



CHALMERS



BIM berikat med realtidsdata för en effektivare fastighetsförvaltning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

JUSTYNA CHRABASZCZ
NILS HELLBERG

EXAMENSARBETE ACEX20-19-31

BIM berikat med realtidsdata för en effektivare fastighetsförvaltning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

JUSTYNA CHRABASZCZ

NILS HELLBERG

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2019

BIM berikat med realtidsdata för en effektivare fastighetsförvaltning

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

JUSTYNA CHRABASZCZ

NILS HELLBERG

© JUSTYNA CHRABASZCZ, NILS HELLBERG, 2019

Examensarbete ACEX20-19-31

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2019

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Två bilder från Pexels.com redigerade av Nils Hellberg

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg 2019

BIM berikat med realtidsdata för en effektivare fastighetsförvaltning

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

JUSTYNA CHRABASZCZ

NILS HELLBERG

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Construction Management
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Digitaliseringen av samhällsbyggnadssektorn är i dagsläget fokuserad på projekteringsstadiet, men fördelar kan även uppnås inom fastighetsförvaltning. Med användning av sensorer och kameror kan realtidsdata registreras och nyttjas i förvaltningsskedet. Dessa data kan samlas i databaser som en FIM-modell. Förvaltare kan använda data för att bevaka byggnadsfysikaliska parametrar så som lufttemperatur eller koldioxidhalten i luften. Data i detta exempel har tydliga fördelar vid kontroll av, exempelvis, luftkvalitet.

Sensorer kan dock, utöver tidigare exempel, användas till fastighetsförvaltarens fördel i större utsträckning. Detta genom att berika samlade data med att leverera den i användarvänlig form, till exempel som en applikation. I samverkan med Sakernas Internet (IoT) kan sensorer och kameror vara ett nytt sätt att bedriva fastighetsförvaltning genom att sammankoppla uppkopplade enheter med en digital tvilling av byggnaden. På detta vis kan det, exempelvis, avgöras vilka ytor som används mest i byggnaden och anpassa installationer utefter detta. Den stora potentialen med närvarosensorer kan utnyttjas för effektivare utrymmeshantering och därmed en effektivare fastighet.

Problemet som detta examensarbete ämnar undersöka är hur data som inhämtas i denna process kan tillämpas och berikas samt om och i så fall hur detta skapar ett värde för fastighetsägare och hyresgäster. Huruvida befintliga värden förbättras eller om nya värden skapas diskuteras också.

Nyckelord: Building Information Modelling, Facility Management, Big Data Analysis, Internet of Things, Real-time Data, Digital Twin

BIM enriched with real-time data for efficient facilities management

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Environmental Engineering

JUSTYNA CHRABASZCZ

NILS HELLBERG

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Construction Management

Research Group Name

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The digitalization of the construction industry is currently mainly aimed towards the planning phase; however, benefits can also be made from digitalization of facilities management. Real-time Data can be registered and used for facilities management by using sensors and cameras. This data can be contained in databases as a FIM-model. Facility managers may use data to monitor building data such as air temperature or levels of carbon dioxide. In these examples, data provides clear benefits when for example controlling air quality.

Sensors also have, in addition to the aforementioned examples, the ability to benefit facility managers to a greater extent by enriching collected data and delivering it in a user-friendly manner, e.g. in an application. Combined with Internet of Things (IoT), sensors and cameras may provide new ways of managing facilities by connecting online devices with a digital twin of a building. Benefits of this concept could be visualizing the most frequently used spaces in a building, allowing for adapting building systems suitably. The great potential of motion detecting sensors can be used for space optimization, resulting in an optimized facility.

The problems, which this thesis aims to examine, is how data collected in this process can be implemented and enriched and if, and in that case how, this produces value for facility owners and tenants. Whether existing values are enhanced, or new values are produced is also discussed.

Key words: Building Information Modelling, Facility Management, Big Data Analysis, Internet of Things, Real-time Data, Digital Twin

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
BETECKNINGAR	VI
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Frågeställning	2
1.4 Avgränsningar	2
2 METOD	3
2.1 Litteraturstudie - grundad teori	3
2.2 Kvalitativ intervju	4
2.3 Etik	4
3 TEORI	5
3.1 BIM	5
3.1.1 BIM inom förvaltningsskedet	6
3.2 Fastighetsförvaltning (FM)	8
3.2.1 Definition	8
3.2.2 Utmaningar	9
3.3 Teknik bakom digitaliseringen	10
3.3.1 Internet of Things	10
3.3.2 Att samla in data - digitala hjälpmedel	12
3.4 Hur BIM, BDA och IoT tillämpas i FM	14
3.4.1 BDA inom fastighetsförvaltning	14
3.4.2 Samverkan mellan BIM, BDA & IoT	15
3.4.3 Nyttor	16
3.4.4 Utmaningar	16
4 RESULTAT	18
4.1 Presentation av intervjuade företag och personer	18
4.2 Implementering av digitala verktyg	19
4.2.1 Berikande av data och tillämpade tekniker	19
4.2.2 Användningsområden i fastighetsförvaltning	20
4.3 Värde av data i form av resultat	20
4.3.1 Energieffektivisering samt drift och underhåll	20
CHALMERS, Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, Examensarbete ACEX20-19-31	III

4.3.2	Utrymmeshantering och inomhusmiljö	21
4.3.3	Hyresgästens/användarens upplevelse	22
4.3.4	Förbättring av befintliga värden och framtidens potential	23
4.4	Utmaningar	24
4.4.1	Ägandeskap	24
4.4.2	Teknik	25
4.4.3	Ekonomi	25
4.4.4	Integritet	25
5	ANALYS OCH DISKUSSION	26
5.1	Berikande av data, tillämpade tekniker och användningsområden	26
5.2	Energieffektivisering samt drift och underhåll	27
5.3	Utrymmeshantering och inomhusmiljö	28
5.4	Hyresgästens/användarens upplevelse	28
5.5	Förbättring av befintliga värden och framtidens potential	29
5.6	Utmaningar	30
5.7	Diskussion	30
5.7.1	Metoddiskussion	31
5.7.2	Vidare forskning	31
6	SLUTSATS	32
	REFERENSER	34
	BILAGOR	38
	Intervjufrågor	38

Förord

Utförande av detta examensarbete hade inte varit möjligt utan hjälp. För tid, tålamod, delning av erfarenheter vill vi tacka Daniel Månsson, vår handledare på Zynka BIM, Mattias Roupé som är vår examinator samt personer som har ägnat sin tid åt att svara på våra frågor. Ert obeskrivliga stöd betyder mycket för detta arbete!

Göteborg Maj 2019

Nils Hellberg
Justyna Chrabaszcz

Beteckningar

AEC – Architecture Engineering Construction

BDA – Big Data Analysis

BIM – Building Information Modelling

CAD – Computer-aided Design

FM – Facility Management

FIM – Facility Information Modelling

IKT – Informations- och Kommunikationsteknik

IoT – Internet of Things

KPI – Key Performance Indicators

NKI – Nöjd Kund-Index

WSN – Wireless Sensor Network

1 Inledning

“The concept of a network of smart devices was discussed as early as 1982, with a modified Coke machine at Carnegie Mellon University becoming the first Internet-connected appliance. This Coke machine had the ability to report its inventory and whether newly loaded drinks were cold. “

- Haughian, (2018, s.5)

Tillämpningen av vad som idag kallas för Internet of Things (IoT) började visserligen med en dryckesautomat, men sedan dess har teknologin börjat användas till mer nyttiga ändamål. I den byggda miljön finns stor potential i att använda smarta produkter såsom kameror och sensorer tillsammans med algoritmer och artificiell intelligens (AI), för att människor och verksamheter skall kunna samverka digitalt och för att på olika sätt anpassa en byggnad efter dess funktion. Genom olika uppkopplade enheter som talar med varandra går det att ta fram en stor mängd information om hur en byggnad används och fungerar och följaktligen optimera den.

1.1 Bakgrund

I samhällsbyggnadssektorn arbetas det med en betydande mängd digitala processer, främst byggnadsinformationsmodellering (BIM), för att klara av arbetets uppgifter. I synnerhet inom projekterings- och konstruktionsskedet är dessa processer nyttjade, men även inom förvaltningsskedet kan dessa processer användas (Becerik-Gerber, Jazizadeh, Li & Calis, 2012). Detta skede står för majoriteten av en byggnads livslängd (Nordstrand, 2008) och därmed finns stor potential för utveckling.

På samma vis som den tidigare nämnda dryckesautomaten övervakade innehållets temperatur, kan olika parametrar övervakas i fastighetsförvaltningssammanhang. Genom att samla in data med hjälp av sensorer och kameror under förvaltningsskedet som kan kopplas till en digital tvilling av byggnaden kan den digitala processen även förlängas in i fastighetsförvaltningen. På detta vis flyttas BIM från att vara främst en projekteringsorienterad process, som den tidigare varit (Volk, Stengel & Schultmann, 2014), till att täcka byggnadens hela livscykel.

Utöver temperatur, som traditionellt har övervakats, kan även andra parametrar mätas inuti en byggnad med hjälp av IoT. IoT möjliggör övervakning i realtid, historisk analys och på sikt prediktiva analyser. Med hjälp av dessa tekniker kan potentiellt människors vistelse i en byggnad förbättras, och verksamheters funktioner kan utökas och effektiviseras (Teizer, Wolf, Golovina, Perschewski, Propach, Neges & König., 2017).

Vad som här ska undersökas är hur data som samlas in kan tillämpas och berikas för att vara till nytta för fastighetsförvaltare och brukare. Då de realtidsflöden med data som övervakas innehåller så stora mängder information är det viktigt att avgöra hur de skall användas. Data kan både förbättra befintliga värden men skulle också kunna ge upphov till nya värden.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka på vilka sätt en digital tvilling kan berikas med realtidsdata för att förbättra befintliga värden och för att skapa nya värden för fastighetsägare i första hand och i andra hand för hyresgästen, samt vad dess framtida potential är. I synnerhet skall det undersökas hur information genom BIM-processen tillämpas och berikas genom IoT för användning i förvaltningsskedet. Examensarbetet kommer att baseras på befintlig vetenskap i form av en litteraturstudie samt intervjuer med personer aktiva inom detta fält för att inhämta data ur praktiken.

1.3 Frågeställning

De frågeställningar som skall försöka besvaras i detta examensarbete är:

1. Hur kan data berikas för att förbättra ett befintligt värde eller skapa ett nytt värde inom fastighetsförvaltning?
2. Vilka utmaningar finns vid behandling av byggnadens realtidsdata och hur hanteras dessa utmaningar?

1.4 Avgränsningar

Detta arbete avgränsas till att lyfta fram teori bakom användandet av digitala verktyg för fastighetsförvaltarens och slutanvändarens nytta. Det som inte beaktas i arbetet är undersökning av kostnader och vinster i form av exakta siffror ur ekonomisynpunkt. Däremot undersöks det på vilket sätt ett värde kan skapas för data ur andra perspektiv, såsom nöjd kund-index (NKI), samt vad för fördelar uppnås med att använda den nya tekniken inom förvaltningsskedet.

2 Metod

Metoder som används för att genomföra det arbetet är av kvalitativ karaktär. Många forskare påstår att den enda metoden som är lämplig och sann för att genomföra vetenskaplig utredning är kvantitativa studier. Det finns däremot delar av det mänskliga systemet som inte är mottagliga för den kvantitativa mätningen, vilket medför att en annan form av vetenskaplig undersökning måste införas (Chamberlain, 2009).

Kvalitativ undersökning innefattar en viktig faktor, nämligen förståelse av mänskliga eller sociala problem (Chamberlain, 2009). Vikten av den sociala aspekten betonas också av Merriam (2002), som påstår att det som är nyckeln till förståelse av kvalitativ undersökning är tanken att betydelse är socialt uppbyggd av individer och dess samspel med omgivande värld. Vidare, världen eller verkligheten uppfattas inte på ett enda, fasta, mätbara sätt, så som det antas vid kvantitativ undersökning. Istället finns det flera tolkningar och uppfattningar av verkligheten som förändras med tiden. Syfte med kvalitativ utredning är att förstå dessa tolkningar vid en viss tidpunkt och ett visst sammanhang och förståelse av individens upplevelse men även betydelse av dess sociala värld samt dess interaktion med den anses vara ett kvalitativt tillvägagångssätt.

Metoder som den typen av forskning inkluderar är, bl.a. grundad teori och intervjuer. Val av kvalitativa metoder kräver stort engagemang i studie. Detta på grund av att en sådan utredning är tidskrävande och kräver omfattande resurser (Chamberlain, 2009).

"Without the survey data, the observer could only make reasonable guesses about his area of ignorance in the effort to reduce bias."

-Vidich, A.J., & Shapiro, G. (1955, s.31)

2.1 Litteraturstudie - grundad teori

En litteraturstudie genomförs för att på ett trovärdigt och tydligt sätt ge en tillräckligt stor insyn i det studerade området. Det tänkta målet med att använda den typen av metod är, bl.a., att samla in information om ämnen som det arbetet berör utifrån det som redan är känt (Bryman & Bell, 2015). Det som är viktigt att förstå är att grundad teorimetod är inte felsäker. Så som alla andra utredningsmetoder, kräver den flexibilitet samt kreativitet när den tillämpas och behöver vara genomtänkt (Urquhart, 2013).

Insamling av information görs med hjälp av vissa sökverktyg. Relevanta källor hittas med hjälp av Chalmers bibliotekets databaser, Google Scholar och, i mindre utsträckning, Scopus. Användandet av arbetets nyckelord och avgränsning till områden som är relevanta för att uppnå arbetets syfte har en stor betydelse för genomförande av litteraturstudie. Källor som används är vetenskapliga texter, artiklar, böcker, e-böcker, hemsidor och webbaserade ordböcker. Sökord: "Facility Management", "BIM", "Internet of Things", "Big Data Analysis", "Digital Twin".

2.2 Kvalitativ intervju

Urvalet av intervjuade personer baserades på yrkesområdet. Respondenterna arbetar med innovation, digitalisering och IT-utveckling och anses således vara bekanta med det studerade ämnet. Målet med en kvalitativ forskningsintervju är att få en bild av forskningsämnet utifrån intervjuade personens perspektiv. Detta för att förstå vad som ligger till grund för det perspektivet. Vidare, den intervjuade person ses som deltagare i forskningen då den istället för att passivt svara på intervjuarens frågor, aktivt utformar och utvecklar intervjuens förlopp (King, 2014). De kvalitativa intervjuerna är subjektiva, vilket medför att svar är beroende av personernas erfarenheter och företagens verksamhetsområden. Detta innebär att den insamlade informationen främst ger en inblick i de berörda företagen och därför inte kan generaliseras som giltig för hela branschen.

2.3 Etik

De intervjuade personerna har blivit informerade om att deras svar är en del av ett examensarbete på Chalmers Tekniska Högskola i samarbete med Zynka BIM. Respondenterna har också informerats om att de förblir anonyma. Detta för att fokus ska ligga på innehållet och inte personer eller företag. Med detta i åtanke kan respondenterna ha valt hur mycket och vilken information de vill delge i intervjuerna.

3 Teori

I detta kapitel presenteras teori insamlad genom litteraturstudie. Teorin ligger till grund för genomförande av kvalitativ undersökning, dvs. intervjuer och ämnar bidra till en grundläggande förståelse av det studerade området. Nyckelområden som presenteras är BIM, fastighetsförvaltning samt teknik som ligger bakom digitaliseringen av samhällsbyggnadssektorn och dess tillämpning.

3.1 BIM

Byggnadsinformationsmodellering, eller BIM, är en arbetsmetodik som används frekvent inom byggnadssektorn. De främsta användningsområdena för BIM har historiskt sett varit design, visualisering, mängdavtagning, kostnadsanalyser och kollisionskontroller (Volk et al., 2014). Byggnadssektorn arbetade länge enbart med 2D-modeller medan andra branscher började arbeta med CAD (computer-aided design) och 3D-modeller på 1970-talet. Det var först i början av 2000-talet som dessa tekniker började användas inom byggbranschen och utgjorde grunden till BIM, sedan dess har tekniken fått utökat användningsområde (Volk et al., 2014).

Det som särskiljer BIM från en vanlig 3D-modell är modellens uppbyggnad. Istället för att bestå av bara geometriska objekt, består även BIM-modellen av objekt som besitter information (Smith and Tardif, 2012). Objekten kan innehålla egenskaper såsom geometri, spatiala och geografiska förhållanden, mängder, material, kostnader och tidplaner. (Azhar, 2009). På detta vis har objekten i BIM samma egenskaper som verkliga byggnadsdelar. BIM kan, utöver en modell, uppfattas som ett verktyg och en process där olika discipliner samverkar från projektering till produktion och vidare även till förvaltning för att effektivisera arbetsflödet och byggprocessen (Azhar, 2009).

NIBS (2016) definierar att BIM är en digital representation av en byggnads fysiska egenskaper och funktionsegenskaper. BIM består av kunskap från olika disciplin och underlättar därmed beslut genom hela livscykeln då den digitala representationen innehåller en byggnads information. BIM kan även delas upp i 3D, 4D, 5D och 6D, där 3D innebär en modell som kan hantera mängdavtagning, 4D innebär en modell som även innehåller en tidplan, 5D även kan behandla kostnadsanalyser (Volk et al., 2014) och slutligen 6D, som också innehåller livscykelinformation för byggnaden (NBS 2017).

Att definiera BIM är dock en svår uppgift, då det finns en stor variation av definitioner. Volk et al. (2014) definierar BIM som följande: *“A tool to manage building information over the whole life cycle, it is adequate to support data of maintenance and the construction process”*. Denna breda definition tillåter en betraktning av BIM som en process snarare än en modell, vilket passar bra vid tillämpning i fastighetsförvaltning. På dessa grunder kommer denna definition att utgåas från i detta examensarbete.

3.1.1 BIM inom förvaltningsskedet

Som tidigare nämnt är förvaltningsskedet det längsta skedet i byggnadens livscykel (Nordstrand, 2008) och det är i detta skede som BIM har potentialen bidra med störst besparingar (Grobler, 2011; Liu & Issa, 2014). Under de senaste åren har byggnadsbranschen fått ett större intresse för BIM i förvaltningsskedet (Becerik-Gerber et al., 2012). Enligt Eastman, Teicholz, Sachs och Liston (2011) kan ägare och fastighetsförvaltare använda BIM i förvaltningsskedet för att exportera "as built" byggnads- och installationsinformation. Genom möjligheten att effektivisera förmedlandet av byggnadsinformation kan tider och kostnader minskas under hela byggnadens livscykel.

Ett praktiskt exempel vore att kunna se direkt i en 3D-modell vilken utrustning som är trasig istället för att behöva leta upp den (Kelly, Serginson, Lockley, Dawood & Kassem, 2013). Becerik-Gerber et al. (2012) identifierar ett flertal ytterligare användningsområden för BIM i förvaltningsskedet och förklarar dess nytta. Följande användningsområden nämns av författarna:

Lokalisering av byggnadskomponenter

Att utföra underhållsarbeten med hjälp av analoga ritningar är ett ineffektivt och tidskrävande arbete som kan underlättas genom användning av digitala ritningar i form av BIM. I en digital ritning finns alla discipliner inkluderade samtidigt, samt finns möjligheten att söka efter specifika komponenter. Denna lösning möjliggör tids- och kostnadsbesparing.

Förenklade av realtidsdata

En byggnad kan innehålla en enorm mängd information uppdelad i flera olika databaser som fastighetsförvaltaren behöver bevaka. Med hjälp av BIM kan all denna information samlas i en förenad databas med ett användarvänligt gränssnitt för att reducera tiden att hitta relevant information om exempelvis en viss byggnadskomponent.

Visualisering och marknadsföring

BIM kan med fördel användas för visualisering, då det innefattar 3D-modeller med visuella egenskaper såsom ljussättning och materialval. Dessa tekniker kan användas för att visualisera inomhusmiljöer vid ombyggnationer eller renoveringar. Ytterligare kan detta användas för marknadsföring då fastighetsägaren kan demonstrera sitt objekt, samt vid beslutsfattande och utbildning. Exempel på visualisering i utbildningssyfte är att visa upp evakueringsplaner direkt i modellen.

Kontroll av underhållsmässighet

Underhållsmässighet innebär att uppnå optimal prestanda under hela livscykeln med en minimal livscykelkostnad. BIM kan förenkla undersökningen av underhållsmässighet i avseende av tillgänglighet, där möjligheterna till fysisk inspektion av olika system och komponenter kan undersökas. Olika materials hållbarhet, renlighet och prestanda kan också kartläggas och på så vis kan defekta och skadliga material undvikas.

Skapande och uppdatering av digitala tillgångar

Genom att införa BIM tidigt i byggnadens livscykel, exempelvis i konstruktionsskedet, kan den massiva mängden data som hanteras av dem olika

disciplinerna organiseras och namnges korrekt direkt i BIM. På detta vis undviks manuellt arbete där olika discipliner med olika standard måste omorganisera data. Exempel på digitala tillgångar som bör inkluderas i BIM är:

- Utrustning och system: exempelvis installationer som luftbehandlingsaggregat och sensorer;
- Data: exempelvis leverantörsinformation såsom serienummer och information angående lokalisering; och
- Dokumentation: manualer, instruktioner, garantier, specifikationer, etc.

Hantering av utrymme

Genom effektiv rumshantering kan produktivitet hos de som brukar rummet ökas, utöver att den fysiska användningen av rummet optimeras. Fastighetsförvaltare behöver samla in information och prognostisera användningen av ytor inför inflytt i byggnaden. Information som här är relevant för varje rum är rumsnummer, beskrivningar, avgränsningar, areor, avsedd användning och faktisk användning. Istället för att traditionellt avläsa denna information från CAD-ritningar, där inkonsekventa namnkonventioner och arbetskrävande attributsuppdateringar är två stora hinder, kan BIM nyttjas. Visualisering och rummens attribut kan presenteras direkt genom BIM, varpå analys kan förenklas, utrymmesbehov kan prognostiseras och underutnyttjade utrymmen kan identifieras. Denna information kan användas i flera syften, exempelvis effektiviserat underhåll eller optimerad tilldelning och kontroll av utrymme för olika evenemang. I BIM kan även historik om byggnadens ändringar lagras, vilket kan vara av värde för fastighetsförvaltaren i försäkringsärenden och andra dispyter.

Planering och genomförbarhetsundersökningar för ombyggnad, renovering och rivning

Byggnader befinner sig ständigt i en process av ändringar av olika skäl, exempelvis väder eller kundens behov. Dessa ändringar ger upphov till ombyggnad, renovering eller rivning, och alla dessa aktiviteter kan underlättas av planering, design, analys, simulering och visualisering i BIM. Beslutsfattande och planering kring dessa aktiviteter kan stödjas av data i BIM angående byggnadsmaterial, arbetskraft och kostnader för design och konstruktion. Hela ombyggnadsprocessen kan simuleras i BIM.

Hantering av nödsituationer

Nödsituationer i en byggnad kräver att kritisk information är lättillgänglig och följer en logisk struktur. Denna information är till stor del spatiala data som kan finnas och lagras i BIM, och med hjälp av ett grafiskt gränssnitt kan faror identifieras för utryckande personal och vid planering av evakueringsvägar. Vidare kan BIM också innehålla information om skadliga material och placering av brandposter för underlättande av räddningsarbete. BIM kan också vara ett verktyg för att simulera nödsituationer och planering inför dessa.

Övervakning och kontroll av energiförbrukning och energibehov

Energihanteringssystem används traditionellt sett för att övervaka och kontrollera energikonsumtionen i en byggnad och är vanligtvis separata system utan samverkan

med andra delar av byggnaden. Med hjälp av sensorer kopplade till ett gränssnitt i BIM kan byggnaden övervakas i realtid och automatiseras. Automatiserade åtgärder kan minska energiförbrukningen genom att, exempelvis, sänka ljusstyrka i rum som inte används. BIM möjliggör också simulering av olika scenarion och energikonfigurationer som kan ge upphov till energibesparingsåtgärder. Historiska data kan också användas för att förutspå framtida förbrukning och budgetering.

Utveckling och utbildning för personal

Personal inom FM behöver utbildas för processer, system och anläggningar när de anställs eller tilldelas nya uppdrag, när nya byggnader införskaffas och när befintliga byggnader ändras. Vanligtvis sker denna utbildning genom studiebesök, presentationer, demonstrationer och självstudier, vilket är både tidskrävande och ställer höga krav på den som lär ut. Om utbildningen istället skulle ske i BIM, skulle personalen ges möjligheten att se en virtuell avbildning av byggnaden. På detta vis kan personalen bli bekant med utrymmen, komponenter och utrustning genom att vandra runt i avbildningen på egen hand.

3.2 Fastighetsförvaltning (FM)

Byggnadens livscykel kan delas in i tre faser. Den första av dem är koncept-, planerings- och konstruktionsfasen, den andra är nyttjandefasen (drift- och underhåll), som även inkluderar renovering av byggnader, och den tredje är rivningsfasen (Redlein, 2004).

Den längsta och mest kostnadskrävande fasen under byggnadens livscykel är drift och underhåll som samtidigt har en stor potential för effektivitetsökning. Detta genom, bl.a. implementering av nya tekniker och ett långtidsperspektiv under projekteringsstadiet. 60% av en byggnads totala kostnad uppkommer under förvaltningsfasen. Ett tidigt samarbete mellan FM och AEC innebär att upp till 80% av drift-, underhålls- och renoveringskostnader av en byggnad kan påverkas under de första 20% av designprocessen (Ashworth, Druhmman & Tucker, 2016).

3.2.1 Definition

Det finns inte en enda universell definition som beskriver omfattning av fastighetsförvaltningens roll i en byggnads livscykel. Det kan definieras på olika sätt, då olika verksamheter har olika behov. Fastighetsförvaltning syftar på att genom drift, underhåll, förbättring och anpassning av byggnader och infrastruktur starkt stödja kärnverksamhetens processer och aktiviteter för att den ska kunna uppnå sina affärsmål. Fastighetsförvaltning är en tjänstesektor i sig och bidrog till etablering av nya professionella discipliner med egna principer, processer, koder, standarder (Atkin & Brooks, 2014). Förvaltarens uppgift är, ur ett ekonomiskt perspektiv, att skapa ett värde för verksamheten. Detta genom, bl.a., kostnadsbesparing, vilket i sin tur kan uppnås genom reducering av alternativa kostnader med hjälp av tillämpning av innovativ teknik, integrering av processer samt reducering av transaktionskostnader genom standardisering och automatisering (Araszkiewicz, 2017).

Det finns två olika typer av processer. De första är drift- och underhållningsprocesser som genomförs under byggnadens hela livscykel och kallas för fastighetsservice. Den

andra, med huvudsakligt syfte att kontrollera och förvalta, kallas för fastighetsförvaltning. De största skillnaderna mellan befintlig drift- och underhåll och fastighetsförvaltning är, bl.a., fokus på förvaltningsprocesser och hänsynstagande till olika behov under byggnadens livscykel (Redlein, 2004).

3.2.2 Utmaningar

För att den bebyggda miljön ska vara funktionell måste olika discipliner involveras. Den funktionaliteten kan uppnås genom integrering av människor, processer, system och teknik (International Facility Management Association, 2019).

Långperspektivtänkande och hållbarhet, är viktiga begrepp inom förvaltning.

Utmaningar som finns under en byggnads livscykel är, bl.a. kostnads- och tidsöverskridande samt avfallsproduktion (Jamilus, Ismail & Aftab, 2013), särskilt under drift- och underhållsfasen som är den längsta fasen av alla. Med hållbara lösningar är det möjligt att minska energiförbrukning och avfall samtidigt som produktiviteten och därmed ekonomisk nytta ökar (Hodges, 2005).

Det finns flera olika utmaningar inom fastighetsförvaltning. Fastighetsförvaltare ska kunna genomföra sina uppgifter med så lite påverkan på slutanvändare och dess tjänster som möjligt. Detta, enligt Lucas (2012), är svårt att uppnå eftersom informationen om fastigheten lagras ofta i flera olika system, vilket medför att den kan vara otillräcklig eller ofullständig. Vidare påstår Lucas (2012) att kommunikation och informationsflöde under hela livscykeln är splittrad. För att drift- och underhåll ska vara effektiv är det ytterst viktigt med relevant information och effektiv hantering av den informationen, särskilt när systemen ständigt uppgraderas.

Information som lagras under byggprojektfasen kan användas i kommande livscykelfaser. Förändringar som görs under byggprocessen medför att den fysiska byggnaden kan avvika från den ursprungliga modellen. Dessa förändringar är särskilt viktiga för drift- och underhållning av en fastighet och måste därför dokumenteras i modellen. Det är information om den fysiskt byggda byggnaden som är relevant för fastighetsförvaltare (Gu, London, 2010). Snabb utveckling av BIM-teknik, men även problem med, bl.a. integration, såsom oklara ansvarsområden vid skapandet av de byggda modellerna, modelläggande, samt problem som uppstår på grund av stor variation av olika programvaror skapar utmaningar (Korpela, Miettinen, Salmikivi & Ihalainen, 2014).

3.3 Teknik bakom digitaliseringen

“Specialized elements of hardware and software, connected by wires, radio waves and infrared, will be so ubiquitous that no one will notice their presence.”

- Weiser, M. (1991, s.933)

Med sin publikation i *Scientific American* har Weiser (1991) introducerat den tredje eran av den moderna databehandlingen. Allmänt förekommande databehandling kan vara nyttig för användaren med ett nätverk och fri tillgång till delade resurser på valfri enhet (Hassan, Q.F., Rehman Khan, A. & Madani, S.A., 2018 och Weiser, M., 1991). Den tekniska tillväxten ökade betydligt, såsom aldrig förut, med början på 2000-talet. Föreställningar om teknik som Weiser (1991) beskrev i sin publikation skiljer sig från verkligheten. Dock har det skett stora förändringar i hur teknik påverkar vårt samhälle. Förändringar observeras i våra vanor, interaktion med teknik, hur vi växer upp, studerar, arbetar eller kommunicerar med varandra (Hassan, Q.F., Rehman Khan, A. & Madani, S.A., 2018).

3.3.1 Internet of Things

Sakernas Internet kan definieras på ett antal sätt. En av definitionerna presenteras i ett sammanhang med en beskrivning av Ashton (2009). Dagens Internet är nästan helt beroende av människor. Nästan all befintliga data som lagras och bearbetas av maskiner kommer från människa. Människor begränsas dock av, bl.a. tid och precision. Detta leder till att människan inte är bra på att fånga data om saker runt omkring sig i den verkliga världen. Vår miljö, dvs. ekonomi, samhälle, osv., är fysisk, vilket innebär att den baseras på saker, inte information eller idé. Dagens informationsteknologi är uppbyggd på det som kommer från människan, vilket innebär att den “vet” mer om själva informationen än om fysiska saker (Ashton, 2009).

Vidare, med ovan beskrivna tankesättet, påstår Ashton (2009) att mer kraftfull teknik måste skapas. Teknik som låter datorer samla information på “egen hand”, oberoende av människa. Tydliga fördelar med att implementera en sådan teknik är avfalls-, förlust-, och kostnadsminskning genom att övervaka saker som en dator själv samlar informationer om. Det hade kunnat vara möjligt att veta när omgivande fysiska saker ska bytas, repareras, osv. IoT är alltså den revolutionära tekniken, och beskrivningen visar tydliga fördelar inom fastighetsförvaltning.

Begreppet Internet of Things beskriver, enligt Mukhopadhyay och Suryadevara (2014), enheter (saker) med Internetanslutning. De enheter kan på global nivå interagera med människor, tjänster och varandra, vilket leder till bättre informationsflöde och därmed högre hållbarhets-, pålitlighets- och effektivitetsgrad. Utbyte av information mellan system som övervakning av miljö, smarta nätverk och automatiserade byggnader kan utnyttjas.

Eftersom IoT har så många användningsområden, har den stor potential att ersätta människan i informationsproduktion och -konsumtion när det gäller Internet (Mukhopadhyay & Suryadevara, 2014). Överföring av data från en sensor till slutanvändaren är möjlig tack vare databehandling i realtid, där själva

dataöverföringen i IoT-miljö sker med hjälp av avancerade algoritmer och protokoll (Khan, M. Han, K. Karthik, S. 2018). Teoretiskt kan varje sak, virtuell eller verklig, ingå i IoT. Det som sätter gränserna är utvecklingarna och användarnas fantasi. I verkligheten finns det dock inte någon IoT, där alla enheter kan utan några störningar kommunicera med användarna. Nästan alla IoT-nät begränsas till enskilda organisationer, vilket gör att den kommunikationen kan anses som ”intranät av saker” (Hassan, Q.F., Rehman Khan, A. & Madani, S.A., 2018).

3.3.1.1 Big Data

“Just as iron represented the Industrial Revolution’s raw material, data constitutes the new raw material of the information age.”

- Pärn et al. (2019, s.198)

Den digitala revolutionen går långt utanför informations- och kommunikationsteknologisektorns gränser. Mobila enheter, med dess allstädes närvarande mobila databehandling, genererar ständigt stora mängder av data, information och kunskap för företag (verksamheter) och regering. Denna stora datamängd kallas för ”Big Data” och analysen av datamängden har en inneboende potential att upptäcka mönster, tendenser och samband som är relaterade till maskiner, människor och interaktion mellan de två och kallas för Big Data Analysis (Edwards et al., 2017).

Det försöktes att integrera BIM med olika avläsningstekniker för att förbättra, exempelvis, övervakning av miljö, byggprestanda, hälso- och säkerhetshantering och för att optimera energiförbrukning (Pärn et al., 2019). Informationshanteringen synsätt skiftar från modellbaserad hantering av delad bygginformation som tillhandahåller värdefulla byggnadsdata på ett standardiserat sätt (BIM 1.0) till en integrerad miljö av distribuerad information som ständigt uppdateras och är alltid öppen för härledning av information (BIM 2.0). BIM-verktygets gränser därmed utökas (Underwood & Isikdag, 2011). Nya tekniker såsom molntjänster, mobila enheter eller WSN (Wireless Sensor Network) är hjälpmedel för detta skifte och har förmåga att generera enorma mängder av nya, strukturerade eller ostrukturerade, realtidsdata, så kallade Big Data. Big Data består av processer som involverar olikartade, varierande och extremt stora datamängder, där deras storlek överstiger den konventionella databehandlingsteknikens gränser (Pärn et al., 2019). Big Data innebär inte bara stora volymer av data, utan även att data genereras, bearbetas och analyseras med en hög hastighet samt att de skiljer sig med format, typ och fart, beroende på deras källan (Gawin & Marcinkowski, 2017).

3.3.1.2 Utmaningar med IoT

Utmaningar med IoT inkluderar de stora mängder av realtidsdata som genereras av kopplade enheter. Detta medför att avancerade och effektiva protokoll för datainsamling, -förvärv, -spridning och -överföring inom befintliga nätets ramar måste skapas (Khan et al., 2018).

Driftskompatibilitet	Funktionaliteten av nätverk som säkerställer problemfri kommunikation och samarbete mellan olikartade nätverk, hårdvaror, programmeringsspråk och operativa system är avgörande.
Öppenhet	IoT-system måste vara beredda för att dela sina resurser och data på oförutsägbara sätt. Öppenhet ska tillhandahålla balans mellan funktionalitet, integritet, mänsklig interaktion och säkerhet.
Säkerhet	IoT-system måste vara säkra på alla nivåer, från fysisk till tillämpningsnivån. Användarnas förtroende kan vinnas bara med adekvata dataskydds- och säkerhetsmekanismer.
Skalbarhet	Ett system som är skalbart måste kunna fortsätta fungera på ett effektivt sätt även om resursmängden eller antalet användarna ökas betydande.
Felhantering	IoT-miljö förväntas att vara heterogen, dynamisk och komplex, vilket medför att det krävs att systemen ska kunna konfigurera, reparera och konfigurera sig själva.

Figur 1. Utmaningar med IoT. Författarens egna figur.

I Figur 1 sammanställs de utmaningar med IoT-system som Hassan, Rehman Khan och Madani (2018) påpekar. IoT kommer förmodligen att bli en del av vårt vardagliga liv. Hemsäkerhetssystem, försörjningssystem eller hälsovård är några exempel. Användarna uppfattar ofta att deras enheter är kopplade till Internet och därmed IoT, men det finns många teknologiska, organisatoriska och sociala frågor som ligger bakom den integrationen. Organisationer i sig själva beaktar ofta inte problem som finns utöver deras IoT-implementeringens gränser. Dessutom är de osäkra på hur de ska hantera utmaningar som uppstår då de försöker förenas med andra IoT-nätverk. Utmaningar som kräver lämpliga lösningar är öppenhet, driftskompatibilitet, skalbarhet, säkerhet och felhantering i IoT-system. En bra utgångspunkt för att bemöta dessa utmaningar är erfarenhet från områden som, bland annat, distribuerade nätverk och system samt allmänt förekommande mobil databehandling (Hassan et al., 2018).

3.3.2 Att samla in data - digitala hjälpmedel

För att kunna använda data måste de samlas in och lagras. Tekniker och metoder som tillämpas för detta ändamål presenteras i följande avsnitt.

3.3.2.1 Sensordata

Såsom det beskrevs tidigare, IoT är ett medel för informationsöverföring. En tydligare bild av roll som IoT har i databehandling ges av Penny (2018) som påstår att IoT beskrivs enklast som nätverk av sensorer, apparater, mätare och andra enheter som tar emot och skickar data. Enheter i IoT-nät kan leverera rätt information till rätt person vid rätt tid. För att förtydliga nämns några exempel på sådana apparater:

- En sensor som mäter koldioxidhalten – skickar information till ventilationssystem för att den ska anpassa ventilationsflöde till förutsättningar.

- En belysningssensor – ljuset tänds när sensorn registrerar närvaro.
- En instrumentpanel – används för att analysera och bearbeta sensordata.

Vidare nämner Penny (2018) fyra kategorier som är aktuella för IoT och enheter som är kopplade till nätet. Dessa sammanfattas i tabellen nedan.

Tabell 1. Användningsområden för IoT-enheter. Författarens egna tabell.

Energi	Utrustning	Miljö	Människor/ytor
Inkluderar trådlös övervakning av energiförbrukning med hjälp av en app.	De enheter som optimerar belysning samt användning av VVS-system.	Enheter som mäter partikel- och/eller koldioxidhalt.	Enheter som mäter, bl.a. utnyttjande av ytor eller antal personer som passerar ett visst ställe.

3.3.2.2 Digital tvilling

Digital information har blivit betydande för förvaltningsskedet. Därför blev exakta uppgifter om hur den bebyggda miljön fungerar allt viktigare för en effektiv drift, underhåll och förvaltning i samband med hållbarhet. En digital kopia av en fysisk miljö (byggnad) kan uppdateras med realtidsdata från sensorer och scanning och en "digital tvilling" kan skapas (Whyte, J. Nikolić, D. 2018). FIM-modellen (Facility Information Model) speglar en byggnads "as-built" förutsättningar och innehåller en mängd data, bl.a. designspecifikation och bostadsdata. Modellen är lättåtkomlig och ständigt uppdaterad med senaste nytt för en effektiv förvaltning och den drivs av data som en byggnad ständigt genererar. Det är viktigt att samla in de verkliga fysiska data för att verifiera byggnadens faktiska förutsättningar (Zynka BIM, 2019).

3.3.2.3 Lagring

Organisationer börjar använda virtuella hårdvaror, lagringsenheter och operativa system för att minska kostnader. Trenden visar att IKT-tjänster (Informations- och Kommunikationsteknik) kommer att vara beroende av hård- och mjukvarornas virtuella kloner. Virtuellt teknik är möjlig tack vare Internet och ofta relateras till molntjänster. Molntjänster innebär, bl.a. serviceorienterad arkitektur (SOA), minskad ägandekostnad och ökad flexibilitet (Underwood et al., 2011). Data som samlas in av IoT-enheter är lagrade i en komprimerad form för att reducera lagringskapaciteten (Yoon, Choi, Lee & Choi, 2019).

IoT-enheter har inte tillräckligt med databehandlingsresurser för att leverera intelligenta tjänster, vilket medför att en eller flera servrar måste lagra, bearbeta och klassificera data. Även om servrar kan hantera alla data som genereras, så kan nätverksproblem uppstå vid, t.ex., fördröjda överföringar av data vid ett ökande antal IoT-system. Därför kom det ett nytt koncept för databehandling, nämligen "dimman" (fog computing). Dimma-tjänster är tänkta för att lagra data nära dess källan istället för att lagra stora datamängder på stora servrar (Yoon et al., 2019).

3.4 Hur BIM, BDA och IoT tillämpas i FM

Det här kapitlet ämnar undersöka hur BIM, BDA (Big Data Analysis) och IoT kan integreras in i FM-stadiet och användas tillsammans. I princip handlar detta om hur data samlas in och analyseras för att sedan integreras in i en digital tvilling för att göra nytta i FM-stadiet.

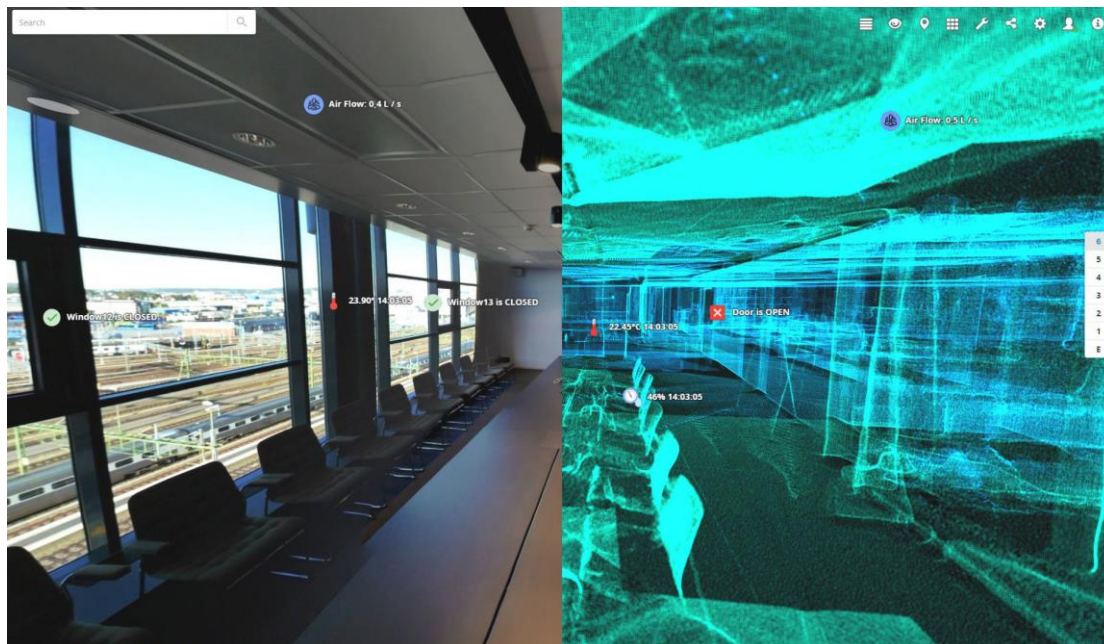


Bild 1. Exempel på digital datavisualisering. Källa: Zynka BIM (2019).

3.4.1 BDA inom fastighetsförvaltning

Trots att fastighetsbranschen är konservativ så finns det en stor potential för IoT och BDA som börjar trenda inom branschen. När dessa trender ger upphov till nya användningsområden för teknikerna kommer det att skapa en konkurrens som tvingar företag att nyttja den potential tekniken har och den stora mängden kunskap som data kan ge. I nuläget experimenterar många företag med BDA, och för att data ska ge konkurrensfördelar krävs det att företaget vet vilken nytta data kan bidra med. I dagsläget samlas mycket data in, men datainsamling i sig inte är en konkurrensfördel, utan data måste analyseras och ge upphov till ett förbättrat utförande och verksamhet. En viktig del av detta är att identifiera relevanta mätvärden eller KPI:er (Key Performance Indicators) och utefter dessa hämta data (Mawed & Al-Hajj, 2017). För att datainsamlingen ska kunna ske är IoT en viktig byggsten, genom användning av sensorer (Bilal, Oyedele, Qadir, Munir, Ajayi, Akinade, Owolabi, Alaka & Pasha, 2016).

Tillämpningen av BDA i fastighetsförvaltning har till stor del varit begränsad till en operationell nivå där fokus ligger på att effektivisera och minska kostnader inom drift och underhåll. På operationell nivå är det tydligt hur resultat kan uppnås genom minskad energiförbrukning av olika slag. En aspekt som kommit i skymundan är den strategiska och långsiktiga nivån där BDA också är relevant. Genom att samla in data från fastigheten och använda detta som stöd vid beslutsfattande kan anses vara en konkurrensfördel (Atkins & Bildsten, 2017).

Ett antal områden inom fastighetsförvaltning där BDA används och kan effektivisera, bland annat för prediktivt underhåll av installationer och lokaliseringsinformation av personal och komponenter. Tre stora utmaningar för fastighetsförvaltare är tidskrävande och ineffektiva gränssnitt, avsaknad av ett gemensamt gränssnitt för informationsutbyte samt en oförmåga att kunna lagra och analysera stora mängder data. Alla tre ovanstående utmaningar kan gynnas av implementering av BDA (Bilal, et al., 2016).

3.4.2 Samverkan mellan BIM, BDA & IoT

Bilal, et al. (2016) nämner att BIM och BDA kan samverka på fler olika sätt, tillsammans med IoT. Det finns potential att genom BDA använda BIM som en IoT-plattform där insamlade data kan användas i FM-syfte. Halmetoja (2019) beskriver konceptet CDM (Conditions Data Model) som en samverkan av BIM och Big Data, där data genom IoT kan föras in i IFC-filer (Industry Foundation Classes) som kan användas i BIM. Denna teknik har potential att erbjuda bättre och nya tjänster.

Halmetoja (2019) presenterar potentiella tjänster i fastighetsförvaltningen baserade på BIM och Big Data i ett sammanhängande gränssnitt:

- Automatiserade alarmpunkter i byggnaden i ett grafiskt gränssnitt där en vaktmästare kan klicka på alarmsymbolen för att få information om problemet.
- IT-support och underhåll genom ett gränssnitt med lokalisering och enhetsinformation.
- Visualisering av luftkvalitet genom ett gränssnitt med siffror, symboler och färger.
- Möjlighet att övervaka och IoT-enheters status, samt stänga av/sätta igång dessa.
- Olika spatiala typer kan färgkodas i det grafiska gränssnittet för att guida och underlätta för byggnadens invånare, användare och städare.
- Möjlighet att visualisera lediga, upptagna samt bokade rum.
- Möjlighet att spåra personers rörelser i byggnaden, samt visualisera rörelsemönster.
- Identifiering av personer.
- Möjlighet att identifiera vilka utrymmen som används mest och vad det är för typ av utrymme.

Dessa tjänster och användningen av CDM kan resultera i högre grad av kundnöjdhet, smartare byggnader, energibesparing, bättre inomhusmiljöer samt en högre lönsamhet för byggnaden (Halmetoja, 2019).

3.4.3 Nyttor

Flera studier visar på observerbara fördelar för BIM i samverkan med Big Data i praktiken. Pärn et al. (2019) påvisar att automatiserad dataanalys genom ett program kallat CoSMoS i samverkan med BIM kan leda till ökad arbetssäkerhet och ökad allmän säkerhet i en byggnad. Utöver detta kan också programmet proaktivt läsa in och lära sig av historiska data genom ett sensornätverk.

Som tidigare nämnt förklarar Penny (2018) hur IoT kan bidra med nytta i FM-stadiet genom övervakning av energiförbrukning, optimering av belysning och VVS-system, övervakning av luftkvalitet och mätande samt optimering av användning av ytor och utrymmen.

I fallstudier hos fyra detaljhandelsföretag fann Gawin och Marcinkowski (2017) att datainsamling tillsammans med analys av data kan bidra till energieffektivisering. Genom övervakning och benchmarking av energiförbrukning kan energiförbrukningen anpassas och optimeras efter behov. Optimering innebär i dessa fall exempelvis att automatiskt släcka ljus i rum där ingen befinner sig och att automatisera VVS-system. Fallstudierna visade på en minskad energiförbrukning och minskade energiutgifter utan någon negativ påverkan på verksamheternas försäljning.

3.4.4 Utmaningar

Även om många fördelar har demonstrerats, så finns det en del utmaningar med implementeringen av IoT, BIM och BDA. Som tidigare nämnt så finns det enligt Hassan et al. (2018) ett flertal utmaningar som hämmar implementering av IoT och därmed också integrering av BIM och BDA. Utmaningar på förvaltningssidan som nämns är tillit mellan företag, ansvarsutkrävande, organisationens beredskap, utbildning, motstånd mot förändringar, tillfredsställelse nuvarande teknik, storlek på organisationen och frågor rörande hälsa. Barriärer rörande dataintegritet, säkerhet, kostnader och realiserad nytta hindrar också implementeringen i vissa fall.

Utöver integritets- och datahanteringsfrågan finns det också en juridisk aspekt. Lagstiftning har svårt att följa med teknikens snabba utveckling, och ska samtidigt inte behöva ändras så fort tekniken förändras. Samtidigt så krävs det någon form av styrning och standardisering av infrastruktur och protokoll för att systemen ska kunna fungera effektivt över gränser och olika lagstiftningar. Det är här också viktigt att kunna utkräva ansvar i exempelvis frågor om integritetsbrott (Hassan et al., 2018).

Då mycket data samlas in om de människor och organisationer som är verksamma i byggnaden är det viktigt att belysa den etiska frågan. I synnerhet när molntjänster står för datalagringen är det viktigt att reda ut ägandeskaps- och ansvarsfrågan. Acello (2010) påpekar att det är molnets tjänsteleverantör som ansvarar för datans säkerhet, inte fastighetsägaren i sig. Lagring på molntjänster är dock sårbar och de Bruin och Floridi (2017) argumenterar för att känsliga data inte bör lagras på molntjänster alls. Anledningen är att dessa tjänster inte säkerställer skydd mot tekniska fel och dataintrång.

Berman och Cerf (2017) menar på att övervakning genom IoT kan vara användbart för att låta äldre människor bo kvar i sina hem, men ser också en risk att privatlivet exponeras. Det krävs ett etiskt ramverk för användning av IoT-teknik. Denna fråga

belyses också av Abo Bakr och Azer (2017) som hävdar vikten av att informationens integritet och tillgång hanteras på ett etiskt sätt, då informationen kan användas för att identifiera personer och inkräkta på privatliv.

4 Resultat

Detta kapitel ämnar presentera de resultat som har inhämtats från intervjuerna med företag inom fastighetsbranschen. Syftet är att jämföra den empiriska data som har inhämtats med den tidigare presenterade teorin.

Urvalet av företag och intervjuer baserades på relevans och kompetens inom digitalisering, pågående projekt samt mångfald, med företag som representerar olika roller inom branschen. Företagen och personerna förblir anonyma i detta arbete då fokus ska vara riktat mot innehållet av intervjuerna.

4.1 Presentation av intervjuade företag och personer

Tre personer som jobbar med digitalisering inom tre olika företag i fastighetssektorn har intervjuats. Personernas identitet förblir anonym och därför kallas de i detta arbete för Företag A, Företag B och Företag C.

Företag A - fastighetsbolag som jobbar med detaljhandel, ett av de största i Sverige. Deras mål är att säkra de långsiktiga behoven som är i deras fall rätt lokaler på rätt platser samt att skapa bättre förutsättningar för det de kallar för “det goda livet” med fastigheter som utgångspunkt. Företagets affärsidé är att förvalta, utveckla, förvärva och även sälja fastigheter. Detta i anslutning till planerade eller befintliga butiker. Ett av områden företaget jobbar med är digitalisering och standardisering av deras lokaler. Personen som har ägnat sin tid för att svara på frågor är IT- och verksamhetsutvecklingschef. Personens ansvarsområde är all IT-utveckling som rör verksamheten, dvs. verksamhetssystem, utveckling och innovation.

Företag B - stort svenskt fastighetsbolag med inriktning på förvaltning av kontorslokaler, lager- och logistiklokaler samt samhällsfastigheter. Företaget lägger vikt vid innovation och digitalisering och testar i nuläget flera olika digitala lösningar i ett utvecklingslabb. Ett flertal tjänster har utvecklats av företaget till nytta för företagets kunder och hyresgäster. Den intervjuade personen arbetar som projektchef för strategiska initiativ på företaget och ägnar sig åt digitalisering, affärsutveckling och innovation.

Företag C - svenskt statligt ägt fastighetsbolag med fokus på akademiska lokaler. Företagets verksamhet går ut på att utveckla, bygga, förvalta byggnader/miljöer som är avsedda för utbildning, innovation och forskning. Företaget arbetar med innovation inom fastighetsbranschen och experimenterar också med digitala lösningar samt lägger fokus på långsiktiga strategier. Personen som har intervjuats arbetar som innovationsledare på företaget.

4.2 Implementering av digitala verktyg

Samtliga företag arbetar med data på olika sätt. Tekniker de använder och olika tillvägagångssätt som belystes under intervjuerna redovisas i kommande avsnitt.

4.2.1 Berikande av data och tillämpade tekniker

Företagen uttalar sig olika mycket om de tekniker de använder för att samla in, bearbeta och utnyttja data och på vilket sätt de jobbar med digitaliseringen och berikande av data inom fastighetsförvaltning. Företag A beskriver i sitt uttalande att det testas mycket nytt på företaget i nuläget, men det är inte så mycket som verkligen appliceras ännu. Tanken med tekniker som företaget tillämpar är i dagsläget att övervaka energiförbrukning, eftersom det är många som förstår detta område. Företag B uttalar sig om en mängd av data som används för att säkerställa en effektiv fastighet. Att skapa en effektiv fastighet är ett av Företag B:s spår. Det andra är att göra tillvaron bättre för de som vistas i miljön. Det sägs att digitaliseringen syftar på att spara energi, men det kommer inte göra det så mycket, påstår Företag C. Den intervjuade personen menar att kostnaden för energi kan sänkas, men det är inte den största potentialen. Istället så handlar det om hur man kan utnyttja lokaler på ett effektivt sätt för att hjälpa deras kunder att få ner sina lokalkostnader och dessutom göra de lokalerna mer attraktiva för de som presterar i dessa. Även Företag B ser tydliga fördelar med att optimera användning av lokaler. Det kan anses ha ett ekonomiskt, men även ekologiskt värde. Potentialen som företaget ser i optimeringen är nämligen möjlighet till att använda lokaler/fastigheter till andra aktiviteter än vad de normalt brukar användas till under förutsättning att det synliggörs vilka tider som den fastigheten används.

Företag A använder sig av uppkopplade fastighetsdatorer. Byggnadsinformation exporteras till en Big Data-plattform. Företaget använder sig av en mjukvara som gör den informationen läsbar. Informationen som, exempelvis, energiförbrukning fås fram vid analys av den digitala tvillingen och utforskning av dess komponenter och data. Det testas då vad som är nytta eller kuriosum. För teknisk förvaltning används ett system (GreenView) som kan kopplas med BIM-verktyg och som är avsedd till att samla in byggnadsdata på ett och samma ställe. GreenView är som flygledartorn, där fastighetens alla tekniska statusar kan ses. Det som är viktigt att tänka på vid databehandling är att sortera data. Detta för att alla data i BIM inte är relevanta i sammanhang med förvaltning. Dessutom nämner Företag A att det som bör finnas med i BIM-modellen är de objekt som kräver investeringsunderlag.

Mätdata ska kompletteras med trådlösa sensorer, och inte bara mäta ljus, ljudnivå eller luftens temperatur, påstår Företag B. Det som företaget anser är också viktigt är att samla in mer mätdata, såsom närvaro eller luftkvalité. Behandling av data innebär att jobba med olika dataformat. De data kan inte bara stoppas in i en databas, utan de måste omvandlas på något sätt till de språken som systemen kan läsa. Företaget nämner också att det de försöker uppnå är att skapa en AI (Artificiell Intelligens) som kan på ett så effektivt sätt som möjligt styra fastigheter.

Det är inte så mycket IoT som används, enligt Företag C, utan det är proprietära protokoll, dvs. egna, slutna protokoll. Företaget använder de flesta styrsystem som finns tillgängliga på marknaden. När det gäller teknik, så finns det två spår. Det ena är

att samla in all energidata eller mätvärden på ett och samma ställe. Det andra är BIM och hur BIM-modellen kan nyttjas som bärare av alla mätvärden som sensorer samlar. Den intervjuade personen tycker att tack vare BIM-modellen som innehåller all information med de olika lagren (plattformar) kan olika parametrar övervakas, t.ex. nyttjandegraden. Om sådana BIM-modeller saknas, så jobbar man med laserscanning av byggnader för att få upp en visualisering av gamla byggnader. Företaget använder sig av en karta över fastigheter i dagsläget, men betonar att det skulle kunna vara möjligt att lagra all information i ett och samma system. Om ett sådant system existerar, så slipper man alla delsystem och därmed gör det enklare för fastighetsförvaltare att förvalta.

Samtliga företag samlar in realtidsdata med sensorer, kameror som finns monterade på ett antal olika platser och som övervakar olika parametrar/mätvärden. De data är däremot inte nyttiga om de inte behandlas och analyseras. Ovan beskrivna tekniker beskriver databerikande processer som samtliga företag tillämpar. Värdet ligger i det hur data kan användas. Genom databehandling kan mätbara och omätbara resultat uppnås. Dessa beskrivs i kapitel 4, avsnitt 4.3.

4.2.2 Användningsområden i fastighetsförvaltning

Samtliga intervjuade företag ser ett flertal användningsområden för digitala verktyg. Tonvikt läggs vid tekniker som bidrar till energibesparing samt drift och underhåll men olika tankar och tillvägagångssätt förekommer mellan företagen. Företagen är överens om att minskad energiförbrukning kan uppnås och är önskvärt. Utrymmeshantering är också ett användningsområde som lyfts mycket i intervjuerna. Det tas också upp i intervjuerna att digitala metoder kan brukas för att uppnå mer effektiva och trivsamma inomhusmiljöer.

4.3 Värde av data i form av resultat

Data kan ha olika värden för fastighetsägare eller förvaltare samt hyresgästen. Det finns flera nyttor som kan kopplas med databehandling. Dessa beskrivs av respondenterna och resultatet redovisas i följande avsnitt.

4.3.1 Energieffektivisering samt drift och underhåll

De intervjuade företagen ser en möjlighet att öka energieffektivisering med hjälp av analys av dataflöden. Företag A och Företag B har sedan länge övervakat energiförbrukning men nya verktyg och ökad kompetens har möjliggjort en högre detaljnivå. Företag A övervakar både vatten- och elförbrukning med hjälp av IoT och använder en avancerad energianalys som analyserar på timnivå. Konkreta energibesparingar kan redovisas i exempelvis frysavdelningen i en av företagets lokaler. Även Företag C övervakar energiförbrukning för att kunna identifiera avvikelser och åtgärda dessa. Exempelvis går det att upptäcka om en viss byggnads energiförbrukning har ökat med 10% mer än normalt, vilket leder till en felsökning. Som exempel kanske en öppen ventil hittas, som i detta fall stängs igen. Företag C har också system för att aktivera ventilation i lokaler som är bokade, vilket sparar energi i lokaler som ej används.

De intervjuade från Företag A och Företag B presenterar energieffektivisering som en fördel för deras hyresgäster, då det är hyresgästen som står för energikostnaden. Företag A kan påvisa att deras energieffektiviserande åtgärder är lönsamma. De kan föreslå en åtgärd som t.ex. byte av något system i förtid, vilket medför en liten ökning på hyra, men betydlig minskning av energikostnad. Det blir också bättre ur miljösynpunkt. Företag A och B är överens om att en hyresvärd som erbjuder en fastighet med låga energikostnader har större sannolikhet att ha nöjda hyresgäster. Företag B menar på att det är dyrt att byta hyresgäst då det ofta medför ombyggnad, det är således en vinst att kunna behålla en hyresgäst och viktigt med nöjda hyresgäster.

I termer av drift och underhåll ser både Företag A och B en potential att övervaka teknisk status på olika komponenter inom byggnaden, vilket tillåter service vid behov. Den intervjuade från Företag A tar upp ett exempel på en framtid där en port kan övervakas och antalet gånger den går sönder kan mätas. Denna data skulle kunna förenkla underhåll och vidare också leda till garantiärenden, om porten inte håller utlovad garanti. Företag B vill i framtiden kunna överlämna driften till en AI som styr och drifvar fastigheten så effektivt som möjligt.

4.3.2 Utrymmeshantering och inomhusmiljö

Utrymmeshantering är ett användningsområde som tas upp av den intervjuade från Företag B. Om vissa delar av ett kontor används mer än ett annat kan detta upptäckas genom insamlade sensordata som sedan behandlas av en AI, som resultat av detta kan användningen av utrymmen kan i sådana fall optimeras. I nuläget experimenterar Företag B med detta. Det kan också upptäckas om kunder har större eller mindre kontor än deras behov. Med hjälp av insamlade data kan lokaler anpassas efter kundens verksamhet. Även Företag C arbetar med utrymmeshantering, i form av BIM-modeller där nyttjandegraden av en lokal kan läsas av, dessa modeller kan integreras med exempelvis ett bokningssystem för lokaler och rum. I framtiden ser den intervjuade från Företag C möjligheten att kunna söka efter exempelvis ett ledigt rum i en lokal via ett grafiskt gränssnitt. Möjligheten att kunna läsa av och analysera rörelsemönster i en byggnad genom så kallade "heat maps" belyses också.

Företag C menar också på att stora värden finns i att optimera en fastighets användning. Om en byggnad enbart används dagtid kan den genom mer flexibla avtal hyras ut även på kvällen till en annan hyresgäst. Detta skulle bidra till dels ekonomiska vinster och dels ekologiska vinster, då byggnaden inte står tom en stor del av dess livstid. Generellt sett sägs det att ingen kontorslokal i Sverige är mer än 50% upptagen vid någon tidpunkt på hela året, påstår den intervjuade från Företag C. En poäng görs att en byggnad kostar ungefär 200 kr per kvadratmeter i energiförbrukning, medan hyran i stora drag kostar 2000 kr per kvadratmeter, vidare kostar personalen som är verksam på ytan ungefär 20 000 kr per kvadratmeter. I detta sammanhang kan stora vinster göras genom optimering av ytor och en bättre inomhusmiljö. Istället för att fokusera på minskad energiförbrukning förespråkar den intervjuade från företag C att sänka lokalkostnader möjliggöra förbättrad prestation av de som vistas i miljön. Även Företag B ser en möjlighet i att kartlägga vilka tider en byggnad används för att optimera användningen av byggnaden.

De intervjuade företagen ser också att digitala verktyg kan nyttjas för att skapa en bättre och mer effektiv inomhusmiljö genom att anpassa inomhusklimatet efter de som befinner sig i byggnaden. Företag B föreslår exempelvis att det går att anpassa klimatet i ett mötesrum under natten innan ett möte för att skapa en trivsamt miljö. Företag A ser också möjligheten att anpassa inomhusklimatet efter antalet kunder som vistas i en butikslokal genom att mäta antalet kunder som kommer in i butiken. Företag C har testat att koppla en byggnads styrsystem till dess bokningssystem, varpå exempelvis ventilation kan aktiveras när en lokal blir bokad.

4.3.3 Hyresgästens/användarens upplevelse

Samtliga företag ser tydliga kopplingar mellan tillämpning av de nya tekniska lösningarna i sina fastigheter och hyresgästens/användarens nöjdhet. Med detta menas att de nya tekniker påverkar deras upplevelse, vanligtvis förbättrar, vilket medför att de skapar också ett värde för företagen eller förbättrar företagets resultat.

Företagets A verksamhet är inriktad på detaljhandel och begränsas därför inte till själva fastigheten. Det de anser är en stor möjlighet med att tillämpa den nya tekniken är att mäta kundströmning, alltså hur många kunder befinner sig i butiken, hur många som kommer in eller ut, men deras vision är också att analysera kundens beteende. Med duktiga analytiker och ett sensorsystem kan det vara möjligt att förutse kundens beteende. Företaget vinner på att hitta sambanden mellan kundens beteende och faktorer som påverkar det. Hittas sådana samband, så kan företaget utveckla sin strategi och få ett bättre resultat. Företaget ser möjligen ett samband mellan hur de i dagsläget utnyttjar IoT tekniken, dvs. främst för energianalys, och deras strategi för att få kunder att välja deras butik. Framtida kunder förväntas att välja butik utifrån egna värderingar och utifrån helt andra perspektiv än i dagsläget. Den intervjuade personen tycker att om man kan tydligt illustrera digitalt att, t.ex. butiken försörjs med klimatneutral energi och att förbrukningen är låg, så är det lockande för kunder. Det finns mer än bara ekonomisk nytta i det hela. Nöjda kunder är ett måste för verksamhetens överlevnad.

Under intervjuens gång betonar Företag B hur viktigt det är med en nöjd hyresgäst. Den intervjuade personen nämner verksamhetens två spår som nämns i kapitel 4, avsnitt 4.2.1, där ett av de spåren handlar om att göra tillvaron bättre för de som vistas i miljön. Problem som verksamheten försöker lösa med IoT tekniken är, utöver det som berör frågor kring effektivisering av drift- och underhåll, att skapa en bättre och effektivare inomhusmiljö samt ökad trivsel. Vidare nämner Företag B att värde av data som behandlas ligger i hur man använder det och de använder det för att rådgiva hyresgäster och att vara en attraktiv hyresvärd. Tanken som ligger bakom är att på så vis är kunder mer benägna att stanna, vilket är lönsamt. Att behålla en kund är bra, då nya kunder oftast vill göra förändringar, vilket innebär att kundbyte genererar kostnader.

Företag C betonar att det viktigaste i deras verksamhet är att skapa en bra inomhusmiljö för de som presterar i byggnaden. Den intervjuade personen berättar om vikten som ett bra samarbete med kunden har och att de är inriktade på att behålla kunden. Företaget tycker också att man ska dela data med hyresgästen och det är det de gör i dagsläget. De data kan användas i, exempelvis, forskningssyfte. Vidare säger den intervjuade att med hjälp av digitala tekniker de använder eller vill använda i

framtiden vill de höja nöjdheten. Genom att analysera data kan de förstå bättre vad studenter gör, vad de är ute efter, vilka typer av lokaler vill de sitta i. Med hjälp av den analysen kan nya strategier på hur de får fastigheter att bli attraktiva, så att folk faktiskt vill vistas i dem. Samtidigt påpekar den intervjuade att det viktiga är inte att tjäna pengar, utan det handlar om att bibehålla den kunden de har, så att företaget inte blir marginaliserad. Nöjd kund med sänkta kostnader och dessutom skapande av en fastighet där folk både vill spendera sin tid och presterar bättre är den viktigaste faktor som kan uppnås med hjälp av de nya teknikerna.

Företagen ser alltså tydliga kopplingar mellan en nöjd kund och deras resultat. Företagens verksamheter skiljer sig ganska mycket åt, men det som är gemensamt är att de vill utnyttja data de samlar in för att utveckla fastigheter till att bli anpassade till kundens/hyresgästens/personernas som vistas i byggnaden behov samt att skapa attraktiva fastigheter för dem. Nöjdheten påverkar alltså inte bara företagens ekonomiska resultat, men även har omätbara värden.

4.3.4 Förbättring av befintliga värden och framtidens potential

Samtliga företag tycker att den nya tekniken möjliggör både förbättring av befintliga tjänster eller värden och skapande av nya, där Företag A menar att deras inriktning i dagsläget är att förbättra de befintliga tjänsterna. Den intervjuade säger också att de möjligheter som IoT skapar inte är IoTs möjligheter i sig, utan det är möjligheter med IoT som kombineras med analysverktyg, och där är det bara fantasi som sätter gränser. Många av dessa värden nämns tidigare.

Den intervjuade från Företag A nämner att det potentiella värdet eller tjänsten som kan vidareutvecklas i framtiden är tidigare nämnt i kapitel 4, avsnitt 4.3.1 exempel med portar. De vill mäta hur portar exploateras samt hur man ska underhålla dessa, men i nästa steg så skulle man kunna samla in data från alla portar i alla butiker, analysera dem, koppla till ett visst ställe och i slutändan kanske hitta ett samband mellan portar och komma fram till vad är orsaken till att de går sönder.

Samtliga företag ser väldigt stor potential i användning av närvarosensorer, som med hjälp av bra analysverktyg kan utnyttjas till att skapa eller utveckla tjänster/värden. Företag B och C pratar om effektiv användning av lokaler. Företag B samlar upp data om hur kunderna använder sina lokaler för att kunna rådgiva hyresgäster, möjligen hjälpa till med att hitta en lokal i deras bestånd som är bättre anpassad till kundens behov. Företag C pratar mycket om analys av sensordata som möjliggör vidareutveckling av, exempelvis, integrerat bokningssystem. Vidare ser den intervjuade en potential med att erbjuda uthyrning av lokaler till en annan kundgrupp, kanske företag, som kan nyttja lokaler när de är tomma och på så vis få ner den totala kostnaden. Då blir det hållbart, billigare och bättre. Men först handlar det om att upptäcka potentialen och senare prata med kunden om vilka nyttor en sådan lösning innebär. Personen nämner också att den mest hållbara lösningen inte är att bygga nytt, utan att använda befintliga byggnader på ett effektivt sätt. Även Företag B föreslår uthyrning av lokaler till en tredje part när de inte används. Där nämner den intervjuade lagstiftning som sätter stopp för uthyrning av lokaler till ett annat ändamål än det som fastigheten är avsedd för. Det är kanske en sak som kommer förändras i framtiden.

Samtliga företag nämner en möjlighet med att anpassa inomhusklimatet till antal personer. Återigen ligger potentialen i närvarosensorer. Företag B pratar om att det är också viktigt att sätta människan i centrum och tänka på vad man kan göra med data för att de som jobbar i lokalen ska trivas bättre. De jobbar med att människan som kommer in i huset har tillgång till information om fastigheten och kan själv styra hur den vill sitta. Alltså att människan kan välja om den vill sitta kallt, varmt eller tyst, med sällskap eller inte, osv. Vet man hur folk vill ha det, så kan olika tjänster kopplas till det. Den intervjuade nämner också potentiella tjänster som kan förbättras eller skapas med hjälp av de analyserade data. När man analyserar data kan man föreslå mötesrum, värdera fastigheter eller föreslå parkeringsplats. Personen påstår att det finns mycket man kan göra om man vet mer.

Ett annat värde som samtliga företagen lyfter upp är energieffektivisering. Företag C säger att de kan observera energidata i realtid och genom att analysera dem kan de se om trender går upp eller ner i en byggnad. På så sätt kan avvikelser, och därmed tecken på att någonting inte funkar som det ska, upptäckas, vilket påstår även Företag B. Företag A säger att de kan bli ännu mer kompetenta och precisa i deras energirådgivning. Nu ligger fokus på energi, men i nästa steg vill de samla andra nyckeldata för att kunna sätta dem i samband med energiförbrukning. Företaget ser inte direkt nyttan med IoT, utan med IoT och de energieffektiviserande åtgärder. Med detta menas att genom IoT och analys kan de bevisa att åtgärder gav önskade resultat, vilket är ett underlag till att fatta klokare beslut i framtiden. Energieffektivisering är den största potentialen i fastighetsbranschen, det kommer alltid behövas och det kommer komma ny teknik samt nya krav, vilket innebär att den frågan bli alltid aktuell, påstår Företag B. Resultat av energieffektiviserande åtgärder är otroligt tydliga.

De nya värden kommer i framtiden drivas av lokaleffektivisering och av att kunna skapa en attraktiv plats, säger Företag C.

4.4 Utmaningar

Digitaliseringen av samhällsbyggnadssektorn medför även en del utmaningar som måste hanteras. Kommande avsnitt redovisar de utmaningar som respondenterna identifierar.

4.4.1 Ägandeskap

Frågan om dataägandeskap problematiseras av de intervjuade parterna. Företag B ser en utmaning i att leverantörer inte öppnar upp sina databaser. Exempelvis kan en hyresgäst samla in egna data i fastighetsägarens fastighet, utan att fastighetsägaren får tillgång till dessa. Det kan också handla om att leverantören till en hiss äger data, istället för ägaren av fastigheten där hissen befinner sig. Företag B vill hellre se att all data som finns i fastigheten tillhör dem. Företag A ser också en utmaning i att leverantör eller annan part har tillgång till data i deras fastighet. I det tidigare nämnda exemplet med en sensorövervakad port kan portens leverantör ha tillgång till känsliga data som potentiellt kan skada verksamheten. Företag A lägger vikt vid att ägandeskapet beror på avtalet och att tydliga säkerhetskrav måste formuleras. Företag C vill kunna dela med sig av data till deras hyresgäster, men de betonar vikten i att

göra det på ett kontrollerat sätt utan att släppa in dem i deras egna system. Information ska slussas ut på ett säkert och tryggt sätt.

4.4.2 Teknik

Den intervjuade från Företag A anser inte att tekniken i sig är utmaningen som begränsar företagets användning av realtidsdata, snarare är det en fråga om kompetens. Utmaningen ligger i att kombinera rätt kompetenser för att ha förmågan att reda ut vad data kan användas till, samt vilka data som kombineras med annan data. Av dessa skäl arbetar ett stort antal analytiker på Företag A med denna uppgift. Det gäller också att kunna sälla mellan relevanta data och vad som mer kan anses vara kurios. Det är exempelvis inte nödvändigt att i BIM inkludera tekniska detaljer för ett dörrhandtag, däremot så är det relevant med tekniska data rörande armatur. Företag B ser en teknisk utmaning i att data samlas in i många olika format, vilket försvårar analys. Det är här företaget har experimenterat med att införa en AI som kan hantera de olika formaten.

En stor del av Företag B:s fastighetsbestånd är gamla fastigheter, vilket skapar en utmaning för företaget när nya tekniker ska implementeras. Det är lättare att införa tekniken i samband med en ombyggnation, och då blir det en ekonomisk fråga. Företag C ser också ett hinder i att en stor del av deras tekniska system och fastighetsbestånd är gamla. Detta innebär att all data som är önskvärd inte kan samlas in i alla fall. En utmaning är att hantera det gamla beståndet. Ett problem är att gamla byggnader saknar motsvarigheter i BIM, vilket man försöker lösa med laserscanning av dessa byggnader. I likhet med Företag B så ser också Företag C en utmaning i att stora mängder data kommer i många olika typer som inte alltid är lätta att kombinera på en plattform.

4.4.3 Ekonomi

Som nämnt i tidigare stycke så uppkommer också ekonomiska utmaningar i företagets digitalisering. Företag B:s fastighetsbestånd med många gamla byggnader som behöver moderniseras är en stor ekonomisk utmaning då det blir en fråga om lönsamhet. Det är inte alltid ekonomiskt hållbart att modernisera en byggnad, eftersom själva ombyggnaden ibland kostar mer än den potentiella vinsten. Företag C står också inför denna utmaning, då även de skulle behöva göra enorma investeringar för att modernisera hela deras fastighetsbestånd.

4.4.4 Integritet

Integritetsfrågan är relaterad till dataägarskapet och problematiseras på liknande vis av företagen. Företagen är överens om att data i fel händer kan vara skadligt. Som tidigare nämnt så ser Företag A risker i att andra aktörer har tillgång till känsliga data såsom information om portar till fastigheten. Företag B belyser att integritetsfrågor kan uppstå när ett kontor sensorövervakas och det framgår att en person sällan befinner sig på sin plats. Ytterligare beskriver Företag C att det finns problematik angående vilken information som delas, som exempel nämns att information rörande laboratorier där dödliga luftburna sjukdomar förvaras är extremt känslig. Sådan information måste behandlas på ett säkert sätt, för om den sprids ökar risken för sabotage.

5 Analys och diskussion

Detta kapitel avser att analysera resultaten utifrån den etablerade teorin och jämföra dessa, samt belysa diskussioner som vi har funnit speciellt intressanta. Här kommer vi att bidra med egna insikter och tankar.

Resultaten från intervjuerna tyder på att realtidsdata som berikas blir värdefullt genom analys av olika slag. Värden förbättras genom att befintliga tjänster och funktioner blir mer precisa och effektiva och nya värden skapas genom att erbjuda nya tjänster och funktioner. De tjänster och funktioner som presenteras i intervjuerna återkommer också i teorin som beskrivs i avsnitt 3.1.2 av Becerik-Gerber et al. (2012) och de som beskrivs av Halmetoja (2019) i 3.5.2. De utmaningar som nämns i intervjuerna återkommer också i stor utsträckning i teorin som har presenterats tidigare.

5.1 Berikande av data, tillämpade tekniker och användningsområden

Samtliga företag resonerar kring hur de kan skapa effektiva och hållbara fastigheter. I kapitel 3, avsnitt 3.2.2 beskrivs det att långperspektivtänkande och arbete med de hållbara lösningarna skapar möjligheten till att minska energiförbrukning samt avfall, men den andra aspekten är att produktiviteten kan öka. Den möjligheten upptäcks också av Företag B och C. De intervjuade pratar om att det observeras enorma energibesparingar efter att de har börjat jobba med energieffektiviserande åtgärder, men samtidigt påpekar de att det är oerhört viktigt med att skapa goda förutsättningar för de som vistas i byggnaden. Företag C säger att det inte är energibesparingar som är den största vinsten, utan det är framför allt att skapa effektiva fastigheter och göra lokalerna attraktiva för personer som presterar i dessa. Företag A ser däremot mest tydliga fördelar med att övervaka energiförbrukning. Detta kan bero på att de driver en annan typ av verksamhet.

I avsnitt 3.5.1 sägs det att datainsamling i sig inte bidrar med nytta, utan data måste behandlas och analyseras och ge upphov till ett förbättrat utförande och verksamhet för att vara en konkurrensfördel. Företagen belyser deras sätt att jobba med databehandling och betonar att det är databehandlingsprocesser, analys och förståelse av hur data kan användas som ger data ett värde, alltså berikar de. Det är väldigt stora mängder av data som används för att kunna säkra den effektiva fastigheter, säger Företag B. Dessutom måste man kunna jobba med olika dataformat. Företag A pratar om att det är viktigt med att sortera upp data, då det inte är alla data som är relevanta för fastighetsskötsel och Företag C resonerar kring hur BIM kan nyttjas för att "bära" mätvärden som sensorer samlar. I avsnitt 3.5.1 belyses detta också, relevanta mätvärden måste identifieras. Tekniker som beskrivs av samtliga företag och deras olika tillvägagångssätt kan stödjas med teorin. I avsnittet 3.2.2 beskrivs det att drift- och underhåll kan var effektiv bara med relevant data och effektiv databehandling. Vidare, i avsnitt 3.4.1 belyses det att dataöverföring från sensor till slutanvändare är möjligt tack vare avancerade algoritmer och protokoll, dvs. så som samtliga företag jobbar. Företag A nämner också system som kan göra byggnadsinformationen läsbar, vilket lyfts fram i avsnittet 3.1.2 som beskriver fördelar med visualisering och

marknadsföring. Företagen pratar om de stora mängder av data som måste bearbetas och lagras. De data kallas för Big Data och beskrivs närmare i avsnittet 3.4.1.1.

Företag B pratar om att de försöker skapa en AI som skulle kunna styra fastigheten på ett effektivt sätt, vilket nämns också i avsnittet 3.4.1. Det som nämns är att IoT är den nya tekniken som låter enheter samla information på “egen hand” för att vidare interagera med omgivande miljö och på så sätt minska avfall, förluster och kostnad. I samma avsnitt lyfts det fram att IoT har potential att ersätta människan i konsumtion och produktion av information.

Företag C beskriver (avsnitt 4.2.1) att i dagsläget jobbar de inte så mycket med IoT, utan egna slutna protokoll. Det att nästan alla IoT-nät är begränsade till enskilda organisationer gör dem mer till “sakernas intranät”, säger Hassan et al. (2018), se avsnitt 3.4.1.

Utrymmeshantering eller utnyttjande av fastigheter nämns som ett av IoT:s användningsområden med potential. Fördelar med det beskrivs i avsnittet 3.1.2.

5.2 Energieffektivisering samt drift och underhåll

Samtliga intervjuade parter ser energieffektivisering som en av möjligheterna med analyserade realtidsdata. I avsnitt 3.1.2 nämns också denna möjlighet av Becerik-Gerber et al. (2012) som beskriver att med hjälp av sensordata kan energiförbrukning övervakas i realtid vilket också beskrivs av Företag A och Företag C i intervjuerna. Becerik-Gerber et al. (2012) nämner också energisparande exempel såsom belysning som stängs av automatiskt i rum som inte används och liknande åtgärder förekommer i intervjuerna, där Företag C har infört system för att sätta på och stänga av ventilation baserat på lokalens bokningssystem.

Om drift och underhåll nämns det i avsnitt 3.1.2 att BIM kan användas för att hitta komponenter i en byggnad och dessutom övervaka komponentens status. Detta arbetssätt testas nu av Företag A och Företag B för att underlätta underhållsprocesser. Även i avsnitt 3.5.2 nämns denna möjlighet med BIM. Företag B vill i framtiden kunna låta en AI styra driften, ett koncept som också kan liknas i teorin i avsnitt 3.1.2 där Becerik-Gerber et al. (2012) nämner att det är möjligt att automatisera en byggnads energiovervakning och dess tillhörande åtgärder.

Företag A säger att data rörande komponenter, i detta exempel portar, kan användas för att stödja garantiärenden. I likhet till detta påstår Becerik-Gerber et al. (2012) i avsnitt 3.1.2 att BIM kan lagra en byggnads historik, vilket kan vara till stöd för försäkringsärenden och andra dispyter. Om BIM innehåller en komponents historik, är det alltså möjligt att stödja ett eventuellt garantiärende på detta.

Arbetet med energieffektivisering och mer effektiv drift och underhåll syftar till stor del att reducera kostnader för fastighetsägare och hyresgäster och kan förstås ur teorin i avsnitt 3.2.1, där fastighetsförvaltningens roll beskrivs. Araszkiewicz (2017) påstår att fastighetsförvaltningen kan minska kostnader genom att bland annat implementera innovativ teknik och automatisering, vilket är precis vad de intervjuade företagen ägnar sig åt.

5.3 Utrymmeshantering och inomhusmiljö

I teorikapitlet, avsnitt 3.5.3 nämns det att en av nyttorna med användning av IoT är optimering av användning av utrymmen. Energiförbrukning kan optimeras efter behov, vilket innebär, bl.a. anpassning av VVS-system eller ljus efter antalet personer, så att lämpligt inomhusklimat säkerställs.

I avsnittet 3.1.2 nämns det också flera fördelar med effektivisering av ytor. BIM kan användas i detta sammanhang för att, bl.a. lokalisera byggnadskomponenter, visualisera byggnadsdata och hantera utrymmen. Med det sista menas att förvaltare behöver prognostisera användning av ytor med hjälp av insamlade data innan inflyt i byggnaden. Med hjälp av BIM kan analys av data förenklas, utrymmesbehov kan förutses och därmed kan utrymmen som är underutnyttjande identifieras. Syftet är optimerad utrymmeshantering, vilket inkluderar att utrymmen kan på ett optimalt sätt tilldelas och kontrolleras för olika evenemang. Avsnitt 4.3.2 innehåller sammanställning av hur företagen uttalar sig om utrymmeshantering. Företag B och C ser stor potential i effektivisering av ytor. Företag B säger att utrymmes användning kan optimeras på så sätt att det upptäcks genom analys av samlade data vilka delar av ett kontor används mer än andra. Lokaler kan anpassas efter verksamhet. Företag C påpekar att utrymmens nyttjandegrad kan läsas av BIM-modellen som kan i sin tur integreras med bokningssystem för rum och lokaler. För framtiden är möjligheten att hitta ett ledigt utrymme via ett grafiskt gränssnitt.

Det nämns att effektiv utrymmeshantering kan öka produktivitet hos personer som vistas i ett visst rum eller lokal, se avsnitt 3.1.2. Samtliga företag ser också den nyttan, se avsnitt 4.3.2, och menar att genom att anpassa inomhusklimatet efter de som befinner sig i rummet/lokalen kan bättre och mer effektiv inomhusmiljö skapas.

5.4 Hyresgästens/användarens upplevelse

Det tas upp i avsnitt 3.1.2 att 3D-modeller med visuella egenskaper kan användas för visualisering av inomhusmiljö. Dessutom, vid marknadsföring, kan ägaren demonstrera sin fastighet på ett tydligt sätt. Återigen kan ökning av produktivitet genom effektiv utrymmeshantering som nämns vidare i avsnitt 3.1.2 belysas. Företag A resonerar kring hur framtidens kunder kommer att välja butik och påstår att tydlig, digital illustration av, exempelvis, byggnadens energianalys kan påverka kundernas val. Att butiken har låg energiförbrukning och är klimatsmart kan anses som lockande.

Det nämns att potentiella tjänster som är BIM-baserade tillsammans med användning av CDM (Conditions Data Model) kan möjligen resultera i smartare byggnader, bättre inomhusmiljöer, energibesparing, högre grad av kundnöjdhet och slutligen högre lönsamhet. Dessa tjänster nämns i avsnittet 5.1.5. Samtliga företag påstår att hyresgästens eller kundens upplevelse kan förbättras med dessa nya tekniker, vilket påverkar företagets resultat positivt. Företag B och C betonar att det som är viktigast för deras verksamhet är att bibehålla kunden, alltså hyresgästen. Detta vill de göra genom implementering av nya tekniker, se avsnitt 4.3.4. I samma avsnitt redovisas det att företagen vill utnyttja data för att anpassa sina fastigheter till kundernas behov. Kundnöjdhet är viktigt och innebär, förutom lönsamhet, omätbara värden.

5.5 Förbättring av befintliga värden och framtidens potential

“Möjligheten med IoT är egentligen inte möjligheten med IoT i sig, utan möjligheten med IoT kombinerad med analysverktyg och där sätter bara fantasin gränser.”

- Respondent, Företag A (2019)

När det gäller IoT så är det alltså användarnas och utvecklarnas fantasi som sätter gränserna. Det påstår även Hassan et al. (2018), se avsnitt 3.4.1.

BIM kan möjligen integreras med olika tekniker för avläsning, vilket kan förbättra, bl.a. övervakning av miljö, byggprestanda, energiförbrukning samt hälso- och säkerhetshantering. BDA kan även användas för lokalisering information av komponenter och potential samt för prediktivt underhåll. Fördelar med att nyttja BIM, BDA och IoT ser även de intervjuade företagen. I avsnittet 4.3.4 redovisas att samtliga företag är överens om att användandet av de nya teknikerna kombinerad med analysverktyg kan bidra till att skapa en bättre inomhusmiljö, mer effektiv drift, underhåll och utnyttjande samt energieffektivisering. Dessa fördelar ser också de intervjuade från samtliga företag, vilket presenteras vidare i detta avsnitt.

Företag A visar på exempel med portar, se avsnitt 4.3.4, hur drift och underhåll kan effektiviseras genom IoT. De vill mäta hur ofta portarna används och hur ska de underhålla dem. Detta innebär att effektivisering av drift och underhåll är ett resultat som kan uppnås med de nya tekniker, vilket innebär överensstämmelse med presenterad teori.

Samtliga företag ser en riktigt stor potential med analys av data som närvarosensorer samlar in. Företag A och B pratar väldigt mycket om anpassning av lokaler efter kundernas behov, vilket innebär att nya tjänster kan skapas eller befintliga förbättras. Det som företagen försöker göra är att hitta någon slags rörelsemönster och sätta det i samband med tjänster de erbjuder eller de som kan potentiellt erbjudas i framtiden. Företag A lyser upp att inom detaljhandeln kan observation och analys av kundens beteende utveckla deras strategi, se avsnitt 4.3.3. Företag B använder data för att kunna rådgiva hyresgästen, anpassa lokaler till deras behov, styra samtliga system efter närvaro. Även Företag C vill erbjuda så effektiva lokaler som möjligt och vill utveckla sina fastigheter så att de är anpassade till personer som vistas i dessa. Dessa är också några av tillämpningsområden som presenteras i teoridelen. Resultatet visar fördelar med att hitta tendenser eller samband mellan maskiner och människor med hjälp av Big Data som nämns i 3.4.1.1.

Energieffektivisering är ett område som samtliga företag jobbar med som mest idag. Företagen var överens om att det observeras tydlig energibesparing som ett resultat av energieffektiviserande åtgärder och användning av de nya teknikerna.

I avsnittet 3.5.2 anges potentiella tjänster som är baserade på BIM och Big Data. Det nämns visualisering av luftkvalitet, färgkodning av olika spatiala typer, möjlighet att visualisera rum som är lediga, upptagna eller bokade, personrörelse och -identifiering samt möjlighet att identifiera utrymmes användning och -typ. Företaget B pratar om

stora möjligheter med att erbjuda nya tjänster eller förbättra befintliga genom att använda sig av data. Olika tjänster kan kopplas om man vet mer om hur folk vill ha det. Några exempel är att föreslå mötesrum eller parkeringsplats. Även här observeras tydlig koppling till teorin.

5.6 Utmaningar

De utmaningar som belyses i intervjuerna är dataägarandeskap, teknik, ekonomi och integritet. Utmaningen med dataägarandeskap nämns i teorin i avsnitt 3.5.4, där det beskrivs att brist på tillit mellan företag hämmar utveckling. Denna utmaning nämns av respondenter från både Företag A och Företag B. Företag A ser en potentiell risk i att leverantörer tar del av känsliga data rörande deras verksamhet och Företag B anser att utvecklingen hämmas av att leverantörer inte delar med sig av data inhämtad i Företag B:s fastigheter. Företagen är alltså måna om att i så stor utsträckning som möjligt äga data rörande deras fastigheter, men i dagsläget äger ofta leverantörer en betydande mängd av dessa data.

Angående de tekniska utmaningarna ser respondenterna kompetens kring hur data kan nyttjas och kombineras som en större utmaning än själva tekniken. Vikten av att identifiera relevanta mätvärden belyses i teorin i avsnitt 3.5.1, och det kan antas att en del av denna problematik bygger på att besitta rätt kompetenser för att avgöra vilka data som är relevanta.

Att Företag B:s och Företag C:s fastighetsbestånd består av ett stort antal gamla byggnader innebär både en teknisk och en ekonomisk utmaning, då dessa byggnader behöver rustas upp med ny teknik och detta innefattar stora ekonomiska investeringar. Ytterligare behöver hänsyn tas till lönsamhet, då en upprustning inte nödvändigtvis är lönsam. I avsnitt 3.5.4 i teorin kan det noteras att barriärer som hindrar implementering av BIM, BDA och IoT är bland annat organisationers storlek, utbildning, motstånd mot förändring, tillfredsställelse nuvarande teknik, säkerhet och kostnader. Flera av dessa faktorer är inte nödvändigtvis rent ekonomiska, men de är troligen också hinder för företagets utveckling.

Företagen är överens om att känsliga data behöver behandlas och förvaras på ett ansvarigt vis. Företag A och C belyser vetskapen om att känsliga data i fel händer kan innebära dels hot för företagen och dels hot för allmänheten. Det gäller att dessa data lagras säkert. Företag B tar också upp att integritetsfrågor kan uppstå när personer och personers arbetsplatser övervakas. Detta perspektiv undersöks i avsnitt 3.5.4, övervakning genom IoT kan bidra med nytta men det kan också inkräkta på privatlivet och integritet. Det är viktigt att upprätta ramverk för hur tekniken används och hur data hanteras.

5.7 Diskussion

Detta avsnitt syftar till att diskutera subjektiva felkällor och tolkningar som förekommit under examensarbetets gång, samt diskutera metodens implikationer på examensarbetets resultat. Ett kritiskt förhållningssätt appliceras på den presenterade teorin och intervjuerna. Vi vill också belysa arbetets avgränsningar samt föreslå vidare forskningsområden.

5.7.1 Metoddiskussion

Urvalet av teori stämmer till stor del bra överens med resultat från intervjuer, men i de fall där de avviker kan det härledas till att källorna i teorin är föråldrade. Tekniken har under de senaste åren utvecklats betydligt, vilket medför att vissa källor inte längre är aktuella. Diskrepanser mellan teori och intervjuer uppstår kring bl.a. utrymmeshantering. Intervjuer tyder på att detta område har stor, om inte störst, potential för värdeskapande och effektivisering av fastigheter inom fastighetsförvaltning. Grunden till denna diskrepans är möjligtvis källornas ålder, samt det urval av källor som gjordes.

Den utförda studien är av kvalitativ karaktär, vilket innebär att resultaten är subjektiva tolkningar av verkligheten. De intervjuade företagen bedriver olika verksamheter, detta medför att företagen ser på värdet med data ur olika perspektiv. Med detta i åtanke kunde intervjufrågorna ha anpassats till varje företag, vilket skulle kunna ha bidragit till mer varierade och specifika svar. Personerna som intervjuats har liknande yrkesroller, chefer inom IT och innovation, och avgränsar studien till ett mer strategiskt än tekniskt perspektiv. Urvalet av intervjuade personer kan kritiseras, eftersom ett större urval med fler yrkesroller inom fastighetsförvaltningen skulle ge ett mer utförligt och tillförlitligt resultat.

5.7.2 Vidare forskning

Under arbetets gång har vi funnit potential för eventuella fortsatta studier. En fallstudie som fördjupar sig på ett specifikt fall där databerikande tekniker tillämpas skulle ge en ökad insikt och förståelse för ämnet. Ytterligare skulle en sådan studie också ha möjlighet att presentera reella resultat som demonstrerar teknikens nytta. Ett annat ämne som också är intressant att vidare utforska är hur fastighetsägarens roll förändras i en digitaliserad kontext.

6 Slutsats

Arbetet har behandlat hur data kan berikas och vad detta medför för värde för fastighetsägare och de som befinner sig i byggnaden. De utmaningar som förekommer i dessa sammanhang har också utforskats. Tillvägagångssätten för denna studie har varit undersökning av befintlig teori samt intervjuer med personer som arbetar med tillämpning i praktiken. Arbetet har syftat till att besvara två frågeställningar, vilka besvaras nedan.

Hur kan data berikas för att förbättra ett befintligt värde eller skapa ett nytt värde?

För att data ska vara värdefull måste den kombineras med analysverktyg och tolkas i rätt sammanhang. Databerikandeprocessen innefattar insamling av data, analys och tolkning samt en säker datalagring. Det viktigaste är dock att kunna använda de analyserade data för att anpassa fastigheten till den ständigt utvecklande världen. Förmågan att upptäcka tendenser eller samband leder till att klokare strategiska beslut kan fattas. Nya strategier kommer till uttryck på olika sätt som leder till förbättring av befintliga värden och även skapandet av nya värden för fastighetsägare och hyresgäster. Dataanalys och förmåga att använda den resulterar i mätbara och omätbara värden. Det som är drivkraften för utvecklingen är människan och människans behov. Fastigheter och dess tjänster anpassas efter hyresgästen eller personer som befinner sig i byggnaden. Fokus ligger på att tillgodose trivsamt miljö, så att fastigheten faktiskt uppfattas som attraktiv. Trivs hyresgästen i byggnaden, så gynnas även fastighetsägaren. Databerikande är en utgångspunkt för effektivare och smartare fastighetsförvaltning. De största möjligheterna är effektiv utrymmeshantering och energieffektivisering. Dessa möjligheter medför utveckling av befintliga och skapande av nya tjänster. Applikationer, såsom boknings- eller energiövervakningsapp, som på ett enkelt sätt kopplar behov med fastigheter är ett exempel på tjänster som kan erbjudas. Förmågan att kunna övervaka nyttjandegrad av utrymmen både i mån av rum och tid har en väldigt stor potential för att tillgodose hyresgästernas behov. Ytterligare fördelar är övervakning av inomhusmiljö, effektivare drift och underhåll samt hälso- och säkerhetshantering, tidsbesparing och minskad avfallsproduktion. Utöver att tillgodose hyresgästernas behov så bidrar detta också till fastighetsägarens ekonomiska nytta.

Vilka utmaningar finns vid behandling av realtidsdata och hur hanteras dessa utmaningar?

De största utmaningarna som har upptäckts relaterade till nyttjande och behandling av realtidsdata handlar om förståelse och analys av data. Data har olika format vilket innebär att de måste omvandlas till ett gemensamt språk som möjliggör analys av data av olika karaktär. Relevanta data måste också identifieras för att tillåta att värdefulla analyser. En stor utmaning ligger i att besitta och kombinera rätt kompetenser för att kunna samordna data av olika karaktär till nyttiga ändamål. På dessa grunder arbetar företag dels med analytiker och dels med att utveckla AI:s. En annan utmaning är att stora investeringar krävs för att kunna digitalisera och anpassa fastigheter, i synnerhet äldre sådana. Teknik behöver också klara av att hantera de enorma mängder data som byggnader genererar. Därför pågår det forskning med s.k. fog computing, som är ett nytt koncept för datahantering. I frågan om dataägarskap belyses att leverantörer

ofta äger data, istället för fastighetsägaren. Om fastighetsägaren skulle äga samtlig data genererad i fastigheten skulle ytterligare användningsområden potentiellt uppstå. I nuläget hanteras detta genom att försöka nå tydligare avtal med leverantörer, även om nuvarande praxis tenderar att gynna leverantören. Hanteringen av känsliga data är även en utmaning som måste hanteras av fastighetsägare. Dessa data måste behandlas och lagras på ett säkert sätt, för att undvika hot mot verksamheten såväl mot allmänheten. Ur andra perspektiv, så är ägandeskap av data kanske inte lika viktigt som rådighet över data. Fastighetsägaren behöver inte nödvändigtvis äga data, utan snarare råda över den. Framtidens affärsmodell kan bestå av ett mer modulärt system. Med detta menas att data kan delas för att gynna inblandade parter. Ett exempel på en sådan samverkan är att fastighetsägaren äger data om byggnaden som hyresgästen kan hyra, berika och integrera den med sina egna system, exempelvis bokningssystem. Däremot är data rörande hyresgästens verksamhet inte nödvändigtvis relevant för fastighetsägaren. Det kan också ligga i hyresgästens intresse att vissa data inte delas med fastighetsägaren, exempelvis data som kan påverka hyresgästens verksamhet.

Referenser

- Abo Bakr, A., & Azer, M.A. (2017). IoT ethics challenges and legal issues. 233-237. doi:10.1109/ICCES.2017.8275309.
- Acello, R. (2010). "Get your head in the cloud", *ABA Journal*, 96(4), 28-29. Hämtad från: <http://proxy.lib.chalmers.se/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=50331444&site=ehost-live&scope=site>
- Araszkiewicz, K. (2017). Digital Technologies in facility Management- The state of Practice and Research Challenges. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.059>
- Ashton, K. (2009). That 'Internet of things' thing. *RFID Journal*, 22(7), 97-114. Hämtad från: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Ashworth, S. Druhmman, C., & Tucker, M. The Role of FM in Preparing a BIM Strategy and Employer's Information Requirements (EIR) to Align with Client Asset Management Strategy. (2016). Hämtad från: https://www.researchgate.net/publication/301776904_The_Role_of_FM_in_Preparing_a_BIM_Strategy_and_Employer's_Information_Requirements_EIR_to_Align_with_Client_Asset_Management_Strategy
- Atkin, B., & Brooks, A. (2014). Total Facilities Managements. Hämtad från: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/detail.action?docID=1895527>.
- Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252. doi: 10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127
- Becerik-Gerber, B., Jazizadeh, F., Li, N. & Calis, G. (2012). Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. *Journal of construction engineering and management*, 138(3), 431-442. doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000433
- Berman, F., & Vinton, G.C. (2017). Social and ethical behavior in the internet of things. *Communications of the ACM*, 60(2), 6-7. doi: <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1145/3036698>
- Bilal, M., Oyedele, L.O., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, S.O., Akinade, O.O., Owolabi, H.A., Alaka, H.A. & Pasha, M. (2016). "Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends", *Advanced Engineering Informatics*, 30(3), 500-521. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.07.001>
- de Bruin, B. & Floridi, L. (2017). "The Ethics of Cloud Computing", *Science and Engineering Ethics*, 23(1), 21-39. doi: <https://doi.org/10.1007/s11948-016-9759-0>
- Chamberlain, B. (2009). Phenomenology: A Qualitative Method. *Clinical Nurse Specialist*, 23(2), 52-53. doi: 10.1097/NUR.0b013e3181996ae5
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, Second Edition. Hämtad från: <http://library.books24x7.com.proxy.lib.chalmers.se/toc.asp?bookid=41695&refid=Y7V97>
- Edwards, D.J., Pärn, E., Love, P.E.D., & El-Gohary, H. (2017) Research note: Machinery, manumission, and economic machinations. *Journal of Business Research*, 70, 391-394. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.012>
- Gawin, B., & Marcinkowski, B. (2017). Business Intelligence in Facility Management: Determinants and Benchmarking Scenarios for Improving Energy Efficiency. *Information Systems Management*, 34(4), 347-358. doi: <https://doi.org/10.1080/10580530.2017.1366219>

- Grobler, F. (2011). Overview of buildingSMART International and BIM implementation in US. I *Proc., Singapore BIM Conference*.
- Gu, N., & London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, 19(8), 988-999. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.002>
- Halmetoja, E. (2019). The conditions data model supporting building information models in facility management. *Facilities*, 37(7/8), 484-501. doi: <https://doi.org/10.1108/F-11-2017-0112>
- Hassan, Q.F., Rehman Khan, A. & Madani, S.A. (2018). *Internet of Things: Challenges, Advances, and Applications*. New York. Hämtad från: <https://library-books24x7-com.proxy.lib.chalmers.se/toc.aspx?site=Y7V97&bookid=138737>
- Haughian B. (2018). *Design, Launch, and Scale IoT Services: A Practical Business Approach*. Galway. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3712-0>
- Hodges, C. (2005). A facility manager's approach to sustainability. *Journal of Facilities Management*, 3(4), 312 - 324. doi: <https://doi.org/10.1108/14725960510630498>
- International Facility Management Association. (2019). What is facility management. Hämtad 2019-02-26 från: <http://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>
- Jamilus M.H., Ismail A.R., & Aftab H.M., (2013). The way forward in sustainability construction; issues and challenges. *International Journal of Advances in Applied Sciences (IJAAS)*, 2(1), 31-42. Hämtad från: https://www.researchgate.net/profile/Aftab_Memon/publication/265966368_The_Way_Foward_in_Sustainable_Construction_Issues_and_Challenges/links/542249340cf290c9e3a791d6/The-Way-Forward-in-Sustainable-Construction-Issues-and-Challenges.pdf
- Kelly, G., Serginson, M., Lockley, S., Dawood, N., & Kassem, M. (2013). BIM for facility management: a review and a case study investigating the value and challenges. I *Proceedings of the 13th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality*. London.
- Khan, M., Han, K., & Karthik, S. (2018) Designing Smart Control Systems Based on Internet of Things and Big Data Analytics. *Wireless Personal Communications*, 99(4), 1683-1697. doi: <https://doi.org/10.1007/s11277-018-5336-y>
- King, N. (2004). Using interviews in qualitative research. I Cassell, C., Symon, G. (Red), *Essential guide to qualitative methods in organization research* (s.11-22). London.
- Korpela, J., Miettinen, R., Salmikivi, T., & Ihalainen, J. (2015). The challenges and potentials of utilizing building information modelling in facility management: the case of the Center for Properties and Facilities of the University of Helsinki. *Construction Management and Economics*, 33(1), 3–17. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/01446193.2015.1016540>
- Liu, R., & Issa, R.R.A. (2014). Design for maintenance accessibility using BIM tools. *Facilities*, 32(3/4), 153-159. doi: <https://doi.org/10.1108/F-09-2011-0078>
- Lucas, J. D. (2012). *An Integrated BIM Framework to Support Facility Management in Healthcare Environments* (Doctoral dissertation, Virginia Tech). Hämtad från: https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/28564/Lucas_JD_D_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mawed, M., & Al-Hajj, A., (2017). Using big data to improve the performance management: a case study from the UAE FM industry. *Facilities*, 35(13/14), 746-765. doi: <https://doi.org/10.1108/F-01-2016-0006>
- Merriam, S. (2002). *Qualitative research in practice: examples for discussion and analysis* (1a upplagan). San Francisco: John Wiley & Sons.

- Mukhopadhyay S.C., & Suryadevara N.K. (2014) Internet of Things: Challenges and Opportunities. *Smart Sensors, Measurement and Instrumentation*, 9, 1–17. Hämtad från: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-04223-7_1
- National Building Specification (NBS). (2017). *BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained*. Hämtad 2019-03-11 från: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>.
- National Institute of Building Science (NIBS). (2018). *Building Information Modeling (BIM)*. Hämtad 2019-02-11 från: <http://www.wbdg.org/building-information-modeling-bim>.
- Nordstrand, U. (2008). *Byggprocessen* (4e upplaga). Stockholm: Liber.
- Pärn, E.A., Edwards, D. Riaz, Z. Mehmood, F., & Lai, J. (2019) Engineering-out hazards: digitising the management working safety in confined spaces, *Facilities*, 37(3/4), 196-215, doi: <https://doi.org/10.1108/F-03-2018-0039>
- Penny, J. (2018). What's Keeping You from Implementing IoT Devices? New applications and smarter setup strategies make IoT struggles a thing of the past *Buildings*, 112(4), 20-24. Hämtad från: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=6dbc4d56-85dd-4369-899b-e3b9d0d6c794%40sdc-v-sessmgr01>
- Redlein, A. (2004). *Facility Management: Business Process Integration*, Diplomica Verlag. Hämtad från: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/chalmers/detail.action?docID=673457>.
- Smith, D. K., & Tardif, M. (2009). *Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*. John Wiley & Sons. Hämtad från: <https://library-books24x7-com.proxy.lib.chalmers.se/toc.aspx?site=Y7V97&bookid=43171>
- Teicholz, E., (2001). *Facility design and management handbook*. McGraw-Hill Engineering. Hämtad från: <https://library-books24x7-com.proxy.lib.chalmers.se/toc.aspx?site=Y7V97&bookid=15174>
- Teizer, J., Wolf, M., Golovina, O., Perschewski, M., Propach, M., Neges, M., & König, M. (2017). Internet of things (IoT) for integrating environmental and localization data in building information modeling (BIM). *ISARC 2017 - Proceedings of the 34th International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 34, 1-7. Hämtad från: <https://search.proquest.com/docview/1943515721/fulltextPDF/D8C824D9615F4357PQ/1?accountid=10041>
- Underwood, J., & Isikdag, U. (2011) Emerging technologies for BIM 2.0, *Construction Innovation*, 11(3), 252-258, doi: <https://doi.org/10.1108/14714171111148990>
- Urquhart, C. (2013). *Grounded Theory for Qualitative Research: A Practical Guide*. Manchester Metropolitan University Business School: Studentlitteratur.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21st Century. *Scientific American*. 265. 94-105. doi: [10.1109/MPRV.2002.993141](https://doi.org/10.1109/MPRV.2002.993141)
- Vidich, A. J., & Shapiro, G. (1955). A Comparison of Participant Observation and Survey Data. *American Sociological Review*, 20, 28-33. doi: [10.2307/2088196](https://doi.org/10.2307/2088196)
- Volk, R., Stengel, J., & Schultman, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38, 109-127. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- Yoon, G., Choi, D., Lee, J., & Choi, H. (2019). Management of IoT Sensor Data Using a Fog Computing Node. *Journal of Sensors*, 2019, 9. doi: <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1155/2019/5107457>

Zynka BIM. (2019). *Zynka model*. Hämtad 2019-04-10 från:
<https://bim.zynka.se/how/4?idd=FIM#zynkamodel>

Bilagor

Intervjufrågor

1. Vad är din roll på företaget?
2. På vilket sätt jobbar ni med digitaliseringen inom FM?
Vilka tekniker använder ni? (IoT?)
Vad finns det för problem som ni försöker lösa med IoT?
Vad finns det för utmaningar?
Vad finns det för begränsningar?
Levererar den nya tekniken de resultat som ni har tänkt er?
3. Vad har data för värde enligt er/för fastighetsägaren?
I vilket sammanhang?
Har obehandlad data ett värde eller måste det bearbetas?
Hur samlar ni in realtidsdata?
Hur kan den användas?
Vem äger data? (Vem bör äga data?)
Integritet?
4. På vilka sätt berikas data?
Vilka konkreta resultat kan tillskrivas tillämpning av insamlade data?
Kan man bevisa det?
Anser ni att man förbättrar befintliga värden eller skapar nya värden?
Erbjuds nya tjänster eller förbättras befintliga? Vilka?
På vilka sätt är dessa lönsamma?
Nackdelar/problem?
5. Hur kan de tekniker ni använder påverka NKI?
Hur NKI påverkar förvaltarens/fastighetsägarens resultat?
Är det bara ekonomisk nytta?
Vad har ni för mätvärden?
I vilken utsträckning kan brukarens upplevelse påverka förvaltarens och fastighetsägarens ekonomiska resultat?
6. Vad anser ni är den framtida potentialen för IoT och realtidsdata inom FM?
Vilka resultat skulle kunna förbättras ytterligare?
Hur kan produktivitet och effektivitet ökas ytterligare?
Vilka är hindren?
Juridik? Integritet? Etik? Tekniska begränsningar? Ekonomiska begränsningar?
Har tekniken potential att bli framtidens standard?
Vilka konsekvenser kan det leda till?