpasset den udvikling af datamængder, som forudses inden for organisationens rammer – det kan blive en stor omkostning, hvis der ikke prioriteres de korrekte lagringsressourcer. Dette kan betyde langsom behandlingstid eller mangel af lagringsplads, resulterende i vigtig data går tabt. Der er også et økonomisk og miljømæssig aspekt forbundet, med at have stor datalagring, dette redegøres for i delafsnit 3.5.

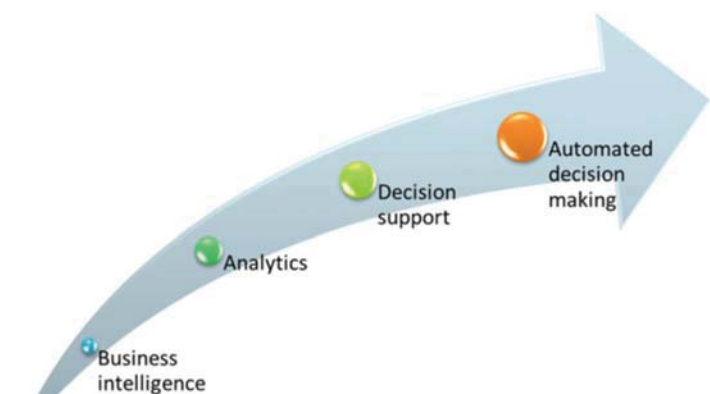
Efter at de forudgående elementer i værdikæden er fastsat, er det nu muligt at behandle, hvad dataene kan eller skal bruges til og hvem som får gavn af resultaterne.

### 3.3.5 Data usage

Dette delafsnit, vil overfladisk redegøre for brugen af BDA, da dette allerede er redegjort for i afsnit 3.2. Fokus vil derfor være, en opsamling af anvendelse af Big-Data, og en redegørelse af hvilke niveauer af analyser der findes, og hvornår en analyse ikke er Big-Data baseret.

Det idéelle brug af Big-Data, baseres på automatisering af beslutninger ud fra data gennem ML, dog er det på nuværende tidspunkt begrænset hvor meget som kan overlades til automatisering [Nielsen P. , 2016]. I *Figur 3-G* illustreres forskellige trin i forhold til brugen af Big-Data. Ved BI, behandles den beskrivende statistik, som kun forholder sig til det udtrukne data. Det næste trin er "Analytics" (BA), som, beskrevet i underkapitel 3.1.2, er, når data

**Figur 3-G: Evolutionen med Big-Data**



Kilde: [Nielsen P. , 2016]

analyseres og fortolkes for, at give en dybere forståelse af sammenhænge og resultater, ledende til "Decision Support", hvor beslutninger i højere grad bliver kvalificeret ud fra data analyser,

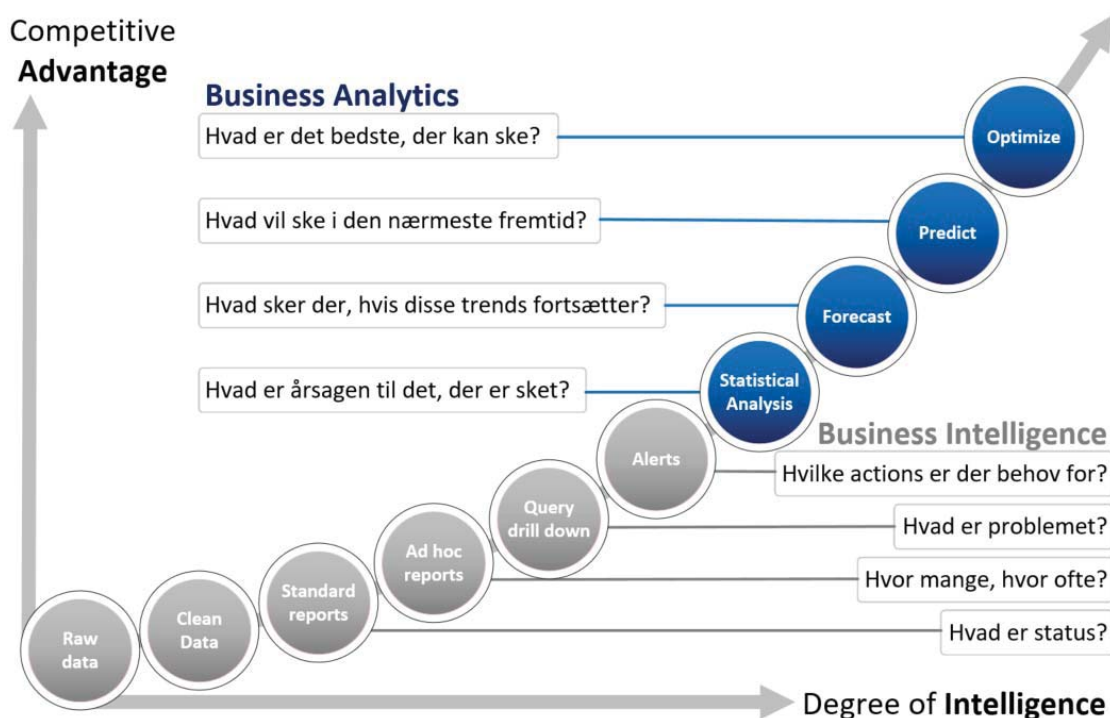
men stadig fortolkes af det menneskelige aspekt. "Automated decision making", er det sidste trin, hvor der automatisk ud fra data bliver truffet beslutninger – som beskrevet i ovenstående underkapitler, kræver det dog, at den samlede analysemodel er robust nok til, at kunne frembringe de rigtige beslutningsgrundlag dertil, at dataene er valide og udtrækkes i den nødvendige frekvens.

Dette delafsnit har givet et indblik, i den optimale anvendelse af dataanalyser, dette vil yderligere blive udforsket i næste delafsnit, gennem analytisk modenhed.

### 3.3.6 Analytisk modenhed

En anden måde at anskue hvordan analyserne kan anvendes, i forhold til den værdi, der kan udledes gennem BDA, er med "Data Maturity" kurven, udarbejdet af SAS Intelligence [SAS Institute, 2014]. Denne kurve er inspireret af Gartner inc.'s model, der beskriver de forskellige grader af dataanalyser som bruges og hvor meget værdi de skaber. Modellen er en måde, at beskrive hvor stor en værdi, der udledes, i forhold til hvilket niveau, af analyse der anvendes – denne model giver også en skildring af, hvornår en analyse er BI, og hvornår den kan betegnes som BA og BDA.

Figur 3-H: Analytisk modenhed



Kilde: Insp. af [Ranum, 2016] og [SAS Institute, 2014]

Figur 3-H kan inddeles i tre kategorier:

**Descriptive Analytics:** Udforsker historisk data, med det formål, at beskrive hvad der er sket – dette er beskrevet i delafsnit 3.1.2, BI, hvor fokus er, at finde ud af hvad der er sket. Dertil hvor problemet befinder sig, og hvad der er brug for, for at løse problemstillingen [Hu, Wen, Chua, & Li, 2014]. I forhold til figuren, er dette visualiseret ved spørgsmålene i de grå bokse.

**Predictive Analytics:** Fokuserer på at forudse sandsynligheder og trends i fremtiden. Som beskrevet i delafsnit 3.2, kan dette være gennem ML og statistiske analyser – denne analyse skal

besvare de tre spørgsmål under BA; *hvad er årsagen til det, der er sket?; hvad sker der, hvis disse trends fortsætter?; og hvad vil ske i den nærmeste fremtid?*.

**Prescriptive Analytics:** Denne analyse er den sidste del, og indeholder viden fra de to ovenstående analyser. Analysen har til formål, at bruge de indsamlede analyser og derved beskrive tiltag, hvorved der kan opnås en fordel, samtidigt, at beskrive scenarierne for hvert tiltag [Hu, Wen, Chua, & Li, 2014]. Dette sker gennem simulering af forskellige udfald, hvor der findes den optimale løsning, der kan bruges til løbende optimering, eller til at vurdere fremtidige muligheder. Denne del søger at besvare det sidste spørgsmål; *hvad er det bedste, der kan ske?*

Det kan være svært at adskille Big-Data fra statistik- og dataanalyser, samt BI. BDA anvender induktiv statistik og ikke-lineære systemidentifikationer (regressionsanalyse), og sammenligner som regel intern data med mange forskellige typer ekstern data. Derved er en væsentlig forskel på BI og BDA, at BI forholder sig til beskrivende statistik og primært de interne indsamlede data.

BDA, er baseret på metoder fra BI og statistiske analyser, som har været anvendt i lang tid, dog adskiller metoden sig ved, at integrere intelligent software og algoritmer, der kan redegøre for sammenhænge og tendenser, i mange forskellige opstillede parametre. Begrebet Big-Data anvendes derfor når der er utrolig store mængder af observationer (volume) og få variabler (variety), eller omvendt – ergo anvendes Big-data ikke kun når mængder bliver for store, men også hvis der forekommer mange variabler, i en så høj grad, at det ikke er menneskeligt muligt at håndtere [Nielsen P. , 2016]. Velocity er en væsentlig faktor, for den frekvens eller hastighed af den data, der indsamles, som forekommer fra indsamlingsmetoder, som monitorering med sensorer. Dertil beskæftiger BDA sig med ML, som er systemer, der over tid forbedrer sig og automatisk fremhæver sammenhænge samt afvigelser – dette kaldes også kognitive systemer [Manyika, et al., 2011].

Nærværende delafsnit præsenterede en model, der omfattede hele processen fra indsamling af data, analyse og behandling, til anvendelse af det endelige resultat. I det følgende afsnit vil Big-Data blive nedbrudt for, at analysere de forskellige anvendelser, potentialer og værdiskabelser, som Big-Data tillader.

### 3.4 Værdiskabelse med Big-Data

Efter en redegørelse af begrebet Big-Data, samt hvordan det anvendes i BDA, er det fundet nødvendigt, at behandle hvorledes det er muligt, at opnå værdi med Big-Data.

Big-Data rummer stor diversitet og anvendes i flere forskellige kontekster, og derfor vil der i det følgende, blive redegjort for en naturlig segmentering af begrebet, gennem individuelle kendetegn og værdibetragtninger. Opdelingen vil tage udgangspunkt i MGI-rapporten "*Big-Data: The next frontier...*", hvor fem bredt anvendelige perspektiver er identificeret til, at skabe værdi gennem udnyttelse af Big-Data. Disse udspringer af en dybdegående undersøgelse på tværs af fem forskellige sektorer i Europa, USA samt globalt, hvor de præsenteres som en sammenfatning af resultaterne i alle sektorer. Ifølge samme rapport har disse perspektiver konsekvens for, hvordan en virksomhed skal udformes, struktureres og ledes [Manyika, et al., 2011]. Denne segmentering er valgt uden alternativer, da der i den undersøgte litteratur ikke findes andre reelle opdelinger efter værdiskabelse. Samtidigt henviser undersøgelsen til helt generelle områder, som findes internt som funktioner eller aktiviteter, i de fleste virksomheder. I det følgende vil validiteten og reliabilitet blive redegjort for.

Resultaterne fra MGI-rapporten er fremkommet gennem interviews med brancheeksperter, indenfor McKinsey & Company's egen organisation, samt studier af aktuel litteratur, publiceret af MGI. For hvert område, er identificeret specifikke virkninger til værdiskabelse med Big-Data. Herfra har processen været, at kvantificere potentialet for merværdi, hvorefter de nødvendige katalysatorer til at udnytte den værdi hos henholdsvis virksomheder, organisationer, regeringer og enkeltpersoner er blevet prisfastsat. [Manyika, et al., 2011]

Værdiskabelsen er baseret på mange ubekendte variabler, forventninger og generalisering, hvorfor den må vurderes som et kvalificeret estimat. Dette påvirker dog ikke validiteten, i den hensigt værdiskabelsen er fremsat i rapporten, da denne ikke er direkte afhængig af den kvantificerede værdi, men bygger på de eksempler, der præsenteres i forbindelse med virkningerne.

Undersøgelsens fem områder omfattede tilsammen, i 2010, knap 40 pct. af det samlede globale BNP, og de repræsenterer samtidigt, et bredt spektrum af centrale dele af den globale økonomi, hvor de til dels samtidigt behandler regionale forhold. Områderne varierer i modenhed og kompleksitet i deres brug af Big-Data og tilbyder derfor forskellig læring. I undersøgelsen er inddraget områder med global handel, som produktionsindustrien, såvel som områder uden handel, som den europæiske offentlige sektors administration, herudover er inddraget forskellige produkter og tjenester. [Manyika, et al., 2011]

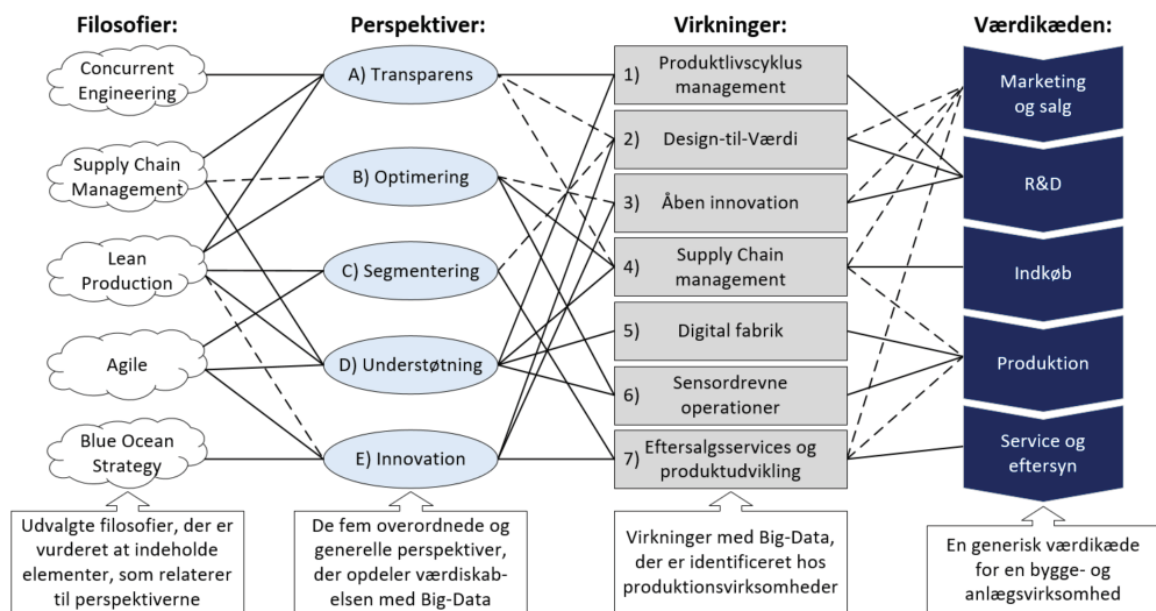
Undersøgelsen resultater er vurderet til i høj grad, at repræsentere et generelt billede af værdiskabelsen med Big-Data, som følge af det store omfang undersøgelsen bygger på. Derimod er reliabiliteten, i forhold til bygge- og anlægsbranchen vurderet lav, som følge af at kun én ud af de undersøgte sektorer, har tydelige paralleller til bygge- og anlægsbranchen. Reliabiliteten i transmissionspotentialet er styrket ved, at redegøre for relationerne mellem elementer fra anerkendte produktionsfilosofier og perspektiverne, samt deres umiddelbare sammenhæng med virkningerne.

I følgende delafsnit, vil hvert af de fem overordnede perspektiver, beskrives enkeltvis i sin oprindelige kontekst, hvorefter et bud på transmissionspotentialet til byggebranchen, sammen med paralleller til lignende produktionsfilosofier analyseres. De udvalgte produktionsfilosofier er uddrag fra Anlægsteknik 2 – Styring af byggeprocessen fra 2011, hvilke er samlet i *Bilag 2.A*, hvorfor der i denne sammenhæng, vil forefindes flere henvisninger til dette afsnit i bilagssamlingen. Formålet med dette delafsnit, er at skabe en større forståelse af de vidtstrækkende muligheder med Big-Data, samt at præsentere en nedbrydning og adskillelse af anvendelsen og værdiskabelsen, mens den store kompleksitet, der trods opdelingen stadig er aktuel, samtidigt påvises.

Det er valgt, at præsentere læseren for de enkelte elementer på forhånd, hvilket er illustreret i *Figur 3-Figur 3-1*. Denne illustration sammenstiller samtidigt, resultaterne for specialegruppens vurderede relationer mellem hvert enkelt element. De påviste relationer mellem virkninger og værdikædens elementer er udarbejdet af MGI, men selve strukturen i værdikæden somer er præsenteret, er hvor specialegruppen vurderer, hvordan den generiske interne værdikæde vil forholde sig for en ordrebaseret virksomhed, hvilket kendetegner bygge- og anlægsbranchen. R&D er dækkende over en Forsknings- & udviklingsafdeling, hvilket i dette tilfælde, nærmere må betegnes som en design- og udviklingsafdeling. Derudover er de øvrige relationer specialegruppens egne. En punkteret linje illustrerer en delvis, elementær eller indirekte relation.



Figur 3-1: Relationsdiagram for filosofier, perspektiver og virkninger iht. værdikæde



### 3.4.1 Overordnede perspektiver til værdiskabelse med Big-Data

De fem overordnede perspektiver er resultatet af analysearbejdet af de tidligere nævnte fem sektorer, og de er i nærværende specialerapport frit navngivet for, at skabe en simplifikation af indholdet, hvorfra navngivning er bestemt efter deres værdiskabende funktion. Eksempler på anvendelse findes i Appendiks 3.B. Perspektiverne er enekeltvist uddybet i det følgende.

#### A) Transparens

Dette perspektiv omhandler værdiskabelse gennem oprettelse af større gennemsigtighed og transparens, mellem to afdelinger eller funktioner, der henvender sig mod både interne og eksterne interessenter. Værdien består i at skabe "åbne data", hvor tilgængeligheden til information, der tidligere har været lagret i organisatoriske siloer, forbedres og udvides, for dermed at kunne forbedre effektiviteten. Derved muligheden for lettere at kunne dele Big-Data mellem relevante interessenter, i tide og gennem færre procesled.

Perspektivet er som udgangspunkt, en forudsætning for alle virkninger og det er den mest nærliggende måde til, at skabe værdi i de virksomheder og brancher, der er uerfarne i anvendelsen af Big-Data samt data generelt, og dermed til at høste det tilhørende potentiale. Det største potentiale findes typisk i funktioner og organisationer med manglende incitament for, at skabe datagennemsigtighed (transparens). Eksempelvis, hvor der er mindre nødvendighed for at skabe god performance.

Dette perspektiv kan ifølge MGI også overføres til brancher som allerede anvender IT og Big-Data, og selv i produktionsvirksomheder, hvor anvendelsen af Big-Data og incitamentet til at forøge produktiviteten er højt. Undersøgelsen fandt et potentiale, i reduktion af spildtid og designændringer i produktionsprocessen, gennem Concurrent Engineering. Eksempelvis ved at integrere data fra R&D (design og udvikling), tekniske afdelinger samt fra de enkelte produktionsenheder, potentielt mellem flere virksomheder i en leverancekæde.

I princippet anvendes dette perspektiv, og mindre grad af Concurrent Engineering, allerede i bygge- og anlægsbranchen, gennem digitalisering og diverse BIM-modeller. Her oprettes en hø-

jere grad af gennemsigtighed internt og eksternt mellem personer, på tværs af funktioner samt parter i projekternes leverancekæde. Det er i mellemtiden sandsynligt, at udbredelsen af Big-Data kan forbedre denne gennemsigtighed. Generelt er det nødvendigt at pointere, at der kan være politiske eller lovmæssige barrierer, med deling eller offentliggørelse af personlige informationer som beskrevet i afsnit 3.5 Udfordringer ved Big-Data.

Ifølge *Bilag 2.A.2*, er en grundlæggende tanke indenfor Supply Chain Management (herfra SCM) er, at øge gennemsigtigheden imellem, iførste omgang, interne funktioner og senere værdikædens eksterne parter således, at der skabes forståelse og overblik over forsyningskædens processer, så ikke-værdiskabende processer kan minimeres. Dette er også et gennemgående element indenfor Lean Production, jf. *Bilag 2.A.3*. I forbindelse med SCM kan der argumenteres for, at en større åbenhed mellem værdikædens parter kræver større grad af strategiske samarbejder, og eksempelvis Electric Data Interchange (EDI) er iht. Bhote's fire niveauer placeret på fjerde niveau "*Leverandør som fuldt integreret samarbejdspartner*".

### B) Optimering

Dette perspektiv søger værdiforøgelse, gennem undersøgelser af det interne optimeringspotentiale i en organisation eller værdikæde, ved hjælp af Big-Data. Stadig flere minutiøse transaktions-, GPS- og sensordata oprettes og gemmes, derfor kan organisationer indsamle mere præcise og detaljerede data, i realtid, om egne eller andres resultater – fra produktion, til brug af et produkt. Perspektivet henvender sig mod, at afdække bedste praksis eller eksponere flaskehalse, samt udsving og variation i ydeevnen, som ikke på samme måde er synlige ved et kumuleret niveau. Værdien opstår ved at kunne måle, sammenligne og manipulere disse elementer, for derved forstå bagvedliggende årsager til en situation, således for at udvikle metoder til at optimere forholdene.

MGI omtaler i denne sammenhæng Performance Dashboards, der er et værktøj til, at måle og sammenligne effektiviteten hos de forskellige enheder. Dette værktøj visualiserer operationelle og finansielle data fra diverse produktionsenheder, eksempelvis en afdeling, team eller materiel, for at sammenstille disse mod andre lignende enheder, eller det akkumulerede billede. Dermed muliggøres en mere videnskabelig tilgang til ledelse og beslutningstagning, gennem indsamling af empiriske resultater, fremfor den typiske ad-hoc tilgang, der kendetegner mange virksomheders beslutninger på baggrund af erfaring eller intuition.

En offentliggørelse af resultater på tværs af enhederne, vil gøre det muligt, at lære fra de bedste eksemplers arbejdsmetoder. Undersøgelsen viste, at i tilfælde med dårlige resultater, var den øgede fokus nok til at skabe intern konkurrence, derved implementerede enheder selv bedre arbejdsmetoder uden monetære investeringer. Effekten påvirkede selv områder med svag konkurrence eller manglende naturligt sammenligningsgrundlag. Et andet aspekt ved indsamling af store mængder data, består i, at skabe sammenligningsmodeller, der med større præcision kan rangere leverandører og tjenesteydere, efter variabler som kvalitet, tid og pris. Disse modeller kan dermed fungere som grundlag ved mere strategiske samarbejder, eller ved udbud af rammeaftaler.

Efter specialegruppens overbevisning, er et presserende kritisk spørgsmål ved dette perspektiv, hvorledes der er forskel på mennesker og maskiners adfærd ved manipulation. Maskiner må forventes at opføre sig logisk, hvorimod mennesker modsat vil påvirkes af følelser, tanker og baggrund, så deres handlinger ikke altid er logiske. Essensen er, at det dermed bør være mere komplekst at påvirke mennesker end maskiner. Når der i undersøgelsen derfor ikke er præsenteret

et tidsperspektiv, ligesom kontrolgrupper ikke er anvendt, må resultaterne ses i et kritisk lys. Der kan muligvis være tale om en Hawthorne-effekt [Mayo, 2003], hvor dette fokus alene har været skyld i produktivitetstigningerne, hvilket en undersøgelse foretaget med kontrolgrupper, eller over et længerestrækkende tidsperspektiv, muligvis kunne modbevise. Samtidigt beskrives ikke, hvorledes andre aktiviteter påvirkes af den øgede fokus, og det kan derfor betvivles, om et snævert fokus hos observatører og de udførende, muligvis også resulterer i et snævert resultat, jf. følgende citat:

*”Det vi måler, bliver prioriteret” – Peter Drucker*

Dette perspektiv kan umiddelbart have udfordringer i bygge- og anlægsbranchen, hvor fuldstændige gentagelser og maskiner uden menneskelig påvirkning er mindre, hvilket af den grund blandt andet også betyder, at målefrekvensen og antallet af uafhængige variabler er større. Derimod, er det stadig muligt at benchmarke processers effektivitet, indenfor den enkelte projektenhed, og i et omfang, hvor aktiviteternes variabler er sammenlignelige.

Indenfor SCM, jf. *Bilag 2.A.2*, er et af hovedelementerne netop at kunne definere mål eller standarder indenfor diverse områder, eksempelvis som varighed og kvalitet af enkeltaktiviteter, og ved hjælp af målbare mål, er det muligt at vurdere graden af fremgang i organisationen og værdikæden. Denne måling og vurdering kan udføres gennem Big-Data og BDA. Konkrete målinger af forskellige KPI'er på bygge- og anlægsprojekter, er medvirkende til at synliggøre bedste og værste praksis, så de enkelte enheder kan lære af hinanden, og flaskehalse samt udsving i ydeevne kan identificeres, derved kan foranstaltninger aktiveres. Dette kan sidestilles med nøgleelementer indenfor Lean Production, omtalt i *Bilag 2.A.3*, der omhandler at tilstræbe perfektion gennem løbende forbedringer, samt at minimere unødigt spild i produktionsflowet.

### C) Segmentering

Dette perspektiv skaber værdi, gennem analyse og forståelse af en gruppe interessenter med samme karakteristika, for derigennem at kunne individualisere og målrette sine kommende handlinger. Big-Data tillader organisationer, at skabe mere specifik segmentering af deres kundegrupper samt disses individuelle behov og efterspørgsel. Værdien opstår dermed ved, bedre at kunne skræddersy reklamekampagner, samt produkter og ydelser til, at udfylde efterspørgslen hos det enkelte mikro-segment.

Målretning af tjenester og markedsføring gennem diverse data (eksempelvis demografi, købsmålninger, kundeadfærd og holdninger), er velkendt hos forbrugerbaserede virksomheder, f.eks. i detailbranchen eller forsikringselskaber og banker, der er afhængige af risikovurderinger. Men eftersom teknologien forbedres og mere sofistikerede Big-Data teknikker udvikles, har det været muligt, at segmentere og analysere i nær realtid. Metoden kan derfor være revolutionerende for mange typer af brancher. Som følge af, at den private sektor længe har anvendt denne metode, så vurderer MGI, at det største potentiale med dette perspektiv, findes gennem skræddersyede tjenester fra offentlige organer, til enkeltpersoner og befolkningsgrupper. Et andet aspekt af perspektivet er, at en effektiv segmentering kan skabe større sikkerhed, i forudsigelser om afsætningspotentialet hos et markedssegment, samtidigt kan en indgående kundeforståelse medvirke til at forøge kundetilfredsheden.

I bygge- og anlægsbranchen, der overvejende er udgjort af ordrebaserede og unika produkter samt færre tilbagevendende kunder, i forhold til mange andre brancher, kan dette perspektiv have væsentlige begrænsninger, i forhold til segmentering af kundebasen, selvom værdien ved

indgående kundeforståelse ikke må overses. I forbindelse med at forstå sine brugere eller kunder, kan segmentering anvendes til, at afdække vigtige kriterier hos andre brugere indenfor et lokalt afgrænset område. Eksempelvis ved at afdække rumstørrelse eller -fordeling i nærliggende bebyggelser, eller hvilke boligannoncer der har flest besøgende indenfor en bestemt målgruppe. Et andet eksempel kunne være, at identificere mulige udviklingsprojekter med det største afkast, ud fra forskellige kriterier som grundpriser, urbanisering, lokalplansregulativer, salgspriser mv. Derudover kan segmentering muligvis have en vis værdi gennem identifikation af fejl og mangler, eller byggematerialers påvirkninger, ved diverse projektf forhold, ligesom segmentering af faste samarbejdspartnere eller bemanding kan belyse ukendte forhold.

På baggrund af *Bilag 2.A.4*, er det vurderet, at dette perspektiv har elementer fra Agile, uddybet i *Bilag 2.A.4*, ift. at øge kendskabet til mikrosegmenter i kundebasen således, at produkter hurtigere kan tilpasses til eventuelle ændringer i værdiopfattelse, behov eller efterspørgsel hos begrænsede kunde- eller brugergrupper, så virksomhedens fokus hurtigt kan omstilles til den nye situation. Dette kan sammenlignes med elementer fra Lean Thinking, beskrevet i *Bilag 2.A.3*, hvor det er essentielt at specificere, eller som i dette tilfælde, kategorisere hvilke aktiviteter og processer, der giver værdi for det endelige produkt

#### D) Understøtning

Dette perspektiv henvender sig til værdiudvidelse, gennem erstatning eller højere grad af understøttelse af menneskelig beslutningstagning, med automatiserede algoritmer – dette betegnes også som datadrevne beslutninger. Et sådant instrument kræver sofistikerede analyseværktøjer, men værdien består i, at kunne forbedre beslutningsprocessen væsentligt, minimere risici og afdække værdifuld indsigt, som ellers ville være skjult. Samtidigt vil anvendelse af mere sofistikerede og finjusterede algoritmiske teknikker, såsom ML, kunne minimere ressourceforbrug og fejl ved, at reducere sandsynligheden for både falske positive (Udvælgelse af emner uden problemer til yderligere undersøgelse) og falske negative (Udelukkelse af emner med problemer til yderligere undersøgelse). Mest sandsynligt vil virksomhederne ikke fuldautomatisere beslutningstagningen, men lette processen gennem analyser af store datamængder, som mennesker ikke vil kunne overskue i et regneark.

I bygge- og anlægsbranchen kan også dette perspektiv blive begrænset af lavfrekvente gentagelser i branchens projekter, samt de mange variabler, som adskiller projektsituationer fra at være sammenlignelige. Det handler derfor med dette perspektiv om, at identificere processer med høj gentagelseeffekt og sammenlignelige variabler, til indsamling af et pålideligt datagrundlag. Alternativt, kræver det store mængder af foruddefineret data, som f.eks. pris- og tidslister, koblet på mere håndgribelige variabler som f.eks. mængder.

Dette perspektiv og de eksempler, som knytter sig hertil, inddrager i høj grad elementer fra Lean Production, jf. *Bilag 2.A.3*, og samtidigt Just-In-Time, *Bilag 2.A.5*, i form af at kunne trække fra leverandører i realtid, fremfor at disse skubber til mellemlagre og øger pengebindinger, og samtidigt elimineres spild ved at automatisere afkaldeprocessen. En sådan konstellation, øger virksomhedens adræthed og omskiftelighed, ved ændringer i efterspørgslen, samtidigt med, at forudsigelser om fremtidige tiltag og tendenser i markedet, hurtigere og bedre kan identificeres, hvorfor der kan argumenteres for, at perspektivet også understøtter visionen fra Agile, jf. *Bilag 2.A.4*.

## F) Innovation

Dette perspektiv gør det muligt ved hjælp af Big-Data, at skabe nye produkter og serviceydelser, eller forbedre det eksisterende grundlag, samt til at opfinde nye forretningsmodeller. Dermed skabes værdien ved, at producenter kan anvende tilgængelige data, enten fra den daglige brug af konkrete produkter eller fra andre instanser, til bedre at forstå produktets anvendelse, således optimere udviklingen af den næste generation af produkter, eller at skabe innovative service- og driftstilbud.

Perspektivet udspringer af ideen om, at f.eks. offentlige Big-Datasæt gøres tilgængelige som "åbne data" således, at disse kan frigøre innovation både i og udenfor branchen. Let tilgængelige Big-Dataværktøjer og -analyseredskaber kan føre til kommercielle, non-profit eller individuelle tredjeparter, som skaber ny værdi for branchen, i en række forskellige hensigter. Under dette perspektiv findes også udbydere af sammenligningsmodeller, der med større præcision kan udbyde prissammenligningstjenester, der rangerer leverandører og tjenesteydere. Hvilket vil kunne flytte værdiforøgelsen med Big-Data til køberen eller slutbrugeren, som ud fra et vidtrækkende grundlag, i realtid, nemmere kan vælge den bedst kvalificerede udbyder. Samtidigt vil dette aspekt kunne benyttes til, at skabe indsigt i eventuelt ukendt potentiale hos et marked samt uharmoniske fordelinger af markedsandele således, at konkurrencen igen vil forøges til købers fordel.

I bygge- og anlægsbranchen, kan innovative produkter højst sandsynligt også udspringe af anvendelsen af sensorer, eksempelvis for bedre at kunne forstå brugen af en bygning eller kritiske belastninger af en anlægskonstruktion under bestemte forhold, samt udbud af services, der baseres på offentlige datakilder. Samtidigt udkommer der konstant nye og forbedrede BIM-applikationer, til styring og ledelse af flerdimensionelle aspekter, og risikostyring er ligeledes et aspekt, som vinder større indpas i byggeprocessen.

Ved dette perspektiv findes, på baggrund af *Bilag 2.A.3*, ligeledes elementer fra Lean Production, i forhold til bedre at forstå forholdet for værdiskabelse hos kunden, og eliminere fejl og uhenigtsmæssige elementer i fremtidige produkter. Innovation og udvikling af nye ydelser eller produkter, vil således også sikre virksomhedens adræthed, til mere effektivt at opfylde ændringer i den fremtidige efterspørgsel, eller til at udforske mulighederne for Blue Oceans, *jf. Bilag 2.A.6*, der handler om at ændre tilgangen til konkurrence ved, at finde og udvikle en strategi, der gør virksomheden unik på markedet, fremfor at fokusere på og konkurrere i den vante konkurrence-situation, der symboliserer Red Ocean [Kim & Mauborgne, 2004].

Hermed blev de fem perspektiver redegjort for, med relationer til elementer fra anerkendte produktionsfilosofier. I efterfølgende delafsnit, er det valgt, at foretage en dyberegående redegørelse af de virkninger, der er påvist, med afsæt i produktionsindustrien, da det er vurderet, at disse nemmere lader sig direkte transmittere til et lignende potentiale i bygge- og anlægsbranchen, hvilket er redegjort for under hver virkning. Formålet med dette er, at præsentere konkrete kontekster, hvor Big-Data er bevist som et værdiskabende element, for dermed at give læseren en indgående forståelse af forskellige anvendelser, i henhold til bygge- og anlægsbranchen.

### 3.4.2 Big-Data virkninger på tværs af produktionsindustrien

Produktionsindustrien er et interessant sammenligningsgrundlag for bygge- og anlægsbranchen, da foreneligheden med denne branche er vurderet størst af specialegruppen.



Produktionsbranchen er præget af en høj anvendelse af digitale værktøjer, dertil en af de brancher med flest lagrede data [Manyika, et al., 2011]. Produktionsindustrien har siden starten af computeræraen adopteret informationsteknologien til at designe, producere og distribuere produkter. I 1990'erne opbyggede produktionsindustrien imponerende resultater, på baggrund af anvendelsen af data til, at effektivisere operationelle fremstillingsprocesser og kvaliteten af produkterne [Manyika, et al., 2011].

På baggrund af disse konstateringer, bygger produktionsbranchen dermed på et betydeligt grundlag af erfaring med anvendelse af Big-Data, hvorfor det er fundet oplagt at udnytte denne. Big-Data har, ifølge MGI, potentiale til at udnytte syv forskellige defineret virkninger på tværs af hele værdikæden. Disse vil i det følgende, blive uddybet enkeltvis og analyseret, i forhold til transmissionspotentialet til bygge- og anlægsbranchen.

### 1) Produktlivscyklus management

Produktionsindustrien har længe benyttet IT-systemer til, at behandle produkterne igennem deres livscyklus, herunder CAD, samt IT-redskaber for digital styring af processen under produktudvikling, konstruktion og produktion. Tendensen har i imidlertid været, at disse store datasæt forbliver fanget, som silodannelser, indenfor det system og afdeling, hvor de genereres. Disse store datamængder, udgør en betydelig Big-Data mulighed, hvis de integreres i en Project-Lifecycle-Management (herefter PLM) platform, hvilket muliggør et effektivt og ensartet samarbejde.

I en produktionslinje, hvor adskillige komponenter fra mange leverandører indgår, vil et sådan system være nyttigt, da der således opstår en samarbejdende platform for interne og eksterne input, til udvikling af outputtet. Sådanne PLM-platforme er ligeledes nyttige i designfasen, til simpelt simulering af alternative designforslag, valg af reservedele og leverandører og de tilhørende ressourceændringer, hvilket er særligt værdifuldt, da ca. 80 pct. af produktionsomkostningerne fastlægges i designfasen.

Selvom der er store muligheder for afkast, gennem betydelig reduktion i udviklingstiden samt væsentligt færre designfejl, vil virksomheder skulle afskrive anseelige investeringer i opgradering af IT-systemer, kompetencer og udvikling af samarbejdsinitiativer.

Denne virkning kan bedst sammenlignes med de forskellige IT-værktøjer og elementer, der anvendes i byggeprocessens lignende faser, som i stigende grad koncentrerer omkring BIM-modellen. Eksempelvis simulering af forskellige designløsninger, design og kravsspecifikation, mængdeudtag til tilbudsgivning og simuleringer ifm. ressourceplanlægning, samt tildeling af drift- og vedligeholdsdata. Dermed kan BIM-modellen betegnes som byggeriets PLM-platform, men også i denne branche, kræves opgradering af IT-systemer og kompetencer, førend alle virksomheder behersker en sådan proces.

### 2) Design-til-Værdi

Traditionelt benytter produktionsvirksomhederne sig af markedsundersøgelser til, at indarbejde kundernes input i designprocessen, men mange producenter benytter endnu ikke en systematisk analytisk tilgang, til disse stigende datamængder og går dermed glip af central indsigt til, at forfiner det eksisterende design og at udvikle specifikationer, for nye modeller og variationer.

Førende producenter udfører conjoint-analyser til (se *Tabel 0-B* for forklaring), at værdifastsætte, hvilke funktioner, som er centrale for succes, samt hvad kunder er villige til at betale for disse. Disse analyser suppleres med yderligere kvantitative oplysninger om forbrugerne, fra eksem-



pelvis salgstal og kundefeedback, som deles på tværs af virksomhedens funktioner, men de nyeste metoder til, at opnå helhedsindsigt i kundernes faktiske brug, indhentes fra sensorer i produkterne og kundekommentarer på sociale medier. Det er især i miljøer med høj produktdifferentiering og skiftende kundepræferencer, at værdien med et vellykket Design-til-Værdi, kan udgøre en betragtelig konkurrencemæssig fordel. En helhedsorienteret indsigt i kundepræferencer, rustet virksomhederne til at fjerne omkostningstunge unødige funktioner ved, at tilføje de centrale og rentable. Uvilligheden hos distributører, detailhandlere og andre interessenter, til at dele sådan indsigt, kan vise sig som væsentlig barrierer, da interessenterne ofte betragter disse oplysninger som et konkurrencemæssigt aktiv.

Denne virkning vil have en begrænsning i bygge- og anlægsbranchen, hvor antallet af kunder er begrænset ift. typiske produktionsvirksomheder, og produktet i forvejen er tilpasset den enkelte kunde gennem en forventningsafstemning. Derimod kan styrket indsigt i brugers adfærd, i en bygning give værdi for branchens aktører, ligesom løbende feedback fra brugerne kunne forbedre indsigten. Brugere inddrages allerede i designprocessen af et byggeprojekt, men der udføres sjældent en struktureret opfølgning og feedback på resultatet.

### 3) Åben innovation

For at fremme innovation og udvikling af egne produkter, benytter producenterne sig i stigende grad af eksterne input gennem innovative kanaler. Nogle producenter er begyndt at invitere eksterne interessenter, f.eks. forbrugere, akademikere og industrielle forskere til, at indsende ideer til innovationer eller endda samarbejde om produktudvikling ved hjælp af webbaserede platforme.

Udfordringen ligger i effektivt, at kunne udvælge brugbare og rentable ideer fra den potentielt enorme mængde inputs, som genereres på disse platforme og denne opgave kan løftes gennem BDA. Disse initiativer bidrager samtidigt med yderligere værdi, da deltagerne udvikler tilhørsforhold til produktet og virksomheden, ligesom initiativerne i deres bevidsthed, tildeler virksomheden en status som førende innovatør.

Denne virkning kunne ligeledes overføres til bygge- og anlægsbranchen, men da produkterne herunder udføres som projekter, vil optimeringer og nye løsninger i højere grad skulle optræde generelle, eller optræde gentagende gange indenfor samme projekt, førend der kan skabes en egentlig værdiforøgelse hos nye projekter. Virkningen ses anvendt i afgrænset form, når input fra nuværende brugere eller brugere i lignende rammer inddrages i designprocessen gennem brugerdreven innovation.

### 4) Supply Chain

Modtagere i detailhandlen, efterspørger i stigende grad fleksibilitet hos leverandører, som følge af divergerende og skiftende præferencer fra kunderne. Intensiverende tendenser, som brug af salgsfremstød og taktisk prissætning, forstærker flygtigheden i efterspørgslen til leverandørerne. Producenter med korte leveringstider på produkter og høj omskiftelighed i efterspørgsel, kan i særlig grad udnytte værdipotentialet i Big-Data, til at forbedre efterspørgselsprognoser og leverancekædeplanlægning. Bedre udnyttelsen af egen data, spiller en central rolle for denne virkning, men det er særligt integrationen af data fra modtagere og andre kilder, som tilbyder en værdiskabelse, og her er markedsføringsdata, udbudsdata og lagerbeholdningsdata brugbare.

Ved at tage hensyn til data på tværs af leverancekæden, eventuelt som et samarbejde mellem de øvrige parter i kæden, vil en udjævning af spidsbelastninger i efterspørgslen muliggøres, hvil-

ket gavner alle parter og hæver serviceniveauet i kæden. Producenterne kan derved optimere ressourceforbruget og pengebindinger samtidigt med, at eventuelt spild minimeres.

I bygge- og anlægsbranchen kunne et eksempel på denne virkning være, at forbinde projekter-nes ressourceplanlægning, stade samt lagerbeholdning på en byggeplads, med et afkaldesystem hos leverandørerne således, at bestillingsfunktionen blev automatiseret og ressourcer kunne leveres just-in-time, inden lagerbeholdningen opbruges og byggeprocesser standses.

#### 5) Digital fabrik

Ved at tage inputs fra produktudvikling og historiske produktionsdata, kan producenterne anvende avancerede beregningsmetoder til, at skabe en digital model af hele fremstillingsprocessen. En "Digital fabrik" med alt maskinel, arbejdskraft og inventar inkluderet, kan anvendes til at designe og simulere den mest effektive produktionsproces, fra layout, til sekvensering af hvert procestrin for forskellige produktionslinjer. Teknikken kan også anvendes til at optimere layoutet af nye produktionsanlæg, især ved utallige begrænsninger, som plads og anvendelsesforudsætninger, eller til at teste og justere bedste fremgangsmåde, på tværs af hele porteføljen af fabrikker. Anvendelsen af sådanne avancerede simuleringer kan reducere montagetimer, give omkostningsbesparelser og forbedre leveringssikkerheden.

Denne virkning kan sammenlignes med 4-5D-simulering af byggeprocessen, i forbindelse med optimering af ressourceplanlægning og byggepladsindretning, herunder eksempevis krananalyser og bygbarhed.

#### 6) Sensordrevne operationer

Med udbredelsen af IoT-værktøjer (IoT er beskrevet i *Tabel 0-B*) får producenterne mulighed for at optimere driften ved, at integrere rå data i realtid fra netværksforbundne sensorer i forsyningskæden og produktionsprocesser. Et sådan system leverer overvågning over, og kontrol med, alle driftsprocesser på samme tid, hvilket tillader effektiv optimering og processtyring, reduktion i spild og maksimering af udbytte eller gennemløb. Samtidigt, giver systemet et overblik over tilstanden hos de enkelte tilkoblede produktionsenheder og komponenter, hvorved svigt kan forudsiges og perioder med produktionsstop kan minimeres.

Denne virkning kan implementeres i bygge- og anlægsbranchen gennem sensorovervågning af de enkelte produktionsenheder og materiel. Hvorved flaskehalse og spild kan afdækkes, eksempelvis kraneffektivitet eller uhensigtsmæssig adfærd.

#### 7) Eftersalgsservices og produktudvikling

Som beskrevet under punkt 2 i nærværende delafsnit, er det muligt at integrere sensorer i produkter for bedre at forstå anvendelsen. Ligeledes indhente eksterne data om kunderne for dermed, at kunne forbedre markedsføring og salg. Dertil giver realtidsdata mulighed for, at justere produktionen og derved minimering af fejl. Samlet set, muliggør denne datamængde, at forsknings- og udviklingsafdelinger, kan designe og udvikle, mere målrettede eksisterende samt nye produkter. Samtidigt kan datamængden udnyttes i salg- og serviceøjemed, hvor analyser og segmentering af kundegrupper, tillader mere målrettet og effektiv salgsaktivitet samt tilpassede servicetilbud. Indbyggede sensorer kan indberette servicedata, som gør det muligt at skabe proaktiv forebyggende vedligeholdelsesløsninger, hvor en tekniker, ud fra sandsynlighedsberegninger, udsendes inden kunden selv har opfattet uregelmæssigheder i en produktionskomponent – eksempelvis som det blev beskrevet med sensorer i Siemens vindmølleparker i delafsnit 3.2.2.

I bygge- og anlægsbranchen kunne denne virkning skabe værdi, i forbindelse med optimering af drift- og vedligehold af bygninger. Hvor sensorer kan opfange udsving i forbrug og svigt i bygningsdele, hvilket kan forcere udbedringer, således konsekvenser reduceres. Dertil kan sensorer afdække brugernes adfærd i anvendelse af bygninger således, at fremtidige design eller renoveringer kan optimeres.

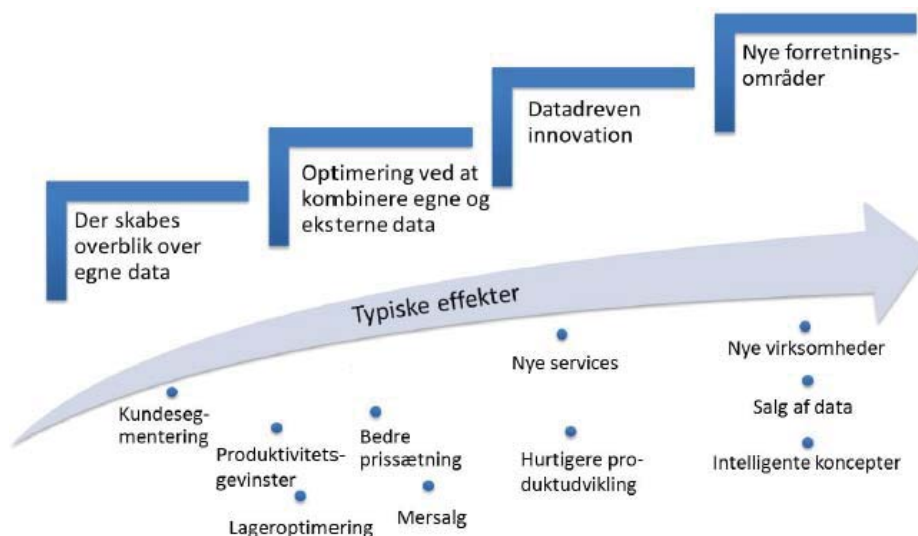
Dermed blev MGI's globale resultater for værdiskabelsen gennemgået og analyseret, imod potentialet for bygge- og anlægsbranchen forhold, hvor virkninger fra produktionbranchen og elementer fra anerkendte produktionsfilosofier verificerede transmissionspotentialet. I følgende delafsnit vil resultater fra Danmark sammenfattes.

### 3.4.3 Værdiskabelse i national kontekst

Erhvervsstyrelsen udgav i slutningen af 2013 en rapport, der behandlede Big-Data som en vækstfaktor i dansk erhvervsliv [Irisgroup, 2013a]. Hvilket dette delafsnit vil tage udgangspunkt i. Rapporten bygger på resultater, fra dybdegående casestudier og interviews med virksomheder, der i dansk sammenhæng er frontløbere på området.

Mange virksomheder er på et begyndende stadie, i forhold til værdiskabelsen og gevinsterne ved Big-Data og BDA. Erhvervsstyrelsens analyse har samlet set ræsonneret, at der findes en lang række gevinster og potentialer, knyttet til anvendelsen af Big-Data, jf. *Figur 3-J*.

**Figur 3-J: Eksempler på gevinster ved Big-Data og datadreven forretningsudvikling**



Kilde: [Irisgroup, 2013a]

Erhvervsstyrelsen har identificeret gevinster ved Big-Data og datadreven forretningsudvikling. Hvilket i figuren er illustreret som en firetrins proces, hvortil eksempler på opnåede gevinster er præsenteret i *Tabel 3-A*. Analysen fandt at udviklingen for mange etablerede virksomheder, ofte starter på nederste trin, ved at skabe overblik, struktur og sammenhæng i egne data. Hvilket kan effektivisere og optimere interne processer, som dermed styrker produktiviteten i virksomheden.

Derfra er næste trin, at anvende egne data, i kombination med eksterne data. Eksemplesvis til at målretning af virksomheders markedsføring, bedre prissættelse, forudsige salg og lagerudvikling mv. De eksterne data kan hentes fra offentlige datakilder eller fra private virksomheder,

som indsamler statistik af forskellig karakter. De kan samtidigt også leveres gennem brugernes "dataaftryk" eller feedback, på internettet eller sociale medier. Yderligere gennem indlejrede sensorer i produkterne. Hvilket kan føre til datadreven innovation og løbende produktforbedringer, som er illustreret ved næste trin.

Sidste trin omhandler potentialet for at udvikle nye forretningsområder, både som eksisterende og for nye virksomheder. Rapportens frontløbergruppe omfatter en række nye virksomheder, der leverer dataanalyse og databaseret rådgivning, til andre virksomheder og offentlige myndigheder. For eksisterende virksomheder kan nye forretningsområder blandt andet vedrører; salg af egne data til andre virksomheder eller udvikling af intelligente systemer, der kan kommunikere indbyrdes, ved hjælp af datateknologi. [Irisgroup, 2013a]

**Tabel 3-A: Eksempler på gevinster ved Big-Data og datadreven forretningsudvikling**

|   |   |
|---|---|
| <b>Overblik over egne data:</b>                           | <i>Grundfos</i> har opbygget et stort Enterprise Resource Productivity (ERP) system, hvor virksomheden blandt andet lagrer alle interne transaktionsdata, produktionsdata, logistikdata, mv. Systemet er brugt til analyser, der har ført til effektiviseringer i produktionen og i arbejdsgangene.   |
| <b>Optimering ved at kombinere egne og eksterne data:</b> | Et forsikringselskab har brugt BDA til at udvælge og segmentere potentielle kunder som forberedelse af tele-/marketingkampagner. Det har ført til en tredobling af succesraten (antallet af solgte produkter i forhold til antallet af kontaktede husstande).<br><br><i>SAXO.com</i> (internetboghandel) har brugt egne salgsdata i kombination med eksterne demografiske data til at udvikle en anbefalingsalgoritme, der bruges til at anbefale en ny bog, når den første bog er lagt i indkøbskurven på virksomhedens hjemmeside. Det betød en umiddelbar stigning i salget på 12 pct.   |
| <b>Datadreven innovation:</b>                             | <i>Migatronik</i> har udviklet en intelligent svejsemaskine, der kan overvåge svejseprocessen med 50.000 rapporteringer i sekundet. Det giver indsigt i produktets og den enkelte svejsets ydeevne. Data bruges af <i>Migatronik</i> til at rådgive om bedre brug af produktet og til hurtig registrering og opfølgning på eventuelle fejlmeldinger.<br><br><i>Hapti.co</i> udvikler online spilprodukter. Virksomheden bruger dataaftryk fra kundernes brug af spilproduktet til løbende produktudvikling – f.eks. gennem analyser af frafaldsmønstret for bestemte aldersgrupper, der kan indikere, at bestemte sekvenser i spillene er for svære eller kedelige. |
| <b>Nye forretningsområder:</b>                            | <i>Dataproses</i> blev etableret i 2011 og har allerede over 20 medarbejdere. Virksomheden har specialiseret sig i datasamkøring for kommuner (ved brug af kommunernes egne data), der blandt andet kan bruges til at identificere fejl (f.eks. for meget udbetalt løn), finde besparelspotentialer og afsløre socialt bedrageri.   |

Kilde: [Irisgroup, 2013a]

Dermed er det konstateret, at udviklingen mod anvendelse og værdiskabelse med Big-Data, typisk er en trinvis proces. Dette initieres gennem etablering af struktur og overblik i egne data, for senere at kunne kombinere disse med eksterne data. Der skal først optimeres processer, for senere at kunne udvikle nye services og produkter.

Ud fra globale og nationale analyser af potentialet og værdiskabelsen med Big-Data, kan det påvises at Big-Data og datadreven forretningsudvikling, herunder BDA, kan give markante gevinster indenfor en bred vifte af områder og i alle dele af den interne værdikæde. Ligeledes i leverance-kæden mellem leverandør og producent, til kunden eller slutbrugeren. Ved at sammenligne potentialet fra forskellige sektorer, særlig produktionsbranchen, med værdikæden hos bygge- og anlægsbranchens virksomheder, kan der argumenteres for, at der ligeledes i denne branche, findes et utal af muligheder for værdiskabelse gennem Big-Data og BDA.

I de følgende afsnit, er det fundet nødvendigt, at behandle de mest presserende udfordringer og forudsætninger, for brugen af Big-Data.

### 3.5 utfordringer ved Big-Data

I tråd med den stadig større digitaliseringen av samfunnet, og den økende mengden av data som blir produsert, øker også muligheten for å benytte Big-Data. Det finnes dog en rekke utfordringer som må adresseres for å oppnå det fulle potensiale ved det. I dette avsnittet vil det bli gjennomgått generelle utfordringer ved Big-Data, og utfordringer virksomheter stor ovenfor ved å benytte det.

#### 3.5.1 Etikk

Big-Data skaper en rekke etiske utfordringer relatert til privatliv, konfidensialitet, transparens og identitet. Det frembringer etiske spørsmål om hvem som virkelig eier data, og hvilke begrensninger det er i bruken av de. Dette styres hovedsakelig av hvilke type data som benyttes og hvem som har råderett over de [Jakobsen, 2014]. Den teknologiske utviklingen og den økende datamengden som blir produsert medfører også at det blir vanskeligere å spore eller kontrollere hva data benyttes til. Derfor står etiske retningslinjer og lovverk ovenfor en utfordring ved å holde følge med den teknologiske utviklingen, slik at samfunnet bevarer det som blir ansett som gode etiske verdier. Neil M. Richards, professor of Law ved Washington University, og Jonathan H. King, visepresident for Cloud strategy and business development for CenturyLink Technology Solutions, skriver i *Wake Forest Law Review. Vol. 49 – Big-Data Ethics*, følgende:

*If we fail to balance the human values that we care about, like privacy, confidentiality, transparency, identity, and free choice, with the compelling uses of Big-Data, our Big-Data society risks abandoning these values for the sake of innovation and expediency [Richards & King, 2014]*

Videre i publikasjonen blir det fremlagt noen overordnede prinsipper som bør være styrende for data som flyter i et informasjonssamfunn. Først er det viktig å erkjenne privatvern som en informasjonsregel, privatvern i regi av Big-Data kan forstås ved hva som er styrende for strømmen av personlig informasjon. Personvernregler skal ikke bare sentreres rundt det å holde informasjon hemmelig, det skal også gjøre det mulig å administrere og monitorere individuelle opplysninger som er tilgjengelig digitalt.

Big-Data stiller krav til gjennomsiktighet ved informasjon og innsyn i hva data benyttes til. Gjennomsiktighet kan være med å motvirke misbruk av data, hvor konfidensielle data benyttes til andre formål enn hva den i opprinnelsen var tiltenkt, samtidig kan dette virke motiverende for virksomheter og personer til å dele mere data, da de i større grad har kontroll over hva den benyttes til.

Big-Data kan kompromittere identitet, identitet kan forstås som evnen for individer til å definere hvem de er. Ved å gjøre Institusjonell overvåkning tilgjengelig for å identifisere og kategorisere adferd og handlinger, kan identiteten av mennesker bli bestemt på et feil grunnlag, og uten at den aktuelle er klar over det selv. Derfor er det viktig å være bevist på hvordan databaserte beslutninger påvirker enkelt mennesker, og hvilke databaserte beslutninger som tillates.

Det finnes en rekke eksempler på hvordan digitaliseringen av samfunnet har medført at etiske verdier har blitt satt til side for å innhente informasjon. Et eksempel på dette er Edward Snowden's lekkasjer om National Security Agency (herfra NSA) sin overvåkning av USA sine innbyggere [BBC News, 2014]. Det kan diskuteres om Edward Snowden's handlinger også bryter noen etiske prinsipper, men poenget er at NSA ignorerte etiske prinsipper som omhandler rett til privatliv, ved å gjennomføre omfattende overvåkning. Leverandører av digitale tjenester lagrer ofte



brukergenererte data fra tjenestene sine og deler denne informasjonen med andre, noe de gjøre lovlig gjennom samtykke fra brukeren, hvor brukeren aksepterer vilkårene ved tjenesten, et eksempel på dette er Google sine vilkår [Google, 2016]. Det er viktig at det digitale samfunnet ikke blir slik at enkeltpersoner risikerer å bli ekskludert fra det digitale samfunnet, ved å ikke godta brukervilkår ved tjenester. Det er ikke nødvendigvis etisk riktig å benytte data, bare fordi den er tilgjengelig.

### 3.5.2 Lover

I dette delavsnittet vil det bli presentert lover som kan bli berørt eller utfordret av Big-Data. Ved siden av lovverket utfordrer Big-Data også generelt datasikkerhet og tilgangen til digital data, fordi Big-Data ofte er karakterisert ved store uttrekk fra forskjellige databaser. Delavsnittet vil omhandle relevante Danske lover, hvor enkelte lover også strekker seg ut over landets grenser. Kompleksiteten og usikkerheten rundt den globale lovgivningen blir for omfattende og undersøke, det skal dog sies at noen av reglene bygger på direktiver fra den europeiske union, og vil derfor være relevante for andre medlemsland. Kommentarer til det Danske lovverket vil bli supplert med uttalelser hentet fra presentasjonen *Big-Data – Nogle juridiske aspekter*, av Søren Sandfeld Jakobsen, professor ved juridisk institutt ved Aalborg universitet.

#### Ophavsrettloven (LBK nr. 1144 23/10/2014)

I Ophavsrettloven § 71. *Fremstillere af kataloger m.v.*, fremkommer det at hvis Big-Data involverer innsamling av opphavsrettsbeskyttet materiale, kan det være i strid med opphavsretten og dermed være ulovlig kopiering, hvis det ikke foreligger samtykke fra de som innehar data. Det kan i mange tilfeller være vanskelig og innhente samtykke, eller være klar over når noen benytter opphavsrettslig data som angår deg eller din virksomhet [Jakobsen, 2014]. Det fremkommer også i § 71. *Stk. 2.* at større eller gjentagende uttrekk fra databaser, kan være i strid med loven, hvis det strider mot en normal utnyttelse eller skader fremstillers legitime interesser. Det fremgår ikke hva som beskrives som normal utnyttelse, det må derfor antas at dette er varierende. [Kulturministeriet, 2014]

#### Lov om behandling af personoplysninger (LOV nr. 429 af 31/05/2000)

Loven gjelder for behandling av personoplysninger, som helt eller delvis foretas ved hjelp av elektronisk databehandling. Dette medfører at behandling av anonym data som ikke kan spores til personer, ikke faller inn under denne loven. Hvis det benyttes personoplysninger i Big-Data, vil loven alltid være aktuell, da Big-Data utgjør behandling av data [Jakobsen, 2014]. Grunnprinsippene for behandling av personoplysninger fremgår ved § 5. *behandling av opplysninger*. Det fremkommer av §5. *Stk. 2.* at innsamling av personoplysninger skal benyttes til uttrykkelige formål, og at senere behandling ikke må være uforenelig med disse formål. Big-Data handler i stor grad om gjenbruk av data, hvis dette innebærer bruk av persondata kan det derfor utfordre loven ved at persondata benyttes til et annet formål enn hva det ble innsamlet til. Videre fremkommer det i § 6-8 når det er hjemmel til å benytte personoplysninger. Her fremkommer det blant annet at behandling av personoplysninger må kunne finne sted, hvis den registrerte, har gitt samtykke. En generell utfordring ved Big-Data, er risikoen for reidentifisering, hvor enkeltindivider kan identifiseres fra flere, i utgangspunktet, anonyme datasett. Dette i helhet medfører at Big-Data generelt utfordrer regelgrunnlaget for anvendelse av persondata. [Justitsministeriet, 2000]



#### Lov om elektroniske kommunikasjonsnet og -tjenester (LOV nr. 169 af 03/03/2011)

Virksomheter som med et kommersielt formål stiller produkter, kommunikasjonsnett eller -tjenester tilgjengelig er omfattet av *lov om elektroniske kommunikasjonsnet og -tjenester*. Denne loven er relevant fordi Big-Data som regel samles fra elektroniske kommunikasjonsnett og -tjenester. Det vil videre bli fremlagt paragrafer fra bekjentgjørelser av *lov nr. 169 af 03/03/2011*, som er særlig relevante i forbindelse med Big-Data. [Erhvervs- og Vækstministeriet, 2016a]

#### **Bekjentgjørelse om udbud af elektroniske kommunikasjonsnet og -tjenester (BEK nr. 715 af 23/06/2011)**

For behandling av trafik- og lokaliseringsdata fremkommer det av § 23. og 24. *Behandling af trafik- og lokaliseringsdata*, at utbydere av offentlige elektroniske kommunikasjonsnett eller tjenester skal sikre at trafikkdata vedrørende abonnenter eller brukere, slettes eller anonymisere når de ikke lengre er nødvendig for fremføring av kommunikasjonen. Lokaliseringsdata må kun behandles når data er anonymisert eller når brukeren har gitt sitt samtykke. Dette snevrer muligheten for utbyderen til å benytte trafikk og lokaliseringsdata generert ved deres tjenester til behandling av andre formål. [Erhvervs- og Vækstministeriet, 2016b]

#### **Bekjentgjørelse om krav til information og samtykke ved lagring af eller adgang til oplysning i slutbrugeres terminaludstyr (cookie Lovgivning) (BEK nr. 1148 af 09/12/2011)**

Bekjentgjørelsens formål er å beskytte sluttbrukere mot urettmessig lagring av opplysninger eller adgang til opplysninger som allerede er lagret i sluttbrukerens terminal utstyr. Dette kan gjennomføres ved at utbyderen av tjenesten benytter cookies. En cookie er en tekstfil som lagres på en brukers computer eller terminalutstyr via bl.a. internett sider, og kan benyttes til å gjenkjenne brukerens computer og følge dens ferd på nettet. Det fremkommer av § 3. *Krav om informeret samtykke*, at lagring av, eller adgang til opplysninger ikke må skje med mindre det har blitt gitt samtykke fra brukeren, hvor sluttbrukeren har mottatt utdypende informasjon om lagring av eller adgang til opplysningene. [Erhvervs- og Vækstministeriet, 2016c]

#### Markedsføringsloven (LBK nr. 1216 af 25/09/2013)

Markedsføringsloven kan være relevant ved § 19. *Erhvervshemmeligheder og tekniske tegninger*. Her fremkommer det at den som er i tjeneste eller samarbeidsforhold til en virksomhet eller utfører et verv for denne, ikke må forsøke å skaffe seg kjennskap til, eller rådighet over virksomhetens erhvervshemmeligheter. Videre fremkommer det i § 19. *Stk. 2.* at hvis den pågjeldende har fått kjennskap til virksomhetens erhvervshemmelighet på rettmessig måte, må den pågjeldende ikke viderebringe eller benytte disse etter samarbeidsforholdet slutter. Selv om loven retter seg primært mot personer som er innad i virksomheter, kan den bli gjeldene ovenfor rådgivende virksomheter, som bistår med dataanalyser, da de ofte får tilgang til interne data og erhvervshemmeligheter. Big-Data utfordrer derfor kravet til åpenhet og informasjon om hva dataen benyttes til. [Erhvervs- og Vækstministeriet, 2013]

#### Straffeloven (LBK nr 1052 af 04/07/2016)

Big-Data skaper utfordringer vedrørende datasikkerheten til digitale tjenester og evnen til å motstå hacking fra utenforstående. Dette kan dog straffes jf. straffeloven § 263. *Stk. 2. Freds- og ærekrenkelses*, hvor uberettiget adgang til opplysninger eller programmer i et informasjonssystem ikke er lovlig. Ved anvendelse av digitale databaserte tjenester, er det viktig at sikkerheten på tjenesten er så god at brukeren ikke risikerer at dataen blir tilgjengelig for utenforstående. [Justisministeriet, 2016]

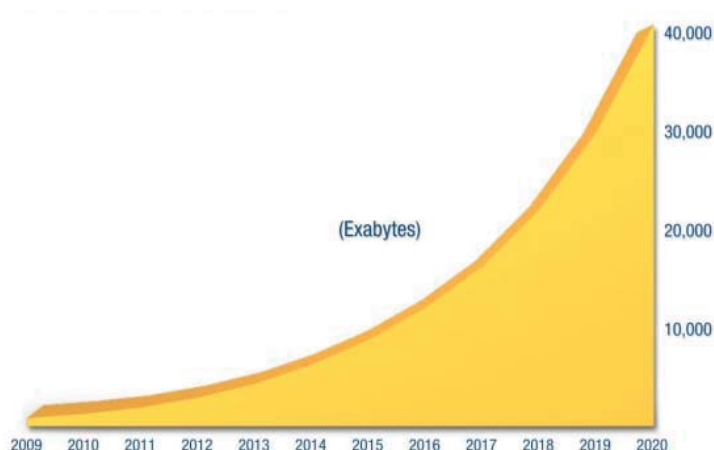
### 3.5.3 Energibehov

Med Big-Data får data en ny verdi i fremtidige bruksmuligheter, dette er med på å øke motivasjonen for virksomheter til å lagre data. International Data Corporation utarbeidet i 2012 en rapport om det digitale univers i 2020, hvor de anslår at datamengden vil øke fra 1000 exabyte i 2009 til 40 000 i 2020, se *Figur 3-K*, [Gantz & Reinsel, 2012]. For en utdypende forklaring av inbytestørrelser (megabyte, exabyte etc.) se *Bilag 3.A*.

Dette kan medføre at det globale energiforbruket øker, fordi datahåndtering krever elektrisitet. Skytjenester som benyttes til å lagre data, er i praksis serverparker som skal driftes, kjøles og ha evnen til å prosessere enorme mengder data. Det skal nevnes at teknologien for å lagre og prosessere data, stadig utvikles og blir mindre energikrevende [Junaid, Gani, Shamshirband, ., Ahmad, & Bilal, 2016], men elektrisitet til å drifte alle globale datasentre er estimert til

å stå for 1,5-2 pst. av det globale elektrisitets forbruket, på tross av den teknologiske utviklingen [Cock & Van Horn, 2012]. International Energy Agency oppgir at det globale elektrisitets forbruket i 2014 var på 19841 TWh, en økning på 1.7 pst. fra 2013 [International Energy Agency, 2016]. Hvis de globale datasentrene benytter 1.5-2 pst. av dette, tilsvarer det et forbruk mellom 298-397 TWh.

**Figur 3-K: Veksten av det digitale univers fra 2009 til 2020**



Kilde: IDC [Gantz & Reinsel, 2012]

### 3.5.4 utfordringer for virksomheter ved å benytte Big-Data

Ved siden av at det kan være utfordrende og sette seg inn i regler som bestemmer hvordan digital data skal håndteres, og hvilke lover det er nødvendig og forholde seg til, vil det også være ledelses utfordringer som må håndteres for å kunne benytte Big-Data vellykket. Ifølge *Big-Data: The Management Revolution* [McAfee & Brynjolfsson, 2012] er det hovedsakelig fem ledelsesområder som er viktige i prosessen ved å skape verdi med Big-Data, i det følgende vil disse bli beskrevet.

#### Lederskap

Virksomheter som oppnår suksess ved Big-Data har ledere som setter klare mål om hva de vil oppnå med Big-Data på et strategisk nivå, og evner å formidle hvordan de skal oppnås på et operasjonelt nivå. Kaare Brandt Petersen fra SAS insitute, bemerker viktigheten av å ha en ledelse som støtter opp rundt forandringsprosessen, hvis det er ønskelig å gå fra å være en konvensjonell virksomhet til å bli en datadreven virksomhet. Han uttaler at de gjentagende opplever at hvis ledelsen ikke aktivt involverer seg, så gjør ikke medarbeideren det heller:

*"Hvis sjefen står på ølkassen og sier, det er riktig spennende, nå må vi se hvordan det går, så vet folk det ikke er sikkert, og vi trenger ikke å involvere oss i det. Så han eller hun skal si, det er det-*

---

*te vår virksomhet kommer til å gjøre, det er sann det kommer til å være. Det vil alltid være en medarbeidergruppe som er motstandere, eller har lav interesse for endringen. [Petersen K. B., Interview 07]*

Samtidig må ledelsen håndtere endringer i hvordan organisasjonen treffer beslutninger. Kaare Brandt Petersen nevner et eksempel på en kunde som kjøpte et kostbart system som skulle erstatte mennesker som gjorde noe manuelt, men ledelsen evnet ikke å implementere systemet og ente opp med å både ha et system som utførte arbeidet samtidig som menneskene gjorde det. Selv om Big-Data og BDA kan medføre automatisering av enkelte prosesser, fjerner det ikke behovet for menneskelig innsikt, det er viktig at ledere evner og være kreative og finner arbeidsoppgaver som supplerer en eventuel automatisering.

#### Talent Ledelse

Kompetansen for å behandle Big-Data er både vanskelig og opparbeide seg innad i virksomheten eller rekruttere fra jobb markedet [Davenport & Patil, 2012]. Anders Reinhardt, tidligere Head of Global Business Intelligence i VELUX-gruppen, etterspør i et casestudie utført av ervervsstyrelsen et langt sterkere samspill mellom virksomheter, konsulenthus og universiteter ved å utvikle utdannelse, som former fremtidens dataanalytikere [Irisgroup, 2013b]. Ved siden av at ledere evner å tilegne seg den rette kompetansen til virksomheten, er det også viktig at de lykkes med å utnytte kompetansen når de besitter den. Dette innebærer og gi ekspertene som besitter kompetansen, frihet til å ta tak i problemstillingene samtidig som de må utfordres til å få førstehåndskjennskap til data de arbeider med, og insentiver som betyr noe for dem [Nordlie, 2015].

#### Teknologi

Teknologiske verktøy for å benytte Big-Data har utviklet seg mye de siste årene og omfatter både hardware og software. Selv om bl.a. sensorer og GPS kan fremskaffes relativt billig og store mengder data kan lagres eller hentes i forskjellige skytjenester, vil det fortsatt være betydelige oppstartskostnader ved å engasjere seg i Big-Data. Det krever ofte ansettelse av analytikere, innkjøp av data for å supplere egne data, innkjøp av software samt å investere ressurser i analysearbeid og håndtering av egne data [Irisgroup, 2013b]. Kaare Brandt Petersen bemerket at hvis en virksomhet benytter en rådgiver som har forståelse for data og analyser, må han også ha en forståelse av kjennskap til den omverdenen løsningen er aktuell for.

*“Man er nødt til at kende den virkelighet man modellerer, og have en interesse for det, samt snakke med folk om det”. [Petersen K. B., Interview 07]*

Teknologiske barrierer og kostnader for å tilegne seg teknologi er dermed ikke nødvendigvis en stor utfordring, selvfølgelig avhengig av hvilke løsning som ønskes, men det kreves kompetanse for å håndtere teknologien og dette kan utgjøre en betydelig oppstartskostnad.

#### Beslutningstagning

En effektiv datadreven organisasjon klarer å kombinere riktig informasjon og relevant beslutningsmyndighet på samme sted. Det er derfor viktig å opparbeide en fleksibel organisasjon som evner å samarbeide på tvers av funksjoner, eksempelvis gjennom en matrix organisasjon. Personer som finner utfordringer må ha tilgang til riktig data og eksperter som kan være med å finne svar på utfordringene, ved å benytte riktig verktøy. For å oppnå det fulle potensiale ved Big-Data, er det også viktig å unngå såkalte *“The Highest Paid Person’s Opinion”* og dele beslutnings-

tagning utover i organisasjonen hvor de som sitter tettest på relevant data, utfører beslutninger basert på dem. [McAfee & Brynjolfsson, 2012]

#### Virksomhetskultur

Databaserte virksomheter baserer seg ikke på intuisjon og erfaringer, de baserer seg på hva de vet fra data. Hvis kulturen i en virksomhet omhandler å benytte intuisjon og tidligere erfaringer ved beslutninger eller handlinger, vil det være nødvendig å endre dette over i en kultur som omfavner faktisk beslutningstaking. Det er også viktig å ikke benytte data til å fremme beslutninger som blir gjort ved intuisjon og erfaring, da dette kan underbygge misledende mønstre, og data mister dermed sin relevans.

Det kan dermed oppsummeres med at det finnes en del utfordringer ved å benytte Big-Data. Etske prinsipper som rett til privatliv, kan fort bortfalle i et samfunn som stadig digitaliseres. Det finnes en rekke lover som styrer hvordan du kan innsamle data, og hva de kan benyttes til. Disse lovene kan være utfordrende og sette seg inn i, og ikke minst følge. Den stadig økende datamengden som generes krever også energi, frem i tid kan det være utfordrende og generere nok energi til å ivareta denne økningen. Ledelsen i virksomheter som ønsker å bevege seg over til å bli mere datadrevne må være bevisst på en rekke utfordringer ifm. med endringen. Videre vil det bli sett på hvilke forutsetninger som skal ligge til grunn for å benytte Big-Data.

### 3.6 Forutsetninger ved Big-Data

Hittil har spesialrapporten omhandlet hva Big-Data er på overordnet nivå, hva det kan brukes til og hvilke utfordringer det er ved det, men for å benytte Big-Data er det en del underliggende faktorer som må være på plass. Big-Data stiller krav til teknologi i form av lagringsmedia, databaser og software på forskjellige nivåer, og dette skal til sammen ofte utgjøre en løsning på et problem eller en utfordring. Som nevnt i 3.5.4 kreves det også kompetanse innenfor de nevnte områdene for å kunne skape verdifulle "outputs" av data med god kvalitet. Dette avsnittet vil redegjøre for hvilke forutsetninger som bør være tilstede for å benytte Big-Data.

#### 3.6.1 Lagringsmedia

Før i tiden ble det benyttet floppydisker for å lagre data, disse hadde en begrenset kapasitet på rundt 1.4 megabytes per disk. Den teknologiske utviklingen har medført at det nå finnes lagringsmedier med betydelig økt kapasitet. Det er ikke uvanlig at små virksomheter har en intern data mengde på flere gigabytes og større virksomheter flere exabytes. Netflix har en datasamling bestående av 3.140 petabytes, skulle dette overføres til floppydisker vil det tilsvare 17 millioner kilo med disketter [Nordlie, 2015]. Det er ikke kun lagringskapasitet som er gjeldene ved Big-Data, det er også hastighet av datahåndteringen, jf. Gartners 3V-definisjon, *velocity*. Dette stiller derfor noen nye krav til lagringsmediene ved tilgjengelighet og respons. Det er to kritiske variabler ved tradisjonelle disk, det ene er hvor lang tid det tar å få tak i data og det andre er hvor lang tid det tar for å overføre data [Nordlie, 2015]. Ved siden av tradisjonelle disk, finnes det også in-memory lagring, hvor data lagres i minnet på datamaskinen, dette er en løsning som typisk benyttes hvor responstiden er kritisk. Ved in-memory lagring vil spørringer i lagringsmediet kunne foregå raskere, blant annet fordi prosessoren i datamaskinen behøver færre instruksjoner, og tiden det tar å få tak i dataen reduseres. Det finnes også løsninger som er en hybrid av vanlig disk og in-memory lagring, hvor metodene kombineres. Det er en forutsetning at lag-

ringsmediet som benyttes ved Big-Data, tilpasses den aktuelle kompleksiteten som er gjeldene til det formålet Big-Data skal benyttes til.

### 3.6.2 Databaser og software

Ved Big-Data kan det være avgjørende at databasen klarer å håndtere både strukturert og ustrukturert data, avhengig av hvilke datasett som skal benyttes, det er derfor en forutsetning å velge riktig type database for å lykkes med Big-Data. Tradisjonelt har data tidligere vært lagret i relasjonsdatabaser også kalt Structured Query Language (herfra SQL) databaser, hvor data er strukturert og lagret i ordnede former [Nordlie, 2015]. SQL-databaser er ikke egnet til å lagre store mengder ustrukturert data, da dette begrenser ytelsen av databasen fordi den ikke klarer å finne relasjoner til den ustrukturerte dataen som er lagret der. Hvis dette begrenser hvilke datasett som er ønskelig å benytte, kan det benyttes en annen type database, hvor NoSQL (Not only SQL) er et alternativ [Nordlie, 2015]. Dette er en type database som nedjusterer kravet til struktur på dataen, slik at den både kan håndtere ustrukturert og strukturert data og finne relasjoner. Det finnes forskjellige kategorier av NoSQL databaser, som egner seg til forskjellige formål og behandling av forskjellige typer data. Et par eksempler er listet opp nedenunder:

- Dokument orientert database – organiserer dokumenter etter samlinger, tags og metadata.
- Graf orientert database – data er tilknyttet hverandre gjennom relasjoner som beskrives grafisk
- Resource Description Framework (RDF) database - organiserer data, hvor hensikten er å lage en mekanisme for å kode og tolke ressurser slik at et bestemt software kan forstå det.

Software kan benyttes til å håndtere og innsamle data fra forskjellige databaser, og er dermed en forutsetning for å finne mønstre i flere forskjellige datasett. Det finnes både skybasert software og "on-premis" software, software som den enkelte bruker installerer på egen data-maskin. Ved skybaserte tjenester ivaretas som oftest forvaltning og drift, samt oppdateringer og datasikkerhet av tjenesteleverandøren. Ved "on-premis" tjenester må programmet installeres og forvaltes av den enkelte. Hva som velges av software avhenger av faktorer som økonomi, intern kompetanse og kompleksitet av løsning.

### 3.6.3 Data kvalitet

Data er tilgjengelig i forskjellige varianter med forskjellig kvalitet. Det å forstå relevansen til datasett som benyttes, i forhold til det du ønsker å få ut av dataen er nødvendig for å kunne bedømme om kvaliteten er god (kare brandt pedersen). Hvis ustrukturert data ønskes brukt i datasettene ved BDA, er det nødvendig at de først blir rensset slik at de ikke reduserer den overordnede kvaliteten på datagrunnlaget [Krishnan, 2014]. Hvordan dette gjennomføres har tidligere blitt redegjort for i 3.3.1. Ved BDA inngår dataen i statistiske modeller eller verktøy, og desto mer kompliserte de er, jo høyere er kravet til kvaliteten av dataen som benyttes. Peter Nielsen understreker forutsetningen av å benytte data med god kvalitet i BDA.

*"Du kan si at hvis man legger to tall sammen, så er det en liten usikkerhet hvis det er feil på tallene. Begynner du å gange de med hverandre, så bliver usikkerheten større, og også feilen. Hvis du begynner å oppheve tall i andre, så bliver det potensielt enda større feil. Og det er det man prøv-*

*ver å gjøre ved BDA, det er jo ikke så simpelt som å legge to tall sammen og finne et gjennomsnitt". [Nielsen P., Interview 01]*

Videre har det gjennom intervjuer med eksperter innenfor Big-Data og BDA, fremkommet at mekanisk data fra teknologi som IoT har en generell høyere kvalitet, enn menneskeskapt data, fordi disse er utsatt for menneskelige feil og bias. Mekanisk data fra eksempelvis sensorer, kan genere presise målinger av en spesifikk handling eller hendelse som kan benyttes i statistiske analyser.

### 3.6.4 Kompetanse

Etterspørselen etter analytikere som behersker håndtering, strukturering, analyse og visualisering av data er stigende [Irisgroup, 2013b]. Denne kjernegruppen innenfor BDA omfatter matematikere, statistikere, dataloger, ingeniører samt økonomer med høy kompetanse i å analysere data. Får å lykkes med Big-Data er det forutsetning å tilegne seg denne kompetansen, enten ved å bygge opp kompetanse internt i virksomheten eller outsource tjenester. Andelen analytikere av den samlede sysselsettingen i større og mindre virksomheter er generelt stigende i Danmark [Irisgroup, 2013b], noe som underbygger den økende etterspørselen etter mennesker som har analytisk kompetanse.

Analytikere skal ikke bare være dyktige til å behandle tall og data, de skal også ha en forretningsmessig forståelse. Big-Data innebærer ofte at funksjoner som salg og forretningsutvikling kobles tettere sammen, for å gjøre datagrunnlaget beslutninger gjennomføres på best mulig. Dette krever analytikere som er dyktige til å forstå hva data skal anvendes til og hvordan brukerne av data kan hjelpes til å forstå den [Irisgroup, 2013b]. Big-Data analytikere skal samtidig være eksperter på å forstå datastrukturer i anvendelse av data med forskjellig kvalitet.

Det er også nødvendig å utvikle kompetanse i anvendelse av data uten for kjerneenheten som står for dataanalyse i en virksomhet. Når beslutningsmyndighet desentraliseres og fordeles ut på de som sitter tettest på den aktuelle dataen er det også viktig at disse evner å være analytiske og agere korrekt med de riktige beslutningene. Big-Data krever også at ledelsen i en virksomhet i høyere grad evner å stille spørsmål, som kan belyses og besvares gjennom data slik at de kan benyttet et faktisk beslutningsgrunnlag i stedet for erfaring eller fornemmelse.

## 3.7 Delkonklusjon

Med utgangspunkt i resultatene fra forundersørgelsen, er det nu muligt at besvare de sekundære spørsmål fra det initierende problemfelt, med det formål at besvare hovedspørsmålet.

### Hvad er Big-Data?

Big-Data er først og fremmest et buzzword, der er opstået som et resultat af den kraftigt stigende mængde data, over de sidste årrækker. Hvilket har ledt til et behov for mere sofistikerede metoder til at håndtere disse store mængder data, således at være i stand til at kombinere intern og ekstern data, med henblik på, at forbedre fremtidige beslutninger samt en datadreven forretningsudvikling. Der har hidtil ikke været en entydig definition af begrebet Big-Data. Det har ofte været beskrevet med afsæt i de 3V'er, volume, variety og velocity. Der findes definitioner, som beskriver den teknologiske fornødenheden med skalerbar arkitektur, behovet for alternative tilgange i behandlingskapaciteten og den sociale indvirkning, som definerende faktorer. Der blev præsenteret et bud på en samlet definition:



---

*Big-Data er et informationsaktiv, som kendetegnes ved en sådan høj grad af volume, hastighed eller mangfoldighed, at der kræves særlig teknologi og analytiske metoder for at omdanne den til værdi. [De mauro, Greco, & Grimaldi, 2016]*

#### Hvordan anvendes Big-Data?

Der blev fremlagt en adskillelse af BI og BA, i henhold til en reaktiv og proaktiv tilgang til analyse af almindelige datasæt. Hvor der blev argumenteret for, at samme adskillelse kan foretages for analyser af Big-Data, hvilket i rapporten er benævnt som Big-Data, BI og BDA. BI kan, hvad enten der er tale om almindelige datasæt eller Big-Data, betegnes som et statusrapporteringsværktøj. Denne benytter beskrivende statistik, hvor historisk data analyseres for, at optimere beslutninger for virksomheden. Modsat er BA eller BDA et forretningsudviklingsværktøj, der gennem prædiktive og foreskrivende analyser (baseret på induktiv statistik), typisk sammenligner internt data med mange forskellige typer af eksterne data.

Der er yderligere forelagt en værdikæde, til opbygningen af den model som behandler Big-Data, fra et behov opstår, til et færdigt output. Her fremhæves det, at der foreligger mange processer inden for behandling af data. Hvor det er vigtigt at have styr på alle elementer i værdikæden, hvis dataene skal skabe en reel værdi. I forbindelse med dette, kan der nævnes et reelt behov data skal løse. Hertil en korrekt indsamlingsmetode samt analyseredskaber der kan give indsigt ud fra data. Slutteligt hvor datagrundlaget skal lagres, og et behov for datastyring i livscyklussen af datagrundlaget.

De teknikker som behandler data, er baseret på BI og BA, hvorfor det ikke er afgørende for processen, om der anvendes Big- eller small-Data. Small-data er datagrundlag, som ikke opnår en volume, kompleksitet eller velocity, hvorved det kan betegnes som Big-Data. Det er derimod nødvendigt, for i højere grad at skabe værdi med Big-Data, at anvende prædiktive og foreskrivende analyser. Derved anvendelse af data til proaktiv beslutningstagning, fremfor for reaktiv. Yderligere at overskue mønstre og fremtidige tendenser, der for mennesker ikke er muligt at afdække, uanset om datagrundlaget er struktureret eller ustruktureret. Intelligente algoritmer og computerscience, muliggør teknikker som ML, hvor der forekommer en højere grad af automatisering og beslutningstagning – disse teknikker kan med fordel anvendes, i forbindelse med transformationen til en datadrevet virksomhed.

#### Hvordan har andre brancher skabt værdi med Big-Data?

Der er i dette kapitel, blevet redegjort for mange forskellige eksempler på værdiskabelse med Big-data. Big-Data rummer stor diversitet, som kan anvendes i mange forskellige kontekster. Der er blevet beskrevet en værdiskabelse gennem en segmentering, igennem fem overordnede perspektiver. Disse med henblik på, at skabe en forståelse for de mange muligheder, der foreligger med Big-Data. Perspektiverne består kort af; transparens i forbindelse med deling af informationer, optimering af processer, mikrosegmentering af kunder, understøtning af beslutninger og innovation gennem nye produkter, ydelser eller forretningsmodeller. Disse er blevet sammenstillet med produktionsfilosofier fra byggebranchen for, at påvise de paralleller der ligger i værdiskabelsen med byggebranchen og de forskellige perspektiver.

Produktionsbranchen er blevet brugt som sammenligningsgrundlag for bygge- og anlægsbranchen, i forbindelse med positive virkninger med anvendelse af Big-Data, på tværs af hele værdikæden. Der er blevet afdækket syv forskellige virkninger, på baggrund af en rapport fra MGI. Hvor de enkeltvis er blevet analyseret, med paralleller til bygge- og anlægsbranchen, for angivel-

se af transmissionspotentialer. Denne undersøgelse har angivet konkrete værdipotentialer, som med fordel, i større eller mindre grad, kan videreføres til bygge- og anlægsbranchen.

#### Hvilke udfordringer følger med Big-Data?

Den kraftigt stigende digitalisering som har affødt begrebet Big-Data, giver både muligheder og udfordringer. Der er blevet fremlagt en række udfordringer, som må tages i betragtning, for at opnå det fulde potentiale af Big-Data. Brugen af Big-Data skaber en række etiske udfordringer, relateret til privatliv, fortrolighed, transparens og identitet. Hertil ejerskab og brug af data.

Der er blevet fremlagt lovmæssige overvejelser, der dækker over brugen af Big-Data. Her kan fremhæves ophavsretsloven, loven om behandling af personoplysninger, loven om kommunikationsnet- og tjenester, markedsføringsloven samt straffeloven. Disse lovgivninger er meget vigtige at være opmærksomme på ved brug af Big-Data, derved er der også en udfordring i at sætte sig ind i denne lovgivning, som ikke-datadrevet-virksomhed.

Rapporten fremhæver yderligere, vigtigheden i, at være opmærksom på miljø og energimæssige aspekt, der ligger i anvendelse af Big-Data. Af disse kan nævnes; udgifter forbundet med lagring og behandling af data, i form af elektricitet, køling og drift af dataservere.

I forbindelse med benyttelse af Big-Data, ud fra et ledelsesperspektiv, foreligger der også en række udfordringer. Der er blevet fremhævet en stærk ledelse, som kan fastsætte den rette datastrategi, samt en organisation med de rette kompetencer og teknologier til rådighed. Hertil en kulturændring, i forbindelse med at benyttelse af datadrevne beslutninger, fremfor intuitions- og erfaringsbaserede beslutninger.

#### Hvad er forudsætningerne for en effektiv anvendelse af Big-Data?

Der blev fremhævet at der også foreligger forudsætninger, for anvendelse af Big-Data. Af disse kan nævnes; datalagring, den rette datakvalitet, software til håndtering og analyse data samt de rette kompetencer. Disse faktorer er grundlaget, og vigtige forudsætninger, der skal være til stede for at opnå potentialet ved Big-Data.

Som svar på den initierende problemformulering, kan det afslutningsvis konkluderes, at disse analyser, i forbindelse med værdiskabelsen med Big-Data i andre brancher, både i nationalt og globalt perspektiv. Har påvist at Big-Data og datadreven forretningsudvikling, kan skabe markante gevinster. Ved sammenligning af disse potentialer, i forhold til værdikæden i bygge- og anlægsbranchen, kan det konkluderes, at der potentielt findes et utal af muligheder for værdiskabelse gennem Big-Data og BDA.

Ved besvarelse af ovenstående sekundære spørgsmål fra det initierende problemsfelt, ansees den initierende problemformulering hermed for besvaret. Dermed er det nu muligt at fremsætte en endelig problemformulering samt afgrænsning.

### 3.8 Problemformulering

På baggrund af det initierende problemsfelt undersøgte specialegruppen, hvorvidt der var grundlag for, værdiskabelse med Big-Data i bygge- og anlægsbranchen. Der blev i den sonderende undersøgelse fundet evidens for, at en sådan værdiskabelse for bygge- og anlægsbranchens entreprenørvirksomheder, kan forefindes på utallige vidstrækkende områder. På trods af en nedbrydning og adskillelse af anvendelsen i den sonderende undersøgelse, fremstår vejen til værdiskabelse med Big-Data stadig som kompleks og ukonkret at opnå.



Det er derfor interessant at lede efter en enkel og håndgribelig vej, til succes med Big-Data. Eftersom Big-Data stadig er på et forholdsvis ungt stadie, for bygge- og anlægsbranchen. Er det oplagt, at tage udgangspunkt i, at behandle det data der på nuværende tidspunkt er offentligt tilgængeligt eller på anden måde, forholdsvis enkelt, lader sig tilegne. For derved muligvis at give konkrete fordele, i forskellige kontekster, i byggeprocessen. Ud fra disse betragtninger, ønsker specialegruppen at undersøge følgende problemformulering:

---

### ***Hvordan kan Big-Data skabe værdi for Bygge- & Anlægsbranchen?***

---

Med udgangspunkt i problemformuleringen er følgende underspørgsmål fundet nødvendige at behandle:

- Hvilke datakilder er offentligt tilgængelige og kan frit anvendes under byggeprocessen?
- Hvad er bygge- og anlægsbranchens udviklingsmæssige statuspunkt, indenfor brugen og indsamlingen af Big-Data, både internationalt og nationalt?
- Hvordan anskuer branchen selv det største potentiale med Big-Data?
- Hvordan bør virksomheder med ønske om egen udvikling mod datadrevne beslutninger og Big-Data, forholde sig?

#### **3.8.1 Afgrænsning**

Som det blev nævnt i afsnit *1.4 Mål*, så finder projektgruppen interesse for, hvordan entreprenørvirksomhederne i bygge- og anlægsbranchen kan få gavn af Big-Data. Derfor vil de efterfølgende dele af rapporten ligeledes afgrænses, til netop denne branchegruppe.

## Kapitel 4 - Undersøgelse

Nærværende kapitel vil undersøge tilgjengelig data utenfor bygge- og anleggsbransjen som kan være relevant å innsamle og benytte i forbindelse med Big-Data og BDA. Videre vil det bli redegjort for forskjellige digitale teknologier som kan benyttes ved innsamling av data gjennom de forskjellige fasene ved et byggeprosjekt. Sluttlig vil det bli fremlagt to caser med to av Danmarks største entreprenører, hvor det fremlegges hvordan de forholder seg til Big-Data.

### 4.1 Tilgjengelig datakilder

Det finnes et stort mangfold av forskjellige data som kan benyttes i bygge- og anleggsbransjen, store mengder av disse data er offentlig tilgjengelig og kan fremskaffes gratis eller ved kjøp. Danmark er en av de mest digitaliserte EU landene [European Commission, 2015], den tilgjengelige datamengden i Danmark er dermed stor. Det finnes mange bruksmuligheter til å benytte denne ressursen, hvor det ofte handler om å stille de riktige spørsmålene for å omsette det til noe som skaper verdi. Dette avsnittet vil redegjøre for deler av den eksisterende data som er tilgjengelig offentlig som virksomheter i bygge- og anleggsbransjen kan benytte seg av.

#### 4.1.1 Grunndata

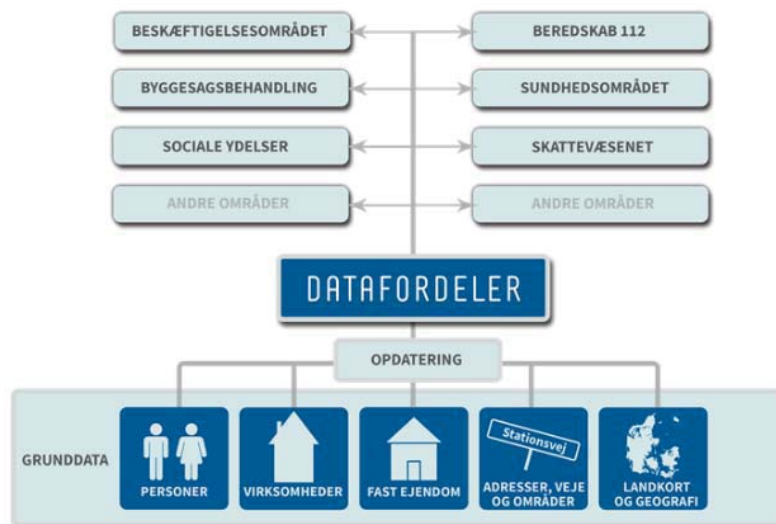
Det offentlige registrerer store mengder grunnleggende opplysninger om Danmark og den danske befolkningen. Dette er registreringer som bl.a. omhandler bostedsadresser, eie av fast eiendom, vann, klima, geografi, personer og virksomheter. Dette digitale råstoffet kalles for grunndata og distribueres i dag av en rekke offentlige løsninger. Eksempler på store nasjonale registre er; det sentrale Personregisteret, det sentrale virksomhetsregisteret og Bygnings- og boligregistret.

Gjennom grunndataprogrammet, et samarbeid mellom regjeringen, kommunenes landsforening og danske regioner, arbeides det med å etablere en datafordeler, i tråd med den fellesoffentlige digitaliseringsstrategien for 2011-2015 [Digitaliseringsstyrelsen, 2016]. Dette skal være en digital infrastruktur for å distribuere grunndata. Den skal erstatte andre offentlige distribusjonsløsninger for deling av grunndata, og sikre at virksomheter får en enkel og sikker tilgang til grunndata i et samlet system. Datafordeleren er under arbeid, og det vil foregå en trinnvis implementering av dataregistre på datafordeleren, med en forventet ferdigstilling medio 2018. *Figur 4-A* viser samspillet mellom myndigheter som leverer grunndata til datafordeleren, og forskjellige brukere som henter data ved tjenesten.

De offentlige registrene inneholder en rekke opplysninger som kan gjenbrukes av virksomheter i den private sektor og er en kilde til å fremskaffe informasjon. Formålet til datafordeleren er å bygge en bro mellom den offentlige sektor og private virksomheter, og dermed bidra til å gi ny innsikt og ideer, som legger til rette for innovative løsninger som gagnar samfunnet. Det kan sammenlignes med transparens-perspektivet, hvor all data samles i en kanal, slik at myndigheter

og virksomheter som benytter grunndata kan motta data hurtig og pålitelig. Dette simplifiserer prosessen og samtidig reduserer driftskostnadene gjennom sentralisering.

Figur 4-A: Datafordeleren



Kilde: [Datafordeler.dk]

Ved å samle denne informasjonen under samme paraply, skapes det bedre rammer for å se nye muligheter gjennom bedre forståelser og nye kombinasjoner av data. Digital grunndata er derfor en stor ressurs, virksomheter i bygge- og anleggsbransjen med fordel kan benytte seg av. Videre vil det bli belyst hvordan værdata kan benyttes i et byggeprosjekt.

#### 4.1.2 Værdata

Værdata er relevant for enkelte byggeprosjekter fordi forskjellige værtyper kan forsinke arbeidet, det kan derfor være nødvendig å planlegge aktiviteter i forhold til været. Ved siden av dette kan værdata også benyttes til å dokumentere dager hvor været ikke har tillatt å utføre arbeid, ved reklamasjon og i forsikringsaker samt supplere analyser av inneklime i bygninger. Danmarks Meteorologiske Institutt er en leverandør av værprognoser, og tilbyr tjenesten *Entreprenørvejr*, dette er et verktøy som kan benyttes til å planlegge aktiviteter på en byggeplass i forhold til været. Programmet er browser-basert og kan benyttes på en computer eller smarttelefon med forbindelse til internett. I programmet inntastes koordinatene for byggeplassen og forventet arbeidstid på aktiviteter med tilhørende akseptable værbetingelser som vind og temperatur, dermed kan programmet gi informasjon om når [Danmarks Meteorologiske Institut, 2016] :

- Været er akseptabelt og holder i hele perioden
- Været er akseptabelt med tiden er kritisk
- Været hindrer arbeidet.

Værdata angis i kvantitativ data, for eksempel i form av antall millimeter nedbør eller antall meter per sekund ved vind. Dette gjør at værdata har et stort potensiale til å kunne benyttes i programmer som kan sammenligne værdata med andre variabler automatisk, uten å gjennomføre betydelige strukturering eller rensing av dataen. Neste delavsnitt vil belyse hvordan en virksomhet kan tilegne seg diverse statistikk som er relevant for bygge- og anleggsbransjen.

### 4.1.3 Danmarks Statistikk

Danmarks Statistikk er den sentrale myndighet for Danmarks statistikk og innsamler, bearbeider og offentliggjør statistiske opplysninger om det danske samfunnet. Via deres statistikkbank kan virksomheter få tilgang til data som er relevant for det de beskjeftiger seg med. Danmarks statistikk leverer også standardløsninger rettet mot aktører i byggebransjen, som baserer seg på noen tilbakevendende forespørsler fra kunder. Dette omfatter et byggekostnadsindeks for boliger, enefamiliehus og etasjeboliger og en kostnadsindeks for anleggsoppgaver. Disse tjenestene har en årlig kostnad med en kvartalsvis oppdateringsfrekvens. Danmarks Statistikk bistår også virksomheter med skreddersydde løsninger, hvor de kan kombinere forskjellige indekser med andre variabler som virksomheten selv mener er relevante.

Det finnes dermed flere muligheter for virksomheter å kombinere interne data med offentlige datakilder ved dataanalyser. Det følgende avsnittet vil behandle, hvordan det i forbindelse med en byggeprosess selv kan skapes og aggregeres datasett med BIM i sentrum.

## 4.2 Digitale muligheter for datainnsamling

Dette avsnittet vil ta utgangspunkt i rapporten "Digital in Engineering and Construction" [Gerbert, Castagnino, Rothballer, Renz, ., & Filitz, 2016], utarbeidet av Boston Consulting Group (herfra, BCG). Rapporten omhandler den teknologiske og digitale utviklingen globalt i bygge- og anleggsbransjen, med sentrum i BIM, og presenterer eksempler på teknologiene i praksis hos noen av bransjen førende aktører innenfor anvendelse av digitale løsninger. I rapporten behandles de teknologiske fremskritt som, BCG mener, vil være med å forandre bygge- og anleggsbransjen i tiden fremover. Deretter fremheves de digitale mulighetene under hver sin fase av et prosjekts levetid. Selv om BCG sin rapport hovedfokus omhandler digitale teknologier generelt med utgangspunkt i BIM, fremfor anvendelse av Big-Data, så er reliabiliteten stadig vurdert høy i forhold til å overføre resultatene til nærværende spesialrapport. Dette er vurdert ut fra at BIM, i noen tilfeller, kan ha en sentral rolle i aggregeringen av Big-Data til bygge- og anleggsbransjens prosjekter på tvers av interessenter og faser i verdikjeden. BCG beskriver hvordan Big-Data teknologien kan benyttes som følger:

*Det siste aspektet er Big-Data og analyser, som byggebransjen har begynt å bruke til sin fordel. Analysemetoder gjør det mulig å behandle den enorme mengden av heterogene data generert under byggeprosjekter og dens omgivelser, og utnytte disse data til å forbedre bygningsdesign, lette realtids beslutningstaking, øke nøyaktighet av forutsigelser og støtte systematiske forbedringer. [Gerbert, Castagnino, Rothballer, Renz, ., & Filitz, 2016]*

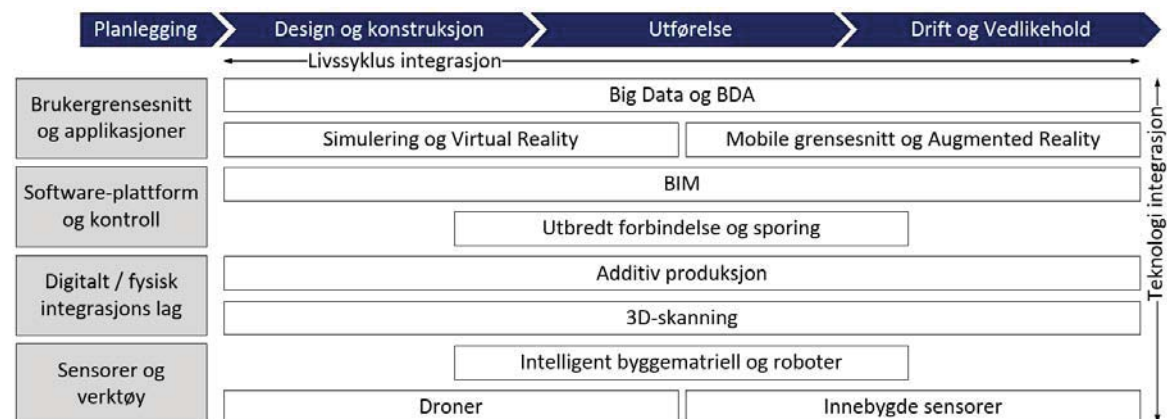
Teknologi har gjort det mulig å fremskaffe mer data, dette gjelder også i byggebransjen. Byggeprosjekter gjennomføres i stigende grad mere virtuelt hvor bygningsinformasjons modeller stadig blir mer kompliserte og inneholder mere data. Maskiner og verktøy blir stadig mer avansert og utstyres med GPS og sensorer, samtidig som det bygges smartere bygninger med intelligente systemer for drift og vedlikeholdelse. Selv om denne endringen har startet, har bygge- og anleggsbransjen generelt vært treg til å adoptere ny teknologi, hvilket som også ble understreket i innledningen av spesialrapporten. Samtidig bygges det stadig større og mere komplekse konstruksjoner, spesielt innen infrastruktur [Gerbert, Castagnino, Rothballer, Renz, ., & Filitz, 2016]. Dette medfører at store prosjekter har en tendens til å overskride tidsplaner og budsjetter [Berlingske Tidene, 2015]. BCG hevder at byggebransjen snart vil være karakterisert ved tilknyt-



tede systemer av sensorer, intelligente maskiner, trådløse enheter og software applikasjoner, integrert med BIM-modeller.

BCG mener digital teknologi gjør det mulig å øke produktiviteten, styre mere komplekse prosjekter, redusere økonomi- og tidsforsinkelser samt forsterke kvaliteten og sikkerheten i prosjekter. Digitaliseringen vil påvirke alle ledd i et byggeprosjekts verdikjede, fra design- til utførelses- og driftsfasen, se *Fejl! Et bogmærke kan ikke henvisse til sig selv.*, hvor nøkkelfunksjonen ved den teknologisk endringen ligger i software-plattform og kontroll, som i høy grad består av BIM.

Figur 4-B: Arkitektonisk struktur for digitale teknologier langs byggeprosessens livssyklus



Kilde: insp. av [Gerbert, Castagnino, Rothballer, Renz, ., & Filitz, 2016], egen oversættelse

Software-plattform og kontroll er understøttet av en rekke teknologier som innsamler data gjennom bl.a. sensorer, 3D skanning og droner. Ovenfor finnes det redskaper som kan benytte disse data til ytterligere verdiskapning, herunder Big-Data og analyser – dermed kan BIM modellen betraktes som bindeleddet mellom de vannrette faser og de loddrette kassene med de tilhørende redskapene. I det følgende vil de forskjellige boksene med teknologier bli beskrevet.

#### 4.2.1 Sensorer og verktøy

Nederst i modellen ligger sensorer og verktøy, denne kategoriene består av teknologi innenfor droner, innebygde sensorer samt intelligent byggematriell og roboter.

**Droner** kan benyttes i design- og konstruksjonsfasen ved områdekartlegging og 3D-skanning av bygninger og infrastruktur, denne dataen kan videre benyttes til å skape 3D-modeller med fastsettelse av kompleks geometri eller koter. I utførelsesfasen kan droner benyttes til overvåking og monitorering av byggeplasser.

**Innebygde sensorer** i maskiner og verktøy kan generere data i utførelsesfasen og produserer realtidsinformasjon om et prosjekt, informasjon fra sensorer kan videre benyttes til å treffe bedre beslutninger ved prosesser i utførelsen, eksempelvis kan vindsensorer på kraner redusere farlige løft av materialer og utstyr i dårlig vær. Innebygde sensorer i bygninger bidrar til bedre drift og vedlikeholdelse av bygninger under driftsfasen, og benyttes bl.a. til inneklimate målinger, styring av lys og temperatur.

**Intelligent byggematriell og roboter** kan benytte data som droner og sensorer generer under utførelsesfasen. Maskiner og roboter gjør data om til fysisk handling, og gjør det mulig å gjennomføre semiautomatiserte og automatiserte operasjoner. Neste delavsnitt vil belyse integrasjonslagene mellom sensorer og verktøy, og software-plattform og kontroll.

#### 4.2.2 Digitalt/fysisk integrasjons lag

Over sensorer og verktøy ligger det et digitalt integrasjonslag, som består av teknologi innen 3D-skanning og additiv produksjon. Felles for begge teknologiene er at de strekker seg over hele verdikjeden.

**3D-skanning** kan benyttes til å skape digitale modeller av eksisterende bygninger i designfasen, og dermed legge til rette for renovering av gamle bygg. Det kan også benyttes i utførelsesfasen, hvor det kan avsløre eventuelle avgivelser i løpet av byggeprosessen og bidra til kvalitetssikringen av prosjektet, samtidig som det i driftsfasen kan benyttes til overvåkning av deformasjoner i bygningen. Digitale teknologier fremmer også fortsettelsen, eller en forbedret anvendelse av mange andre nyskapselser som prefabrikasjon av bygningsdeler og 3D-printing.

**Additiv produksjon** er et begrep som benyttes i forbindelse med å produsere tredimensjonelle komponenter, metoden baserer seg på å addere materiale, eksempelvis ved 3D printing. Dette kan bl.a. innebære en standardisering av bygningsdeler, som kan bidra til å øke effektiviteten i et byggeprosjekt. Neste delavsnitt vil omhandle de påfølgende lagene i den arkitektoniske strukturen.

#### 4.2.3 Software-plattform og kontroll

Software-plattform og kontroll består av BIM og en utbredt forbindelse av tilkoblingsmuligheter og sporing ved en byggeplass. BCG nevner dette som nøkkelleddet i den arkitektoniske strukturen av digital teknologi i bygge- og anleggsbransjen. Software-plattformen er i sentrum for den digitale endringen i bygge- og anleggsbransjen, hvor design, modellering, planlegging og samarbeid ofte er fokusert rundt BIM.

**BIM** gir flere forskjellige interessenter i et byggeprosjekt fordeler gjennom byggeprosessen, og bidrar til en smidigere overgang mellom prosjektets faser.

**Utbredt forbindelse og sporing** omhandler bl.a. GPS og radiofrekvens identifikasjon (herfra RFID), disse teknologiene gjør det mulig å spore materialer, utstyr og mennesker. Dette gjør det mulig å redusere ikke verdiskapende aktiviteter, ved at data fra bevegelser og transport av mennesker og utstyr innsamles og analyseres. Det neste delavsnittet vil omhandle de siste lagene i den arkitektoniske strukturen.

#### 4.2.4 Brukergrensesnitt og applikasjoner

Øverst i modellen ligger teknologiene simulering og virtual reality, mobilgrensesnitt og augmented reality, samt Big-Data og BDA.

**Simulering** av bygninger bidrar til å identifisere innbyrdes avhengighet og sammenstøt ved kollisjonskontroll under design- og konstruksjonsfasen.

**Virtual reality** av byggeprosjektet gjør det mulig å oppleve bygningen virtuelt, før prosjektet er oppført.

**Mobile grensesnitt og augmented reality** gjør det mulig for virksomheter å engasjere seg i realtidskommunikasjon og gi ytterligere opplysninger til de ansatte ute på byggeplassen under utførelses- og driftsfasen. Augmented reality er en teknologi som kombinerer virtuell data med den fysiske verden, gjerne via virtuelle briller eller en mobilskjerm, og tilfører dermed et ekstra lag

med informasjon for brukeren, eksempelvis kan dette benyttes til å kontrollere om tekniske installasjoner er rett installert.

**Big-Data og BDA** er det siste aspektet i den arkitektoniske strukturen, og er teknologi byggebransjen gradvis er i gang med å utforske. Digital teknologi åpner muligheten for å produsere større mengder data som videre kan analyseres og benyttes til å forbedre design av bygninger, øke nøyaktigheten av prediktiv tidsplanlegging av utførelsen, og understøtte systematisk forbedring av byggeprosjektet.

Ut fra denne tilgangen vil BIM-modellen fungere som en slags PLM-plattform, hvilket også er beskrevet og nevnt i delavsnitt 3.4.2. PLM-plattformen fungerer dermed som visualiserings- og aggregeringsplattform for de forskjellige data, som strekker seg over prosjektets faser. Det er ikke noe nytt i denne tankegangen, og har vært en hjørnestein for BIM i mange år, men det er derimot interressant ut fra et dataperspektiv. BIM-modellen anvendes her som et datawarehouse for data og Big-Data, hvorfra forskjellig data innsamles og aggregeres (bl.a. gjennom de to nedre lag), renses (eksempelvis ved kolisjonskontroll) og som vist på øverste nivå, er det mulig å gjennomføre dataanalyser på bakgrunn av dette. Med denne tilgangen er PLM-plattformen i sentrum for prosessene og bindeledet mellom innsamling og utnyttelse av data, og Big-Data og BDA blir dermed avhengig av de øvrige led før det er mulig å skape verdi. PLM-plattformen sikrer samtidig en situasjon, hvor det skapes transparens mellom prosesser, medarbeidere, entrepriser og virksomheter på tvers av verdikjeden, hvilket også sikrer en enkel adgang til prosjektets data. I det følgende avsnittet vil det bli redegjort for hvilke muligheter, digital teknologi gir i de forskjellige fasene ved et byggeprosjekt.

### 4.3 Digitale muligheter for verdiskapelse

Dette avsnittet vil inndra eksempler på hvordan internasjonale virksomheter benytter de enkelte teknologiene fra avsnitt 4.2 i praksis, dette gjøres for å belyse hvordan datagrunnlaget teknologiene skaper kan benyttes. Det er den økende digitaliseringen av prosesser som skjer underveis i verdikjeden som bidrar til å skape datagrunnlaget BDA potensielt kan benyttes ved. De følgende områdene som blir beskrevet er listet opp i *Tabel 4-A* – fordelt på de forskjellige fasene.

**Tabel 4-A: Digitale muligheter ved de forskjellige fasene**

| Design og konstruksjon  | Utførelse   | Drift og vedlikehold  |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virtuell migrering av fysiske konstruksjoner</li> <li>• Data-drevet design</li> <li>• Simulering og hurtige utarbeidelse av prototyper</li> <li>• Iterativ design og konstruksjon</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data-drevet planlegging av byggeprosessen og Lean utførelse</li> <li>• Nye produksjonsmetoder</li> <li>• Semi- og automatisert utførelse</li> <li>• Monitorering og overvåkning av utførelsen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Virtuell overdragelse og ferdigstilling</li> <li>• Intelligent drift og vedlikehold</li> <li>• Tilstandsovervåkning og forebyggende vedlikehold</li> <li>• Hurtig beslutninger for renovasjon og effektiv rivning</li> </ul> |

Kilde: [Gerbert, Castagnino, Rothballer, Renz, ., & Filitz, 2016], egen oversettelse

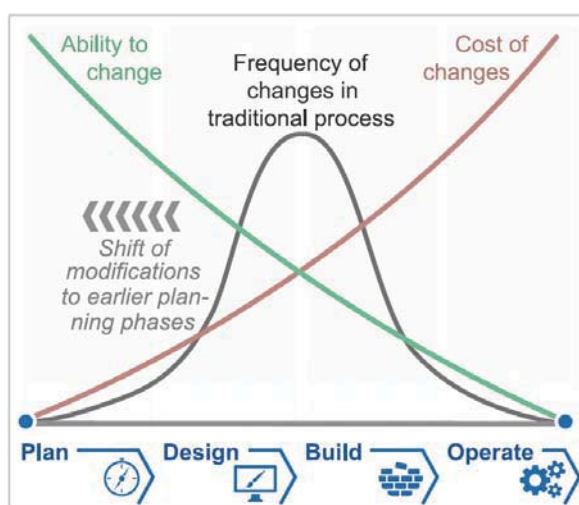
#### 4.3.1 Design og konstruksjon

BIM forbedrer prosesser i designfasen og forenkler parallell planlegging ved å hjelpe arkitekter, ingeniører og andre parter i et prosjekt med å sammenstille sine modeller, identifisere avhen-

gighetsforhold og avdekke kollisjoner i modellene på tvers av interessentene. Fra et totaløkonomisk perspektiv, kan oppførelsens andel, over hele bygningens levetid, være mellom 10-50 pst. av de samlede omkostningene, mens omkostninger til drift og vedlikehold kan utgjøre 40-80 pst. [World Economic Forum, 2016]. Disse omkostningsforholdene er i høy grad bestemt tidlig under design og konstruksjonsfasen. På dette stadiet av prosjektet er det relativt enkelt og billig og foreta endringer. Verdien av front-loaded design, er vist ved *Figur 4-C*, dette omhandler å foreta beviste beslutninger for et prosjekts livssyklus, og finne de riktige løsningen i designfasen med den hensikt å redusere kostnadene i de senere fasene ved prosjektet.

For å oppnå økt produktivitet i utførelsen, og redusere drift og vedlikeholds omkostningene, er virksomhetene nødt til å sikre, at det under designfasen holdes fokus på selve byggeprosessen, samt den avsluttede driftsfasen. I designfasen bør alle virksomheter i verdikjeden ideelt integreres, dette innebærer som oftest, avhengig av entreprisform, hovedentreprenøren, underentreprenører, leverandører og operatøren av bygningen. Fra starten bør interessentene, spesielt for store og komplekse byggeprosjekter legge vekt på planlegging og kravspesifikasjon – for eksempel ved å gjennomføre avanserte behovsvurderinger og byggbarhetsanalyser.

**Figur 4-C: Omkostninger ved endringer i prosjektets livssyklus**



Kilde: [Gerbert, Castagnino, Rothballer, Renz, ., & Filitz, 2016]

#### Virtuell migrering av fysiske konstruksjoner

Teknologi for å kartlegge områder og 3D-skanning kan benyttes til å konvertere eksisterende landskap eller bygninger til virtuelle BIM-modeller. Dette er teknologi som gir store fordeler ved renovering av eldre bygninger, ved å øke nøyaktigheten av modellen og spare tid ved manuelle innmålinger, og dermed gi et mere presist datagrunnlag. Det kan også benyttes ved landmåling, topografiske undersøkelser og underjordisk kartlegging av grunnen. Denne teknologien er ikke ny, men utvikler seg stadig og blir hyppigere benyttet. Rambøll har lang erfaring med 3D laser-skanning og 3D kartlegging, og benytter dette bl.a. til å skape eksakte digitale modeller av eksempelvis eksisterende tekniske anlegg ved ombygninger, slik at nytt design kan tilpasses den reelt eksisterende utformingen [Rambøll, 2016].

#### Data-drevet design

Data fra eksempelvis menneskelig adferd eller det infrastrukturelle miljø, kan benyttes til å optimere designbeslutninger og forbedre en bygnings operasjonelle effektivitet. Den engelske ingeniørvirksomhet Arup, kombinerer forskjellige data, eksempelvis fra mobilundersøkelser, opptak fra sikkerhetskameraer og rapporter om trafikkstrøm, for å skape et bedre beslutningsgrunnlag ved design av bolig- og infrastrukturprosjekter [World Economic Forum, 2016]. Et annet eksempel er Atkins, en global rådgivende ingeniør virksomhet, som benytter avanserte parametriske designteknikker for detaljerte designbeslutninger innenfor vann og avløps infrastruktur [World Economic Forum, 2016].

### Simulering og utarbeidelse av hurtige prototyper

Nye modelleringsteknikker som simulering, forbedret gjennom holografisk teknologi, og hurtig utvikling av prototyper ved 3D-printere gjør designutviklingen raskere, og bidrar også til en bedre visualisering underveis i prosjektet. Disse teknologiene ble benyttet ved Sagrada Familia kirken i Barcelona, hvor 3D-printet gipsmodeller av bygningens mange komplekse komponenter gjorde renoveringen enklere å gjennomføre [Gerbert, Castagnino, Rothballe, Renz, ., & Filitz, 2016].

### Iterativ design og konstruksjon

Software verktøy integrert med BIM gir en rekke fordeler som automatisk generering og evaluering av designalternativer, understøtting av value engineering, og forbedring av design-to-cost, design-to-fabrication og bæredyktighetsanalyser. Simuleringer av forskjellige designmuligheter gjøres for å finne de beste design alternativene tidlig i prosjektets livssyklus, og reduserer dermed utgifter i forbindelse med sene endringer av design eller tilpasninger. Neste delavsnitt vil ta utgangspunkt i de digitale muligheten ved den påfølgende fasen, utførelse av et byggeprosjekt

#### 4.3.2 Utførelse

En stor utfordring ved utførelsesfasen er å gi alle parter riktig informasjon til riktig tid. BIM tilgjengelig i en skytjeneste gjør det mulig for alle interessenter ved et byggeprosjekt å dele og tilegne seg realtidsdata og benytte dette til å integrere og koordinere deres aktiviteter, dermed oppnås det en større grad av transparens mellom partene. Det er avgjørende å effektivt integrere leverandører og underentreprenører underveis i prosjektet, en oppgave som, avhengig av entreprisform, tilfaller total-, hovedentreprenøren eller byggeledelsen. Målet bør være å etablere en agil forsyningskjede, som er i stand til å reagere fleksibelt og hurtig på endringer.

### Datadreven planlegning av byggeprosessen og Lean utførelse

For best mulig ressursfordeling og -planlegning på byggeplassen, kan virksomhetene finpusse prosjektstyringsverktøy med data fra tidligere prosjekter, samt RFID-sporing av materialer, materiell og arbeidskraft. På den måten kan virksomhetene redusere ikke-verdiskapende aktiviteter som ventetid, endringer i bemanningsallokering og transport av materialer og materiell, og dermed opprettholde en Lean inspirert tilgang. Skanska utvikler i øyeblikket et "Tag & Track"-system, som vil være innovativt innenfor bruk av RFID-tags og strekkoder på produkter og komponenter i byggeprosjekter [Skanska, 2015]. Ved å fremme realtidsovervåking av levering, oppbevaring og installasjon, vil dette systemet legge til rette for just in time logistikk ved en byggeplass. Et annet eksempel på datadreven planlegning er konstruksjons-, innkjøp-, og byggefirmaet Fluor. For å forbedre beslutningstagning benytter virksomheten data fra tidligere prosjekter, for å simulere konsekvenser av potensielle endringer gjennom en bred vifte av byggeprosjekter [World Economic Forum, 2016].

### Nye produksjons metoder

Virtuelle bygningsmodeller inneholder detaljert informasjon som kan legge til rette for en ny tilnærming innen produksjon som inkluderer prefabrikasjon og 3D-printing av enkelt komponenter. Standardisering av bygningsdeler medfører en rekke fordeler som økt effektivitet, bedre sekvensering av byggeprosesser og en reduksjon i værrelaterte forsinkelser – på grunn av redusert tidsbruk ved prosjektleveransen. Prefabrikasjon kan benyttes ved en rekke forskjellige prosjekttyper, fra enkle boliger til mere komplisert industribygg. Nordhus, en leverandør av prefabrikkerte moduler for byggeprosjekter, produserer bygningsdeler i en egen fabrikk i Polen. Produksjons-



linjen er semi-automatisert, og består av en blanding av datastyrte roboter og menneskelig arbeidskraft [Nordhus Modular houses, 2016]. Skanska har de to siste årene utviklet en betong 3D-printer, med den hensikt å produsere komplekse bygningsdeler med unik geometri, som er kostnadstunge å produsere ved konvensjonelle metoder [Skanska, 2016].

#### Semi- og Automatisert utførelse

Byggebransjen har stadig en lav grad av automasjon, sammenlignet med andre industrisektorer som eksempelvis bilindustri, hvor bransjen allerede har nådd vendepunktet for industri 4.0. Dette ser dog ut til å endre seg ettersom teknologien gjør fremskritt, innenfor robotteknologi åpnes det enorme nye muligheter. Nye digitale teknologier som droner, billige sensorer, fjernoperasjoner og autonome kontrollsystemer kan bli betydelige katalysatorer for innovasjon i byggebransjen. Semi autonomt materiell er i stand til å utføre komplekse oppgaver, selv om det stadig krever betydelig menneskelig kontroll via overvåkning. Komatsu, en japansk utstyrsleverandør av anleggsmaskiner, har utviklet automatiserte bulldosere, som blir guidet av droner, som kartlegger område som skal utgraves, og gir denne dataen videre til maskinen som så automatisk flytter massene riktig [Gerbert, Castagnino, Rothballer, Renz, ., & Filitz, 2016]. Semiautomatisert materiell skaper store muligheter langs flere dimensjoner av verdikjeden. Reduserte utførelseskostnader, takket være kortere leveringstid og økt produktivitet, forbedret sikkerhet ved å holde arbeidere ute av farlige områder. Færre håndverksfeil og dermed høyere kvalitet, som følge av høyere presisjon, medfører også lavere drift og vedlikeholdskostnader.

#### Monitorering og overvåkning av utførelsen

Nøyaktig og oppdaterte budsjetter og planlegning er akutte utfordringer for byggebransjen. Problemet for byggevirksomheter er ikke kun hyppige avgivelser fra anslåtte kostnader og tidsplaner, det er også sene påvisninger av disse avgivelsene [World Economic Forum, 2016]. Typiske årsaker omfatter uventede jordbunnsforhold og omfangsendringer avtalt på et lavere operasjonelt nivå, som viser seg å ha store konsekvenser. Den sene bevissthet kan begrense virksomhetens evne til å treffe de riktige tiltakene. På nåværende tidspunkt består overvåkning av prosjekter i byggebransjen ofte av menneskelige inspeksjoner og etterfølgende dokumentasjon av budsjettoverskridelser og forsinkelser i byggeprosessen [World Economic Forum, 2016]. Prosjektovervåkning har behov for bli mere realtidspreget og fremadrettet, og bør samtidig kunne levere data som umiddelbart kan omsettes til handling som fører prosjektet tilbake på rett kurs.

Digital målings- og overvåkningsutstyr gir virksomheter mulighet for å følge byggeprosesser og aktiviteter mere stringent. Droner og eksterne kameraer kan undersøke byggeplasser under utførelsen, virksomheten *Image In Flight* anvender droner utstyrt med kameraer til generering av 3D-opptagelser av byggeplassen [World Economic Forum, 2016]. Software sammenligner deretter dataen mot BIM og tidligere bilder for å måle fremdrift og identifisere områder med behov for handling. Sluttlig kan data fra flere forskjellige maskinparametere som f.eks. brennstofforbruk, hydrauliksystemer, GPS og anvendelse, benyttes til optimert styring av maskinparken. I det påfølgende delavsnittet vil mulighetene i drift- og vedlikeholdsfasen bli belyst.

#### 4.3.3 Drift og vedlikehold

Digitaliseringen av byggeprosessen og foregående analyser og simuleringer i designfasen legger til rette for en god drift- og vedlikeholdsfasen, samtidig som BIM tilfører en virtuell modell av bygningen. Modellen fungerer som et oppbevaringssted for informasjon, og sikrer at nødvendig



informasjon finner veien fra design og konstruksjon- til drift- og vedlikeholdsfasen. BIM kan automatisere opprettelsen av lister over installert utstyr, inventar og de benyttede løsningene i prosjektet.

#### Virtuell overdragelse og ferdigstilling

BIM sørger for en effektiv overføring av informasjon om bygningen fra utførende part til de som skal drifte eller eie den. Data fra testing av tekniskanlegg eller inspeksjoner kan overføres direkte til objekter i bygningsmodellen via mobile enheter [Gerbert, Castagnino, Rothballer, Renz, ., & Filitz, 2016]. Dette beriker bygningsmodellen med ytterligere informasjon, som kan benyttes under driftsfasen.

#### Intelligent drift og vedlikehold

Ved å slå sammen og analysere data fra flere kilder, inkludert BIM, kan virksomheter øke effektiviteten av drift- og vedlikeholdsaktiviteter. Data fra BIM kombinert med teknologi innenfor augmented reality gjør det mulig å se hvordan vegger er oppbygd, eller hvor det befinner seg innebygde tekniske installasjoner, i stedet for å benytte tegninger eller installasjonsanvisninger. Sensorer kan også benyttes til å styre inneklimaet i et bygg.

#### Tilstandsovervåkning og forebyggende vedlikeholdelse

Med realtids adgang til presis data, via sensorer, kameraer eller 3D-skanning, kan virksomheter overvåke bygninger kontinuerlig og gjennomføre forebyggende vedlikeholdelse. På den måten reduseres antallet av manuelle inspeksjoner og uventede feil. Overvåkning av bygninger som innebærer bruk av sensorer og trådløst utstyr kan benyttes til å se følgevirkninger og eventuelle endringer i forbruk. Det kan f.eks. være en lyssensor som ikke slukker lyset, eller et blandebatteri på en servant som lekker som påvises gjennom et unormalt forbruk av strøm eller vann. Konseptet med intelligente bygninger blir stadig mere aktuelt, delvis på grunn av den teknologiske utviklingen som bringer prisene på sensorer, datalagring og datatjenester ned. Samtidig viser potensielle kunder interesse av den voksende andelen av oppkoblede enheter, og krever større energieffektivitet i bygninger samt forbedret sikkerhet og komfort [World Economic Forum, 2016].

#### Hurtig beslutninger for renovasjon og effektiv rivning

En godt vedlikeholdt og oppdatert modell av bygningen gjør det enklere å planlegge nedrivning eller ombygging av bygningen. Informasjon om de forskjellige bygningsmaterialene og komponentene som er brukt, kan benyttes til å planlegge avfallssortering og legge til rette for resirkulering av materiell.

Som nevnt ovenfor i dette avsnittet finnes det flere eksempler på hvordan digitale teknologi kan benyttes gjennom de forskjellige fasene ved et byggeprosjekt. Det er gitt enkelte eksempler på hvordan aktører i bransjen benytter seg av disse teknologiene, men det er ofte forbeholdt pioner virksomheter og store aktører. For å utvikle digitaliseringen i bygge- og anleggsbransjen i enda høyere grad, er det også viktig at underleverandører og andre aktører i verdikjeden er med i utviklingen. Videre vil det bli presentert to caser, hvor det undersøkes hvordan MTH og NCC benytter seg til digital teknologi og Big-Data.

## 4.4 Danske Big-Data cases fra bygge- og anlægsbranchen

Med afsæt i den internationale udvikling, der er fremsat i ovenstående afsnit, er det fundet nødvendigt at analysere den danske bygge- og anlægsbranche for, at kunne sammenligne hvorledes branchen følger denne udvikling. Til at danne et billede af dette, er det valgt at sammenfatte cases der kan repræsentere udviklingsniveauet på nuværende tidspunkt, i den danske bygge- og anlægsbranche, i forhold til entreprenørvirksomhederne.

### 4.4.1 Caseudvælgelse

Til udvælgelse af entreprenørvirksomheder som repræsentanter for udviklingsniveauet i den danske bygge- og anlægsbranche, er der taget udgangspunkt i kriterier, der bygger på Interview 01 med Peter Nielsen. Peter Nielsen udtaler at det typisk kræver en moden organisation, med formaliserede og strukturerede processer, førend der kan skabes gevinst gennem Big-Data. Dette er typisk i store virksomheder. Samtidigt fremgår det at kompetenceniveauet hos virksomheder med erfaring indenfor Big-Data, typisk baseres på personer med en lang videregående uddannelse og indgående kendskab til avancerede matematiske modeller og statistik. Det er kendetegnende for disse virksomheder, at de har etablerede BI-afdelinger, med medarbejdere som varetager analyse- og planlægningsfunktioner, i forbindelse med de enkelte produktionslinjer.

*”Jeg har ikke set det praktiseret i små virksomheder – jo det har jeg, men så er det sådan nogle som handler med energi. Altså nogle, hvor man kan sige, at der er gennemsnittet for uddannelsesniveauet en kandidatgrad eller mere – Det er sådan nogle virksomheder jeg har set det brugt. Det kan jeg ligeså godt indrømme. Det er ikke noget du kommer ud i den gennemsnitlige middelstore produktion og ser det her”. [Nielsen P., Interview 01]*

Disse udtalelser understøttes af en rapport udgivet af Erhvervsstyrelsen i 2013. Denne giver et billede af at Big-Data og BDA endnu, kun er et tema for en mindre gruppe af frontløbere og at de fleste IT-afdelinger, i større danske virksomheder, ikke har forholdt sig til Big-Data. Deres undersøgelse konkluderer, at gruppen af frontløbere indenfor Big-Data omfatter meget få etablerede SMV'er. De enkelte identificerede skiller sig ud ved, at have historisk tradition for dataindsamling eller at være meget ingeniørtunge. Samtidigt består gruppen overvejende af to typer af virksomheder [Irisgroup, 2013a]:

- **Unge iværksættervirksomheder**, der er født datadrevne. Dels rådgivnings- og konsulentvirksomheder, der leverer Big-Data analyser til andre virksomheder og offentlige myndigheder. Dels innovative virksomheder der har fået succes med at anvende data til, at udfordre mere traditionelt drevne virksomheder.
- **Større virksomheder**, der i forvejen har haft større BI-afdelinger, som derfor allerede har kompetencerne og en tradition for at bruge data aktivt i deres beslutningsprocesser.

Eftersom at resultater fra Erhvervsstyrelsens rapport er fra slutningen af 2013, kan der i mellemtiden være sket ændringer, i antallet og typer af virksomheder der anvender BDA, som følge af digitaliseringen og udbredelsen af databehandlingsteknologier. Eksempelvis bragte The New York Times, i 2014, en artikel om en amerikansk bilvaskerier, med ni bilvaskerier hovedsageligt placeret i Tucson, Arizona. Denne har implementeret en softwareløsning, henvendt til mindre virksomheder, der leverer indsigt i lagerbeholdning og kvalitetskontrol af spild, samt udfører indkøbslister til ejerens leverandører [Richards C. , 2014]. Eksemplet viser dermed at der findes

leverandører, med løsninger til mindre virksomheder, som kan håndtere og automatiserer data-behandlingen, som på sigt kan kategoriseres Big-Data.

Ud fra disse synspunkter er det valgt, at tage udgangspunkt i nogle af bygge- og anlægsbranchens største aktører til, at afdække udviklingen i branchen. Hvorved disse virksomheders udviklingsarbejde må forventes at være state-of-art, i en national branchekontekst. Derfor har udvælgelsen af repræsentanter, taget afsæt i nogle af de største virksomheder på det danske marked, målt på omsætning i 2015, jf. rapporten "*Analyse af de 40 største entreprenørvirksomheder i den danske bygge- og anlægsbranche*", udført i 2016 af Deloitte. Der var tiltænkt interviews med tre store aktører, som samtidigt repræsenterer både bygge- og anlægsvirksomheder. De to repræsentanter der har ønsket at stille op, er oplistet herunder efter omsætning i 2015 og forretningsområde [Frommelt, 2016]:

- MT Højgaard A/S (Bygningsentreprenør) med en omsætning i 2015 på 6,5 mia. kr.
- NCC Construction A/S (Bygningsentreprenør) med en omsætning i 2015 på 4,1 mia. kr.

Den følgende analyse, vil dermed udelukkende, baseres på empiri fra MT Højgaard A/S (Herfra MTH) og NCC Construction A/S (herfra NCC). Analysen baseres på interview med personer, der er ansvarlige for udviklingsarbejdet omkring Big-Data, i de enkelte virksomheder.

#### 4.4.2 Case 1: MT Højgaard A/S

Indholdet i denne case bygger på interview 03, hvor Divisionsdirektør for VDC, Niels Wingsøe Falk og Teknisk direktør for Koncern BIM & Udvikling, Peter Bo Olsen, deltog som informanter fra MT Højgaard (herfra MTH). Dertil er der suppleret med information fra interview 06 med Senior Consultant, Andreas Foldager, fra RIB Software, AG's danske iTWO team. Der leverer softwareløsninger til bl.a. MTH's håndtering af BIM og 5D-simuleringer, og jf. virksomhedens egen hjemmeside, *mth.dk*.

Generel information om virksomheden er baseret på årsrapporten for 2015 [MT Højgaard A/S, 2015].

##### Om MT Højgaard

MTH er hovedselskabet i MT Højgaard-koncernen. Der betegner sig selv, som en af de førende aktører i bygge- og anlægsbranchen i Norden.

Foruden MTH, tæller flere helt eller delvist ejede virksomheder. Disse med forskellige aktiviteter indenfor bygge- og anlægsbranchen, hvor ydelserne omfatter alle former for projekter. MTH har aktiviteter indenfor markerne byggeri, anlæg og services, hvor de udfører opgaver overalt i Danmark. Samtidigt har de fokuserede aktiviteter i andre lande.

MT Højgaard-koncernen omsatte i 2015 for 6,5 mia. kr., hvoraf MTHs omsætning alene lå på 2,4 mi.a kr. MTH beskæftiger ca. 1.300 medarbejdere, ud af koncernens omkring 4.000 medarbejdere. MTH har de seneste år gennemgået en turn-around, mod mere lønsomme projekter og en

Figur 4-D: Koncernens geografiske platform



Kilde: [MT Højgaard A/S, 2015]

fastlagt risikoprofil. Som en del af virksomhedens vision om at være den mest produktivitet-fremmende koncern i bygge- og anlægsbranchen, har de et ønske om at øge produktiviteten i alle deres aktiviteter. MTH ønsker at hæve kvaliteten og effektivitet gennem anvendelse af ny teknologi. Dette skal eksempelvis opnås ved at udnytte de teknologiske muligheder med VDC, hvor projekterne bygges virtuelt inden de udføres i praksis, således at risikoprofilen afdækkes tidligt i forløbet.

I forbindelse med udviklingen og anvendelsen af VDC og BIM, er MTH blevet opmærksomme på værdien i indsamling af data omkring byggeriets processer. Virksomhedens udvikling bevæger sig derfor mod de muligheder og indsigter, som kan skabes gennem anvendelsen af Big-Data, i samspil med VDC og BIM. MTH har ikke etableret en decideret Big-Data afdeling. Derfor udføres udviklingsarbejdet på tværs af organisationen, med centrum omkring afdelingerne VDC og BIM & Udvikling. Disse suppleres med input fra forskellige afdelinger, herunder eksempelvis en BI-afdeling, der er oprettet for ca. seks måneder siden.

#### Udviklingen i MTH's dataanvendelse

Motivationen for MTH ligger i at transformere virksomheden og branchen, for ikke at blive "disrupted" af en datadrevne virksomhed. Dette eksemplificeres med Google der ved hjælp af Big-Data, som MTH udlægger det, måske ville være i stand til at designe en bygning til den halve pris.

Ved at anvende nogle af de offentlige datakilder, der er til rådighed og sortere data. Ser MTH muligheder i at kunne optimere og automatisere nogle processer, som virksomheden tidligere foretog sig manuelt, såsom trafikmålinger. Niels W. Falk udtaler, at det for ham handler om muligheden for at inddrage mere fakta-baserede beslutninger tidligt i processen omkring et byggeprojekt.

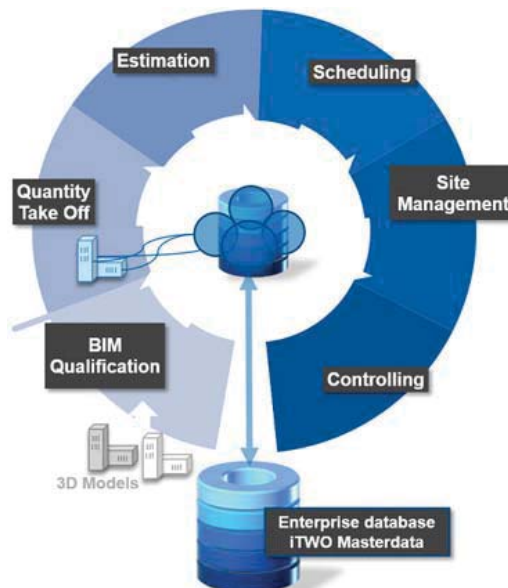
MTH udtaler at de anvender ca. halvdelen af de datakilder, der findes offentligt tilgængeligt, suppleret med indkøbte data, fra eksempelvis Rambøll. Disse data anvendes i forbindelse med Urban-VDC inden et projekt bliver til. Eksempelvis i forbindelse med en prækvalifikation, til en totalentreprise eller et OPP-projekt. Indenfor Urban-VDC foretages tidlige områdeanalyser af det, på daværende tidspunkt, sparsomme grundlag og viden implementeret i BIM-modellen. Hvorved projektet visualiseres og analyseres op mod eksisterende miljø. Dette kunne være interne og eksterne forhold på en projektlokation, herunder omkringliggende bygninger, infrastruktur, terræn, træer, demografi mv. Dermed er det tidligt i forløbet muligt, at få indsigt i nogle af de konsekvenser og u hensigtsmæssige forhold, der kan påvirke totaløkonomien. Disse kan derfra inddrages i risikoprofilen. Virksomheden har efter eget udsagn, haft stor succes med at inddrage flere dimensioner til beslutningsgrundlaget tidligt i forløbet. Hvor simulering af alternativer medvirker til optimeringer.

Virksomheden ønsker at kunne overføre datadrevne beslutninger til tilbuds- og planlægningsfasen samt designfasen. De må dog erkende, at deres datagrundlag på nuværende tidspunkt, ikke er robuste nok i disse faser. Derfor er næste skridt for MTH, at indsamle data omhandlende disse faser, gennem BIM-modeller i 5D fra tilbudsfasen (3D geometri + varigheder og omkostninger). Til dette anvendes RIB's softwareløsning, iTWO, som et datawarehouse, jf. *Figur 4-E*. I slutningen af 2017 vurderer MTH, at deres datagrundlag omfatter firehundrede VDC-tilbudsprojekter af forskellig kvalitet. MTH er ligeledes begyndt at indsamle procesdata omkring produktionen, hos de tilbuds- og udviklingsprojekter de har vundet. I slutningen af 2017 begynder de første sager at blive afsluttet – derved kan actuals-versus-virtuals (praksis ift. det planlagte) blive gjort op. Der-

fra mener MTH at det bliver muligt, at høste hidtil ukendt indsigt af datagrundlaget. Initiativet er på et begyndende stadie, i forbindelse med at kunne se tendenser og mønstre i priser, varigheder, risici og ændringer. Hensigten er, at disse processer på længere sigt skal automatiseres. For således at erstatte den ressourcekrævende proces, hvor sådanne oplysninger leveres af forskellige medarbejdere fra det operationelle niveau.

Der er på nuværende tidspunkt ikke udviklingsprojekter, som henvender sig til IoT og sensorer på byggepladsen. Der eksisterer til gengæld et ønske om, at afprøve sensor-teknologier på nogle udviklingsprojekter i samarbejde med bl.a. Siemens, henvendt både mod udførelses- og driftsfasen. MTH udtaler at de er interesseret i at afprøve teknologien, selvom der ikke er meget interesse for det i branchen. Herudover har virksomheden gennemført udviklingsprojekter med Operational Technologies (Soft- eller hardware, der henvender sig til styring eller overvågning af fysiske enheder) og RFID-tags, hvoraf der er skabt inspiration til flere nye ideer. Det fremtidige udviklingsfokus er herudover; datakilder og billeder. Hvor MTH udtrykker et ønske om, at kunne scanne deres projekter for en fremdriftskontrol i kvalitetssikringsøjemed. Herfra undersøger de nu mulighederne for at koble disse data, med BIM-modeller og Geographic Information System (herfra GIS).

Figur 4-E: iTWO 5D-processen\*



Kilde: [Foldager A., Interview 06]

\* Processen er uddybet i Appendiks 4.A

#### Konsekvenser af Big-Data

MTH erkender, at de på nuværende tidspunkt ikke anvender Big-Data, da de tidligere ikke har været vant til at gemme data i virksomheden. De forventer ultimo 2017, at kunne anvende nogle af de teknikker der relaterer til BDA. Hvorfra det kun er datagrundlaget, der er afgørende for om det betegnes som Big-Data. Udviklingsarbejdet er opstartet, fordi MTH ser Big-Data som et vigtigt redskab at mestre.

*"Big-Data er ikke et universalmiddel, men det er nærmere et af de redskaber, en virksomhed skal have med i værktøjskassen, som de kan hive frem i de sammenhænge, hvor det kan give værdi".*  
– Peter Bo Olsen

Peter Bo Olsen forklarer ligeledes, at han har set eksempler, hvor begrebet Small-Data har været anvendt. Hvor han mener at outputtet gav muligheder og indsigt, som var langt mere målrettede end ved at arbejde med store og komplekse dataset.

*"Big-Data er ikke frelsen på noget som helst, det er måske mere et redskab til at finde svar på nogle spørgsmål, der ikke tidligere er blevet stillet eller besvaret".* – Niels W. Falk

Teamet som arbejder med virksomhedens iTWO-system (5D simuleringværktøj), udforsker stadig, hvilke data der er nødvendige at inddrage. Teamet opdaterer samtidigt systemet ved, at importere og konsolidere forskellige data, såsom prisdata. Ligesom systemet løbende udvikles



gennem ca. 25-200 strukturelle eller programmeringsmæssige forbedringer, for hvert nyt projekt der indarbejdes. Disse tiltag skal sikre en mere automatiseret proces, næste gang et projekt af en tidligere type indarbejdes.

Virksomheden har brugt de sidste to år på at finde ud af, hvordan virksomhedens VDC-projekter og 5D-simulering skal fungere. Hvilket har medført ændringer i kravsspecifikationer og processer. Det har resulteret i at kvaliteten af projekterne fra det første år, ikke har været brugbare på samme måde, som de projekter der er udført indenfor det sidste halve år. Dermed vurderer MTH, at selvom deres VDC-databeholdning nærmer sig 200 projekter, baserer deres reelle VDC-datagrundlag sig på ca. fyre projekter af god kvalitet. Niels W. Falk er på nuværende tidspunkt ikke sikker på, hvad virksomheden opnår ved disse datagrundlag og kender derved heller ikke potentialet:

*”Vores problem består i, at vi først i 2017 kan bevise om vi har været gale eller geniale” – Niels W. Falk*

MTH har fremtidig fokus rettet mod forskellige muligheder med ML, men erkender, at dette område er på et meget tidligt udviklingsstadium. Niels W. Falk beretter, i forbindelse med ”Automated-Design”, at virksomheden i øjeblikket har udarbejdet fire cases med software fra Autodesk Dynamo. Hvoraf den mest vellykkede er en P-hus generator. Her udleveres på forhånd en business-case og en grund (matrikel). Hvorefter der simuleres 2000 forslag, som kan filtreres ved at fastsætte forskellige kriterier, herunder pris (Eksempler på P-hus generatoren kan findes digitalt [Youtube.com, 2016] [Youtube.com, 2016b]). Niels W. Falk argumenterer for at P-hus generatoren kan anses som en ML-teknik.

*”Det begynder at blive Machine Learning, når man kan gentage nogen af de her ting, sætte kriterier på og dermed får noget struktureret data ud, på baggrund af ustruktureret og arbitrær data. Det er ret svært at kunne designe et P-hus på én dag, når det tager tre at trække mængderne ud”. – Niels W. Falk*

Et andet sted MTH mener de udvikler på ML teknikker, er i forbindelse med graveplaner og materiel, men dette bruges ikke kommercielt og er for at afprøve potentialer. MTH har med egne ord, kun lige taget hul på dette område, men forventer et stort potentiale i automatisering af design og beslutninger.

#### Centrale barrierer og udfordringer

Informanterne mener at der mangler en klar definition af begrebet Big-Data, i forhold til byggebranchen, hvor begrebet ofte forvirres med, det at have meget information. Samtidigt mener de, at virksomheder bør have en kritisk tilgang til anvendelsen af Big-Data.

*”Det kan være et problem at agere 100 pct. på baggrund af Big-Data, særligt hvis alle andre har samme data at agere efter, da outputtet således bliver ens”. – Peter Bo Olsen*

MTH mener at virksomhederne i bygge- og anlægsbranchen, ikke har sine datagrundlag på plads, da branchen ikke er datadrevet, men er en emotionel- og erfaringsbaseret branche. Eksempelvis har MTH, efter eget udsagn, knapt nok styr på egne økonomi-data, i en så detaljeret grad, at de kan give værdi med BDA. Ligesom de ikke har struktureret data på varigheder af diverse aktiviteter. Hvor disse oplysninger, på nuværende tidspunkt, i højere grad leveres af medarbejdere fra



det operationelle niveau, fra gang til gang. Virksomheden udtaler at det er en udfordring at virksomheder i branchen, ikke er vant til at træffe fakta-baserede beslutninger ud fra data.

Det er ifølge MTH et problem at der ikke investeres flere midler i udvikling, i bygge- og anlægsbranchen. De mener at der ikke er midler i virksomhederne til, at investere i fejlslagne udviklingsprojekter. Derfor er branchen bagud. Yderligere skal teknologier være afprøvede, i kombination med at der skal være et behov til stede, før en teknologi har sin berettigelse.

*”Branchen vil altid være bagud i forhold til de her ting, der skal først være et udtag og et behov. Vi kan ikke få lov at bruge 10 mio., 2. mio. kr. eller bare 54 kr. uden, at der er et behov i det. Det er et mærkeligt game”. – Niels W. Falk*

#### Rammebetingelser

I foråret 2014 udførte MTH en undersøgelse af kvaliteten, af det designgrundlag de modtog i forbindelse med udbud. Hvoraf resultatet viste at kun 37 pct. af de udbudte projekter, var af så høj kvalitet, at det var muligt at træffe kvalificerede beslutninger, på grundlag af designmaterialet - uden at de skulle omprojekteres, delvist eller komplet. Dertil havde udbudsmaterialet andre udfordringer, der reducerede produktiviteten [MT Højgaard A/S, 2016]. Peter Bo Olsen udtaler i denne sammenhæng, at det er vigtigt at publicere sådanne undersøgelser, således at der i branchen skabes klarstillet nødvendigheden af, at de efterfølgende processer er tænkt med ind i designgrundlaget, for at skabe den højeste produktivitet. Dertil at dette samspil er en forudsætning for at kunne anvende Big-Data.

MTH mener at det er de bagvedliggende data, i samarbejdet med arkitekter, ingeniører og leverandører, der er interessante. I stedet for færdige tegninger, så er der mere værdi og flere informationer i en BIM-model, Eksempelvis ved produktionsdata fra et vindue, i forbindelse med bæredygtighedssimuleringer. I samme ombæring stiller MTH sig klar til, i højere grad, at indlede et transparent samarbejde på tværs af branchen, hvor KPI'er og bagvedliggende datagrundlag deles, for at fremme udviklingen om en datadelingskultur i branchen. Her bruges som eksempel RIB's iTWO cloudbaserede software-løsning, hvor datalagringen sker i RIB's databaser fremfor på virksomhedernes egne. Dermed kan en åben tilgang på tværs af virksomhedernes databaser, muliggøre ny indsigt ved anvendelse af BDA. Eksempelvis udviklingen i hældningskoefficienter på stålpriser. Informanterne argumenterer for, at der i dag deles masser af data, for eksempel når der indhentes priser fra underentreprenører og leverandører. Disse processer kan dog optimeres med en datadelingskultur, hvor processen automatiseres, eksempelvis gennem åbne prislister.

I forhold til Industri 4.0 og IoT, vurderede MTH, at det er en grundlæggende forudsætning, at der bliver udviklet et nationalt eller globalt WiFi-net, for at en pålidelig forbindelse kan garanteres ved opkobling af sensorer.

#### 4.4.3 Case 2: NCC A/S

Indholdet i denne case bygger på interview 04, hvor områdechef for VDC i Building Danmark, Thomas Hejnfelt, og chef for IT-infrastruktur, Lars Andersen, deltog som informanter fra NCC. Dertil er suppleret med information fra virksomhedens egen hjemmeside, *ncc.dk*.

Generel information om virksomheden er baseret på årsrapporten for 2015 [NCC A/S, 2015].

### Om NCC A/S

NCC betegner sig selv som en af de førende virksomheder i Nordeuropa, indenfor byggeri- og anlæg samt projektudvikling, hvor de i Norden samlet set besidder fem pct. af markedsandelen. Deres forretning strækker sig over forskellige områder, herunder; Building, som beskæftiger sig med byggeri, renovering og projektudvikling. Industry, der indeholder råvareproduktion. Fundering og asfaltbelægning samt affaldshåndtering. Infrastructure, der leverer komplette infrastrukturprojekter. Property Development, som beskæftiger sig med projektudvikling, med henblik på salg eller udlejning. Aktiviteterne omhandler dermed hele værdikæden, hvor virksomheden dækker markedsandele i hele Norden, derudover i Tyskland, Rusland og Estland, jf. *Figur 4-F*.

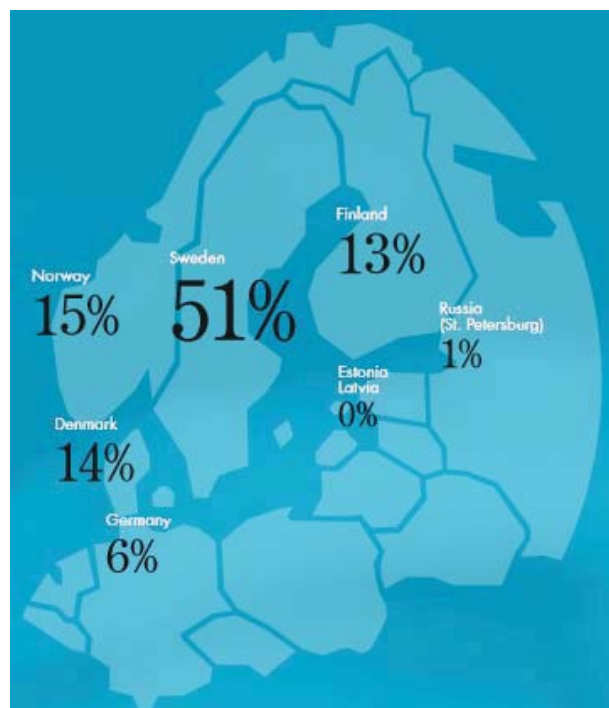
Omsætning for NCC Construction Denmark forlyder for 2015, 4,5 mia. SEK. kr. Totalt i hele NCC-koncernen på 67,3 mia. SEK kr. NCC-koncernen beskæftiger tilsammen 18.000 medarbejdere, hvoraf NCC Danmark beskæftiger ca. 2.500 ansatte. I virksomhedens årsrapport for 2015, lancerede NCC også sin nye strategi, med afsæt i megatrends som urbanisering, bæredygtighed samt nye teknologier. Hertil visionen om at forny branchen og levere ekstraordinære bæredygtige løsninger. Virksomhedskonceptet for den nye strategi lægger vægt på, at NCC skal levere omkostningseffektive kvalitetsløsninger, der skaber værdi for virksomhedens interessenter.

Virksomheden mener, at deres vision afspejler det daglige udviklingsarbejde omkring Big-Data, VDC og digitaliseringen generelt. De ønsker at vide og forstå mere om deres kunders forbrugsmønstre, så det er muligt at kunne levere ekstra værdi til dem. I design- og udførelsesfaserne men ligeledes som totalværdi efter afleveringen af et projekt. Interessen omkring Big-Data udspringer af virksomhedens fokus på digitalisering og VDC, derfor er det også dette område i NCC, som er ansvarlige for udviklingsarbejdet. Hvor informanterne ikke arbejder med andet end, at kunne styre og bruge data intelligently. Derudover så er det særligt forretningsudviklingsafdelingen i Building Danmark, der har til opgave at trække NCC i retning mod anvendelse af Big-Data. Virksomheden udtaler, at det er en central virksomhedsfunktion på tværs af landene, som varetager udviklingsarbejdet, og som trækker på specialister fra alle lande.

### Udviklingen i NCC's dataanvendelse

NCC vurderer, ud fra et totaløkonomisk synspunkt, at ca. 70 pct. af bygningsomkostningerne går til drift. Hvoraf vand, varme og elektricitet udgør en væsentlig andel. Derfor er der et betydeligt besparelspotentiale ved, at kunne foretage intelligente handlinger for denne del. Derved bevæger deres udviklingsarbejde med Big-Data analyser i denne retning. Arbejdet implementeres løbende, men fokuseres mod energiforbrug og indeklima. Yderligere hvordan virksomheden selv

Figur 4-F: NCC's markedsandel af totalsalget [%]



Kilde: [NCC A/S, 2015]

kan skabe en datainfrastruktur med egen dataindsamling, samt lære af denne proces, og fokuserer mindre på, hvordan andre datasæt kan skabe en sammenhæng.

Thomas Hejnfelt mener at virksomhedens udvikling mod Big-Data analyser, stammer fra brugen af visuelt koblet data og deres relationer i BIM-modeller. Dertil de muligheder der er blevet skabt gennem anvendelsen af BIM, som har åbnet øjnene for det enorme potentiale, der ligger i at have det rigtige datagrundlag, således at kunne håndtere og anvende data rigtigt.

*”Det var der det gik op for mig. Hold da op, der er mange muligheder. Der er enormt mange muligheder ved at anvende data, men vi har bare ikke dataene, så det er fuld fokus på det.” – Thomas Hejnfelt*

På nuværende tidspunkt arbejder NCC på at indsamle data, da de ikke tidligere har gjort dette. Hvilket de mener at ingen i branchen gør. En oplagt mulighed for at indsamle data, ifølge NCC, er gennem CTS-systemer. Hvor der allerede i dag genereres data, som efter indregulering af varme og ventilation, betegnes som brugt, for derved at kasseres.

*”Det er ikke fordi vi i byggebranchen ikke har brugt data før, vi har samlet masser af data op, men det har været i tilfælde, hvor der har været problemer. Det med at samle data, bare for at samle data, det har branchen ikke været særlig god til, fordi der ikke er særlig mange penge i byggebranchen. Og nu har udviklingen gjort, at teknologien er kommet ned på et prisniveau, hvor f.eks. en sensor rent faktisk kan bruges til noget, og hvor det giver mening ... Det er Cloud-løsninger og billig end-user teknologi, der gør det interessant. For det med at se potentialer i f.eks. at tracke ting på byggepladser, det har været her i lang tid ... Så jeg mener faktisk ikke, at det er nyt, det her med data, men teknologien gør det tilgængeligt på en anden måde” – Lars Andersen*

NCC tager udgangspunkt i to udviklingsprojekter; Dome-of-Visions og deres eget hovedkvarter i en del af Gladsaxe Company House, der er en flerbrugerbygning certificeret som DGNB-platin, og udført af virksomheden selv.

Dome-of-Visions har tidligere ligget på Søren Kierkegaards Plads i København og åbnede 6. oktober på Pier 2, Aarhus Havn. Det er en kuppelformet facadeløsning, som beskytter træhuset i mod vind og vejr, jf. *Figur 4-G*. Hvilket gør det muligt at bygge med minimum af ressourcer. Dome-of-Visions, er et forsøg på at inspirere til nye måder at bo på. Samtidigt har det til formål at indsamle data, for at finde nye veje til bæredygtigt byggeri og materialeforbrug. NCC Danmark har været ansvarlig for ressourcer og udvikling [Domeofvisions.dk(a)]. Dome-of-Visions er, efter NCC's udtalelser, mest et bæredygtighedsprojekt og indeholder ikke meget digitalt. Men virksomheden mener, at der er et bæredygtighedsэлемент i at gøre bygninger intelligente, hvorfor det giver mening at koble projektet med dataopsamling og -analyse.

**Figur 4-G: Illustration af Dome-of-Visions**



Kilde: [Domeofvisions.dk(b)]

På hovedkvarteret indsamler NCC data omkring bl.a. energi, vandforbrug, ekskl. Fjernvarme. Hvilket de har ønsket om på sigt. Disse datagrundlag, sammenstilles til sidst med vejrdata fra DMI. Dertil suppleres indsamlingen af indeklimadata med sensorer under borde og stole. Der foruden temperatur også registrerer om der sidder nogle ved bordet.

Data fra disse to udviklingsprojekter skal analyseres, for forskellig værdiskabende indsigt. Yderligere medvirke til at skabe erfaring indenfor opbygning og anvendelse af forskellige datakilder, således erfaringen kan overføres til brugen af sensorer og data på NCC's fremtidige projekter. Virksomheden har valgt at integrere forskellige API'er (forklaret i *Tabel O-B*) i deres foreløbige løsning fremfor én enkelt softwareløsning. Hvilket er valgt med ønsket om en bedre kompatibilitet og fleksibilitet, da CTS-systemer til bygninger ofte varierer. Denne platform skal kunne kobles med data på brugernes adfærd, når virksomheden finder en løsning til at måle dette. I første omgang som feedback på det oplevede indeklima, og gerne i realtid, så feedbacken kommer i takt med brugernes oplevelse af indeklimaet.

#### Konsekvenser af Big-Data

I dag anvender NCC hverken Big-Data eller data på en intelligent måde. De mener selv at der er et stykke vej endnu. Hvilket hænger sammen med, at virksomheden på nuværende tidspunkt har forskellige databeholdninger, der varierer i størrelse. Konceptet for dataanvendelse er klar, men platformen er ikke færdigudviklet og indviet, da fokus først og fremmest er på at indsamle de rigtige datagrundlag.

*"Big-Data handler om, at der er en stor mængde data, hvor man er i stand til at kombinere data på tværs og så se nogle relationer. Så selvom vi er i gang med at tracke nogle data, så kan vi måske godt kalde det Big-Data, men det er jo først rigtigt Big-Data, når vi får skabt rigtig mange, så vi kan se sammenhængen og nogle tendenser på tværs. Der er der man rigtig begynder at kan snakke om Big-Data. Og så kender vi jo slet ikke perspektivet, det er der ingen, der gør, fordi det er så enormt. Det kan være det er en blindgyde på nogle områder, og på andre kan man se nogle ting, som man slet ikke kunne forestille sig". – Thomas Hejnfelt*

Der er i NCC's udviklingsprojekter valgt at anvende data fra sensorer foruden CTS-data. Dette er baseret på virksomhedens holdning om, at CTS-data ikke giver det korrekte billede af forholdene hos brugerne. Dette begrundes med, at CTS-målere typisk er placeret centralt i bygningen, langs en væg. Virksomheden udtaler samtidigt, at det er en fordel, at deres databeholdning ikke er inficeret med menneskelig adfærd, hvilket er en komplicerende faktor, hvis den ikke indsamles eksternt i forhold til resten.

NCC forventer at kunne levere indsigt i dimensionering af kontorer, hvor disse i dag dimensioneres til hundrede pct. anvendt. Hvor de mener at behovet nærmere er tredive pct. Hvilket vil kunne reducere kontorfaciliteterne forbrug betydeligt. Et andet aspekt af dataindsamlingen er, at kunne sætte tal på konsekvenserne. Eksempelvis indeklimaet ved kundens til- og fravalg, i forbindelse med forskellige designløsninger således, at økonomien ikke altid vægtes højest fremfor mere bæredygtige løsninger. De forventer dermed at kunne skabe et bedre beslutningsgrundlag for deres kunder. Ligeledes at kunne analysere på konsekvenserne af mange flere løsninger i designfasen end det er muligt i dag. Yderligere hvordan forbrugsmønstre påvirker disse løsninger. Derudover er virksomheden af den overbevisning, at disse data kan etablerer en hidtil ukendt indsigt og værdiskabelse.



---

*”Vi sidder ikke og kigger på om vores brug af Big-Data giver en konkurrencemæssig fordel i morgen, men det er simpelthen at øge vores kompetencer og indsigt i at kunne levere så gode løsninger som muligt for vores kunder, men også kunne forøge deres indsigt og deres beslutningsgrundlag”. – Thomas Hejnfelt*

*”Vi er bevidste om, at selvfølgelig vil vi se, at de data vi samler op, at dem kan vi bruge til et eller andet, men vi har også en forventning om, at vi kan bruge dem til en masse andre ting, som vi finder ud af senere hen”. – Thomas Hejnfelt*

Virksomheden forventer med deres kobling og sporing af indeklimadata, at dette kan bruges til at skabe værdi og indsigt af forskellig slags, f.eks. i gennemsnitsforbrug for en bygning. De fremviser et eksempel; ved at visualisere sådanne data, har de tidligere kunne påvise fejl i driften af eget ventilationssystem, der genererede et ekstra energiforbrug for ca. 56.000 kr. årligt. Fejlen befandt sig i en defekt kontakt, som efter normal arbejdstid og i weekender kaldte på forlænget drift. Et lignende eksempel er at måle vandforbruget. Hvilket kan give indsigt i eksempelvis løbende toiletter, hvor et toilet kan forbruge 30 liter vand på fem minutter, som på længere sigt generer et betydeligt ekstraforbrug. Virksomheden udtaler, at sådanne udgifter ikke udgør en stor andel af den samlede bygningsdrift, men at besparelsen viser eksempler, hvor det er relativt enkelt at skabe en gevinst, uden at genere brugerne. NCC overvejer på nuværende tidspunkt at indbygge forskellige sensorer i hulrum i bygninger, for at kunne opdage lignende svigt i bygningsdele inden effekten breder sig videre til andre dele. For dermed at opnå en Cost-Avoidance-effekt (En forebyggende effekt, hvor store omkostninger undgås), hvilken kan være betydelig efter deres vurdering.

*”Prøv at overvej, når man køber en bil, hvor meget fabrikkerne tracker data osv., de sætter lige computeren til, og så ved de, hvad der er galt med den. Det er jo lidt den samme tankegang omkring bygninger”. – Thomas Hejnfelt*

I fremtiden forestiller virksomheden sig en situation, hvor de er i stand til at garantere et driftsabonnement på en bygning, fordi de har opbygget et erfaringsdatagrundlag. Dette også som følge af, at de måler for eventuelle uregelmæssigheder og svigt, så kunden holder sig indenfor forudsatte bæredygtighedsmål, energimål eller indeklimamål.

I forhold til BDA, udtaler virksomheden at det på nuværende tidspunkt ikke giver mening at anvende ML-teknikker, til at sige noget om menneskers adfærd, da de ikke har det fornødne datagrundlag og efter egen mening, måske heller ikke kompetencerne, når det kommer til stykket. Fokus er i stedet på at samle data, for derigennem at skabe indsigt i tendenser, som virker besynderlige og lave break-down på uhensigtsmæssig adfærd, for slutteligt at udføre intelligente handlinger på disse områder.

*”Altså man kan jo sagtens snakke om Machine Learning og alle de mere avancerede ting, men hvis du i første omgang sætter alt data i den samme kontekst og kan visualisere det og bruge normal logik til at kigge på data, det er faktisk et rigtig, rigtig stort skridt”. – Lars Andersen*

#### Centrale barrierer og udfordringer

Thomas Hejnfelt udtaler at det kan være svært at adskille Big-Data fra almindelig brug af data. Dertil at det kan kræve menneskelige ressourcer med kompetencer indenfor IT til at udrede disse definitioner. Supplerende udtaler Lars Andersen, at formålet nærmere handler om at anvende



data intelligent, hvorfor mængden, small- eller Big-Data, er mindre relevant. NCC er dermed opmærksomme på, at resultaterne af BDA ikke giver værdi, hvis ikke disse følges af en intelligent handling. Samtidigt skal det sikres, at handlingen og budskabet bringes helt ud til de medarbejdere, som trykker på knapperne, og derfor mener de også, at fokus i stedet skal være på de intelligente handlinger.

NCC mener at der er masser af opmærksomhed i branchen omkring Big-Data, men at stort set ingen virksomheder i byggebranchen anvender det. De mener at det er svært at komme i gang med, da der er et kompetencegab, fordi de IT-teknologiske kompetencer ikke er indlejrede i branchens virksomheder. Yderligere at begrebet som udgangspunkt, kræver højere grad af IT-kompetencer og mindre grad af kompetencer indenfor byggeri. De mener at det i første omgang handler om, på en organiseret måde, at indsamle data, før ingeniørerne i virksomheden, der har forstand på indeklima og byggeri, kan anvende disse data i praksis.

#### Rammebetingelser

NCC mener at der er nogle generelle udfordringer, omkring de juridiske aspekter med udviklingen mod Big-Data i branchen, samt at kulturen i byggebranchen ofte spiller ind. Derudover at udfordringerne omkring Big-Data, primært handler om kompetencer og om at få skabt et datagrundlag. Virksomheden udtaler at de er meget bevidste om, at de ikke kan skubbe udviklingen med VDC og Big-Data alene, men at de er nødt til at have hele byggeriets værdikæde og livscyklus med.

## 4.5 Delkonklusion

I undersøgelsen blev det påvist at der findes flere offentligt tilgængelige datakilder, som gratis eller mod betaling kan levere forskellig værdifuld information, til virksomhederne i bygge- og anlægsbranchen samt til byggeprocessen generelt.

Blandt andet er der etableret en platform, hvor grunddata, som eksempelvis person-, virksomheds- og ejendomsdata, samles under samme fælles platform. Denne er administreret af det offentlige. Dette skal styrke mulighederne for at kombinere og forstå grunddata i nye sammenhænge. Af andre datainstanser kan nævnes Danmarks Metrologiske Institut, der administrerer vejrdata og vejrprognoser. Hvilket f.eks. kan fungere som bevisgrundlag for vejrforhold, der har umuliggjort eller stoppet arbejde midlertidigt på byggepladser. En central myndighed for data og statistik, er Danmarks Statistik, som indsamler, bearbejder og offentliggøre statistiske oplysninger om det danske samfund. Gennem deres statistikbank kan der eksempelvis leveres oplysninger om tendenser og udvikling, indenfor en bestemt branche eller region.

Udover offentlige datakilder, har virksomheder i bygge- og anlægsbranchen, ligeledes mulighed for at tilegne sig specifikt data, ved at indsamle disse selv. Undersøgelsen gennemgik forskellige muligheder og teknologier for indsamling af data. Disse blev analyseret, i forhold til muligheder og behov for data langs byggeprocessens livscyklus. Dette førte til en erkendelse af, at BIM-modeller er den oplagte PLM-plattform for opsamling, aggregering og visualisering af data i forbindelse med byggeprocessen. Dette begrundes med at der er behov for data på forskellige tidspunkter. Samtidigt blev fordelene ved at samle projektdata under ét klarlagt. Ved en nem og simpel tilgang, der følger projektets udvikling i nær realtid. Yderligere, styrket kommunikationen og mulighed for anvendelse af BDA, for hele branchens fragmenterede værdikæde. De forskellige muligheder og teknologier til indsamling af egne data, blev understøttet af internationale eksempler. Dertil analyseret mod en konkret værdiskabende kontekst. Det blev samtidigt konkluderet





deret at Big-Data er sidste led i processen til, at skabe værdi med egne data. Hvorfor udfordringerne forbundet med at anvende teknologierne til dataindsamling og tilhørende kompetencer, først skal overstås inden intelligent anvendelse af Big-Data kan finde sted.

De internationale eksempler blev i undersøgelsen suppleret med cases, af de to største bygningsentreprenører i den danske bygge- og anlægsbranche. Her var det tydeligt, at virksomhederne havde forskellige fokusområder, i forbindelse med anvendelsen og potentialet af Big-Data. MTH fokuserede sit udviklingsarbejde mod, at kunne sammenligne og optimerer beslutninger ved tilbudsgivning og planlægning, gennem en samlet projektdatabase i programmet iTWO. NCC så muligheder i at opnå viden omkring bygningers driftsomkostninger. Dernæst hvordan brugeradfærden påvirkede disse. Dette med hensigt, på forhånd at kunne forudsige driftomkostninger således, at beslutningstagningen i fremtiden kunne tilsigte bedre totaløkonomiske designløsninger samt levere nye forretningsmodeller i driftsfasen. Dermed havde ingen af virksomhederne på nuværende tidspunkt fokus på udførelsesfasen, selvom begge aktører erkendte, at der her lå et enormt potentiale. Det blev ligeledes afdækket, at ingen af virksomhederne på nuværende tidspunkt anvendte Big-Data eller teknikkerne bag. Begge virksomheder havde igangsat en udviklingsproces, mod højere grad af dataanvendelse, hvor de forventede at indføre resultaterne løbende, snarest disse blev modne til implementering.

Resultaterne fra denne undersøgelse leder videre til et diskussionkapitlet, som vil fremsætte og diskuterer forskellige synspunkter, der er fundet centrale for rapportens problemfelt.

## Kapitel 5 - Diskussion

*Formålet med diskussionen er at fremsætte forskellige synspunkter, ud fra centralt fremfunde problemstillinger gennem rapporten, for derved muligvis at nå frem til nye standpunkter. Specialegruppen har fundet dette nødvendigt, for ikke alene at præsentere de fremfunde resultater, men også at diskutere dem. Således at væsentlige aspekter, årsager og sammenhænge identificeres. Dette med formål om at give læser et bedre grundlag for, at vurdere validiteten af rapporten og de fremfundne problemstillinger.*

I løbet af diskussionen, vil der henvises til udtalelser og holdninger fra de forskellige informanter. Det er derfor valgt, for læserens og overskuelighedens skyld, at opstille en kort interviewoversigt herunder. For en uddybende beskrivelse informanter med hensyn til stilling, virksomhed og formål med interview, henvises til *Tabel 2-B* i Kapitel 2 – Metode.

- **Interview 01:** Peter Nielsen, AAU
- **Interview 02:** Rene Olsen, Molio (tidligere Prisdato)
- **Interview 03:** Niels W. Falk & Peter Bo Olsen, MTH
- **Interview 04:** Thomas Hejnfelt & Lars Andersen, NCC
- **Interview 05:** Kjeld Svidt & Ekaterina Petrova, AAU
- **Interview 06:** Andreas Foldager, RIB
- **Interview 07:** Kaare Brandt Petersen, SAS Institute
- **Interview 08:** Kjeld Svidt & Ekaterina Petrova, AAU
- **Interview 09:** Brian Nielsen, AAU

### 5.1 Big-Data i forhold til byggebranchen

Det har tidligere i rapporten blitt presentert forskjellige definisjoner av Big-Data, hvor det ikke finnes en entydig definisjon av begrepet. Derfor kan begrepet i seg selv minne mer om et "buzzword", enn en faglig betegnelse. Dette betyr videre at to forskjellige mennesker legitimt kan hevde å ha forskjellige definisjon av hva Big-Data er. Big-Data har selvfølgelig en betydning, men det kan være forskjellige avhengig av hvem som blir spurt og hvilke kontekst det er gjeldende i. Kaare brandt petersen presenterte en interessant definisjon av Big-Data som lyder følgende; hvis datamengden i seg selv utgjør et problem som skal løses, er det Big-Data. Under denne definisjonen kan det argumenteres for at selv romerne hadde et Big-Data problem, men grensen for datamengden var mye lavere enn hva den er i dag. Big-Data utspringer fra IT-bransjen, hvor størstedelen, hvis ikke alle prosesser er digitalisert, og datamengden er dermed enorm. Den samme datamengden vil ikke opptre i byggebranchen, dermed kan det argumenteres for at også potensialet for Big-Data er lavere i byggebranchen, men selv om datamengden generelt sett er lavere, betyr det ikke at Big-Data og Big-Data analyser ikke kan benyttes. Lars Andersen fra NCC uttaler at det ikke spiller noen rolle om det er Big-Data eller Small Data, det er hvordan data benyttes som er relevant. Big-Data i seg selv gir ingen verdi hvis det ikke benyttes til noe.

I undersøkelsen har det blitt redegjort for hvordan digitale teknologier kan benyttes i de forskjellige fasene under et byggeprosjekt. I design- og konstruksjonsfasen har det skjedd store endringer gjennom de siste årene. Peter Bo utaler at de i 2009 primært benyttet BIM til å utarbeide papirtegninger effektivt, men at bruksområdene har utvidet seg de siste årene, hvor de nå benytter det blant annet til å simulere design og utførelsen på byggeprosjekter. Det kan dermed sies at BIM har gått fra å være en modell som ble benyttet til å hurtig genere 2D tegninger, til å

bli en sentral plattform for planleggelsen av et byggeprosjekt. Digitale modeller av bygninger blir stadig mere detaljerte og innholdsrike, ut over informasjon om geometri og egenskaper tilknyttet objekter, tilkobles også tid og økonomi. Den digitale data mengden generert under denne fasen er økende, men begynner det gradvis å bli Big-Data? Dette er det vanskelig å gi et konkret svar på, men hvis det tas utgangspunkt i den følgende definisjon av Big-Data, som er beskrevet tidligere i rapporten;

*Big-Data is the Information asset characterized by such a High Volume, Velocity and Variety to require specific Technology and Analytical Methods for its transformation into Value.* [De mauro, Greco, & Grimaldi, 2016]

Kan det argumenteres for at data mengden i seg selv i en modell er ikke stor nok til å kalles Big-Data, rent teknisk betyr det av volumet skal være så stort at det ikke kan lagres eller håndteres på en enkelt datamaskin, og det krever en annen tilgang eller programvare for å kunne håndtere det. For å oppnå dette volumet, vil det kreve en større samling av forskjellige modeller, hvor informasjon kan uttrekkes fra flere kilder. Dette blir bekreftet av Ekaterina Petrova, hvor hun uttaler at mengden av data i en bygningsinformasjonsmodell ikke er omfattende nok til å skape fordeler ved å benytte den kostnadsunge datainfrastrukturen som skal til for å håndtere Big-Data. Hastigheten data generes i bygningsinformasjonsmodeller er ikke hurtig nok til å kreve spesifikk teknologi eller programvare for å håndtere det, dette kan eksempelvis være mere relevant i driftsfasen, hvor smarte bygninger konstant generer hurtig realtidsdata om bygningens ytelse. Variasjonen eller mangfoldigheten av dataen er heller ikke kompleks nok til å kreve Big-Data datainfrastruktur, dataen i bygningsmodeller består hovedsakelig av geometri og objekt egenskaper, og er strukturert innad i modellen. Ekaterina Petrova uttaler at BIM i sammenheng med Big-Data skal skaleres opp til City Information Modeling, for å kunne forsvare volum, velocity og variety som Big-Data kjennetegnes ved.

I produksjonsbransjen, hvor automatisering av produksjonslinjer basert på robotteknologi og sensorer, skaper enorme datagrunnlag, gir det god mening å begynne å benytte sofistikerte analyse teknikker til å gjennomføre databaserte beslutninger. Den samme automatiseringen av prosesser finnes ikke i utførelsen av et byggeprosjekt, selv om det finnes eksempler på utviklingsprosjekter og innovative virksomheter som eksperimenterer innenfor området, spesielt innenfor monitorering og overvåking av byggeplasser. Andreas Foldager uttaler at data innsamling omkring utførelsen ved et byggeprosjekt stadig må gjennomføres av mennesker sånn det ser ut i dag, men at de arbeider med å utvikle droner, tilkoblet BIM, som innsamler data av utførelsen. Det er tidligere i rapporten blitt redegjort for viktigheten av måle prestasjon, *if you can't measure it, you can't manage it*. Det er ikke realistisk at mennesker klarer å gjennomføre nok realtidsmålinger underveis i et byggeprosjekt hurtig nok til å skape Big-Data. Menneskelig målinger og dokumentering er også påvirket av bias og menneskelige feil, ved inntastinger etc. Digital teknologi som sensorer, GPS og RFID vil, ved de riktige tekniske løsningene, kunne måle enkelte delprosesser underveis i et prosjekt presist og hurtig. Passive RFID tags i materialer eller på mennesker, og sensorer som oppfanger signaler, nevnes som eksempler på hvordan delprosesser ved et byggeprosjekt kan måles av Peter Nielsen. Det kan dermed argumenteres for at Big-Data basert programvare ikke er relevante for byggebransjen ved utførelsesfasen av prosjekter, fordi datagrunnlaget virksomheter produserer og besitter simpelthen ikke er stort eller komplekst nok.

Fra et totaløkonomisk perspektiv utgjør driftskostnadene ved et byggeprosjekt en stor andel, NCC anslår at ca. 70 pst. av byggekostandene går til drift, hvor vann, varme og elektrisitet utgjør en vesentlig del. Smarte bygninger med sensorer som registrer og styrer de tekniske installasjonene (CTS-systemer) som forvalter dette forbruket, kan redusere driftskostnadene, samtidig som de genererer store mengder data hurtig. Det er derfor et stort potensiale for å benytte databaserte programvare til å håndtere denne datamengden, spesielt hvis det omfatter en portefølje av flere eiendommer. Bygningsinformasjonsmodeller kan videre supplere styringen av driftsfasen med eksempelvis data om egenskaper av bygningsmateriell, garantier og testing av tekniske installasjoner.

## 5.2 Spesielle aspekter ved bygge- og anlægsbransjen

Et byggeprosjekt er unikt, i den grad at det alltid vil være noen endringer i forholdene rundt prosjektet som er med å påvirker det. Det kan være menneskene som arbeider ved prosjektet, været under prosjektet, grunnforholdene hvor bygget plasseres og så videre, men hvis et byggeprosjekt betraktes litt mere overordnet så består det i stor grad av de samme prosessene. Selv om prosessene er like, kan det fortsatt være vanskelig å sammenligne prosjekter på tvers. Peter Nielsen uttaler at frekvensen for gjentagende aktiviteter er relativt lav og forskjellige fra prosjekt til prosjekt, og at det kan være med å begrense benyttelsen av BDA for å sammenligne prosjekter. Niels falk har en annen oppfattelse, hvor han mener det er hva som velges å fokusere på, som er det vesentlige. Han uttaler at 98 pst. ved et byggeprosjekt er likt fra gang til gang, og at de siste 2 pst. er forskjellige fra prosjekt til prosjekt. Denne uttalelsen er nok satt veldig på spissen, noe prosentandelene som oppgis bærer preg av, men Niels falk har et poeng. Dette understøttes videre av Peter Bo, hvor han uttaler at hvis et byggeprosjekt splittes opp, vil det bestå av flere forskjellige komponenter som kan være sammenlignbare fra prosjekt til prosjekt, på forskjellige måter og at MTH begynner å se nye sammenhenger ved innsamling av data. Det er viktig å skille mellom å se sammenhenger mellom prosjekter og benytte Big-Data analytics til å gjøre det. Sammenhenger kan enkelt oppfattes av et menneske, ved å se på de store linjene i et prosjekt, det er ikke det som er ønskelig ved å benytte Big-Data analytics. Det unike prosjekt er en reel utfordring for å sammenligne prosjekter, men som Peter Bo uttaler; en sånn overbevisning kan fort benyttes som en hvilepute for utviklingen i bransjen.

Peter Bo sin uttalelse om oppdeling av et byggeprosjekt, fører dog tankene videre på hvordan enkelte komponenter eller prosesser ved et byggeprosjekt kan måles. Det kan argumenteres for at desto flere delprosesser eller komponenter som det innsamles data fra, desto enklere vil det være å se sammenhenger i byggeprosjektet, og derfra kan det muligens være aktuelt å begynne å sammenligne prosjekter ved å benytte BDA. Dette betinger at det gjennomføres mindre konkrete målinger av enkelt hendelser, hvor Kaare brandt petersen anbefaler å benytte mekanisk data med høy troverdighet. For å gjennomføre BDA mener Peter Nielsen at det finnes to forskjellige utgangspunkt, det første omfatter en enorm mengde data fra et bestemt område eller observasjon, hvor kompleksiteten ligger i å finne sammenhenger eller se mønstre i den enorme datamengden. Det andre omfatter en mindre datamengde, men med flere variabler som påvirker resultatet. Det kan være data fra 50 forskjellige uavhengige kilder, hvor kompleksiteten ligger i å finne sammenhenger mellom de forskjellige kildene. Hvis det tas utgangspunkt i den siste betraktningen kan det argumenteres for at det er rom for å benytte BDA også i bygge- og anlægsbransjen. Det finnes store mengder data utenfor bransjen, som kan benyttes til å skape verdi, eksempler på dette er geospatial lokasjonsdata, værdata, prisindeksdata og diverse grunndata.

Det har tidligere blitt redegjort for hvilke utfordringer byggebransjen står ovenfor, hvor produktivitet og innovasjon er to sentrale områder. Anvendelse av digital teknologi til innsamling av data, og på bakgrunn av dette utføre databaserte analyser, utføres i siste ende for en verdi oppnåelse, som ofte bunner ut i å øke produktiviteten ved et byggeprosjekt gjennom de forskjellige fasene. Bransjens innovasjonsevne kan være en sentral barriere for digitaliseringen av bransjen, Niels Falk påpeker at det er mindre rom for å investere i teknologisk utvikling i bransjen hvis det ikke er et konkret behov for det, og at den lave innovasjonen kan sees i sammenheng med den lave fortjenesten ved et byggeprosjekt. Det økonomiske aspektet kan være en av grunnene til den lave innovasjonsevnen, men det er ikke en legitim unnskyldning. Den lave fortjenesten kan i stedet muligens forklares med den lave innovasjonen. Det er nettopp de som investerer i innovasjon som kommer frem til nye og bedre løsninger. Thomas Hejnfelt erkjenner også at NCC ikke er gode nok til å innovere deres prosesser, og at dette er noe NCC bevist arbeider med å forbedre. Innovasjon og forandring er en nøkkelfaktor for å forbedre produktiviteten i byggebransjen og for å kunne benytte Big-Data.

### 5.3 Værdiskabelse med Big-Data

Der er tidligere blevet redegjort for at byggebranchen er mindre digitaliseret end de brancher, hvor Big-Data har vist størst potentiale. Dette har ledt til en undren, der videre er grundlaget for at undersøge værdiskabelse i forbindelse med Big-Data, ved at vurdere om det overhovedet kan lade sig gøre, at skabe værdi med Big-Data i byggebranchen.

I rapporten er der blevet fremstillet flere forskellige værdipotentialer, blandt andet i undersøgelseskapitlet. Hvor der er fokus på produktionsbranchen, med inddragelse af paralleller i disse potentialer til byggebranchen. Nogle er mere kompatible med byggebranchen end andre. Hertil har rapporten demonstreret, at der findes redskaber som blandt andet ML, Natural Language processing og utallige af andre analyseredskaber – der kan bruges til at skabe mere indsigt. Ved sammenstillingen af litteraturen, blandt andet fra BCG, forekommer utallige eksempler, med virksomheder der anvender disse værdipotentialer. Da rapporten, primært har behandlet værdiskabelse i produktionsbranchen, kan der foreligge mange andre potentialer som ikke er behandlet. Byggebranchen er stadig på et tidligt stadie, i forhold til at benytte sig af Big-Data. Derfor er omfang og områder med størst værdiskabelse forholdsvis ukendt. Alligevel mener specialegruppen at der foreligger mange potentialer, i brugen af Big-Data og BDA.

I forhold til ovenstående, kan det diskuteres, hvor stort dette potentiale egentlig er for bygge- og anlægsbranchen. Dertil om alle aspekter ved Big-Data og BDA, er ren værdiskabelse. Peter Bo udtaler at han blev præsenteret for en mindre jysk virksomhed, der anvendte Small data, som også skabte stor værdi. Han betragter ikke Big-Data og BDA som et enestående værdiskabelsespotentiale, men et værktøj til at opnå dette. Niels Falk betragter ikke Big-Data og BDA som en løsning, men mere som et spørgsmål, der stilles til "datapølen", for at få mere fakta-baserede beslutningsgrundlag, ved at søge i de data der er. Kaare Brandt fremhæver at det er vigtigt at være opmærksom på, hvornår det giver mening at bruge Big-Data og BDA. Dette uddybes med at mennesker er gode til at forstå, hvorfor det er nødvendigt at undersøge en problemstilling, men at menneskelige evner begrænses, ved store mængder data eller mange inputvariabler. Hertil foreligger der et stort arbejde i at starte fra bunden som virksomhed, i forbindelse med at udvinde potentialerne, der foreligger ved BIG-DATA og BDA. Kaare beretter blandt andet om store opstartsudgifter på software, datalagring og tværfaglige personer. Hvorved der skal være et reelt økonomisk potentiale til, at tilvejebringe investeringen på sigt. Til dette mener speciale-

gruppen, at en vigtig overvejelse er, at betragte hvad konsekvenserne er hvis der ikke investeres og en virksomhed fravælger at følge den digitale udvikling.

Specialegruppen argumenterer derfor for, at Big-Data og BDA, indeholder nogle vigtige værktøjer og forretningspotentialer for byggebranchen i fremtiden. Dette bliver klarlagt i afsnit 3.1, 3.2 og 3.3. Værdien ser specialegruppen især i de analyseredskaber, der findes inden for BDA og BA. Derfor ligger de største potentialer, ikke nødvendigvis i enorme datamængder eller komplekse data – dette støttes op af Lars Andersen der udtaler, at det ikke handler om small- eller Big-Data, men om at bruge data intelligent. Et helt grundlæggende element for at opnå værdi, er at begynde at vænne branchens mindset til, at tænke i data og potentialerne i disse. Herfra vil der udspringe spørgsmål og problemstillinger, som i høj grad vil kunne løses og skabe værdi gennem data. Da Big-Data er et meget bredt begreb, og anvendelsesområderne for at skabe værdi er utallige, betyder dette også, at der foreligger et stort uudnyttet potentiale. Dette understøttes af afsnit 3.4, hvor der foreligger mange forskellige perspektiver og virkninger, som kan føres videre til byggebranchen.

Ovenstående leder videre til næste problemstilling, som omhandler holdninger til datadrevne beslutninger og vidensdeling, blandt informanterne.

Niels Falk mener grundlæggende at byggebranchen ikke er en datadrevet branche, men en erfaringsbaseret branche. Han eksemplificerer dette med, at folk ikke er vant til at rapportere og træffe faktabaserede beslutninger. Dette understøttes af Andreas Foldager, som beretter, hvordan han gennem sin karriere har undret sig over, hvorfor entreprenører hver gang de opstartede et nyt projekt, ikke har været bevidste om, hvordan de byggede normalt, fordi al viden enten var i hovedet hos den enkelte person, på et stykke papir eller worddokument. Han mener at entreprenørvirksomheder først nu har fået øjnene op for potentialerne i, at have software der indsamler og behandler data. Kaare Brandt tilslutter sig dette argument, ved at forklare, at deres største kunder i SAS Institute, er fra bankverdenen eller det offentlige, som er nogle af de brancher med det største datagrundlag tilgængeligt. Han mener at disse store datagrundlag der forefindes i virksomheden skyldes, at digitalisering og data er tæt forbundet med deres kerneydelser. Disse virksomheder er i stand til at bruge egne data til, at automatisere processer og gøre dem klogere på egen virksomhed og kunder. Kaare Brandt og Peter Nielsen kender ikke til, at byggebranchen er særlig digitaliseret.

Lars Andersen udtaler, at hans job er at trække NCC mod Big-Data, da de som virksomhed er opmærksom på at følge den digitale udvikling, men først har opstartet initiativet for nyligt. Derved har de en beskedent databeholdning til rådighed. Thomas Hejnfelt fra NCC mener at den intuitive og erfaringsbaserede viden er et fantastisk værktøj, der kan bruges til at kvalitetssikre den data der opsamles. Men samtidigt, at det er vigtigt at udfordre den viden med tendenser og detaljer, som hentes fra data og dataanalyser.

Det er en generel holdning fra alle informanter, specialegruppen har talt med, at en højere grad af datadrevne beslutninger skaber højere værdi. Andreas Foldager, Niels Falk og Kaare Brandt, tilslutter sig alle argumentet om, at hvis branchen ikke udvikler sig og følger den digitale udvikling, vil det have konsekvenser – Andreas Foldager og Niels Falk, insinuerer yderligere den brændende platform byggebranchen befinder sig på, hvor de virksomheder, der ikke følger udviklingen i branchen vil uddø. Her forholder Kaare Brandt sig til dels også til denne argumentation, ved at beskrive Nokia, der blev disrupted, fordi de ikke fulgte den digitale udvikling. Hertil Kodak, der fik kortsluttet deres forretningsmodel med fremkaldelse af billeder, grundet udviklingen af



digitale kameraer. Hvor alle pludselig kunne se deres billeder digitalt og udskrive dem selv. Han ser dog ikke muligheder for en fuldstændig disruption i byggebranchen, som med de ovenstående eksempler, da der i byggeriet stadig er fysiske processer der skal udføres. Han understreger dog at det handler om, at bruge data og dataanalyser til at blive mere konkurrencedygtig – dette eksemplificeres med følgende:

*”Det kan være, at der kommer et byggefirma fra Polen eller Italien, som både har billigere lønninger plus de kan noget, som gør at deres omkostninger på andre dele også kan reduceres med 20 pct. eller mere. Så er det jo klart, at så vinder den danske entreprenør ikke den opgave til Femernbelt, fordi de simpelthen er for dyre”. [Petersen K. B., Interview 07]*

Derfor mener han ikke at byggebranchen skal være bekymret på samme måde som mange andre brancher, men hvis branchen er for længe om at reagere, og den dermed ikke tager konkurrenceparametrene og den digitale trussel i betragtning. Vil nogle byggevirkosomheder på et tidspunkt blive konkurreret ud af markedet, af digitalt funderet og udviklingsparate virksomheder.

Specialegruppen er meget enige med informanterne om, at byggebranchen skal have større fokus på datadrevne processer, til at bruge data for at støtte op om beslutningstagningen. Der er en for lav grad af erfaringsopsamling til stede. I stedet opstår silodannelser med viden, hvor de enkelte individer, har en viden inden for hver deres fragment af en større sandhed. Derfor er det vigtigt af denne viden ikke går til spilde og deles. Til værdiskabelse gennem Big-Data og BDA, ser specialegruppen et uforløst potentiale i, at anvende værktøjer fra dataanalyser og at skabe indsigt gennem data. Virksomheder som vil anvende dette, skal være opmærksomme på, at finde reelle problemstillinger som disse værktøjer kan løse, således der ikke samles store mængder af irrelevante data. Hertil er det vigtigt at være kritisk over for, i hvilke sammenhænge det giver mening at anvende maskiner til at træffe beslutninger. Kaare Brandt fremhæver nogle betingelser for, hvornår datadrevne beslutninger er bedre end menneskelige:

*”Menneskers fordel er, at vi forstår, hvad formålet med hele opgaven er, og det gør computeren ikke. Så vi forstår formålet og derfor er vi gode til at håndtere undtagelser, og det er computeren typisk dårligere til ... Vi er ikke særligt gode til at se på meget information samtidigt. Så hvis du har noget, hvor du kun har to inputvariable så kan du næsten ikke lave en computer bedre end et menneske, men hvis du har måske 200 inputvariable, så er det enormt svært for et menneske, for vi kan simpelthen ikke overskue så mange ting på én gang”. [Petersen K. B., Interview 07]*

## 5.4 Anvendelsesområder av Big-Data fra Cases

Det har tidligere blitt presentert to caser med MTH og NCC, hvor det har blitt undersøkt hvordan de to virksomhetene forholder seg til Big-Data. Dette avsnittet vil forholde seg til de forskjellige tilgangene virksomhetene har, basert på utsagn fra eksperter og kunnskap specialegruppen har tilegnet seg.

MTH ønsker kort sagt å oppbygge et datagrunnlag bestående av bygningsinformasjon modeller, via programvaren iTWO, som bl.a. skal legge til rette for å kunne gjennomføre datadrevne beslutninger basert på erfaringsdata, under tilbud-, planlegning- og designfasen. MTH legger mest vekt på å samle data, og mener at ved å stille en rekke nye spørsmål til dataen, vil de kunne få noen nye svar, eller se noen nye mønstre som er mere databasert. Niels falk sier at mye av den dataen de samler inn ikke vil bli brukt, og det kan derfor fremstå noe uklart, helt konkret hvor-

dan de ønsker å skape verdi med Big-Data. De erkjenner selv at de ikke besitter et datagrunnlag som kan kalles Big-Data enda, eller benytter BDA i noen av prosessene tilknyttet et byggeprosjekt, men forventer i utgangen av 2017 å ha et datagrunnlag som noen av teknikkene under BDA kan benyttes ved.

Det er vanskelig å gi et konkret svar på om MTH sin tilgang til Big-Data er god eller dårlig, men et gjentakende tema som har blitt frembragt under intervjuer med eksperter innen Big-Data, er viktigheten av å være bevisst på hva som ønskes oppnådd med data som innsamles, og hvordan det skal skape verdi eller løse et problem. Kaare brandt petersen uttaler at det å bare samle en masse data i seg selv er verdiløst, hvis det ikke bidrar til å løse et problem. Det er også viktig å ha verdi aspektet klart definert, og være bevisst på hvilket problem som ønskes løst, for å kunne bedømme om datakvaliteten på dataen som innsamles er god eller dårlig. Peter Nielsen sier god data kvalitet er en forutsetning for å gjennomføre BDA, og at det med forsiktighet skal nevnes løsninger ved Big-Dat, hvis data ikke er formalisert. Med formalisert data mener han data som er avgrenset eller fokusert rundt et område. Forhåpentligvis har MTH en mere konkret strategisk plan for hvordan BDA skal benyttes enn hva de ga uttrykk for under intervjuet.

NCC har en annen tilgang til Big-Data en MTH og fokuserer på driftsomkostninger til bygninger, hvor de ønsker å benytte sensorer til innsamling av data om vann-, varme- og energiforbruk. NCC har en totaløkonomisk tilgang til hvordan Big-Data skaper verdi, i form av besparelser under driftsfasen ved å tilby kunden kostnadseffektive kvalitetsløsninger. NCC mener selv at de er et stykke unna å besitte Big-Data, eller benytte data på en intelligent måte. De fokuserer på innsamling av data, ved hovedkontoret og Dome of Vision. Utover det verdiaspektet NCC nå har satt seg som mål å oppnå ved Big-Data, bemerker de også at det forhåpentligvis er andre områder hvor data kan skape verdi, som kommer til syne etter erfaring og kompetanse gradvis utvikler seg i virksomheten. NCC legger vekt på å samle data ved sensormålinger, som ikke blir infisert med menneskelig adferd.

Det virker som NCC både har en langsiktig og kortsiktig plan på hvordan dataen skal benyttes til å skape økonomisk verdi. Energi besparelser som oppnås ved analyser på innsamlet data fører til lavere driftskostnader ved prosjektene, på lengre sikt vil NCC kunne differensiere seg i bransjen ved å levere prosjekter med bedre kvalitet og optimale løsninger for drift og vedlikehold. Sensor data blir nevnt av eksperter som den riktige veien å gå ved å oppbygge et godt datagrunnlag, fremfor menneskelig produsert data ved eksempelvis inntasting eller registreringer i et dokument. Kaare brandt petersen nevner at bygge bransjen bør utnytte det å være en "second mover", altså noen som kan se hvordan andre har gjort det før, ved å samle og benytte Big-Data, og dermed unngå feil som er gjort tidligere ved andre bransjer. Derfor kan det argumenteres for at NCC har en korrekt tilgang for hvordan de går frem for å oppbygge datagrunnlaget sitt. Thomas hejnfelt uttaler dog at NCC er for dårlige til å innovere deres prosesser. Dette kan være medvirkende til at det ikke bli investert nok i utviklingen av Big-data i virksomheten. Per dags dato innsamler de data fra to bygninger, dette i seg selv vil ikke skape Big-Data, noe de selv også never de er beviste på. De arbeider med å utvikle intern kunnskap og komeptanse innad i virksomheten rundt Big-Data, men kunne med fordel engasjert enkelte eksperter til å bistå utviklingsarbeidet, for å forsikre seg at de hadde en korekt tilgang til utfordringene.

## 5.5 Tiltag for opnåelse af værdi med Big-Data

Anvendelse af digital teknologi til indsamling af data, som herved giver grundlag for dataanalyser og datadrevne beslutninger, er en faktor for at øge produktiviteten og værdiskabelsen i de forskellige faser af byggeriet. Potentialet er dog langt fra udløst. Dette afsnit vil behandle hvilke tiltag der bør gøres, samt hvordan der kan opnås dette potentiale, hertil hvilke barrierer der findes i branchen.

Flere af informanterne har påpeget, at et af grundlagene for at kunne anvende BDA og øge kompetenceniveauet inden for bygge- og anlægsbranchen, er at skabe transparens gennem datadeling og samarbejde. Rene Olsen mener at der skal være en balance mellem transparens og konkurrence. I den forstand, at der mellem virksomheder i værdikæden skal være transparens. Således at det bliver enklere at arbejde sammen og dele data på tværs, som derved skaber højere værdi for begge parter. Thomas Hejnfelt fremhævede et samarbejde NCC har med flere rådgivende arkitekter og ingeniørvirksomheder. Her indgår blandt andet hvilket dataniveau, der er rimeligt at forvente i BIM modeller. Han mener heller ikke, at NCC kan løfte opgaven med at implementere Big-Data alene, hele værdikæden skal sættes i spil, fra rådgiver, til entreprenør og især leverandører – for at relevante data bliver skabt og delt. Hertil er både Niels Falk og Peter Bo, fortalere for større transparens, de omtaler at have en delingskultur af data gennem værdikæden. Niels Falk mener allerede at MTH deler meget af deres data inden for værdikæden, og samtidig får meget fra deres leverandører. Han argumenterer for, at det ikke handler om at have data, men at kunne stille noget op med data:

*”Hvis vi tror, at vi er foran på det (Ift. at få værdi ud af data), så er det jo fint for os at dele – hvis de andre også deler” [Niels W. Falk, Interview 03]*

Specialegruppen er også af den overbevisning, at det ikke kun er på virksomhedsniveau, men i særdeleshed gennem et samarbejde på tværs af hele værdikæden, at der kan skabes værdi med digitalisering og højere grad af datadrevne beslutninger. Som en datadreven virksomhed, udføres beslutninger i højere grad faktabaserede ved, at der udføres målinger af performance samt anvendes en mere analytisk tilgang til problemstillinger. Derfor vil datadrevne virksomheder også være dem, som træffer de bedste beslutninger, da de vil have større indsigt end erfaringsbaserede virksomheder. For at skabe en datadelingskultur (transparens), er det vigtigt, at alle i værdikæden får gavn af data. Derfor kræver det også stor tillid blandt virksomheder, samt støtte til mindre datadrevne virksomheder i værdikæden – til dette kan der refereres til delafsnit 3.4.1 Perspektiv A, omhandlende transparens og bnotes niveau 4.

Dette leder videre til diskussionen omhandlende, den nuværende situation i bygge- og anlægsbranchen i forbindelse med den digitale udvikling og fremtidsudsigter.

Thomas Hejnfelt fremhæver, at de som virksomhed er opmærksom på at følge den digitale udvikling, dertil vil de helst være på forkant. Derfor investerer de mange penge i VDC og data på nuværende tidspunkt. Han udtaler yderligere, at han og Lars Andersen, udelukkende arbejder med at styre data, samt at bruge dataene intelligent. Han mener, at før de kan nå derhen som virksomhed og branche, er det nødvendigt at kunne indsamle og strukturere data, og derved give sig selv de bedste forudsætninger for at kunne lære af dataene. Han erkender, at det er en viden, som er meget begrænset i dag. Det er dog en nødvendighed for dem, at kunne være i stand til, at samle store mængder data ind, selvom de på forhånd ikke kender alle svarene dataene vil

give. Yderligere understreger han at store mængder data er nødvendige for, at kunne se sammenhænge og tendenser som de ikke kendte på forhånd.

Specialegruppen mener at det som udgangspunkt ikke kan anbefales at indsamle data, uden et specifikt formål eller problemstilling, der skal løses gennem data. I mellemtiden kan specialegruppen heller ikke argumentere imod, at der vil være muligheder for at finde uafdækkede potentialer eller indirekte værdier ved denne tilgang. Derfor må anbefalingen lyde, at sandsynligheden for succes er størst, ved en afgrænset mængde data, da det er nemmere at styre, men at sandsynligheden for at opnå yderligere værdi forøges gennem store mængder – med det forbehold at de data ikke støjer for de andre data eller overflødig.

Andreas Foldager mener, at deres produkt er begyndt at få stor interesse fra totalentreprenører, fordi at flere kan se potentialet i, at være de bedste til at håndtere denne teknologi (Data-dreven virksomhed). Han mener at entreprenører, som bliver datadrevne og kan håndtere disse teknologier, er dem der bliver vinderne på fremtidsmarkedet, fordi at de kan presse priserne ved at optimere deres processer og gøre ting hurtigere samt bedre. Hertil ser han allerede virksomheder, der er begyndt at arbejde med dette, selvom de færreste får det optimale ud af det. Han omtaler konsekvenserne ved ikke at følge denne udvikling gennem følgende citat:

*”Software og opstartudgifterne er store, men hvad er alternativet? At køre videre med Excel-arkene? Det bliver også dyrt. Hvert byggeprojekt truer jo med at tage livet af enhver byggevirk-somhed. Jeg har oplevet virksomheder, hvor et enkelt projekt har taget livet af dem. Det er fordi der er ikke er styr på risikoen og processerne. Alle lægger jo et risikotillæg på, fordi de ved, at der er noget de ikke er klar over” [Foldager A., Interview 06]*

Niels Falk påpeger at branchen har et problem, i forbindelse med den procentsats, der bliver anvendt til innovation og udvikling som han mener, er for lav. Han eksemplificerer med Google der investerer i selvkørende biler, virtuelle briller og mange andre ting – hvor der er midler til, at nogle af de udviklingsprojekter, der investeres i, ikke bliver til noget. Denne tilgang til innovation og udvikling, mener han ikke findes i bygge- og anlægsbranchen, da der først skal være et behov og et udtag. Hvorved der ikke er mulighed for, at begå fejl. Resultatet af dette er, at branchen altid vil være på bagkant af udviklingen i forhold til andre brancher.

Kaare Brandt mener, at teknologien har bevæget sig utroligt meget over de sidste årrækker. Hvilket har givet virksomheder nye muligheder (med data). Han påpeger, at trods dette, skal virksomheder passe på med at skabe projekter, som kun skaber omkostninger – derfor er det vigtigt at løse et konkret problem, som kan retfærdiggøre den tid og de penge der investeres. Hertil mener han at det kan være fornuftigt at begynde i ”mikroenden”. Fordi der ved dette hurtigt kan påvises succes ved, at løse en enklere problemstilling. Samtidigt, at der bliver skabt en grundstruktur, som nemmere lader sig skalere, end hvis dataindsamlingen var udført manuelt f.eks. fra en person der har indtastet i Excel. Derfor skal byggebranchen væk fra menneskelig indsamling af data, da han mener det ikke har den store skalerbarhed. Han erkender det kan løse problemstillinger, men ikke de uventede problemstillinger.

Ovenstående diskussion leder til delkonklusionen af dette kapitel.

## 5.6 Delkonklusion

Diskussionen har behandlet centrale problemstillinger, fremfundet ved undersøgelser gennem specialerapporten. Dette afsnit vil redegøre for resultaterne fra diskussionen, med den hensigt at lede til et løsningsforslag.

Big-Data er indtil videre stadig et "Buzzword", og ikke en faglig betegnelse, derfor kan alle der anvender data hævde at anvende Big-Data efter egen definition. Det er derfor nødvendigt, at der bliver defineret en entydig betegnelse af Big-Data, hvis virksomheder skal kunne kommunikere og forstå hinandens tilgange, som datadrevne virksomheder.

Andre brancher, som eksempelvis produktionsbranchen, er langt foran byggebranchen, i forbindelse med digital udvikling og anvendelse af Big-Data og BDA. En måde at nærme sig en proaktiv tilgang til projektstyring, er ved at måle processer og opsamle erfaringsdata, for at kunne forudsige hændelser og forebygge problemstillinger. Den nyeste sensorteknologi giver mulighed for mere præcise og fuldstændige målinger, end intuitive og menneskeligt opsamlede erfaringer. Derfor kan dette med stor fordel anvendes til, at give et mere retvisende og komplet billede af byggeprocessen.

Der findes udfordringer ved at anvende Big-Data i bygge- og anlægsbranchen, eksempelvis på baggrund af hvert projekts unikke karakteristika, herudover den menneskelige adfærd som aldrig med fuld sikkerhed kan forudsiges. Ved at fokusere på dataindsamling i højere grad på byggeprojekter, vil der opsamles erfaringsdata og sammenligningsgrundlag. Hvor BDA med fordel kan anvendes, til at se komplicerede sammenhænge i byggeprocessen og derved skabe grobund for bedre beslutningstagning.

Big-Data og BDA indeholder vigtige værktøjer, som kan skabe meget værdi i branchen. Der foreligger især et potentiale med de analyseredskaber, der anvendes i BA og BDA. Dertil er det for specialegruppen vigtigt at understrege, at den store værdi ikke nødvendigvis kun findes i volumen af data, men at små datagrundlag ligeledes kan også skabe værdifuld indsigt – dertil fornøden erfaring med håndtering og anvendelse af data. Hertil argumenterer specialegruppen for, at det vigtigste element med indsamling af data er, at det foretages med henblik på at løse en reel problemstilling, ellers kan meget irrelevant data besværliggøre og "støje" for værdiskabelsen.

Nogle af de største entreprenørvirksomheder i Danmark, som NCC og MTH, er opmærksomme på denne digitale udvikling. De har primært fokus på design, tilbudsgivning eller driftsfasen. Hvorved fokus på selve udførelsen ikke er berørt i særlig høj grad, i forhold til potentialet. Både NCC og MTH nævner, at der foreligger store potentialer i udførelsesfasen, men at det blandt andet kræver et stærkere nationalt WiFi-netværk samt, forsøg med sensorer, hvor leverandørerne skal involveres. Yderligere erkender de, at de kun er i opstartsfasen af brug af data, og derfor har måtte udvælge fokusområder, som de mener har de største potentialer.

Bygge- og anlægsbranchen bør gentænke tilgangen til udvikling og innovation. Der skal udvikles og investeres mere aggressivt i databehandling og -forståelse. Som nævnt i indledningen, står branchen med stor sandsynlighed over for en højkonjunktur, hvorved de overskydende økonomiske midler, i højere grad bør investeres i digital udvikling. Hertil bør der findes økonomisk fri rum til at lave enkelte fejltagelser, da dette også giver plads til at eksperimentere i højere grad. Hvis alt skal være bundet af et bestemt formål, og der hurtigt skal være sorte tal på bundlinjen, hæmmer det innovationen. Virksomheder bør tænke i mere langsigtede strategier mod Blue Oceans. Da de virksomheder som først mestrer analyseteknikker, har brugbare datalagre og in-

telligente algoritmer, med stor sandsynlighed vil kunne reducere sine omkostninger markant, og dertil indeholde store konkurrencefordele. For at hæve det teknologiske niveau i branchen, kræver det et samarbejde gennem hele værdikæden, hvor der deles data og samarbejdes i højere grad. Dette må forventes at ville skabe win-win situationer, ikke kun for virksomhederne, men branchen som helhed.

I et nationalt perspektiv, mener specialegruppen, at der skal større politisk fokus på udvikling og innovation rettet mod den danske bygge- og anlægsbranche - især inden for digitalisering og generelt ved at gøre virksomheder mere datadrevne. Dette bør gøres gennem forskningstilskud til innovative løsnings- og forskningsprojekter, der kan gavne branchen som helhed. For at støtte denne udvikling, bør der inden for byggetekniske uddannelsesinstitutioner, etableres større fokus på digitalisering og kompetencer inden for datastyring. Denne udvikling, mener specialegruppen, vil holde den danske bygge- og anlægsbranche konkurrencedygtig, i forhold til andre lande, og på nogle områder, skabe viden der kan distancere den danske byggebranche fra andre lande.

Virksomheder skal være eftertænksomme, i forbindelse med den forretningsudvikling, der ligger i at blive datadrevne. Det er en langvarig proces, der kræver rettidig omhu og et samarbejde med andre brancher der allerede er langt mere datadrevne, for at få inspiration. Det er vigtigt at skabe opmærksomhed i branchen om de potentialer, der foreligger med Big-data. Overgangen til i højere grad at blive en datadrevet virksomhed, er at fokusere på projekter, hvor der er høj succesrate og skalerbarhed, både i størrelse men også til andre områder. Derfor mener projektgruppen at det er en forkert tilgang, at ville løse alle de største og mest komplekse problemer først.

*”Den forandring som en virksomhed står foran, når de skal gå fra at være en traditionel virksomhed mod en datadrevet virksomhed, er for de fleste vældig stor. Den største forandrings katalysator er succes, men det er ikke størrelsen på succesen. Så det er i orden at løse et lille problem, men det skal lykkes. Fordi at hvis folk ikke er interesseret i teknologi eller dataanalyser, så kommer motivation til forandring ikke fra, at det er spændende med noget nyt, den kommer ved at vise problemer som kan løses ved at benytte det” [Petersen K. B., Interview 07]*

Der er hermed redegjort for den værdi og de potentialer der er i Big-Data, og ved at blive en datadrevet virksomhed. Med henblik på Kaare Brandts ovenstående udtalelse, vil specialegruppen løsningsforslag fokusere på at skabe datagrundlag, optimere processer, anvender nyeste teknologi og skaber bedre beslutningsgrundlag. Løsningsforslaget har ikke til formål, at løse de største problemstillinger der foreligger i byggebranchen, men have fokus på skalerbarhed og høj succesrate.



## Kapitel 6 - Løsningsforslag

Løsningen har til formål at give et kvalificeret bud på, hvorledes et tiltag kan igangsættes, som skaber et validt datagrundlag. Ydermere skal løsningen bidrage til en værdiforøgelse i byggeprocessen, gennem en højere grad af automatisering. I form af løbende evaluering og generering af beslutningsgrundlag. I udarbejdelse af løsningsforslaget, har der været fokus på en høj succesrate, i tæt forbindelse med de kerneydelser der leveres, samt mulig skalerbarhed. Den valgte løsningen omhandler, "den smarte container", der er tæt forbundet med konceptet smartcities og location based waste management (herefter LBWM). Kapitlet vil gennemgå de forskellige dele af løsningsforslaget, for afslutningsvis diskutere skalerbarhed, ledende til implementering.

### 6.1 Motivation for løsningsforslag

Motivationen for denne løsning udspringer fra det analysearbejde specialegruppen har udført gennem rapporten, hvor det er blevet fremhævet at der foreligger store potentialer i anvendelse af Big-Data. I diskussionskapitlet blev der konkluderet, at ved anvendelse af analyseredskaber fra BA og BDA, kan der foreligge en stor værdiskabelse for entreprenørvirksomheder. Yderligere, at værdien nødvendigvis ikke kun kan fremkomme af store mængder data. Specialegruppen har haft fokus på at fremsætte et løsningsforslag med høj succesrate, for derved at undgå at løse de "store" problemstillinger der foreligger i byggebranchen, da forandring er en gradvis proces som kræver små succeser. Løsningsforslag har som specialegruppens sidste kriterier skulle indeholde elementer fra perspektiverne, beskrevet i afsnit 3.4– samt mulighed for skalerbarhed.

Løsningsforslaget har til formål at automatisere og strømline processer, i forbindelse med byggeprocessen. Denne tankegang er baseret på Lean Production, hvor specialegruppen har analyseret processerne ifm. håndtering af byggeaffald. Hvor der er identificeret ikke-værdiskabende processer gennem værdikæden, som ved eliminering vil forebygge spild. Det har været af høj prioritet at udvælge en løsning, som i begrænset omfang påvirker den daglige rutine for de implicerede parter. Specialegruppen ønsker med denne løsning, at skabe et datagrundlag, der sikrer et bedre beslutningsgrundlag og værdi, både for entreprenøren og affaldshåndteringsvirksomheden som følge af, at ikke-værdiskabende processer automatiseres – i forbindelse med dette har specialegruppen kun valgt, at fokusere på entreprenøren og affaldshåndteringsfirmaet.

Ved planlægning af byggepladser og affaldshåndtering, er det typisk entreprenørens ansvar at vurdere behovet for affaldscontainere, både i størrelse, type og laveste omkostninger. Dette kræver erfaring og indhentning af forskellige tilbud, hvorefter entreprenøren skal vurdere hvilket tilbud, der er bedst. Hertil vurderes på baggrund af oplysninger om leje, tømningpris, afgifter mm. Dette foregår som regel, med indledende forhandlinger med en miljøkonsulent fra affaldshåndteringsvirksomheden, der med sin erfaring kan vejlede endtreprenøren. Med ovenstående in mente, udspringer nysgerrigheden vedrørende, hvilke parametre der medtages i vurderingen af behov for affaldscontainere, både for entreprenøren og miljøkonsulenten. Yderligere om der med Indlejret systemer, data og software, kan fjerne mange af de manuelle processer, der fore-

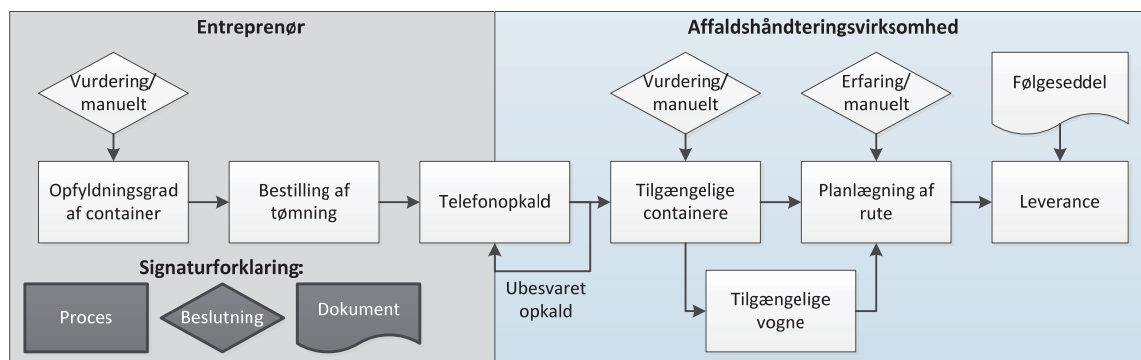
ligger i overvågning af containere på byggepladsen. Derved lette den administrative del for byggeledere, formænd eller den ansvarlige håndværker.

Dette leder til en beskrivelse af specialegruppens løsningsforslag, ”smart containeren”.

## 6.2 Smart containeren

Denne løsning er et eksempel der enkeltstående, ikke skaber den store værdi for entreprenøren, men i stor skala kan skabe meget høj værdi, i form af den data der forekommer, men også ved i høj grad at mindske en administrativ del. Der er blevet udarbejdet et procesdiagram af specialegruppen, jf. *Figur 6-A*, hvor processen beskrives fra overvågning af containerens kapacitet til containertømning. Løsningsforslaget er inspireret af Big Belly og Smartbin, der udbyder totallosninger inden for LBWM [BigBelly, 2016] [SmartBin, 2016], samt en evalueringsrapport fra Viborg kommune omhandlende en LBWM løsning, i samarbejde med Big Belly [Viborg Kommune, 2012]. Hertil er der taget udgangspunkt i to rapporter omhandlende en detaljeret gennemgang af LBWM [Murciego, Gonzalez, ., Barriuso, Iglesia, & Herrero, 2015] [Gutierrez, Jens, ., ., Henius, & Riaz, 2015].

Figur 6-A: Nuværende proces for containerafkald



Ud fra diagrammet foreligger der mange administrative manuelle processer, som består af løbende overvågning af indholdet i containeren, dertil et telefonopkald hvor der bestilles en tømning. Hvorved der foreligger en masse planlægning for affaldshåndteringsvirksomheden, inden den endelige leverance. I denne proces kan der ske menneskelige fejl, entreprenøren kan give forkert information eller modtageren kan fejlfortolke den givne information. Dertil er der informationer der skal videregives til en vognmand, hvor samme kognitive bias kan forekomme. Dette leder videre til en redegørelse af det overordnede koncept.

### 6.2.1 pitel 4 et koncept

Løsningsforslaget er som nævnt i ovenstående, baseret på smart city begrebet LBWM. Ved at placere en sensor i en affaldscontainer, er det muligt at se hvor mange procent containeren er fyldt. Inden for en forudbestemt tolerance, f.eks. 95 pct. fyldt, giver sensoren automatisk besked til clouden, der videresender informationer til applikationsserveren, som er styringssoftwaret om, at en tømning er nødvendig. I administrationen, som har styringssoftwaret, er det nu muligt at planlægge en tømning, da alle de nødvendige data hertil er tilgængelige – denne proces kan udføres fuldstændig automatisk gennem ML-teknikker og en prædefineret model. Styringssoftwaret sender derefter disse data videre til en chauffør, med en lokation for den container, som skal tømmes, samt en automatisk genereret rute. Efter tømning får brugeren og administratio-

nen besked. Hele denne proces giver et datagrundlag, der kan bruges både af brugeren og af faldshåndteringsvirksomheden. Dette leder videre til en detaljeret gennemgang af løsningsforlaget.

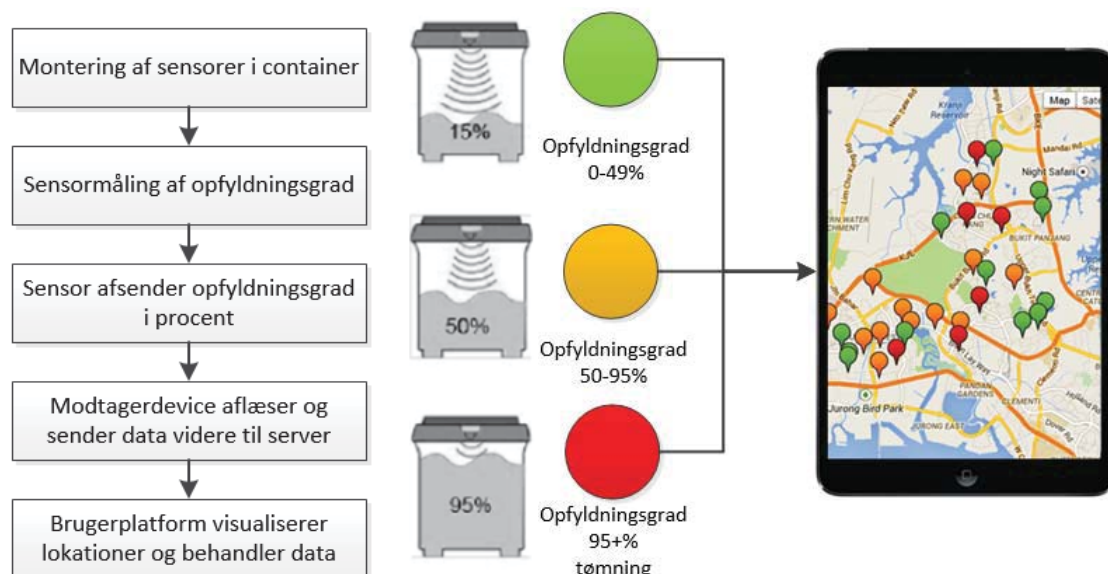
**Figur 6-B: Illustration af smart-container konceptet**



### 6.2.2 Auto-fill sensorer i containeren

Der findes forskellige sensorer der kan bruges til, at registrere hvornår en tømning skal udføres. De fleste containere på byggepladser er åbne, hvilket ikke gør det muligt, at anvende den samme løsning som Smartbin anvender, med en Ultrasonisk sensor på låget indvendigt, som illustreret på Figur 6-C.

**Figur 6-C: Sensormåling af opfyldningsgrad**



Derfor skal der identificeres hvor på containerne, sensorerne skal placeres. Der skal der tages højde for, at disse sensorer er beskyttet mod skader, samt placeres hensigtsmæssigt, for at kunne give en retvisende måling. Da dette er uden for specialegruppens kompetenceområde, er disse vurderinger af mulige sensorløsninger, ud fra papers og datablade fra leverandører. Da det ikke har været muligt, at skaffe interviews med fagfolk inden for embedded technologies. Derfor skal der tages højde for ideén og konceptet, som består i, at der skal være en sensor indbygget i containeren, der kan måle indholdet, registrere fyldningsgraden og give signal til serveren med dens lokation – som påvist på *Figur 6-B*.

### Vægtsensor

Ved brug af vægtsensorer anvendes vægten af en tom container, kontra vægten af en type materiale ved en fuld container, til at vurdere hvornår containeren er fyldt. Dette princip bruges i fabrikker, hvor firmaet Bossard har et produkt de kalder "SmartBin", som er små åbne materialebokse der er placeret på vægte, indeholdende f.eks. skruer, bolte mm. Disse bruger det samme princip, som LBWM, hvor der automatisk bestilles materialer når boksene er ved at være tomme. [Bossard, 2016] En Australisk virksomhed Elphinstone, producerer rammer med loadcells til containere, som er efter det samme vejningsprincip som Bossard [Elphinstone, 2016].

En anden løsning, er at bruge Load-cells, vægtsensorer, placeret indvendigt i containerne med en overliggende plade, så de fungerer på samme måde som en badevægt.

**Tabel 6-A: Fordele og ulemper ved vægtsensorer**

| Fordele  | Ulemper   |
|--|---|
| Giver en præcis af vægt indholdet i en container                               | Kræver et plan underlag for at virke optimalt                                       |
| Giver et historisk forløb i forhold opfyldning af containeren                  | Rammerne til loadcells kan være dyre, både til den indvendige og udvendige løsning. |
| En loadcell der kan måle op til 100tons koster omkring 100 USD [Alibaba, 2016] | Upræcis måling ved forkert materiale, fugt eller regn i container                   |

### Ultrasonic sensor

Ultrasonic sensorer er baseret på lydbølger over 16 KHz, som derfor ikke kan opfanges af det menneskelige øre. Denne teknologi stammer fra naturen, hvor flagermusen blandt andet bruger lydbølger til, at finde bytte selvom det er kamufleret eller der er helt mørkt [Pepperl+Fuchs, 2016]. Overfladen af denne sensor er selvrensende gennem vibrationer, og kan virke i hårde miljøer som ved f.eks. regn, støvende eller beskidte forhold [Pepperl+Fuchs, 2016]). Sensorerne kan opfange objekter uanset farve, form eller overfladekontur. Der findes to former for løsninger vedrørende ultrasonic sensorer:

- 3D-scanning af overfladen, hvor volumen af den opfangede masse bliver udregnet og modregnet volumen af en tom container. Dette giver et forholdsvist retvisende billede af fyldningsgraden i containeren og er afhængig af, at materialerne i containeren ikke er bløde, hvilket kan opsluge lydbølgerne.
- Afstandsmåling fra forskellige punkter på containeren. Ved at placere sensorer flere forskellige steder på en container, er det muligt ved at brug afstandsmålinger til, at identificere, hvor fyldt containeren er.

**Tabel 6-B: Fordele og ulemper ved Ultrasonic sensorer**

| Fordele   | Ulemper  |
|---|--|
| Giver et historisk forløb i forhold til opfyldning af containeren   | Minimal, men risiko for at sensor bliver beskadiget  |
| En prototype afstandsmåler koster omkring 20 Euro [Murciego, Gonzalez, ., Barriuso, Iglesia, & Herrero, 2015] | Ved forkert placering af sensorer, kan det give et misvisende billede hvornår en container er fyldt  |
| Robust sensor der er selvrensende og resistent mod vind og vejr   | Fungerer ikke ved lydabsorberende materialer som uld, skum, isolering etc.                           |
|   | Prisen på 3d scanning løsningen er ukendt, og dertil ukendt hvilket software der kan behandle dette. |

#### Laser sensor

En laser er alment kendt i byggebranchen inden for afstands- og landmåling. Den udsender en stråle af lys eller anden elektromagnetisk stråling, som kan genkende afstande eller overflader [Tomslev, 2005]. Afhængig af kvaliteten af laseren, kan målingen blive påvirket af snavs, røg eller støv. Derfor skal lasersensorer vedligeholdes regelmæssigt. Ved lasersensorer er der de samme muligheder som ved ultrasonic sensorer:

- 3D-scanning af overfladen, hvor volumen af den opfangede masse bliver udregnet og modregnet volumen af en tom container. Dette giver et forholdsvist retvisende billede af, hvor fyldt containeren er, men er ligeledes afhængig af materialet i containeren, da nogle overflader kan omdirigere strålerne.
- Afstandsmåling fra forskellige punkter på containeren. Ved at placere sensorer flere forskellige steder, eksempelvis som et matrix, på en container, er det muligt ved at brug afstandsmålinger at identificere, hvor fyldt containeren er.

**Tabel 6-C: Fordele og ulemper ved lasersensorer**

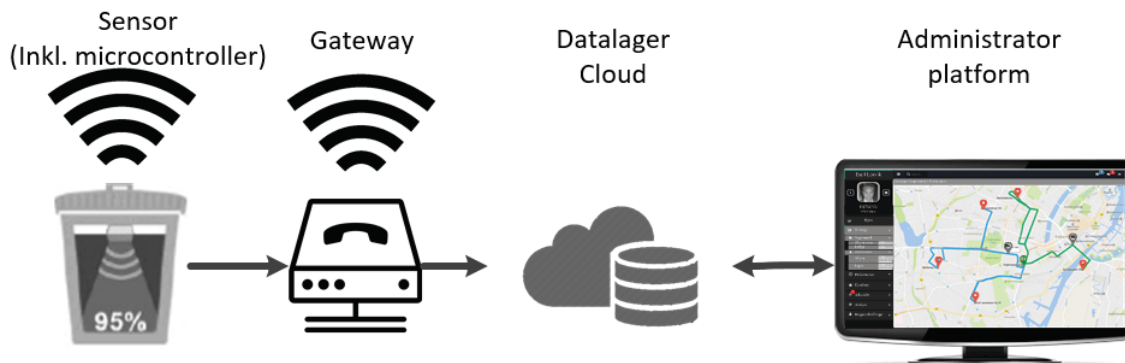
| Fordele  | Ulemper   |
|--|---|
| Giver et historisk forløb i forhold til opfyldning af containeren  | Minimal, men risiko for at sensor bliver beskadiget   |
| En prototype afstandsmåler koster omkring det samme som en ultrasonic, 20 Euro [Murciego, Gonzalez, ., Barriuso, Iglesia, & Herrero, 2015] | Ved forkert placering af sensorer, kan det give et misvisende billede hvornår en container er fyldt |
| Robust sensor der er resistent mod vind og vejr  | Fungerer muligvis ikke ved transparente materialer som glas etc.                                    |
| Kan måle flere typer objekter end en ultrasonic sensor   | Prisen på 3d scanning løsningen koster minimum 250 USD [Alibaba, 2016]                              |

Slutteligt vedrørende sensorerne, skal der være to yderligere komponenter til stede for at kunne sende dataene til serveren se *Figur 6-D* [Murciego, Gonzalez, ., Barriuso, Iglesia, & Herrero, 2015]:

- **Microcontroller:** Denne del er en chip, som bruges til at indsamle data fra sensorerne.
- **Tilgang til serveren:** Data der opsamles fra microcontrolleren skal kunne sendes videre serveren. Dette kan gøres med et passive device, hvor der er en gateway et sted på byggepladsen, der modtager signalet fra sensorerne f.eks. en gang i timen, som efterfølgen-

de videresender dataene til serveren gennem Wi-Fi eller bredbånd. Dette sikrer en høj levetid og derfor en minimal vedligeholdelse, ved udskiftning af batterier.

Figur 6-D: Proces for opsamling af data



### 6.2.3 Systemarkitektur

Systemarkitektur er en beskrivelse af den konceptuelle model, der definerer struktur, adfærd og giver indblik i de forskellige funktioner styringssystemet skal have. Formålet er, at beskrive de forskellige komponenter og de attributter der indeholdes. [Massachusetts Institute of Technology, 2016] Ovenstående delafsnit har redegjort for de indledende manøvre, ved at beskrive hvorledes sensorer registrerer opfyldningsfrekvens, og videresender data til serveren – derfor vil dette delafsnit fokusere på arkitekturen bag styringsplatformen.

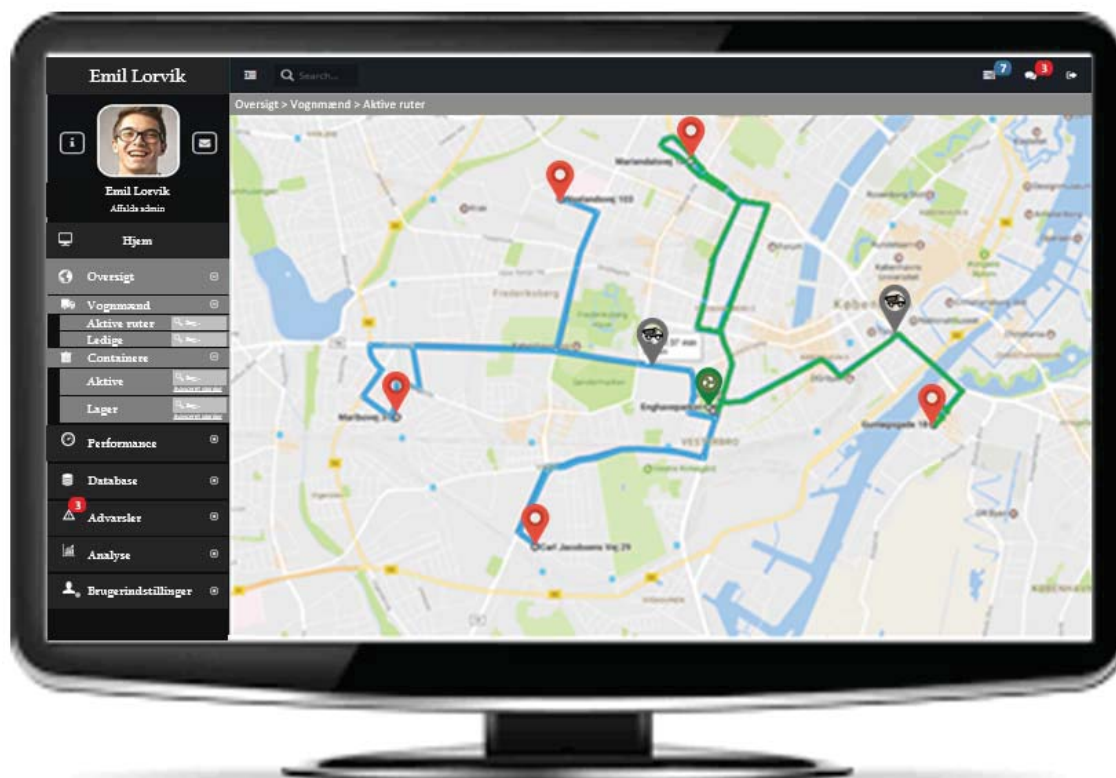
**Database:** Det er nødvendigt med en database, dette kan være SQL cloud løsning. Den skal have kapacitet til at lagre alt data som kommer fra GPS i lastbiler og sensorerne.

**Ruteplanlægning:** Til dette skal der udarbejdes en algoritme, der løbende kan kalkulere de mest optimale ruter i forbindelse med opsamling af containere. Algoritmen skal være i stand til, at optimere ruter løbende, i henhold til den data der kommer ind fra GPS. Hertil skal der anvendes GPS i lastbiler der viser realtids lokationer af lastbiler. Den kan opdeles i en dynamisk rute, som vil sige at vognmændene kører ruter efter behovet for tømninger. Alternativt kan der laves zoneopdelte ruter, hvor vognmænd fordeles i zoner og derved kører efter det dynamiske princip.

**Administrator platformen (affaldshåndteringsvirksomheden):** Denne platform skal give overblikket for den administrative del af virksomheden og anvendes som et styringsværktøj – Figur 6-D, er en illustration af platformen.



Figur 6-E: Illustration af brugerplatform for Smart-containerkonceptet



Hermed redegøres for nedenstående menuer, som kan ses på venstre side af figuren:

- **Oversigt:** Denne funktion skal kunne give et visuelt overblik over lastbiler i realtid, planlagte daglige ruter og placering af containere. Hertil skal der dannes et overblik, i form af en visualisering af de enkelte containere, i forhold til hvor procentvis opfyldte de er og hvilken type – som angivet på Figur 6-C. Der er en yderligere opdeling, i forhold til aktive og ledige chauffører, samt aktive containere og lagerbeholdning.
- **Performance:** Er oversigten over performance både real-time og historisk. Dette skal give mulighed for at give overblik over opsamlingsperformance, real-time opfyldningsoversigt, historisk performance oversigt mod nuværende.
- **Database:** Denne giver adgang til databasen. Det kan være nødvendigt, at bruge denne funktion, hvis der skal slettes data eller overføres data til en anden server.
- **Advarsler:** Denne del har en notifikationsfunktion, som meddeler fejl i udstyr eller ved store fravigelser. Dette kan eksempelvis være hvis en sensor stopper med at sende data, eller en container fyldes op med en stor fravigende frekvens.
- **Analyse:** Denne del bruges til at analysere det indsamlede data. Der kan autogeneres rapporter ellers kan man selv udarbejder rapporter ved at bruge filtre og kriterier. Auto-generede rapporter kunne være, dette er med inspiration fra et allerede anvendt system, "Big Belly", der udbyder totalløsninger indeholdende sensorer, software og logistikstyring inden for affaldshåndtering [BigBelly, 2016]:
  - *Opsamlingsresume:* Oversigt over gennemsnitlige ugentlige opsamlinger
  - *Daglig opsamlingsaktivitet:* Detaljer omkring hvilke komponenter der er opsamlet og misset i en angivet periode.

- *Opfyldningsfrekvens*: En gennemsnitstid for containere at blive opfyldt, opdelt efter typer, geografi eller størrelse og typer af byggeplads.
- *Opsamlingseffektivitet*: En procentvis angivelse af, fuldførelse af rettidige tømninger efter sensorer har rapporteret containere klar til tømning.
- *Heatmaps*: En visuel angivelse af historiske opsamling, der visuelt angiver områder med størst aktivitet.
- *Opsamlings reaktionstid*: Angivelse af tiden det tager, fra klarmelding til tømning containere fra sensorer til afhentning.

Dertil skal dataene gennem løbende analyser, skabe mere optimale ruter, KPI'er for vognmænd, tid- og økonomisk performance, forbrug af containere ift. lagerbeholdning og på sigt skabe viden, omkring de mest hensigtsmæssige typer og antal containere på forskellige slags byggepladser. Yderligere skal brændstofforbruget vurderes op mod performance, for at se om der er reelle besparelser.

**Brugerplatform for vognmænd:** I denne platform, som fordelagtigt kunne være en mobilapplikation, skal vognmanden have den planlagte opsamlingsrute, type af container der skal tømmes, samt fyldningsstatus. Hertil er der mulighed for, at vognmanden kan sende fakturaen digitalt ved deponering af byggeaffald, indeholdende mængder, materiale og pris til den administrative platform, der opdaterer kundens forbrug i realtid.

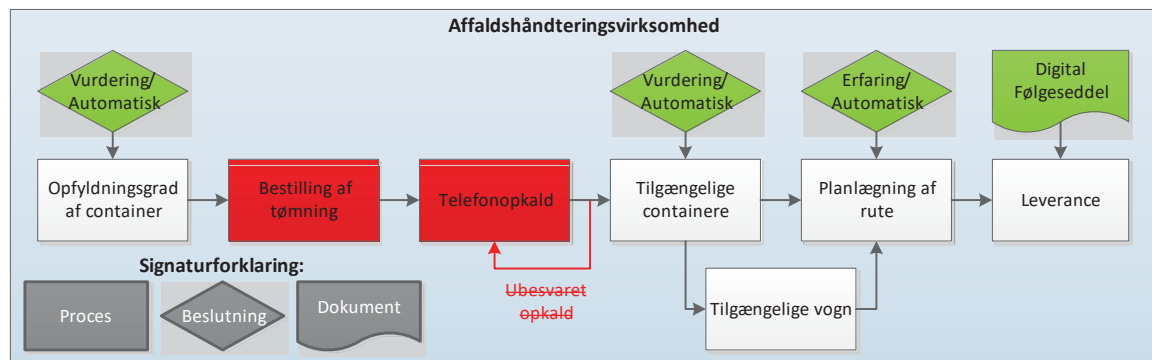
**Brugerplatform for kunden (entreprenøren):** Denne platform er identisk med administrator platformen, informationsmængden omhandler kun de containere som aktivt anvendes på indeværende byggepladser. Kunden får derved et overblik over containere og hvor fyldte de er, hertil løbende forbrug i form af leje, tømninger mm. så fakturaen opdateres realtime. Når sensorerne registrerer der er brug for en tømning, samt når handlingen er udført, får kunden besked. Ved analyse af fyldningsfrekvens mod den samlede database, kontra leje og tømning, kan systemet forslå en anden type container inden tømning, for at give kunden en besparelse – der skal dog indtænkes acceptfrist og ved ikke at give samtykke skal dette automatisk ikke effektueres.

Hermed er der redegjort for løsningsforslaget og dets funktioner, ledende videre til hvorledes det skaber værdi.

### 6.3 Værdi og skalerbarhed

Ved at anvende ovenstående løsning, illustreres der på nedenstående procesdiagram *Figur 6-F*, som er en gengivelse af *Figur 6-A*, at hele processen omkring byggeaffaldshåndtering er blevet automatiseret, og nogle processer er udgået. De grønne felter, illustrerer processer der er blevet automatiseret, fra overvågning af ophobning af affald i containeren, til hvornår den vurderes at skulle tømmes. De røde felter illustrerer, at processer er udgået, dette gælder bestilling af en tømning gennem et telefonopkald, da sensorerne sørger for dette. Det administrative i at vurdere tilgængelige vogne og containere, samt planlægning af en opsamlingsrute er blevet automatiseret, gennem den administrative platform.

Figur 6-F: Virkninger ved implementering af løsning



Løsningen kan tilpasses alle entreprenorformer. Der vil dog være aftalemæssige fordele både for entreprenøren og affaldshåndteringsvirksomheden i, at dele data på tværs. Affaldshåndteringsvirksomheden vil få stor værdi i data vedrørende byggeprojektet, dertil vil entreprenøren få stor værdi i, at få data vedrørende affaldshåndteringen. Et forslag til aftalemodellen kunne være, at affaldshåndteringsvirksomheden leverer billigere service ved, at vide mere om entreprenøren og derved giver dem rabat gennem dette, mod at entreprenøren udleverer data vedrørende deres projekt. Et anden forslag er, mod at entreprenøren deler dataene, får de indsigt i resultaterne fra affaldshåndteringsvirksomhedens analyse og lader dem stå for yderligere analyse efter deres ønske.

Denne løsning er efter specialegruppens overbevisning i høj grad skalérbar, hvilket vil øge værdiskabelsem, qua at den bliver implementeret på flere byggepladser, da datagrundlaget og indsigtten derved bliver stærkere. Hertil vil den vende en reaktiv proces, til værende proaktiv, gennem ML og data, ved at systemet i højere grad kan forudsige, hvornår og hvor tømninger skal foregå, og hvilke opfyldningsfrekvenser der er i forhold til type, fase og størrelse af projekt.

Dette leder videre til en beskrivelse af, hvordan denne løsning skaber værdi gennem ML.

### 6.3.1 Machine learning

Der kan anvendes ML inden for to felter af denne løsning. Det første område, er i forbindelse med ruteplanlægning. Med ML er det muligt, at planlægge daglige ruter. Værdien for entreprenøren og affaldshåndteringsvirksomheden ligger i, at tidsforbruget løbende vil blive optimeret, dette giver mulighed for flere afhentninger og mere hensigtsmæssige opsamlinger, hvilket reducere spild i forbindelse med ophobning af byggeaffald, ved for sen reaktionstid.

Det andet område er i forbindelse med opfyldningsfrekvensen i containere. Ved at bruge ML, med de rette datagrundlag som vejr, årstid, type og størrelse af byggeplads, nuværende arbejder og entreprenører på pladsen, samt andet relevant data – giver dette sammenlagt mulighed for at afdække mønstre og tendenser, som begge parter sandsynligvis ikke kan gennemskue ved egen hjælp. Det er herved muligt for ML-modellen, at forudsige opfyldningstendenser og hensigtsmæssige tømningfrekvenser inden for givne perioder. Dette giver yderligere indsigt i, eksempelvis, hvor meget der i forskellige faser, arbejder eller ift. entreprenører bliver produceret af affald. Overordnet foreligger et stort potentiale i, at der forefindes datagrundlag til analyse, som giver begge parter indsigt i hele det affaldshåndteringsmæssige aspekt, samt bedre beslutningsgrundlag. Dette bliver yderligere afdækket i nedstående, der beskriver værdien af denne løsning i forhold til de 5 perspektiver fra delafsnit 3.4.

### 6.3.2 Værdi gennem de 5 perspektiver

Med henvisning til delafsnit 403.4, mener specialegruppen, at denne løsning dækker over følgende elementer fra nævnte perspektiver:

- **Transparens**, ved en nedbrydning af silodannelser gennem større gennemsigtighed mellem affaldshåndteringsvirksomheden og entreprenøren ved datadeling og indsigt.
- **Optimering**, ved at have detaljerede data og præcise målinger, som giver muligheder for løbende optimering, samt at skabe bedste praksis, fjerne flaskehalse og skabe stabil performance.
- **Segmentering**, ved at affaldshåndteringsvirksomheden får større kendskab og indsigt, igennem den data der vil blive produceret og analyser, er det muligt at give bedre rådgivning i forhold til de behov forskellige entreprenører vil have. Dette kan f.eks. være en segmentering af behov i forhold til type af arbejde, størrelse projekt og entrepriseform.
- **Understøtning**, gennem erstatning eller højere grad af understøttelse af menneskelige beslutninger som følge af datadrevne beslutninger. Ved at anvende analyseredskaber fra BI og BA, giver dette muligheder for at minimere ressourceforbrug og reducere fejl. Hertil at affaldshåndteringsvirksomheden bliver proaktive aktører frem for reaktive, gennem forudsigende analyser.
- **Innovation**, ved at skabe en helt ny forretningsmodel, der kombinerer affaldshåndtering og indsigt, til begge parter i værdikæden. Hertil skabes innovative processer, hvor entreprenøren får frigjort midler ved, at affaldshåndteringsvirksomheden står for overvågning af affaldscontainere og automatisk afhentning ved fyldt container.

Ovenstående leder videre til en beskrivelse af værdien for entreprenøren.

### 6.3.3 Værdi for entreprenøren

Viden er et vigtigt middel for en entreprenør. Det kan blive uoverskueligt, med mange forskellige dokumenter vedrørende affaldshåndtering som følgesedler, tilbud og fakturaer mm. Ved at have en platform, der samler alt dette et sted, gør det både beslutninger og overskueligheden bedre. Løsningen letter en del af styringen for ledelsen på byggepladser, ved at al overvågning overgår til affaldshåndteringsfirmaet, som beskrevet i ovenstående procesdiagram, jf. Figur 6-F. Ved overvågning med sensorer, mindskes risikoen for en overfyldt container betydeligt. Fra et sikkerhedsmæssigt perspektiv, er der en stor gevinst i dette, da risikoen for faldulykker og nedfaldne materialer mindskes. Hertil opstår der ikke spild eller uforudsete udgifter, ved at flytte materiale fra overfyldte containere, eller midlertidige oplagring af byggeaffald som følge af kapacitetsmangel. Det frigiver samtidig mere tid for entreprenøren, til at fokusere på vigtigere ting, og hertil kan der overvejes hvor høj en prioritet dette egentlig har, i forhold til andre opgaver – derfor virker det hensigtsmæssigt, at outsource denne del, og samtidig gøre den smartere, hvilket følgende citat opsummerer:

*“Automate the boring stuff” – Ekatarina Petrova*

Dataene og resultaterne fra analyser giver entreprenøren bedre indsigt, som kan anvendes til at vejlede underentreprenører i forhold til forventet spild. Dette kan bruges til at motivere dem til at nedbringe spild. Derudover vil et præcist målingsgrundlag i realtid foreligge, hvilket kan bruges opklarende ved affaldrelaterede tvister.



Ved et omfattende samarbejde med en leverandør af denne løsning, vil det være muligt at lave omfattende analyser af hele affaldshåndteringsaspektet. Her kan entreprenøren blandt andet få indsigt i, hvor meget forskellige arbejder har af spild, hertil om forskellige entreprisformer har indflydelse på dette, samt om størrelsen af projektet generer større spild. Hertil skal der tillægges alle de ukendte sammenhænge, som ML kan udarbejde. Dette kan videre anvendes, som grundlag til tilbudgivinger, ved at der er mere præcise grundlag. Hermed kan der nu redegøres for værdien for affaldshåndteringsvirksomheden.

#### 6.3.4 Værdi for affaldshåndteringsvirksomheden

Løsningen skaber i høj grad værdi for affaldshåndteringsfirmaet, ved at effektivisere deres vanlige arbejdsprocesser og skabe en ny forretningsmodel. Udover den sædvanlige affaldshåndteringservice, vil de være i stand til at opnå dyBig-Dataegående kendskab til deres kunder, samt at levere indsigt igennem data som en yderligere service. Hertil vil de fuldstændig kunne tage ansvaret for affaldshåndtering, uden at byggeledelse skal involveres i overvågning.

Ved at anvende administratorplatformen, er der et bedre og mere overskueligt overblik over ressourcer i form af containere og vognmænd, samt hvilke containere der er klar til afhentning. Realtidssporing af vognmænd og opfyldningsfrekvenser, giver bedre beslutningsgrundlag – dette kan gives med dette eksempel:

*”Hvad sker der, hvis du nu har 100 containere, på forskellige byggepladser, og mange af dem er næsten 100 pct. fyldte? Så skal man til at prioritere” - Ekatarina Petrova ”... jeg synes faktisk det er interessant, for man kan måske bruge Big-Data (analytics) for at slippe for at lave den her prioritering. Systemet begynder at forudsige. Hvis det her affaldshåndteringsfirma, får adgang til flere informationer, og ikke kun, at de skal afhente containere”- Kjeld Svidt*

I forhold til det ovenstående procesdiagram, jf. *Figur 6-A*, skal information videreformidles af flere omgange ifm. bestilling af tømninger, i denne proces kan der opstå misforståelser, eller gå information tabt – dette undgås ved at systemet viderebringer informationer, og løbende overvåger helt fra bestilling af tømning, til at afhentningen bliver indført på vognmandens daglige rute.

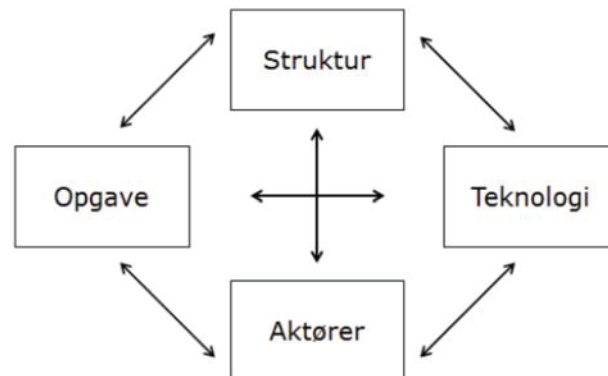
Dataene og ML, vil være med til at optimere daglige tømninger, gennem bedre ruteplanlægninger og forudsigelser af behov for tømninger i forbindelse med opfyldningsfrekvens. Dette betyder en mere detaljeret og bedre planlægning, i forhold til vognmandens materielpark i givne perioder, lagerbeholdning og lavere brændstofforbrug ved bedre ruter. Dette giver mulighed for at sætte mere realistiske KPI'er for virksomheden, hertil vognmandsperformance eller lagerbeholdning. Ud fra heatmaps, kan affaldshåndteringsfirmaet finde besparelser ved, at flytte lagerbeholdninger tættere på områder med høj aktivitet – dette kan gøres ved at kigge på historisk data.

Der er hermed blevet redegjort for værdien i dette løsningsforslag. Dette leder videre til implementering af løsningsforslaget.

### 6.4 Udfordringer og forudsætning ved Implementering

Der er nogle forudsætninger og udfordringer ved at implementere denne løsning. Til at behandle dette er der taget udgangspunkt i Leavitts delsystemer [Anlægsteknikforeningen, 2011, s. 142-144].

Figur 6-G: Lewitts systemmodel



Kilde: [Anlægsteknikforeningen, 2011, s. 142-144]

### Teknologisk

Der er flere teknologiske aspekter ved denne løsning da hovedfokus er teknologien. Der foreligger flere udgifter ved opstarten. En fordel er, at sensorer er blevet billigere og bedre, en udvikling som formentligt fortsættes med den teknologiske udvikling, derfor vil opskalering af containere med sensorer ikke være forbundet med særlig store udgifter. De største udgifter ligger forbundet med at udvikle administratorplatformssoftwaren, hvor udgiften er ukendt, yderligere er behovet for lagerplads til dataene ukendt. Hertil skal softwaren udvikles løbende, og over tid kunne inddrage flere funktioner afhængig af erfaringer og behov. Ved ML i platformen, skal der indføres en testperiode, hvor maskinen kan oplæres og fodres med data, dertil skal der vælges testprojekter, hvor ML gradvist vil kunne overtage dele af det administrative arbejde i planlægningen og give gode beslutningsgrundlag. ML bliver mere brugbart des mere data, der tilføres og jo længere periode udviklingen strækker sig over, derfor vil systemet kunne skabe mere kvalificerede beslutningsgrundlag jo større datasæt den beskæftiger sig med. Hertil kan en vægtsensor give fordele, heriblandt vægt af byggeaffald mod vejrdato, og udsving i vægt følgende af dette – derved undgås blandt andet containere med stor vægt til, at kunne blive afhentet.

For entreprenøren, betyder det at en person i organisationen, skal lære det nye software at kende, og derved også benytte det løbende.

### Struktur

Indførelsen af systemet vil have indflydelse på den interne organisering hos affaldshåndteringsfirmaet. Der vil være behov for at udvide den IT-tekniske afdeling, for at kunne administrere platformen. I takt med en større modenhed af systemet, vil der i lavere grad være brug for administrative og planlægningsmæssige roller, og derved skal organisationen omkring dette omprioriteres. Hertil skal der oprettes supportroller, der kan vejlede og oplære entreprenører til anvendelse softwareplatformen.

Den daglige kommunikation, vil i højere grad ændres, da de fleste henvendelser vil være gennem platformen. Derfor vil der være en lavere hyppighed af opkald, da hele bestillingsprocessen vil være ændret. Kommunikationen vil primært foregå i forbindelse med support eller vejledning til platformen.



For entreprenøren krævet løsningen ingen organisatoriske ændringer, det kræver til gengæld et tættere samarbejde med Affaldshåndteringsvirksomheden. Løsninger lægger imidlertid, op til et mere åbent samarbejde gennem udveksling af data, hvilket kræver et tillidsbaseret forhold til affaldshåndteringsvirksomheden.

### Aktører

En stor udfordring ved implementering af et nyt system for affaldshåndteringsvirksomheden, er den menneskelige faktor. Ved for stor modstand fra ansatte, samt en ledelse der ikke holder fast i at få løsningen implementeret, kan løsningen ikke lade sig gøre. Aktører er i høj grad påvirket af den forandringsproces, der vil være i implementeringsprocessen, og har stor magt til at påvirke udfaldet, både positivt og negativt. Der er flere faktorer der påvirker det enkelte individ i en forandringsproces [Anlægsteknikforeningen, 2011, s. 143]:

- Holdninger
- Motivation
- Kvalifikationer
- Forventninger
- Personlige værdier

Ved forandringsprocessen er det en forudsætning, at uddanne eller vejlede de ansatte, så de føler, at de har kompetencerne til at magte det nye system. Det er vigtigt at tage højde for de personlige holdninger, da der med stor sandsynlighed vil forekomme modstand fra enkelte ansatte, da deres hverdag og rutiner vil forandres – hertil skal tage højde for "if it ain't broke, don't fix it" mindsettet, hvor nogle sikkert vil mene det gamle system har fungeret fint.

Ledelsen skal opbygge en optimisme og motivationsfaktor omkring indførelse af det nye system. Det kræver en klar vision, en struktureret tilgang til implementeringen, samt en god og åben kommunikation ud til aktører gennem hele organisationen.

*"Når der så findes en løsning. ... Hvis det så er noget, hvor vi på bagkant får noget ud af det. kræver det at ens medarbejdere skal agere anderledes, så er der en omkostning forbundet med forandringsledelse, som kræver at den direktør, der siger ja, skal ned og stå på ølkassen og sikre, at det her bliver kørt helt ud i den virkelige verden, og give en stemning af, at det her er en ny virkelighed. Det er ikke noget, der frit kan vælges til eller fra, det skal være sådan her". – Kaare Brandt*

Det er samtidig vigtigt, løbende at skabe succesoplevelser og fremhæve succeserne for aktørerne. Ledelsen skal til gengæld være fokuseret på konstant at skabe resultater med løsningen, her til løbende optimere den. Slutteligt er det vigtigt, at løsningen bliver forankret i virksomheden.

Entreprenøren skal have en oplæring i at anvende softwareplatformen, samt at dele projektdata. Dette kræver en tilknyttet person fra affaldshåndteringsvirksomheden med it-tekniske kompetencer, der kan vejlede og oplære entreprenøren i dette.

## 6.5 Delkonklusionen

Nærværende kapitel har behandlet et løsningsforslag, udarbejdet af specialegruppen. Løsningsforslaget demonstrer, hvorledes en datadrevet proces i kombination med inlejret systemer, kan skabe værdi for flere parter i værdikæden. Dette løsningsforslag lægger op til tættere samarbejde mellem entreprenøren og affaldshåndteringsvirksomheden, ved deling af viden, samt at skabe datagrundlag, som med fordel kan anvendes gennem BA til at strømlinere processer. Systemet giver affaldshåndteringsvirksomheden en højere grad af automatisering og bedre beslutnings-

grundlag, til intern styring men også til rådgivning af entreprenører. Entreprenøren får outsourcet og optimeret en administrativ opgave, hvorved det frigiver tid til andre opgaver. Der kan med stor fordel opskaleres og inddrages flere aspekter i den præsenterede platform, for at opnå større værdi – mulighederne og det fulde potentiale for dette løsningsforslag, er for specialegruppen ukendt, grundet en begrænset viden omhandlende affaldshåndtering.

Specialegruppen ser ikke dette løsningsforslag som et enestående middel til, at løse problematikken omhandlende bygge- og anlægsbranchens manglende innovation og udviklingsevne, i forhold til andre brancher. Hertil udfordringen omhandlende den lave produktivitet. Dette er blot et af mange potentialer, der foreligger ved datadrevne beslutninger, indlejret systemer og den intelligente byggeplads – som leder til større grad af innovationsaktivitet og optimeret produktivitet. Derved skal dette betragtes som et springbræt, for at implementere flere sensorer og teknologier på byggepladsen, resulterende i mere præcise målinger, bedre beslutningsgrundlag og en proaktiv tilgang til byggeprocessen - for at blive en mere datadrevet branche og at skabe intelligente byggepladser.

Hermed er specialerapportens problemformulering besvaret, og derfor er det muligt at formulere konklusionen.



## Kapitel 7 - Konklusion

*I nærværende kandidatspeciale er potentialet for Big-Data i bygge- og anlægsbranchen blevet undersøgt, med fokus på entreprenøren. Nærværende kapitel vil præsentere den endelige konklusion, og de resultater, der er fundet frem til gennem undersøgelsen, med hensigten om at kunne besvare specialets problemformulering.*

Motivationen for det fokusområde, som specialet har behandlet, udsprang af en undren om, hvordan grundlaget for bygge- og anlægsbranchens projekter kunne forbedres, med tanke på de mange ubekendte variabler, der kendetegner branchens projekter, og som har tildelt dem et prædikat, som unikaprodukter. Med afsæt i nogle af de resultater, der i tidligere forskning er bevist gennem anvendelsen af Big-Data og datadrevne beslutninger, blev der i specialet foreslået, at en videnskabelig og analytisk tilgang til indsamling og anvendelse af information kunne skabe et bedre grundlag for branchens projekter gennem anvendelsen af Big-Data og data generelt.

Dette førte til en initierende problemformulering om, *hvorvidt Big-Data potentielt kunne skabe værdi for bygge- og anlægsbranchen?*

I den sonderende undersøgelse, behandlede specialegruppen begrebet Big-Data. Ud fra denne undersøgelse kan det konkluderes, at Big-Data er et meget løst begreb, som ikke har en entydig definition og samtidig ikke kan betragtes som et videnskabeligt begreb. Specialegruppen har set en sammenhæng i definitionen gennem de 3 v'er: Volume, variety og velocity. Ydermere et brug af teknologier og den sociale virkning Big-Data har, som leder til følgende definition:

*Big-Data er et informationsaktiv, som kendetegnes ved en sådan høj grad af volume, hastighed eller mangfoldighed, at der kræves særlig teknologi og analytiske metoder, for at omdanne den til værdi.*

Specialegruppen kan gennem undersøgelsen påpege, at der er en forskel på Big-Data og BDA. Disse bliver ofte blandet sammen, under begrebet Big-Data. BI og Big-Data kan betragtes som statusrapporteringsværktøjer, hvor historisk data analyseres til optimering af beslutninger. BDA og BA anvendes som forretningsudviklingsværktøjer, der anvender en prædiktiv og foreskrivende analytisk tilgang. Der blev fremlagt argumentation for, at størrelsen af de datasæt som analyseres, ikke nødvendigvis er afgørende for den værdi, der kan skabes. Værdien ligger i, at anvende prædiktive og foreskrivende analyser, for derved at blive en proaktiv beslutningstager, fremfor reaktiv. Hertil muliggøres det, at overskue komplicerede mønstre og fremtidige tendenser, som ikke er muligt for mennesker at identificere. Yderligere en større grad automatisering af administrative opgaver samt beslutningstagning, hvorved dette resulterer i en mere datadrevet virksomhed.

I specialerapporten, er der givet flere forskellige eksempler på værdiskabelse med Big-Data, gennem andre brancher. Big-Data rummer en stor diversitet, og kan derfor anvendes i mange forskellige kontekster. Dette blev demonstreret gennem en segmentering i fem overordnede

perspektiver, med elementære relationer til udvalgte produktionsfilosofier, samt syv konkrete virkninger med Big-Data, der er påvist i produktionsbranchen.

Derudover, blev der redegjort for de udfordringer og forudsætninger, anvendelsen af Big-Data medfører. Ud fra disse, kan der nævnes overvejelser, som lovmæssige, etiske samt miljø- og energirelateret udfordringer. Hertil forudsætninger, såsom at rette kompetencer, teknologi og lagringskapacitet.

Denne sonderende undersøgelse klarlagde konkrete værdipotentialer, som kan overføres til bygge- og anlægsbranchen. Specialegruppen må samtidigt erkende, at værdipotentialet på nuværende tidspunkt er komplekst og ukonkret. Disse resultater førte til følgende problemformulering:

---

### ***Hvordan kan Big-Data skabe værdi for Bygge- & Anlægsbranchen?***

---

I undersøgelsen af denne specialerapport, blev det påvist, at der foreligger flere offentligt tilgængelige datakilder, som med fordel kan anvendes til at fremskaffe værdifulde informationer, til optimering af bygge- og anlægsvirksomheder og byggeprocesser generelt.

Virksomheder i bygge- og anlægsbranchen, har udover offentligt data, mulighed for at tilegne sig specifikt data, gennem egen indsamling af data. I specialerapporten er der blevet gennemgået forskellige muligheder og teknologier, for at kunne udføre dette. Af disse mener specialegruppen, at BIM-modeller er en af de mest oplagte PLM-platforme for opsamling, aggregering og visualisering af data, hvilket understøttes af filosofien bag BIM som en samlet platform for kommunikation og samarbejde med hele værdikæden. Dette skyldes en fordel i, at samle projekt data i én platform, der følger projektets udvikling, i nær real tid. Specialegruppen argumenterer for, at den største værdi for bygge- og anlægsvirksomheder, ligger i at indsamle egen data, for derved at opnå større indsigt i egne processer og performance. Samtidig kan specialegruppen konkludere, at Big-Data er det sidste led, i forhold til at skabe værdi med egne data, da indledende udfordringer består i, at anvende teknologier til dataindsamling- og behandling, med en tilhørende organisatorisk opbygning af kompetencer – hvorved intelligent brug af Big-Data og BDA først kan finde sted, når disse indledende manøvrer er under kontrol.

Specialegruppen har anvendt de to største bygningsentreprenører i den danske bygge- og anlægsbranche som casestudier, til at påvise anvendelsen af Big-Data i national kontekst. Denne undersøgelse viste, at ingen af de to virksomheder på nuværende tidspunkt anvendte Big-Data, eller tilhørende teknikker, men havde igangsat udviklingsprocesser, for at blive mere datadrevne virksomheder. De to virksomheder havde forskellige fokusområder og tilgange til anvendelsen og potentialet med Big-Data. Ingen af virksomhederne havde fokus på udførselsfasen, men erkendte et enormt potentiale deri.

Specialegruppen konkluderer, at det er vigtigt, at der i bygge- og anlægsbranchen, kommer større fokus på digitalisering og anvendelse af data, især hos entreprenørvirksomheder. Dette begrundes med andre brancher som har oplevet stor vækst, som resultat af anvendelse af Big-Data. Virksomheder i bygge- og anlægsbranchen bør have større fokus på innovation og udvikling, hvorved der bør udvikle- og investeres mere aggressivt i databehandling og teknikforståelse. Data bør være en væsentlig del af bygge- og anlægsvirksomheders langsigtede strategier, og



Big-Data må derved være målet. For en succesfuld implementering af Big-Data i bygge- og anlægsbranchen, skal der være fokus på hele værdikæden, hvor der deles data og samarbejdes om, at hæve vidensniveauet omkring data. Samtidig skal virksomhederne være opmærksomme på, at udvise rettidig omhu i deres forretningsudvikling, ved at starte med små håndgribelige initiativer, i forhold til at blive datadrevne virksomheder. Hertil skal bygge- og anlægsvirksomheder lade sig inspirere og samarbejde med andre brancher, der i højere grad er datadrevne. Afslutningsvis skal der i branchen skabes opmærksomhed omkring de potentialer der ligger i Big-Data.

Ud fra et nationalt perspektiv, efterspørger specialegruppen et større fokus på digitalisering og data. Som forlag hertil argumenteres for forskningstilskud til datahåndtering generelt, samt større politisk fokus på emnet, hvorved der bør igangsættes flere initiativer omkring et, i højere grad, datadrevet samfund, samt i bygge- og anlægsbranchen. Uddannelsesinstitutioner inden for byggetekniske fag, bør etablere et større fokus og kendskab omkring innovation og udvikling, gennem digitalisering og kompetencedannelse, inden for datastyring. På byggetekniske uddannelser på bachelorniveau og højere niveau, hvor der uddannes ledere, rådgivere og forskere, bør udgangspunktet være et grundlæggende kendskab til statistiske analyser, databehandling og -indsamling, Big-Data, indlejrede systemer, samt andre potentialer ved Big-Data og digitalisering, som specialegruppen har fremhævet i rapporten.

Specialegruppen har fremført et løsningsforslag vedrørende en totalløsning, der er navngivet "*Smart Containeren*". Løsningsforslaget har haft fokus på at skabe værdi, for både entreprenøren og den givne leverandør. I dette tilfælde affaldshåndteringsvirksomheden. Ved anvendelse af denne løsning, får entreprenøren outsourcet en administrativ opgave, som udover at lette arbejdsbyrden, får optimeret og automatiseret en ikke-værdiskabende proces. Hertil kan affaldshåndteringsvirksomheden opbygge et datagrundlag, der med teknikker fra BA, kan ændre leverandørens affaldshåndteringsproces fra en reaktiv til proaktiv tilgang.

Løsningsforslaget er blot et af mange potentialer, der foreligger ved at digitalisere processer og anvende data intelligently – ledende til en større grad af innovationsaktivitet og optimeret produktivitet på byggepladsen.

Afslutningsvis kan specialegruppen konkludere, at der foreligger store potentialer ved Big-Data og de teknikker, der kendetegner datadreven forretningsudvikling. Bygge- og anlægsbranchen, er på et begyndende stadie, i udforskningen af den værdi og det potentiale, som kan opnås gennem en datadreven forretningsudvikling. Det er dog et område som branchens frontløbere er opmærksomme på. Spørgsmålet er dog, om de nuværende initiativer er ambitiøse nok. Entreprenørvirksomheder skal i højere grad have fokus på at blive datadrevne. Dette kræver en ny tilgang til udvikling og innovation, hvor der er større risikovillighed og flere investeringer i digitale systemer, hvor ambitionsniveauet må omhandle en højere grad af dataunderstøttelse i virksomhedens beslutningstagning, samt større indsigt gennem datagrundlag.

Specialegruppen erkender, at der på kort sigt vil være mange udgifter forbundet med dette, og det derfor skal betragtes som en langsigtet investering, hvor gevinsten til gengæld vil være stor. Specialegruppen har gennem skriveprocessen for dette speciale, fået opfattelsen af en digital og teknologisk udvikling der over den seneste årrække har bevæget sig, med høj proportional hastighed, og fortsat tager fart. Derfor er det vigtigt at bygge- og anlægsbranchen følger denne udvikling – dette kræver mere omstillingsparate virksomheder, der kan flytte branchen væk fra de konservative og traditionsrige tilgange der er, og mod nye innovative tilgange. Måske er der brug en disruption af byggebranchen?

## Kapitel 8 - Perspektivering

*Perspektiveringen vil sette de utledede problemstillingene ved Big-Data, opp mot andre aspekter og fremtidige tendenser. Det vil dermed endre vinkel på emnet og dens kontekst, og fremlegge et annet perspektiv om de fremlagte problemstillingene som er behandlet i specialerapporten. Dette medfører at problemstillingene blir plassert i en annen relevant sammenheng.*

Big-Data og BDA kan med fordel benyttes i bygge- og anleggsbransjen, og er vurdert til å ha et stort potensiale. De gjennomførte casestudiene har belyst at Big-Data og digitalisering er noe de største virksomhetene i bransjen begynner å se verdien av, og beveger seg mot, med det foreligger fortsatt et stort ubenyttet potensiale. Innovasjon og en større bevissthet rundt digitaliseringen som har skjedd i andre bransjer kan bidra til å innfri dette potensiale.

Det har blitt presentert en konkret løsning som viser hvordan digitalisering og bruk av data kan medføre en verdiøkning for den utførende entreprenør og en leverandør i verdikjeden. Det kunne vært interessant å gjennomføre ytterligere undersøkelser med andre leverandører i bransjen, eksempelvis undersøkt hvordan en materialleverandører forholder seg til emnet, og inndra deres synpunkter for hvordan digitalisering eller bedre bruk av data kunne skape verdi. Dette ville frembringe et annet aspekt av hvordan Big-Data og BDA kunne benyttes, og belyst potensialet ytterligere. Videre i et fremtidsrettet perspektiv, kan den presenterte løsningen muligens betraktes som en liten del av en digitalisert byggeprosess. Etter hvert som flere delprosesser i et byggeprosjekt digitaliseres, åpnes også mulighetene for å benytte Big-Data og BDA i høyere grad, hvor det vil være mulig å finne nye relasjoner og sammenhenger mellom forskjellig data. Det har i specialerapporten blitt belyst hvordan systemarkitekturen bak innsamling og behandling av data med god kvalitet, må ligge til grunn før Big-Data og BDA, kan utnyttes fullt ut.

Det er vanskelig å anslå hvordan Big-Data og digitalisering generelt vil påvirke en fremtidsrettet byggeprosess, men utfra de fremlagte resultatene kan det hevdes at virkningene vil være betydelige. Det har vært nevnt hvordan en disruption kan påvirke bransjen, noe som kan skje hvis ikke bransjen utvikler seg. BCG hevder valget er simpelt, vær med på digitaliseringen eller bli utfaset av andre aktører som evner å være med på den digitale utviklingen. Bygge- og anleggs bransjens aktører står ved foten av et fjell av teknologi. De som ikke velger å investere i ny teknologi og innovative løsninger vil bli værende ved foten, mens de som satser vil ende på toppen. Under intervjuet med RIB ble det fremvist en visjonær fremtidsrettet film, som presenterte hvordan RIB så for seg fremtidens byggeprosess. Denne prosessen besto av mobile roboter som ved hjelp av digital teknologi som bl.a sensorer, droner, BIM og additive produksjonsmetoder stod for en automatisert prosess av oppførelsen av bydeler, hvor robotene i større grad benyttet råmateriale i produksjonen. Dette kan medføre at det blir færre ledd i verdikjeden, hvor leverandører gradvis blir borte fordi den utførende part skaper produktene selv fra råmateriale. Dette kan bl.a. medføre monopolisering av enkelte markedssegmenter, hvor aktører spesialisere seg til enkelte typer bygg eller prosjekter.

Denne specialerapporten omhandler et emne, som ytterligere bør undersøkes, da specialegruppen har funnet det nødvendig og avgrense seg i forhold til den begrensede undersøkelsesperioden.



## Kapitel 9 - Refleksion

*I dette kapitel er samlet specialegruppens refleksioner over specialet som helhed og de valg, der er foretaget igennem projektperioden. Kapitlet reflekterer over de erfaringer, der er gjort i forbindelse med arbejdet med specialets udarbejdelse, samt de emner der er behandlet. En særlig fokus vil koncentreres om, at vurdere de forhold, som kunne være gjort anderledes eller udbygget.*

---

### Specialets udgangspunkt og fokusområde

Som det blev nævnt indledningsvis, under præsentation af rapportens motivation, har Big-Data og bygge- og anlægsbranchen ingen umiddelbar forbindelse. Derfor har "Big-Data" også været et kontroversielt valg af fokusområde, som indledningsvis har krævet mange ressourcer, til at overbevise specialegruppen selv om, at emnet både havde relevans for branchen og for uddannelsens retning. Men samtidigt også kunne behandles indgående og struktureret i sammenhæng med uddannelsens pensum og studieordning.

Specialegruppen mener på efterhånd, at dette kandidatspeciale opfylder studieordningens krav til fulde, samt leverer et originalt og innovativt indspil til debatten om mulighederne i fremtidens bygge- og anlægsbranche. Dermed betragtes rapportens opstillede målsætninger som mødt.

Det kontroversielle valg af fokusområde har løbende skabt udfordringer og været en prøvelse for specialegruppen, og omfanget af krævede ressourcer til indledende at forstå og formidle, hvad Big-Data er og kan, har været mere krævende end først forventet, og specialegruppen har uden tvivl undervurderet dette forhold. Dette har dertil medvirket til at specialets fysiske omfang afviger fra normalen.

Specialegruppen har længe før semesterets start været bekendt med, at gruppens medlemmer ville være spredt ud på forskellige arbejdsstationer. Dette har krævet en ekstra grad af koordinering ifm. med rapportens indhold, vejledningsmøder mv., ligesom medlemmerne bl.a. har rejst mellem Aalborg og København jævnlige. I momenter har den fysiske afstand været en irritationsfaktor – eksempelvis hvis vigtige beslutninger hurtigt skulle effektueres, eller i den daglige arbejdskoordinering. Set i bakspejlet har denne konstellation været ressourcekrævende og en kommunikationsmæssigt udfordring, hvor Skypemøder er blevet afholdt mere eller mindre dagligt. Det har samtidigt været lærerigt at arbejde fra forskellige fysiske udgangspunkter, da arbejdsprocessen i højere grad har afspejlet den virkelighed som gruppens medlemmer i fremtiden må forvente i deres professionelle virke. Derudover har konstellationen muliggjort en større fleksibilitet i forhold til at planlægge og afholde interviews, og det er specialegruppens overbevisning, at denne fysiske spredning har påvirket nogle informanter positivt, når interviews skulle aftales.

### Metodisk refleksion

Det var grundlæggende en hensigt at basere værdiskabelsen med Big-Data på produktionsbranchens virksomheder. Specialegruppen havde forventet, at en relation til virksomheder i denne

branche kunne skabes gennem Peter Nielsen og hans kontakter fra egen tidligere forskning indenfor området, jf. *Big Data Analytics – A Brief research Synthesis* [Nielsen P. , 2016]. Dette viste sig som en naiv tilgang, da disse virksomheder var underlagt anonymitet, og de virksomheder som derudover blev nævnt var store internationale virksomheder, som specialegruppen vurderede ikke ville stille op til interview. Derfor har denne tilgang vist sig som en udfordring. Slutteligt blev specialegruppen under skriveprocessen opmærksomme på, at MTH og NCC havde igangsat tiltag og udviklingsprojekter for at afprøve og implementere Big-Data og BDA-relaterede teknikker. Disse forskellige opdagelser har medvirket til, at rapportens grundlæggende struktur radikalt har ændret fokus flere gange indenfor rammerne givet i den godkendte projektplan.

Indledningsvis blev det fastlagt, at rapportens empiri og dataindsamling skulle baseres på interviews. En anden tilgang kunne have koncentreret sig om at udsende spørgeskemaer til virksomheder internt og eksternt i bygge- og anlægsbranchen, der var formuleret generelt om mulighederne og udfordringerne med Big-Data, samt den potentielle anvendelse i bygge- og anlægsbranchen. Med udgangspunkt i udfordringen med at finde virksomheder, som anvendte Big-Data i branchen eller sammenlignelige brancher, som eksempelvis produktionsbranchen, så er beslutningen med at udføre interview vurderet som den rigtige. Anvendelse af spørgeskemaer kunne ideelt set have hævet reliabiliteten af rapportens produkt, som følge af, at undersøgelsen ville kunne repræsentere flere virksomheder. Og dermed sikre en højere sandsynlighed for, at rapportens produkt ville kunne overføres til andre virksomheder. Informanterne fra interviews er alle tilknyttet større virksomheder, og informanternes opfattelser og udtalelser omkring problemfeltet er bestemt af subjektive og virksomhedsmæssige holdninger. Specialegruppen vurderer, at informanterne indenfor de respektive virksomheder har været de mest kompetente personer at anvende, men at udfaldet muligvis ville have været anderledes, hvis andre virksomheder og personer – også indenfor samme virksomhed var blevet interviewet. Derfor kunne en triangulering af interviews og spørgeskemaer reducere denne grad af subjektivitet.

Ideelt set havde specialegruppen ønsket at kunne inddrage en større andel af ledelsesbetonet teori. Det har generelt været en udfordring at koble rapportens fokusområde med ledelsesteori, og en supplerende vejleder, fra eksempelvis IT-ledelse, kunne muligvis have afhjulpet denne udfordring.

#### **Rapportens produkt og yderligere forskning**

Rapportens produkt har bevist, at der er mange forskellige værdipotentialer forbundet med anvendelsen af Big-Data og generelt datadrevne beslutninger. Der kunne med fordel udføres yderligere undersøgelser til kvantificering af disse værdipotentialer.

Selvom MTH og NCC også udfører anlægsarbejder, så har undersøgelsen ikke nødvendigvis kunne afdække niveauet hos denne forretningstype, da de personer, som specialegruppen har udført interview med, til dagligt fokuserer på byggeprojekter og generelt specialiserer sig indenfor BIM og VDC. Af denne grund må informanterne, fra rapportens casestudier, umiddelbare perspektiv på anvendelsen af Big-Data ligeledes forventes at henvende sig overvejende til disse arbejder. Der er derfor ikke fundet tilstrækkelig evidens for, at den konkluderede værdiskabelse med Big-Data vil være tilsvarende for anlægsprojekter. Dermed kunne specialelets produkt potentielt have været styrket med inddragelse af casestudier fra sådanne anlægsvirksomheder. Det vil derfor kræve yderligere undersøgelser, hvis værdipotentialet hos anlægsemprenører skal kunne bevises.



Det blev i rapporten vurderet, at de største virksomheder i bygge- og anlægsbranchen var state-of-the-art indenfor udviklingen med Big-Data og datadrevne beslutninger generelt. En nærmere undersøgelse af udviklingsarbejdet hos SMV'erne kunne muligvis have modbevist denne overbevisning. Ligeledes kunne en sådan undersøgelse kausaliteten i størrelsesordenen af udfordringer i henhold til virksomhedsstørrelse. Dertil kausaliteten i virksomhedens geografisk placering og udviklingslysten indenfor datadrevne processer.

Rapportens løsning, Smart-containeren, kunne med fordel være verificeret gennem interviews med en affaldshåndteringsvirksomhed samt forskere indenfor indlejrede systemer, hvilket ville kunne styrke validiteten og nuancere løsningsforslagets værdiskabelse. En prototype og afprøvning af smart-containeren og systemarkitekturen bagved, kunne ligeledes med fordel have styrket løsningens validitet.

Erfaringer fra særligt produktionsbranchen kunne gavne virksomhedernes fremtidige udviklingsarbejde og reducere antallet af fodfejl i forbindelse med implementeringen, hvorfor sådanne forhold kunne være interessant at undersøge yderligere.

Slutteligt har det været et spændende fokusområde for specialegruppen at fordybe sig i. Specialet har åbnet specialegruppens øjne for den rivende udvikling, som følger med digitalisering af branchens virksomheder og processer – noget som uden tvivl vil påvirke gruppemedlemmernes jobsøgning i fremtiden.

Der har i forbindelse med rapportens undersøgelser været flere af de kontaktede informanter, som enten ikke har meldt tilbage, eller ikke har ønsket at stille op til interviews. Specialegruppen vurderer, at dette er et resultat af, at virksomhederne ikke har haft tilpas kendskab med bygge- og anlægsbranchen, eller slet og ret ikke har haft tid.

# Litteraturliste

---

- Akademiet for de Tekniske Videnskaber. (20. juni 2016). *Big Data analyse*. Hentet fra Uddannelses- og Forskningsministeriet: <http://ufm.dk/forskning-og-innovation/indsatsomrader/forsk2025/indkomne-indspil/organisationer/akademiet-for-de-tekniske-videnskaber-atv/big-data-analyse>
- Alibaba. (13. December 2016). *Alibaba.com*. Hentet fra [https://www.alibaba.com/products/F0/load\\_cell/CID523-----G--12-2014.html](https://www.alibaba.com/products/F0/load_cell/CID523-----G--12-2014.html)
- Andersen, I. (2013). *Den skinbarlige virkelighed - vidensproduktion i samfundsvidenskaberne* (5. udgave udg.). Samfundslitteratur.
- Anlægsteknikforeningen. (2011). *Anlægsteknik 2 - Styling af byggeprocessen*. Polyteknisk Forlag, 3. udgave.
- Arbnor, I., & Bjerke, B. (1998). *Methodology for Creating Business Knowledge*. Sage.
- BAT-Kartellet. (2010). *Produktiviteten i byggeriet*. BAT-Kartellet.
- BBC News. (Januar 2014). Hentet fra Edward Snowden: Leaks that exposed US spy program: <http://www.bbc.com/news/world-us-canada-23123964>
- Berlingske Tidene. (Desember 2015). *Berlingske*. Hentet fra Budgetter og tidsplaner skrider for supersygehusene: <http://www.b.dk/politiko/budgetter-og-tidsplaner-skrider-for-supersygehusene>
- BigBelly. (10. December 2016). *Bigbelly.com*. Hentet fra <http://bigbelly.com/>
- Bilal, M., Oyedele, L. O., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, S. O., Akinade, O. O., et al. (2016). Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends. *Advanced Engineering Informatics*, 30.
- Bossard. (13. December 2016). Hentet fra Bossard.com: <http://www.bossard.com/en/smart-factory-logistics/systems/smartbin-intelligent-logistics-system.aspx>
- Brown, B., Chui, M., & Manyika, J. (Oktober 2011). Are you ready for the era of 'big data'? *McKinsey Quarterly*.
- Børsen. (1. juli 2008). Recession en realitet i Danmark. *Børsen*.
- Canvillas, J. M., Curry, E., & Wahlster, W. (2014). *New Horizons for a Data-Driven Economy*. Luxembourg: Springer Open.
- Cebotarean, E. (2011). Business Intelligence. *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, vol 1.
- Center for Forskningsanalyse. (2006). *Innovation i dansk erhvervsliv - Innovationsstatistik 2002-2004*.

- 
- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (December 2012). Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact. *MIS Quarterly* vol. 36.
- Cock, G., & Van Horn, J. (2012). *How dirty is your data: A look at the Energy Choices That power Cloud Computing*. Greanpeace International.
- Dagens Byggeri. (16. december 2015). *Dagens Byggeri*. Hentede 13. oktober 2016 fra <http://www.dagensbyggeri.dk/artikel/87620-krisen-er-slut-for-byggeriet>
- Danmarks Meteorologiske Institut. (2016). *www.dmi.dk*. Hentet fra EntreprenørVejr: <http://www.dmi.dk/erhverv/hvilke-produkter-kan-du-koebe/entrepreneoervejr/>
- Danmarks Statistik. (10. oktober 2015). *Dst.dk*. Hentede 06. Oktober 2016 fra <http://www.dst.dk/da/Statistik/emner/aarligt-nationalregnskab/aarligt-nationalregnskab-brancher>
- Danmarks Statistik. (14. 11 2016). */gf3*. Hentet fra Statistikbanken: <http://www.statistikbanken.dk/gf3>
- Dansk Byggeri. (2008). *Produktivitetskommissionen.dk*. Hentede 25. september 2016 fra <http://produktivitetskommissionen.dk/media/127755/Dansk%20Byggeri.pdf>
- Dansk Byggeri. (2010). *Kend bygge- og anlægsbranchen på 5 minutter*. Dansk Byggeri.
- Dansk Byggeri. (2. juni 2016a). *Dansk Byggeri - Værdiskabelse i byggeriet gennem industrialisering 4.0*. Hentet fra Uddannelses- og Forskningsministeriet: <http://ufm.dk/forskning-og-innovation/indsatsomrader/forsk2025/indkomne-indspil/organisationer/dansk-byggeri/vaerdiskabelse-i-byggeriet-gennem-industrialisering-4.0>
- Dansk Byggeri. (12. februar 2016b). *Byggeriet omsatte for 218 mia. kr. på hjemmemarkedet i 2015*. Hentet fra [www.Danskbyggeri.dk](http://www.Danskbyggeri.dk): <https://www.danskbyggeri.dk/presse-politik/nyheder/2016/byggeriet-omsatte-for-218-mia-kr-paa-hjemmemarkedet-i-2015/>
- Dansk Byggeri. (2016b). *Konjunkturanalyse update*. Dansk Byggeri.
- Dansk Byggeri. (2016c). *Konjunkturanalyse update*. Dansk Byggeri.
- Dansk Byggeri. (2016d). *Konjunkturanalyse februar 2016*. Dansk Byggeri.
- Dansk Byggeri. (september 2016e). Der er kommet smil på boligmarkedet. *Dansk Byggeri Barometer*, s. 3.
- Datafordeler.dk. (u.d.). *Datafordeleren*. Hentet fra /Om-datafordeleren: <http://datafordeler.dk/om-datafordeler/>
- Davenport, T., & Patil, D. (2012). Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century. *Harvard Business Review*, Vol. 90.
- De mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M. (2016). A formal definition of Big Data based on its essential features.
- Dean, J. (2014). *Big Data, Data Mining, and Machine Learning: Value Creation for Business Leaders and Practitioners*. Wiley & SAS Business Series.
-

- 
- Deloitte & Dansk Byggeri. (2015). *Analyse af Bygge- og anlægsbranchen*. Deloitte.
- Deloitte & Dansk Byggeri. (2016). *Bygge- og anlægsbranchen 2016*. Deloitte.
- Deloitte. (2013a). *Analyse af den danske byggesektor - Hovedrapport*. Deloitte.
- Deloitte. (2013b). *Analyse af den danske byggesektor - baggrundsrapport*. Deloitte.
- Den store danske. (13. oktober 2016). *Denstoredanske*. Hentet fra [http://denstoredanske.dk/It,\\_teknik\\_og\\_naturvidenskab/Matematik\\_og\\_statistik/Teoretisk\\_statistik/regressionsanalyse](http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Matematik_og_statistik/Teoretisk_statistik/regressionsanalyse)
- Digitaliseringsstyrelsen. (2016). *Initiativer i digitaliseringsstrategien 2011-2015*. København.
- Domeofvisions.dk(a). (u.d.). *www.domeofvisions.dk*. Hentede 2. December 2016 fra /Arkitekturen: <http://domeofvisions.dk/the-architecture/>
- Domeofvisions.dk(b). (u.d.). *domeofvisions.dk*. Hentede 02. december 2016 fra <http://domeofvisions.dk/>
- Elphinstone. (13. Decemeber 2016). *Elph.com*. Hentet fra <http://www.elph.com.au/weighing/container.php>
- Erhvervs- og Vækstministeriet. (Oktober 2013). *www.retsinformation.dk*. Hentet fra Bekendtgørelse af lov om markedsføring.
- Erhvervs- og Vækstministeriet. (Oktober 2016a). *www.retsinformation.dk*. Hentet fra Lov om elektroniske kommunikationsnet og -tjenester.
- Erhvervs- og Vækstministeriet. (Oktober 2016b). *www.retsinformation.dk*. Hentet fra Bekendtgørelse om udbud af elektroniske kommunikationsnet og -tjenester.
- Erhvervs- og Vækstministeriet. (Oktober 2016c). *www.retsinformation.dk*. Hentet fra Vejledning til bekendtgørelse om krav til information og samtykke ved lagring.
- European Commission. (2015). *How digital is your country? New figures reveal progress needed towards a digital Europa*. Brussel. Hentet fra [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-15-4475\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-4475_en.htm)
- Evans, J. R. (Marts 2012). *Business Analytics: The Next Frontier for Decision Sciences*.
- Falk, N. W., & Olsen, P. B. (3. November 2016). Falk & Olsen, Interview 03.
- Finansministeriet. (2014). *Økonomisk Analyse nr. 21, Tilpasning i byggeriet efter overophedningen*. Finansministeriet.
- Foldager, A. (23. November 2016). Foldager A., Interview 06.
- Forbes. (09. December 2016). *Forbes*. Hentet fra Forbes.com: <http://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/09/03/12-big-data-definitions-whats-yours/#58577a7321a9>
- Forbes. (15. Oktober 2016). *Forbes.com*. Hentet fra <http://www.forbes.com/sites/briansolomon/2015/12/17/how-uptake-beat-slack-uber-to-become-2015s-hottest-startup/#5c17e6405f2e>
-



- 
- Frommelt, T. (2016). *Analyse af de 40 største entreprenørvirksomheder i den danske bygge- og anlægsbranche*. Deloitte.
- Gantz, J., & Reinsel, D. (2012). *The Digital Universe In 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East*. IDC.
- Gartner.com/IT-glossary. (u.d.). /*Big Data*. Hentede september 2016 fra Gartner IT Glossary: <http://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>
- Gerbert, P., Castagnino, S., Rothballer, C., Renz, A., ., & Filitz, R. (2016). *Digital in Engineering and Construction*. The Boston Consulting Group.
- Google . (2016). *Personvern og Vilkår* . Hentet fra <https://www.google.com/intl/no/policies/privacy/>
- Gutierrez, J., Jens, M., ., ., Henius, M., & Riaz, T. (2015). *Smart Waste Collection System Based on Location Intelligence*. San Jose, Californien: Elsevier B. V.
- Hejnfelt, T., & Andersen, L. (7. November 2016). Hejnfelt & Andersen, Interview 04.
- Hu, H., Wen, Y., Chua, T.-S., & Li, X. (2014). *Toward Scalable Systems for Big Data Analytics*:. Singapore: IEEE ACCESS.
- International Energy Agency. (2016). *Key Electricity Trends* .
- Irisgroup. (2013a). *Big Data som vækstfaktor i dansk erhvervsliv - potentialer, barrierer og erhvervspolitiske konsekvenser*. Erhvervsstyrelsen.
- Irisgroup. (2013b). *Big Data som vækstfaktor i dansk erhvervsliv - syv virksomhedseksempler*. Erhvervsstyrelsen.
- Jakobsen, S. S. (2014). Big Data - nogle juridiske aspekter. Aalborg, Aalborg universitet, Juridisk Institut.
- Junaid, S., Gani, A., Shamshirband, S., ., Ahmad, R., & Bilal, K. (2016). *Sustainable Cloud Data Centers: A survey of enabling techniques and technologies*. Elsevier.
- Justisministeriet. (Oktober 2016). [www.retsinformation.dk](http://www.retsinformation.dk). Hentet fra Bekendtgørelse af straffeloven.
- Justitsministeriet. (Juni 2000). [www.retsinformation.dk](http://www.retsinformation.dk). Hentet fra Persondataloven.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. p. (2006). *Howto Implement a New Strategy Without Disrupting Your Organization*. Cambridge: Havard Business Review.
- Kim, W. C., & Mauborgne, R. (oktober 2004). Blue Ocean Strategy. *Havard Business Review*.
- Klausen, J. S. (6. Oktober 2016). Spiltdid er byggeriets største udfordring. *Licitationen*.
- Koch, C. H. (u.d.). *Værdi*. Hentede 5. Januar 2017 fra Den Store Danske, Gyldendal: [http://denstoredanske.dk/Sprog,\\_religion\\_og\\_filosofi/Filosofi/Filosofiske\\_begreber\\_og\\_fagudtryk/v%C3%A6rdi](http://denstoredanske.dk/Sprog,_religion_og_filosofi/Filosofi/Filosofiske_begreber_og_fagudtryk/v%C3%A6rdi)
- Krishnan, K. (2014). 10 Mistakes Enterprises Make in Big Data Projects. *IBM Big Data & Analytics Hub*.
-

- 
- Kulturministeriet. (Oktober 2014). *www.retsinformation.dk*. Hentet fra Ophavsretsloven.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interview: Introduktion til et håndværk*. Kbh. : Hans Reitzel.
- Laney, D. (2001). *3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety*. Stanford: Meta Group (Gartner inc.).
- Luhn, H. P. (1958). *A Business Intelligence System*. IBM Journal.
- Lund, M. (18. November 2016). Neurale netværk kan forudsige, hvornår møllens tandhjul knækker. *Ingeniøren*.
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., et al. (2011). *Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute.
- Massachusetts Institute of Technology. (16. December 2016). *systemarchitect.mit.edu*. Hentet fra <http://systemarchitect.mit.edu/>
- MathWorks. (27. October 2016). <https://se.mathworks.com/help/stats/supervised-learning-machine-learning-workflow-and-algorithms.html?requestedDomain=www.mathworks.com>. Hentet fra [se.mathworks.com](https://se.mathworks.com/help/stats/supervised-learning-machine-learning-workflow-and-algorithms.html?requestedDomain=www.mathworks.com):
- Mayo, E. (2003). *The Human Problems of an Industrial Civilization*. Abingdon: Routledge.
- McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (Oktober 2012). Big Data: The Management Revolution. *Harvard Business Review*, Vol. 90, s. 60-70.
- McKinsey Copenhagen. (2010). *Creating Economic Growth In Denmark Through Competition*. McKinsey & Compagny.
- MT Højgaard A/S. (2015). *Årsrapport 2015*. MT Højgaard-koncernen.
- MT Højgaard A/S. (2016). *White paper: Closing the gap with VDC and early involvement*. Søborg: MT Højgaard A/S.
- Murciego, A., Gonzalez, G., , Barriuso, A., Iglesia, D., & Herrero, R. (2015). *Multi-agent gathering Waste System*. Salamanca: University of Salamanca.
- NCC A/S. (2015). *Annual Report*. NCC.
- NCC A/S. (2015). *Annual Report*. Solna: NCC.
- Nicholas, J. m., & Steyn, H. (2012). *Project Management for Engineering, Business and Technology - 4th. edition*. New York: Routledge.
- Nielsen, B. (12. December 2016). Nielsen B., Interview 09.
- Nielsen, M. H. (27. Maj 2015). Styrk fokus på digitalisering. *Dansk Byggeri*.
- Nielsen, P. (2016). Big Data Analytics - A Brief research Synthesis. *Springer International Publishing*.
- Nielsen, P. (17. Oktober 2016). Nielsen P., Interview 01.
- Nordhus Modular houses. (2016). *Modulhus*. Hentet fra <http://nordhus.com.pl/nb/domy-modulowe/>
-

- 
- Nordlie, E. A. (2015). *En introduksjon til Big Data*. Visma Consulting AS.
- OECD. (2014). *Data-driven Innovation for Growth and Well-being*. OECD.
- OECD Observer. (November 2012). Can big data deliver on its promise. *OECD Observer*.
- Olsen, R. (25. Oktober 2016). Olsen, R., Interview 02.
- Pepperl+Fuchs. (2016). *Technology guide, Ultrasonics*. Tyskland: Pepperl+Fuchs.
- Petersen, K. B. (29. November 2016). Petersen K. B., Interview 07.
- Produktivitetskommissionen. (2013). *Analyserapport 1. Danmarks produktivitet - Hvor er problemene*, . Produktivitetskommissionen.
- PwC. (juni 2016). The human factor: Working with machines to make big decisions. *Forbes Insight*.
- Rambøll . (2016). BIM, 3D-MODELLERING OG 3D-VISUALISERING. Norge.
- Ranjan, J. (2009). *Business Intelligence: Concepts, Components, Techniques and Benefits*. Ghaziabad, Uttar Pradesh, India: Institute of Management Technology.
- Ranum, H. (25.. oktober 2016). Foredrag: Big Data - For begyndere. IDA Nord.
- Realdania. (2016). *Byggeriets nøgletal, Analyse 2016*. Realdania.
- Regeringen . (2016). *Redegørelse om Danamrks digitale vækst*. Regeringen.
- Regeringen. (2014). *Vejen til et styrket byggeri i Danmark - regeringens byggepolitiske strategi*. Regeringen.
- Richards, C. (9. juli 2014). Finding Ways to Use Big Data to Help Small Shops. *The New York Times*.
- Richards, N. M., & King, J. H. (2014). Big Data Ethics. *Wake Forest Law Review Vol. 49*.
- Rostgaard, A. (7.. juni 2013). *Big Data - Fremtidens digitale råstof*. Mandag Morgen Intelligence.
- SAS Institute. (15.. december 2014). *Dataversity/Analyze-your-data-transform-your-business*. Hentet fra Slideshare: <http://www.slideshare.net/Dataversity/analyze-your-data-transform-your-business-42742834>
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2016). *Research Methods for Business Students*. Edinburgh: Pearsin Education Limited.
- Skanska. (2015). *Skanska awarded funding to research industry leading "digital tag and track" innovation*. Hentet fra <http://www.skanska.co.uk/news--press/display-news/?nid=Eh2BP23d>
- Skanska. (2016). *Integrating robots into construction*. Hentet fra [group.skanska.com](http://group.skanska.com): <http://group.skanska.com/media/articles/integrating-robots-into-construction/>
- Skov-Hansen, S. (2010). *Community-based innovation og værdiskabelse*. Taastrup: Teknologisk Institut.
-

- 
- SmartBin. (17. Oktober 2016). *Smartbin.com*. Hentet fra <https://www.smartbin.com/>
- Stor-Hansen, L. (1. januar 2015). Tossierier og den dybe tallerken. *Berlingske, Kronikken*.
- Svidt, K., & Petrova, E. (17. November 2016). Svidt & Petrova, Interview 05.
- Svidt, K., & Petrova, E. (12. December 2016). Svidt & Petrova, Interview 08.
- Thomassen, M. A., Blinkilde, H., & Clausen, L. (13. februar 2014). Kronik: Byggeriet skal forpligte sig til længerevarende samarbejde. *Ingeniøren*.
- Tomslev, K. (2005). *3D Scanning using multibeam laser*. Kongens Lyngby: Technical University of Denmark.
- UNGlobalPulse.org. (26. september 2016). /About. Hentede 26. septmebr 2016 fra UNGlobalPulse.org: <http://www.unglobalpulse.org/about-new>
- Viborg Kommune. (2012). *Evaluering – ABT projekt "Interaktive skraldkomprimerende affaldskurve til offentlige gaderenovation"*. Viborg: Viborg Kommune.
- Wheelan, C. (2013). *Naked Statistics: Stripping the dread from the data*. New York: W. W. Norton & Company.
- World Economic Forum. (2016). *Shaping the Future of Construction - A Breakthrough in Mindset and Technology*.
- Youtube.com. (12.. november 2016). *Youtube.com*. Hentet fra /Formlt MT Hojgaard Parking Garage: [https://www.youtube.com/watch?v=8\\_F0-4WMgCQ](https://www.youtube.com/watch?v=8_F0-4WMgCQ)
- Youtube.com. (11. november 2016b). *Youtube.com*. Hentet fra /Fractal MT Hojgaard Parking Garage: <https://www.youtube.com/watch?v=E-3ts053FV0>
- Økonomi- og Erhvervsministeriet. (2008). *Innovation i Danmark*. Økonomi- og Erhvervsministeriet.
- Aalborg Universitet. (2015). *Studieordning for cand.tech. i byggeledelse*.