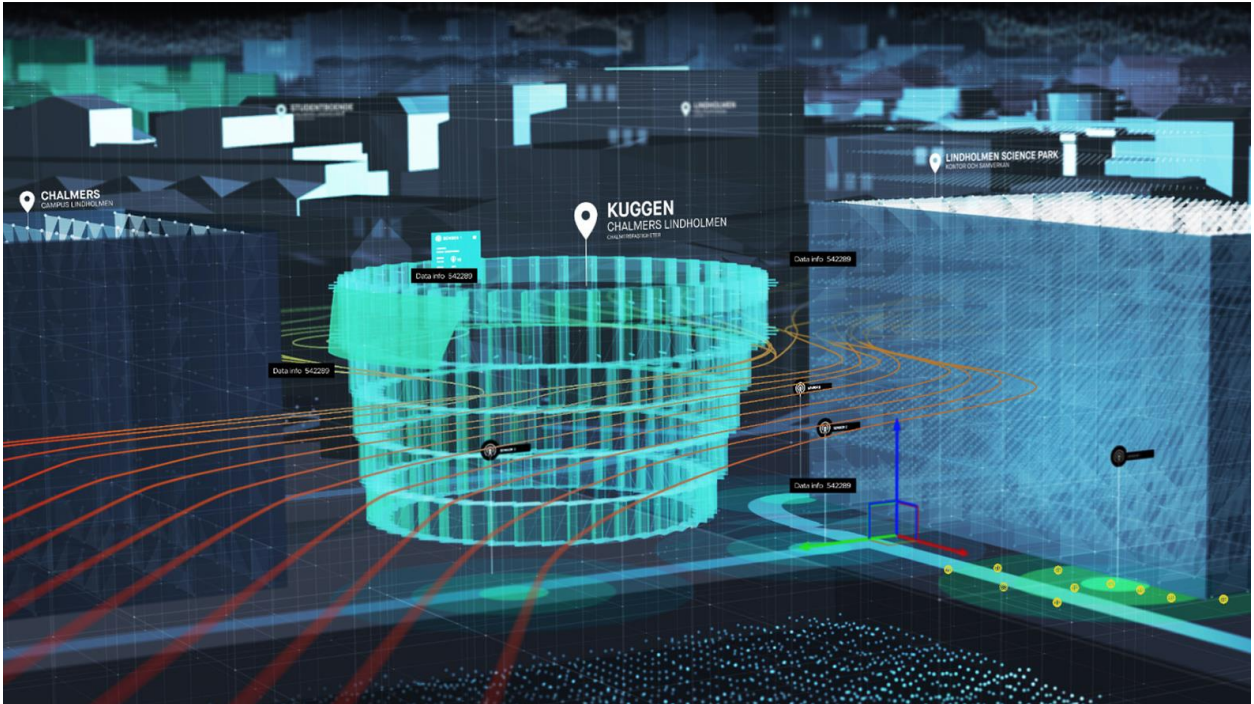




CHALMERS



Digital Tvilling:

När bör den skapas för en befintlig byggnad och vilka parametrar styr lönsamheten

Examensarbete inom Kandidatprogrammet Affärsutveckling och
Entreprenörskap inom Samhällsbyggnadsteknik

ROBIN DE MARIA
MAGNUS WIDÉN

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Digital tvilling

När bör den skapas för en befintlig byggnad och vilka parametrar styr lönsamheten

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

Robin De Maria

Magnus Widén

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för avdelningsnamn

Forskarguppsnamn

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2021

Digital tvilling

När bör den skapas för en befintlig byggnad och vilka parametrar styr lönsamheten

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom Samhällsbyggnadsteknik

Robin De Maria

Magnus Widén

© ROBIN DE MARIA & MAGNUS WIDÉN, 2021

Examensarbete ACEx20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2021

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen Construction Management

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

A model of the concept of digital twins, and Virtual Citys@Chalmers 3D-visualisation of Lindholmen, Gothenburg.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg, Sverige 2021

Digital tvilling

När bör den skapas för en befintlig byggnad och vilka parametrar styr lönsamheten

Examensarbete inom kandidatprogrammet

Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

Robin De Maria

Magnus Widén

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Digitaliseringen av samhället är i rörelse och fastighets- och byggbranschen håller också på att utveckla användningen av ny teknik. Skapandet av Digitala Tvillingar sker i flertalet olika branscher, framför allt inom industrin. En Digital Tvilling är inom fastighetsbranschen en digital kopia av en befintlig byggnad och ska vara levande bredvid sin tvilling, men digitalt. Laserskanning är en av huvuddelarna när man skapar en digital tvilling, detta görs främst på befintliga fastigheter i större renoveringsprojekt, för att få en virtuell representation av byggnaden och i samband med detta skapa en BIM-modell. Nästan varje nybyggnadsprojekt bygger på en BIM-modell redan från start och därav är övergången till en Digital Tvilling enklare. Medan nybyggnation redan tar del av den nya tekniken krävs dock en plan för att hantera hur befintliga byggnader ska kunna erbjuda samma service och samtidigt vara lika attraktiva som nya byggnader.

Studien är en flermetodforskning med tydliga delar av kvalitativ forskning med tillägg av kvantitativa data. Syftet med studien är att undersöka när det är lönsamt att skapa en fullvärdig Digital Tvillingen för en befintlig fastighet. Syftet är att ta reda på och analysera vilka parametrar som påverkar lönsamheten och hur man kan dra nytta av att digitalisera befintliga byggnader ur ett längre perspektiv. Studien är begränsad till fallföretagets befintliga fastigheter och geografiska läge, som främst är kulturbyggnader, kontor och arenor. Kan en standardiserad arbetsplan skapas för att underlätta beslut för digitalisering av befintliga byggnader?

Resultaten av studien baseras på 16 intervjuer med respondenter från fallföretaget Higab och åtta intervjuer med respondenter från andra företag, både fastighetsägare som arbetar med Digitala Tvillingar och leverantörer av Digitala Tvillingar. Resultaten från intervjuerna presenteras i fyra olika delar: Tolkning av begrepp, Villkor för digitala tvillingar, Ekonomiska faktorer och Sociala aspekter. Resultaten leder till en diskussion om begreppet Digitala Tvillingar och hur viktigt det är att ha en plan för implementering av digitala verktyg. Diskussionen följs av en analys baserad på parametrar för lönsamhet som samlats in från resultaten.

Nyckelord: Digital tvilling, Laserskanning, BIM, Digitalisering av befintliga fastigheter, Digitalt utanförskap, Lönsamhet digital tvilling

Digital twin

When should it be created for an existing building and what parameters affect profitability

*Degree Project in the Bachelor's Programme
Business Development and Entrepreneurship*

Robin De Maria

Magnus Widén

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Construction Management
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The digitalization of society is in motion and the real estate and construction industry are also in the process of developing the use of new technology. The construction of Digital Twins is happening more frequently in every business area and the real estate industry is not an exception. A Digital Twin is a digital replica of an existing building and is supposed to be live beside its twin, but digitally. Laser scanning is one of the main parts when constructing a Digital Twin, but today this is mainly done in major renovation projects of existing buildings, to get a virtual representation of the building and in connection with this create a BIM model. Almost every new construction project is based on a BIM model right from the start, therefore the transition to a digital twin is easier. However, while new construction is part of the new technology, a plan is needed to manage how existing buildings should be able to offer the same service and at the same time be as attractive as new buildings.

The study is a mixed-method research with clear elements of qualitative research with supplementation of quantitative data. The purpose of the study is to investigate when it is profitable to create a fully scaled Digital Twin of an existing building. The purpose is to find out, and analyze, which parameters affect profitability and how one can benefit from digitizing existing buildings in a longer perspective. The study is limited to the fall company's existing properties and geographical location, which are primarily cultural buildings, offices, and arenas. Can a standardized work plan be created to facilitate decisions for digitization of existing buildings?

The results of the study are based on 16 interviews with respondents from our case company Higab, and 8 interviews with respondents from other companies, both property owners and suppliers of digital twins. The results from the interviews are presented in four different parts: Interpretation of concepts, conditions for digital twins, economic factors, and social aspects. The results lead to a discussion about the concept of digital twins and how important it is to have a plan for implementing digital tools. The discussion is followed by an analysis based on parameters for profitability collected from the results.

Key words: Digital twin, Laser scanning, BIM, Digitization of existing properties, Digital exclusion, Profitability digital twin

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	III
INNEHÅLL	IV
FÖRORD	VII
BETECKNINGAR	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.1.1 Kort information om Higab och fastighetsbeståndet	1
1.2 Syfte	2
1.3 Frågeställningar	2
1.4 Avgränsningar	2
2 TEORETISK BAKGRUND	3
2.1 Digital Tvilling	3
2.1.1 Sensorer och Mätare	3
2.1.2 Internet of Things (IoT)	4
2.2 Building Information Modeling	4
2.2.1 Definition av BIM	4
2.2.2 Användningsområden inom AEC	5
2.2.3 Användningsområden och fördelar inom förvaltning	5
2.2.4 Utmaningar	7
2.3 Laserskanning	7
2.3.1 Användningsområden	8
2.3.2 Tekniken bakom laserskanning	8
2.3.3 I praktiken	9
2.3.4 Skanning till BIM	9
2.3.5 Användning och leverans av data	9
2.4 Organisation och Ledning	10
2.4.1 Organisationsförändring	10
2.4.2 Implementering	13
3 METOD	16
3.1 Utgångspunkt	16
3.2 Kvalitativ metod	16
3.2.1 Kvalitativ intervjustudie	17
3.2.2 Urval av respondenter	17
3.2.3 Fysisk observation	18
3.3 Kvantitativ metod	18
3.4 Metoddiskussion	18

3.5	Kvalitetssäkring	19
3.5.1	Tillförlitlighet	19
3.5.2	Pålitlighet	19
3.5.3	Överförbarhet	20
3.5.4	Konfirmering	20
3.6	Undersökningsdesign	20
4	RESULTAT	21
4.1	Tolkning av begrepp	21
4.1.1	Grunden för beslut och den generella synen för digitalisering av fastigheter	21
4.1.2	Definition digital tvilling	23
4.1.3	Definition digitalisering	24
4.2	Villkor för Digital Tvilling	25
4.2.1	Tillverkning av Digital Tvilling	25
4.2.2	Gränssnitt för Digital Tvilling	26
4.2.3	Data för Digital Tvilling	26
4.2.4	Nyttan av en Digital Tvilling	27
4.3	Ekonomiska faktorer	27
4.3.1	Digitala processens påverkan på ekonomin	28
4.3.2	Utmaningen med konkreta siffror	28
4.3.3	Nyckeltal	29
4.3.4	Kostnader och tider för arkitekt, laserskanning och modellering	31
4.4	Den sociala påverkan	31
4.4.1	Upplevelsen från fallföretag	31
4.4.2	Digitalt utanförskap	32
4.4.3	Teknikers förändring av yrke	33
4.4.4	Implementering	33
4.4.5	Ambassadörer	35
4.4.6	Samarbete med andra kommunala företag och privata aktörer	36
4.5	Nulägesanalys Higab	36
4.5.1	Servicetekniker	36
4.5.2	Dokumentcontroller/Registrator	37
5	ANALYS OCH DISKUSSION	39
5.1	Begreppet Digital Tvilling	39
5.2	Utmaningar med digitalisering	40
5.2.1	Implementering	40
5.2.2	Digitalt utanförskap	41
5.3	Parametrar för lönsamhet	42
5.3.1	Projekteringsbesparingar	42
5.3.2	Effektivisering och mätning av driftdata	44
5.3.3	Förenkling av arbetsmoment	46
5.3.4	Fastighetsvärde	47
5.3.5	Kundbehov	48
5.3.6	Förvaltning	49

5.4	Beslut om Digitala Tvillingar för befintliga fastigheter kopplat till parametrar för lönsamhet	50
6	SLUTSATS	55
6.1	Rekommendationer	56
6.2	Noggrannhetsanalys	56
6.3	Fortsatt forskning	57
7	REFERENSER	58
	BILAGOR	1

Förord

Examensarbetet är ett avslutade moment för vår Teknologie Kandidatexamen inom grundprogrammet Affärsutveckling och Entreprenörskap inom Samhällsbyggnadsteknik från Chalmers Tekniska Högskola. Arbetet har genomförts på halvfart under 20 veckor våren 2021.

Arbetet har till största del genomförts på Chalmers Tekniska Högskola och inte på fallföretaget med anledning av Covid-19 pandemin. Intervjuer har genomförts både via länk på digitala plattformar tillhandahållna utav Högskolan samt fysiska intervjuer hos fallföretaget.

Vi vill rikta ett stort tack till Higab för sitt engagemang och intresse för vårt arbete, vi vill även rikta ett specifikt tack till vår kontaktperson Maritha Enström, som bidragit med sitt stora kontaktnät. Vill också rikta ett stort tack till vår examinator Mattias Roupé och programansvarig Nina Ryd för vägledning och korrekturläsning av arbetet. Ytterligare ett tack till alla respondenter som tagit sig tid, utan er hade arbetet aldrig gått att genomföra.

Tack!

Göteborg juni 2021

Robin De Maria & Magnus Widén

Beteckningar

2D	Tvådimensionell
3D	Tredimensionell
AEC	Architecture, Engineering and Construction
AI	Artificial Intelligence
AR	Augmented Reality
BIM	Building Information Model, (Byggnadsinformationsmodell)
CAD	Computer Aided Design
DT	Digital Twin, (Digital Tvilling)
TLS	Terrestrial Laser
SaaS	Software as a Service
API	Application Programming Interface
KPI	Key Performance Indicators
IoT	Internet of Things
ROI	Return of Investment, (Avkastning på investering)
LoD	Level of Detail
LoI	Level of Information
UE	Underentreprenör
USP	Unique Selling Proposition (Unik konkurrensfördel)
VR	Virtual Reality
WSN	Wireless Sensor Network (Trådlöst sensornätverkt)
ÄTA	Ändrings-, Tilläggs- och Avgående arbete

1 INLEDNING

Följande kapitel behandlar bakgrunden till examensarbetet, därefter följer en kort introduktion av företaget och dess fastighetsbestånd, som legat till grund för studien. Vidare presenteras studiens syfte, frågeställningar och avgränsning.

1.1 Bakgrund

Laserskanning görs i dagsläget främst vid större renoveringsprojekt av befintliga byggnader för att skapa underlag för en detaljerad digital dokumentation, samt skapa möjligheten att få en virtuell representation av fastigheten. Det underlag som fås genom laserskanning kan användas för att skapa exempelvis BIM-modeller och Digitala Tvillingar. (Lantmäteriet, 2020).

Dinis, F et. al. (2020) menar på att det finns ett behov av mer lättförståelig, korrekt och tydlig information inom byggbranschen och adresserar ett problem hos byggbranschen som innefattar att aktörer väljer att använda ett mer traditionellt tillvägagångssätt för byggteknik. Dinis, F et. al. (2020) föreslår att kommunikationen i byggprojekt, särskilt mellan yrkesverksamma som saknar specifika kunskaper inom BIM, måste förbättras. Detta går att uppnå genom att koppla samman laserskanning och VR med BIM-modeller. Ett arbetssätt som möjliggör detta skulle effektivisera hela processen från datainsamling på plats, genom databehandling och analys, och tillslut samla all information i ett gemensamt moln som alla har tillgång till (Dinis, F. et. al. 2020). Författarna beskriver ett genomgående problem inom digitalisering av byggbranschen, den visar på ett behov av en kvalitativ datainsamling för utredning av de sociala aspekter som påverkar beslut och inställning.

Cheng, H. et. al. (2020) visar vilket värde 3D-skanning och fotogrammetri har i syfte att återskapa en historisk byggnad, både invändigt och utvändigt, i form av detaljrikedom. Denna teknik skapar också möjligheter för framtida projekteringar där eventuell renovering kan behöva ske, men skall också vara en hjälp vid underhåll och förvaltning. Fördelen är att ritningar och nya förändringar med enkelhet kan sparas ner som lager i BIM, vilket också är reversibelt vilket innebär att tidigare delar av en byggnad kan hämtas tillbaka om de en gång blivit modellerade i BIM (Cheng, H. et. al. 2015).

Både litteratur och egna erfarenheter, samlade under studietiden, har visat en brist i underlag för äldre fastigheter, därav väcktes intresset för att utreda detta vidare. Intresset ledde till en dialog med Higab, då deras fastighetsbestånd är passande för frågan samt att de är i utvecklandet av en digitaliseringsstrategi. Dialogen ledde till att fyra frågeställningar skapades för att möta både företagets behov och för att bibehålla skribenternas intresse.

1.1.1 Kort information om Higab och fastighetsbeståndet

Higab är ett kommunalt fastighetsbolag i Göteborg som förvaltar fastigheter med ett, för staden utnämnt kulturvärde. Fastigheterna är ofta av äldre karaktär med mycket detaljer och historia från när staden blev till, men även arenor och saluhallarna. Higab står för Hantverkare i Göteborg AB och bildades 1996 efter beslut i kommunfullmäktige. Bolagets uppgift var att *”förvärva fastigheter eller uppföra byggnader, där hantverkare och industriidkare kan beredas för sina rörelser lämpliga lokaler”* (Higab, 2015). Det första större projektet var att uppföra Hantverkshuset

Stampen vid Svingeln som var tänkt att erbjuda ersättningslokaler till de företag som blev berörda i samband att köpcentrumet Nordstan uppfördes. Higab har under åren, genom förvärv av andra kommunala bolag, ökat portföljen med fler fastigheter och själva uppfört nya, beståndet är därför väldigt diversifierat. (Falk, B. 2016).

1.2 Syfte

Syftet med undersökningen är att utreda när det är lönsamt att genomföra laserskanning eller skapa en fullvärdig digital tvilling av befintliga byggnader. Syftet är även att ta reda på vilka parametrar som styr lönsamheten och hur kan man dra nytta av att digitalisera befintliga byggnader ur ett längre perspektiv. Studien syftar även att skapa ett beslutsunderlag för fler fastighetsföretag.

1.3 Frågeställningar

Digitalisering av befintliga byggnader är ett relativt outforskat område, därav kommer studien att fokusera på fyra forskningsfrågor som kommer ligga till grund för insamlingen av data. Följande fyra forskningsfrågor kommer att beröras:

Vad innebär en Digital Tvilling?

Vilka för och nackdelar finns det med en Digital Tvilling?

Vilka parametrar är relevanta utifrån lönsamheten?

Vilka byggnader är aktuella att laserskanna eller skapa en Digital Tvilling av?

1.4 Avgränsningar

Undersökningen ämnar framför allt att undersöka byggnader inom Higabs befintliga fastighetsbestånd, som inte är bostäder. Utgångsobjekt för rapporten är en byggnad i fastighetsbeståndet som redan genomgått en laserskanning eller digitaliserats genom en fullvärdig digital tvilling. Geografisk avgränsning avgörs genom fallföretagets befintliga fastighetsbestånd och inom Sverige. Undersökningen är begränsad till att endast undersöka den ekonomiska, sociala, miljö och tekniska lönsamheten av laserskanning och Digital Tvilling av befintliga byggnader.

2 TEORETISK BAKGRUND

I detta avsnitt presenteras den tekniska bakgrunden för en Digital Tvilling, BIM och laserskanning, i syfte att förstå funktion, användningsområde samt hur dessa förhåller sig till varandra. Förändringsarbete inom organisationer, som en del av implementering av digitala verktyg, presenteras genom litteratur och vetenskapliga teorier.

2.1 Digital Tvilling

Användningen av en digital kopia av en fysisk produkt för att utföra operationer i realtid kallas ofta Digital Tvilling (DT). Begreppet togs fram av NASA för optimering av säkerhet och tillförlitlighet. DT nyttjas främst inom produktutveckling, där det föreligger snabba förändringar i produktionen, vid förändrat produktutbud eller produktdesign. Samhällets ökade fokus på hållbarhet och minskade avfall, har också varit en drivande faktor för att optimera både design och tillverkning. (Söderberg et.al 2017).

Aktuella metoder för att fånga den byggda miljön med hjälp av fjärranalys och fotogrammetri-baserade metoder möjliggör skapandet av 3D-punktmoln som kan användas som grunddata för en DT, tillsammans med befintlig dokumentation från BIM och ritningar. 3D-punktmoln i sig innehåller ingen specifik information om de byggkomponenter som de representerar fysiskt, men med hjälp av maskininlärningsmetoder kan de förbättras med semantik som skulle möjliggöra rekonstruktion av befintlig BIM- och grundläggande DT-data (Stojanovic et al. 2018).

Den digital tvillingen har ett syfte att försöka förutspå underhåll, optimera drift och levnadslängd för ett objekt eller en instans. Laserskannade objekt som är visualiserade i en DT har en precision och noggrannhet som gör att den kan användas till att återspegla verkligheten. Inom fordonsindustrin har denna funktion möjliggjort testkörningar av en tillverkningslina för att fastställa vilka yttre geometriska data som kan användas för nya fordonsmodeller med samma tillverkningslina. Inom fastighetsbranschen skulle denna funktion exempelvis kunna användas för att förutspå möjligheter att transportera objekt inuti en fastighet. Då alla geometriska data är kända för ett objekt och då fastigheten är laserskannad så skulle det genom den digitala tvillingen kunna gå att förutspå om ett visst byggnadselement eller byggprodukt, exempelvis ett fläktaggregat, går att montera i fastigheten utan ingrepp, eller om större ingrepp behöver göras. (Personlig Kommunikation, Rikard Söderberg).

2.1.1 Sensorer och Mätare

För att kunna veta vad som händer i en byggnad behövs komponenter som kan mäta data. I detta ändamål utrustas fastigheten med sensorer och mätare. Med hjälp av dessa går det att observera rörelser, ljudnivåer, luftflöde och upptäcka eventuella fel som exempelvis gasläckage i ett specifikt utrymme. Vidare behöver en byggnad kunna ändra sitt tillstånd med grund i den data som samlas in av sensorer och mätare. För detta ändamål kopplas sensorernas och mätarnas data till speciella programvaror som sedan kan styra de olika tekniska systemen exempelvis belysning, uppvärmning, luftkonditionering. För att dessa ska funka effektivt ihop behövs det något typ av nätverk som kopplar samman kommunikationen mellan de båda (Batov, 2015).

2.1.2 Internet of Things (IoT)

Den senaste tiden har användandet av IoT ökat kraftigt inom alla branscher och kommer att öka mer och mer i fastighetsbranschen. Denna ökade användning kommer möjliggöra att sensorer och mätare kan kopplas vidare till ett och samma system (Khajavi et al., 2019). Madakam et al., (2015) definierar IoT som "ett öppet och omfattande nätverk av intelligenta objekt, som har kapacitet att automatiskt organisera, dela information, data och resurser, reagerar och agerar inför situationer och förändringar i miljön". Vid diskussioner om modern utveckling inom internetteknik och WSN, har IoT förklarats som ett allmänt förekommande globalt datanätverk där de insamlade uppgifterna, från billigare och lättillgängliga sensorer och ställdon, kan användas för dataanalyserad styrning av resurser eller fysiska miljöer. I och med prestandaförbättringar av datorer och förmågan att kommunicera över internet för objekten inom IoT, ges användarna en möjlighet att genom trådlös eller trådbunden kommunikation, få ut information som kan användas för att styra objekten manuellt eller genom AI få hjälp att styra objekten. (Khajavi et al., 2019).

2.2 Building Information Modeling

Building Information Modeling, eller BIM, anses av många, både forskare och professionella, erbjuda en lösning på många av de problem som för upplevs inom byggbranschen och inte minst fastighetsbranschen. (Hardin, 2011, Eastman et al., 2008). Detta avsnitt börjar med att förklara begreppet och definitionen av BIM, avsnitt 2.2.1. Vidare redogörs för användningsområden, hur det fungerar i praktiken och dess potential och utmaningar. Att förstå BIM är en förutsättning för att förstå digitala tvillingar och därav läggs stor vikt vid att förklara utförligt vad det faktiskt innebär och vilka fördelar det för med sig in i fastighetsbranschen.

2.2.1 Definition av BIM

Inom arkitektur, teknik och konstruktion (AEC) används BIM alltmer under hela anläggningens livscykel för olika syften, såsom planering av renoveringar, planering av befintlig yta och hantering av byggnadsunderhåll (Xiong, et al., 2013). 3D-modelleringen framkom på 70-talet från en tidig datorstödd design (CAD) inom flera branscher (Volk et al., 2014). Medan många branscher utvecklade mer sofistikerade tekniker begränsades byggsektorn under lång tid till den traditionella 2D-designen (Smith och Tardif, 2012). Det som kännetecknar BIM och skiljer det från enbart en 3D-modell är den objektbaserade strukturen (Smith och Tardif, 2012). En BIM-modell består av "intelligenta objekt", med egenskaperna hos deras verkliga motsvarigheter till faktiska byggnadskomponenter, som dörrar, fönster och väggar. Detta innebär att till exempel ett fönster "vet" att den bara kan existera i en vägg, och en vägg "förstår" att dess väsentliga attribut är tjocklek. Objekt kan ha geometriska eller icke-geometriska attribut med funktionell, semantisk eller topologisk information. Förutom byggnadselementens egenskaper kan en BIM-modell innehålla information om rumsliga relationer, kvantiteter, kostnadsberäkningar, materialinventarier och projektschema (Azhar, 2011). I BIM: s tidiga historia var det främst till nytta för arkitekter och ingenjörer i designfasen och inom samgranskningsområden som kollisionsskontroller, visualisering och mängdning (Volk et al., 2014). Utvecklingen har lett till ett ökat antal användningsområden inklusive

energianalys, schemaläggning, spårning, arbetsplatssäkerhet etc. Nya trender indikerar en förändring och ökat fokus på senare stadier av byggnadens livscykel inklusive underhåll, renovering, dekonstruktion. Ett möjligt användningsområde för BIM är att simulera byggprocessen i en virtuell miljö och demonstrera hela byggnadens livscykel för att underlätta i design-, bygg- och fastighetsfasen (Bosch-Sijtsema et al., 2021)

2.2.2 Användningsområden inom AEC

BIM går att använda genom hela livscykeln för en byggnad. Det betyder också att BIM används inom flera olika områden. Inom projekteringsfasen skapas det ett underlag genom att arbeta fram en modell av 3D-objekt. Modellen innehåller flertal parametrar såsom höjd, area, volym, längd, material och dess egenskaper, m.m. Vidare går det att få fram beskrivningar och materiallistor. Till skillnad från 2D-CAD-verktyg är det enkelt att revidera i modellen och samtidigt få en ändring genom allt underlag. BIM underlättar arbetet under byggproduktionsskedet genom att tillgodose lättförståelig information och visualisering av projektet. Framför allt underlättar BIM beslutsprocesserna som pågår under en byggprocess (Jongeling, 2008)

2.2.3 Användningsområden och fördelar inom förvaltning

BIM har framför allt fått genomslag gällande design- och konstruktionsfasen medan anpassningen till förvaltningsprocessen hamnat efter. Trots de betydande kostnader som underhållsfasen innebär har ett tydligt fokus legat på konstruktionens projektkostnader (Teicholz, 2012, Becerik-Gerber et al., 2011). Enligt Eastman et al. (2008) erbjuder BIM fastighetsägare och förvaltare möjligheten att effektivisera införande av byggnaders information, vilket leder till en mer effektiv och pålitlig leveransprocess, som minskar tiden och kostnad under hela livscykeln. Det finns många användningsområden för BIM inom förvaltningsbranschen. Följande sammanfattning är baserad på Becerik-Gerber et al. (2011) fallstudie som redogör för nuvarande och potentiella tillämpningsområden för BIM inom förvaltning;

Att hitta byggnadskomponenter som utrustning och material är en upprepande och tids- och arbetskrävande uppgift för förvaltare. Oftast förlitar sig chefer på pappersbaserade ritningar eller på deras intuition för att få ett intryck av situationen. Ett problem med denna praxis är till exempel i nödsituationer eller när ny personal som är okänd på platsen behöver hitta information. Förvaltare kan använda BIM-funktioner som visa, söka, filtrera och markera för att navigera in i virtuell modell och vägleda sig själva för att rikta in sig på komponenter och visa relevant data. Att ta bort gissningarna kan minska underhållskostnaden avsevärt. (Becerik-Gerber et al. 2011)

En annan aspekt är att *underlätta tillgång till data i realtid*. Förvaltarens dagliga praxis innebär vanligtvis mycket hantering av byggnadsinformation. Det krävs oftast orientering i flera olika databaser för att hitta nödvändiga data. BIM kan tillhandahålla en enhetlig datainkomstpunkt där data tillsammans med den kunskap som erhållits under underhåll och drift av byggnaden, kan utgöra en databas för kunskapshantering. I verkligheten skulle det betyda att förvaltningstekniker kunde välja ett målobjekt och från det hämta de data som behövs. Den effektiva tillgången till information skulle

inte bara minska tiden och arbetet som behövs för att hämta det, men också undvika ogrundade beslut i avsaknad av information. (Becerik-Gerber et al. 2011)

En tredimensionell BIM-modell med förmågan att integrera materialstruktur, ljuskällor, landskapsarkitektur etc. innebär en helt unik representation av utrymme till anläggningschefer, till exempel under design, renoveringar och ombyggnader. BIM: s möjligheter är inte minst uppenbart ur ett *marknadsföringsperspektiv*, där visualisering av inre utrymmen och möbler kan ha ett stort inflytande på uthyrningsprocessen. (Becerik-Gerber et al. 2011)

Vanligtvis när ett projekt överlämnas till klienten påbörjas en manuell, lång och felbenägen process för överföring av information till förvaltarens valda system. Det är av kritisk betydelse att de överförda uppgifterna är strukturerade med en ordentlig terminologi så att det effektivt kan användas och hanteras av företaget i fråga. Genom att använda BIM och involvering av kundens krav i tidiga projektfaser är det möjligt att fånga, *digitalisera och överföra nödvändiga data på ett mer effektivt sätt*. Den processen skulle kunna vara automatiserad om informationen från olika discipliner var lagrade i BIM-modellen på ett korrekt och konsekvent sätt. (Becerik-Gerber et al. 2011)

En BIM-modell kan erbjuda möjligheten att visualisera och fungera som ett verktyg för att *effektivt kunna utnyttja utrymmen* i rum och lokaler. En sådan funktion underlättar arbetet med att identifiera outnyttjade ytor, förutsäga behovet av ytor, förenkla analys av fastighetens ytor och förenkla inflyttning. En byggnad är ständigt i en förändringsprocess, vilket leder till att det kan bli nödvändigt att renovera, bygga om eller till och med riva. En BIM-modell kan hjälpa till med planering, analys och simulering av dessa aktiviteter. Modelleringar med hög detaljeringsgrad kan användas för att presentera egenskaper för exteriör och interiör, mängduppskattning av nödvändiga byggmaterial, identifiering av utrustning etc. Historik från byggnaden, såsom material och kostnad för design och konstruktion kan användas vid planering av det kommande arbetet. (Becerik-Gerber et al. 2011)

I en nödsituation är det av avgörande betydelse att nödvändig information är lättillgängligt. En BIM-modell och ett grafiskt gränssnitt kan identifiera eventuella svårigheter och dolda förhållanden vid *nödsituationer och evakuering*. Modellen kan också vara till hjälp för att identifiera vattenposter, elektriska paneler, farliga material och planritningar i byggnaden för att underlätta för exempelvis brandmännen i deras arbete. En BIM-modell kan också fungera som ett verktyg där nödsituationer simuleras och utvärderas i utvecklingen av svarsplaner. (Becerik-Gerber et al. 2011)

Traditionellt används energihanteringssystem för styrning och övervakning av byggnadens konsumtion. Dessa är vanligtvis separata system som resulterar i brist på sammankoppling från byggnadens andra funktioner. Vid sammankoppling av dessa skulle det gå att simulera energiåtgång för att sedan kunna göra åtgärder för att *minska energiförbrukningen* i hela byggnaden. BIM kan styra energiförbrukning genom att till exempel stänga av lamporna på distans i tomma rum. Dokumentation av data kan sedan användas för att förutsäga konsumtionsbeteende, energirelaterad budgetering och stöd för bevarande aktiviteter. (Becerik-Gerber et al. 2011)

När ny personal introduceras till ett företag, när nya byggnader har förvärvats eller när befintliga byggnader ändras, uppstår situationer där ny information måste föras vidare till rätt personer. Utbildning hanteras genom presentationer, platsbesök, demonstration för hand och självstudier. Dessa metoder är tidskrävande och bygger på ett stort förtroende för den som lär ut. Med BIM kan praktikanter/nyanställda gå in i en visuell modell av byggnaden och själv undersöka byggnadens utrymmen, utrustning etc. Detta skulle kunna ersätta undervisningen. BIM modellen skulle inte bara kunna hjälpa praktikanterna/nyanställda att förstå framtida uppdrag, men också användas vid bedömningen av deras färdigheter. (Becerik-Gerber et al. 2011)

2.2.4 Utmaningar

Utmaningarna för BIM-implementering är ofta uppdelade i två kategorier, process- eller tekniska utmaningar och organisatoriska utmaningar (Becerik-Gerber et al., 2011, Eastman et al., 2008). Becerik-Gerber et al. (2011) har sammanställt en lista över hinder för BIM-implementering inom fastighet- och förvaltningsbranschen enligt följande:

Process- eller tekniska utmaningar

- Oklar rollfördelning. Vem står ansvarig för att ladda in data i modellen eller databaser och vem ansvarar för att underhålla modellen;
- Brist på effektivt samarbete mellan projektintressenter för modellering och
- modellens användare; samt
- Svårigheter med mjukvaruleverantörens engagemang, konkurrens och brist på gemensamma intressen.

Organisatoriska hinder

- Kulturella hinder för att införa ny teknik
- Behov av investeringar i infrastruktur, utbildning och nya programverktyg. Där organisationen i sig blir hindret.
- Odefinierade avgiftsstrukturer för ytterligare omfattning.
- Brist på verkliga fall och bevis på positiv avkastning på investeringen.

Eastman et al. (2012) konstaterar att det finns stora vinster att hämta om BIM implementeras på ett korrekt sätt, men i de fall det är dåligt genomfört kommer det bara att göra att det tar extra tid och resurser och orsaka frustration och förvirring för de involverade. Eastman et al. (2012) fortsätter att säga att BIM är en komplex process och att de människor som är involverade i BIM-processen behöver allmän kunskap om vad BIM är.

2.3 Laserskanning

Genom laserskanning kan ett föremåls yttre geometriska data fås i exakthet och sedan överföras till digitala plattformar. Verktöget används inom flera olika branscher. I följande avsnitt presenteras verktygets funktion samt användning av det för fastighetsbranschen.

2.3.1 Användningsområden

Laserskanning används för att samla in data genom att skanna en plats eller ett objekt. Den data som erhålls används sedan för analys. Vad som ska analyseras i erhållna data skiljs åt beroende på vad beställaren efterfrågar. Metoden skapar en 3D-modell av verkligheten och är således användbar inom många olika områden. När det kommer till bygg- och fastighetsbranschen används tekniken för att kontrollera nybyggnation mot ritningar, för att modellera befintliga byggnader där underlag saknas, vid renovering, volymberäkningar etc. (Reshetyuk, 2017). När det kommer till förvaltning och underhåll är laserskanning en effektiv metod för att kunna få en exakt bild över fastigheten och på sådant sätt upptäcka avvikelser och även förenkla arbetsprocessen vid underhåll (Trimble, 2013)

2.3.2 Tekniken bakom laserskanning

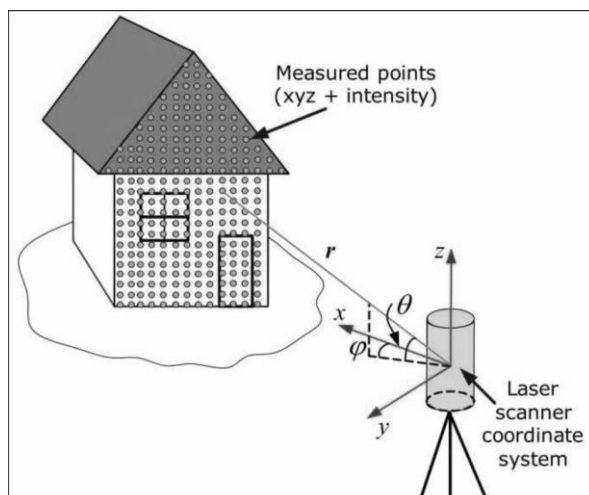
Till skillnad från de första laserskanningsinstrument som lanserades, som var tunga och klumpiga, är dagens instrument mer kompakta och lätta. Det finns idag instrument som har funktionen att klara av trådlös styrning eller styrning via mobiltelefon/surfplatta. Den enkelt beskrivna teorin för hur en laserskanner fungerar är att en laserstråle skickas ut från ett instrument mot ett objekt för att sedan kunna mäta avståndet med hjälp av löptiden. De skannrar som använder pulsmätare som metod fungerar i princip på samma sätt, men skickar i stället ut laserljuset med diskreta pulser. Laserstrålen förflyttas sedan automatiskt horisontellt och vertikalt för att fånga upp 3D-koordinater som sedan resulterar i ett så kallat punktmoln. Denna teknik är väldigt effektiv och en mätare kan fånga upp hundra tusentals punkter på bara en sekund se figur 1. (Reshetyuk, 2017).

2.3.2.1 Light detection and ranging – LiDAR

LiDAR (Light Detection and Ranging) är en metod för avståndsmätning genom laserljus. Lidarsystem fungerar genom att skicka ut pulser av ljus mot ett mål och sedan mäta hur lång tid det tar för dessa ljuspulser att reflekteras tillbaka till sensorn. Systemet liknar tekniken som återfinns hos både ekolod och radarsystem, men använder sig utav ljuskällan istället för ljud- eller radiovågor. (Thomas, V. 2019).

2.3.2.2 Terrestrial Laserskanning (TLS)

Det praktiska användningsområdet av en TLS kan liknas användandet av avståndsmätningar med en totalstation med inbyggd teodolit (vinkelmätare) TLS:en kan, likt teodoliten, rotera kring både den horisontella och vertikala axeln, vilket möjliggör datainsamling i ett 360 graders spektrum runt båda axlarna (Harrie, 2008). Enheten placeras på ett stativ på mark- eller golvnivå för att inhämta data genom att mäta eko från utsänd elektromagnetiska energi, en laserstråle, vilken principen kallas för löptidsmätande. Genom små förändringar/förflyttning av laserns position i horisontal och vertikalled, kan mätningar göras på fler punkter, men från en och samma position, detta kallas skanning. TLS:en registrerar, förutom tiden, även horisontella riktningar och vertikala vinklar, för att möjliggöra beräkningar av 3D-koordinater, sammanställda utgör dessa tillsammans ett punktmoln. (Reshetyuk, 2017).



Figur 1, Principen för TLS-mätningar (Reshetyuk, Y. 2009)

2.3.3 I praktiken

Laserskanning sker främst genom en skanningsvagn, som skjuts framför en operatör, alternativt en buren variant som bärs på ryggen. Båda typerna kan vara utrustade med kameror som tar panoramabilder runt sin egen axel, det vill säga att den tar bilder i 360 grader. Dessa bilder kan kopplas till punktmolnen och på så sätt platsbestämma var i rummet dessa bilder skall sitta och få en noggrannhet in på millimetern. Innan laserskanning inuti fastigheten kan påbörjas behöver fastighetens geoposition fastställas, detta görs med hjälp av totalstationer. Totalstationer placeras ut utanför byggnaden som fyra hörnstenar, dessa bildar därefter ett osynligt kryss mellan totalstationerna, en referenspunkt. Oftast tar man ut fler referenspunkter än en, för att öka noggrannheten, dessa markeras sedan fysiskt i byggnaden med hjälp av tejp eller annat material för markering. Referenspunkterna används sedan för att säkerställa laserskannerns positionering inuti byggnaden genom att man ställer in en laserstråle direkt på markeringen och hittar rätt geoposition innan skanningen påbörjas. Med hjälp av denna teknik så fås att alla laserpunkter hamnar på ett korrekt ställe i punktmolnet. (Personlig Kommunikation Zynka).

2.3.4 Skanning till BIM

Att konvertera skannade data, det vill säga punktmolnen, till BIM-modeller sker traditionellt genom tre steg; först samlas den skannade data in från en eller flera olika skanningsstationer. Därefter flätas data samman från det olika stationerna, i vad man kan kalla efterbehandling eller registrering av data. Sista steget är att skapa en CAD- eller BIM-modell där punktmoln används som referenspunkter i modellen. (Gleason, D, 2013).

2.3.5 Användning och leverans av data

Användningen av skannade data, som grund för att konstruera en komplett CAD- eller BIM-modell, medför i första hand snabbhet i konstruktion av modellen, men den medför också att viss detaljrikedom blir lidande. Genom att kombinera skannade data med fotogrammetri, bilder tagna genom flygplansskanning, kan detaljrikedomen för ett eller flera objekt ökas. I dessa fall bestäms vissa attribut av skanningen, som

exempelvis höjddata, medan andra delar som väggar, fönster och fasader modelleras av en fysisk person. (Harrie. L, 2008).

2.4 Organisation och Ledning

Följande avsnitt berör organisationsförändring och modeller kopplade till organisationer mer allmänt och redogör sedan för implementering gällande digitala verktyg. Detta är kopplat till de utmaningar som införandet av nya digitala verktyg medför i en organisation.

2.4.1 Organisationsförändring

En organisationsförändring kan delas upp i tre olika delar. Först behöver förändringens omfattning bestämmas och det handlar främst om små, medelstora eller radikala förändringar. Hur svårt, eller hur mycket tid och energi, som behöver läggas för varje förändring varierar och behöver inte ha en koppling till just hur stor eller liten den är, en stor förändring kan vara lättare att genomföra än en liten och vice versa. (Forslund, 2019).

Det andra är att kategorisera förändringens innehåll och få fram vad själva förändringen innebär. Dessa olika typer av förändringar kan och sker ofta parallellt då det inte medger att endast en förändring sker. (Forslund, 2019).

- Personella förändringar,
- Strukturella förändringar,
- Systemförändringar,
- Kulturförändringar,
- Mål- och Strategiförändringar.

Tredje indelningen handlar om att kategorisera vad det är som ger upphov till att förändringen behöver genomföras, källan till förändring (Tabell 1). Precis som med förändringens innehåll är det inte säkert att endast en källa är grunden till förändring, det finns ofta flera källor. (Forslund, 2019).

Intern källa	Extern källa
• Ledning	• Kunderna
• Medarbetare	• Konkurrenterna
• Den naturliga utvecklingslogiken	• Andra omvärldsfaktorer

Tabell 1, Källor till förändring, författarnas egen tabell

2.4.1.1 Förändringsmodeller

Förändring av organisationer kräver rationella och tydliga steg i form av förändringsmodeller för att bli lyckade. En bra grund för att åstadkomma en förändring är att följa Lewin Trestegsmodell eller Lippitt, Watson och Westleys Sjufasmodell, som presenteras nedan.

Lewins Trestegsmodell

Modell är en klassisk förändringsmodell som ligger till för många andra och består av tre faser: Upptining (Unfreeze), förflyttning (Change) och frysning (Refreeze). (Lewin, 1951).

- Upptining, handlar om att skapa motivation i organisationen och förbereda för en förändring, detta genom att ifrågasätta den nuvarande organisationen.
- Förflyttning, är där människor börjar lösa sin osäkerhet och leta efter nya sätt att göra saker. Människor börjar tro och agera på sätt som stöder den nya riktningen.
- Frysning, när förändringarna tar form och människor har anammat de nya sätten att arbeta är organisationen redo att frysa på nytt.

Lippitt, Watson och Westleys Sjufasmodell

Modellen är en vidareutveckling av Lewins modell som involverar en utomstående part i förändringen, exempelvis en konsult. (Lippitt et. al. 1958).

Fas 1: Utveckla ett förändringsbehov

Fas 2: Etablera en förändringsrelation med någon utomstående

Fas 3: Klargöra eller diagnostisera organisationens problem

Fas 4: Undersöka alternativa vägar och mål. Besluta om mål och handlingsintentioner

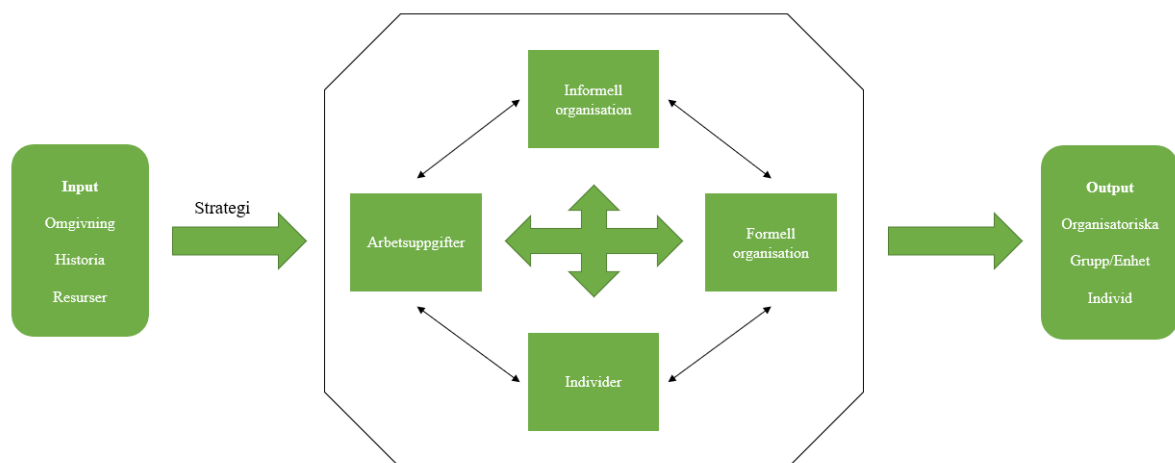
Fas 5: Omvandla intentionerna till handlingar

Fas 6: Generalisera och stabilisera förändringen

Fas 7: Avsluta förändringsarbetet

2.4.1.2 Analys och problemindefiniering

För att identifiera organisationens ställning och identifiera organisationens problem är det vanligt för företag att använda sig utav en SWOT-analys. Genom att kategorisera företagets styrkor, svagheter, möjligheter och hot, så fås en bild av vart man står idag och vilka problem som man har framför sig. SWOT-analysen har däremot ingen lösning eller något hjälpmedel för att ta hand om det material som kommer ut från den. Nadler och Tushmans kongruensmodell kan ses som en bättre modell för att hitta hur varje del i organisationen påverkar en annan men också hjälpa till med hur materialet som kommer ut skall sorteras. (Forslund, 2019).



Figur 2 Illustration av Nadler-Tushmans Kongruensmodell, Författarnas Illustration

Input i kongruensmodellen syftar till att hantera alla faktorer som är givna för organisationen vid starten utav problemindefinieringen eller analysen, denna är

uppdelad i fyra delar (Se figur 2). Första delen syftar till att hantera alla faktorer och intressenter som är utanför organisationen, men som ändå har en direkt påverkan på den, alltså dess *omgivning*. Exempel på dessa intressenter kan vara, kunder, lagar och regler, eller leverantörer. Omgivningen har även tre kritiska faktorer som påverkar organisationsanalysen. Omgivningen ställer krav på hur organisationen ska fungera och vad som förväntas, den kan begränsa i vilken omfattningen den kan verka i form av kapital eller regleringar från lagar och regler, och den kan ge möjligheter till nya vägar att utveckla organisationen. Vid analys av en organisation måste hänsyn tas till alla dessa tre kritiska faktorer för att fastställa om omgivningen enskilt eller tillsammans skapar krav, begränsningar eller möjligheter för organisationen. (Nadler et. al. 1980).

Andra delen syftar till att få med företagets *historia*, det handlar om tidigare beteenden, aktiviteter, kriser och lyckade genomförande som organisationen genomgått historiskt. Den handlar också om att få med effektiva arbetssätt som redan nu existerar i organisationen som kan vara av nytta att ta med in i nästa struktur. (Nadler et. al. 1980).

Tredje delen handlar om organisationens *resurser* i form av kapital, teknik, information och personal. Vid en analys av organisationens resurser är det viktigt att titta på två specifika delar; hur står sig organisationens resurser i kvalitet i förhållande till omgivningen och hur förhåller sig resurserna till förändringar och om de är flexibla. (Nadler et. al. 1980).

Sista delen, *strategin*, skiljer sig något från det tidigare delarna i inputen, då den på ett sätt är komponerad av de tre tillsammans och skall återspegla en form av genomförandeplan. Vid analys av organisationens strategi finns det tre kärnfaktorer som behöver tas med. Den första faktorn, vilket är företagets och organisationens kärnuppdrag, vilka marknader kommer man att verka inom och hur kommer konkurrensen påverka. Den andra faktorn avser hur organisationen ska uppnå sina nya mål genom att anställa eller förändra tjänster för att nå sitt kärnuppdrag. Den tredje handlar om hur strategin uppnår det nya mål som satts upp för den nya organisationen. (Nadler et. al. 1980).

Nyckelorganisationen består enligt Nadler och Tushman (1980) utav fyra grundkomponenter; arbetsuppgifter, individer, formell organisation och informell organisation. Arbetsuppgifter är det grundläggande arbetet som ska utföras av organisationen. Analysen av arbetsuppgifter skulle enligt Nadler och Tushman (1980) inkludera en beskrivning av det grundläggande arbetsflödet och funktionerna med uppmärksamhet på egenskaperna hos dessa arbetsflöden, exempelvis kunskaper, färdigheter eller begränsningar, som krävs/finns, för att utföra just den arbetsuppgiften.

Den andra komponenten i en organisation involverar individer som presterar organisatoriska uppgifter. Här beskriver Nadler och Tushman (1980) att frågan handlar om att identifiera egenskaper hos de anställda. De mest kritiska aspekterna inkluderar de anställdas individuella kunskaper, olika behov, förväntningar och uppfattningar på organisationen då dessa potentiellt kan påverka deras beteenden.

Tredje komponenten, den formella organisationen, är enligt Nadler och Tushman (1980) den del som inkluderar organisationens struktur, processer och metoder,

egentligen företagets värdeord, för att få de anställda att utföra uppgifter som överensstämmer med organisationens strategi. Flera mindre faktorer ingår i den formella organisationen, en av dessa är organisationsstruktur, hur är företaget uppbyggt och arbetar enheterna. Hur fungerar samordningen mellan olika enheter och hur utförs kvalitetssäkring och kontroll av arbetet. Nadler och Tushman (1980) förklarar även hur arbetets utformning, arbetsmiljön och hur utveckling av anställda är faktorer som ingår i den formella organisationen.

Den sista komponenten som beskrivs som den informella organisationen, handlar om det arbete som sker utanför det som är formellt fastställt av företaget. Dessa funktioner uppkommer oftast under tiden som organisationen är verksam och kan både vara ett komplement till att den formella organisationen faktiskt skall fungera då något missats vid fastställandet av den formella. Den kan också uppkomma som ett skydd mot den formella strukturen som finns i organisationen. Därför kan den både hjälpa och hindra organisationens prestationer. (Nadler et. al. 1980).

Nadler och Tushmans (1980) förklarar *Output*, som ett resultat av vad organisationen producerar, hur bra det fungerar och hur effektivt det är. Det är möjligt att fastställa vilka faktorer som är nyckelfaktorer i organisationen, men först måste organisationens resultat ses på flera olika nivåer. Utöver organisationens basproduktion, produkter/tjänster som organisationen tillhandahåller, behöver även övriga faktorer som bidrar till organisationens resultat ses över. Hur grupper eller enheter inom organisationen presterar eller funktionen hos enskilda organisationsmedlemmar är exempel på dessa. (Nadler et. al. 1980).

På organisationsnivå behöver hänsyn tas till tre faktorer gällande organisationens prestation; måluppfyllnad, utvärdera hur väl organisationen nått sitt mål eller sina milstolpar (som bestämts av strategin), resursanvändning; hur väl nyttjar organisationen tillgängliga resurser, anpassningsbarhet; hur lyckas organisationen anpassa sig till en önskad position i förhållande till omgivningen eller hur klarar organisationen förändringar som sker i omgivningen. (Nadler et. al. 1980)

2.4.2 Implementering

Tillväxten av digital teknik har radikalt omformat företagens verksamheter och affärsmodeller. Detta har i sin tur lett till stora förändringar i företagens aktiviteter, processer och kapacitet. Ett viktigt inslag i det digitala förändringsarbetet är att omformulera sina affärsmodeller så att de överensstämmer med sin affärsstrategi. Ny digital teknik kan sänka barriärerna mellan branscher, gynna förbindelser, utbyten och partnerskap mellan företag som verkar i olika sektorer (Correani et al., 2020)

Implementering av digitala verktyg kommer inte bara med fördelar utan även stora utmaningar. Correani et al. (2020) hänvisar i sin artikel till nyligen gjorda undersökningar som visar på att 66% till 84% av digitala förändringsarbeten misslyckas. En stor utmaning är att säkerställa enhetlighet mellan strategiformulering och strategiimplementering. En digital strategiformulering ska definiera en vägledande policy för skapande och tilldelning av värde genom att utnyttja digital teknik för att uppnå långsiktiga mål och inkludera faktorer relaterade till den externa miljön, den tekniska potentialen i det nuvarande konkurrensscenariot och utvecklingen av marknaden. Därför bör formuleringen av digital strategi identifiera de

delar av företagets affärsmodell som måste modifieras enligt den nya strategin, tillsammans med omfattningen av den digitala omvandlingen.

En digital strategiimplementering hänvisar till hur företag översätter den digitala strategin till en konkret plan med uppsättning av åtgärder. För att säkerställa enhetlighet mellan företagets handlingar och de mål som definieras i den digitala strategin behövs en noggrann implementering. Det antas ofta att när en strategi definierats, så kommer implementeringen följa. Företagspraxis visar att detta inte alltid är fallet och att befattningshavare inte kan dra nytta av digitala omstruktureringar om de inte effektivt kan genomföra den. Studier visar att en effektiv strategiimplementering är mer avgörande jämfört med strategiformulering för att lyckas. En bra strategi har inget värde om den inte utförs ordentligt. (Correani et al., 2020)

En digital omvandling kan kräva en väsentlig förändring av affärsmodellen för att få ut maximalt med fördelar och för att minska kostnadsbördan. Affärsmodellen är avgörande för att anpassa infrastrukturen för ett företags värdeproposition, marknadssegment, värdekedja och värdetilldelning. Att identifiera kärnaspekterna bakom en digital strategi och dess implementering gör det möjligt för företag att tillämpa det digitala synsättet på sin nuvarande verksamhet, fastställa nya sätt att skapa värde och därmed förnya sina strategier. (Correani et al., 2020)

Correani et al. (2020) har genom en flerfallsstudie på tre företag (CNH Industrial, Vodafone och ABB) konstruerat ett ramverk som företag kan använda för att effektivt implementera sina digitala strategier. Utgångspunkten är att definiera omfattningen av den digitala förändringen. Att tydligt definiera vad företaget vill uppnå är ett sätt att upprätthålla fokus på målet och säkerställa enhetlighet hos varje byggsten i strategin. Vidare är data en central del i strategin. Den viktigaste aspekten av dataanvändning är att den måste uppdateras ständigt. För att kunna analysera måste nya data samlas in kontinuerligt. När data samlats in ska den bearbetas för att kunna extrahera information som fyller på organisationens kunskapsbas i ämnet.

För att undvika ineffektivitet måste företaget ha omfattningen av den digitala förändringen klart för sig. Detta är en hörnsten för att definiera hur företaget tänker skapa värde för sina kunder. Omfattningen formas utifrån de strategiska målen och hjälper till att föra ihop strategi och implementering. Vidare berör Correani et al. (2020) hur revidering av aktiviteter och processer kan leda oss till slutsatsen om att nya yrkesroller behöver tillsättas. Detta berör på ena sidan nya chefsroller för utvecklingen men även att anställda kan behöva ha särskilda färdigheter för att fullt utnyttja den digitala tekniken. Detta innebär inte att man nödvändigtvis behöver ändra strukturen i företaget. Ett av tre berörda företag valde att tillsätta nya arbetsgrupper med fokus på digitalisering, ett företag lade i stället fokus på kompetenshöjande åtgärder till sin personal och ett företag behövde mer eller mindre inte ändra någonting.

Under förändringsarbete kan det bli nödvändigt att skapa nya partners för att få vägledning. Detta skulle kunna vara partners som stödjer organisationen med nya data, kunskap och kompetenser som är avgörande för implementeringen av den digitala strategin. Correani et al. (2020) skriver att tidigare studier belyst vikten av

partnerskap för att hjälpa till med översyn och genomförandet av företags nya digitala strategier.

Correani et al. (2020) förespråkar ”lära sig snabbt och misslyckas snabbt” när det kommer till tillvägagångssätt för design och experiment av data och maskininlärning. Detta tillvägagångssätt är en framgångsfaktor som gör det möjligt att utveckla bättre lösningar på befintliga problem, identifiera nya mönster i data och det leder till relevant kunskap. Därför bör en digital affärsmodell definiera funktionerna som behövs för att omvandla data till information och så småningom skapa kunskap som kan användas för att skapa värde.

Vid implementering av den digitala strategin kan det krävas att företaget reviderar de processer och procedurer som de använder för att skapa värde för kunden då förändringarna kan framstå som radikala. Correani et al. (2020) menar på att tidigare forskning, och deras egna empiriska bevis, tyder på att processer och tillvägagångssätten bör vara smidiga för att göra det möjligt för företaget att anpassa sig till snabba förändringar och ta vara på nya möjligheter.

“Many companies define great digital transformation strategies, but there is a huge difference between having a well-reasoned digital strategy on paper and successfully implementing it . . . Most digital transformation projects fail due to poor strategy execution.”

*-Adriano Gerardelli, Director of Digital Strategy & Innovation,
PricewaterhouseCoopers (PwC)*

3 METOD

Detta kapitel syftar att behandla val av metod, metoddiskussion och undersökningsdesign. I kapitlet beskrivs hur undersökningen har genomförts och innehåller även reflektion kring kvalitetssäkring.

3.1 Utgångspunkt

Digitalisering är ett brett område och med hjälp av den information som presenteras i *Kapitel 2: Teoretisk Bakgrund* ges läsaren information om de delar som anses vara relevant för att förstå i studien. Den ligger även till grund för intervjufrågorna som använts, det är därför av vikt att läsaren får en inblick innan resultatet från intervjuerna presenteras. Då digitaliseringen sker i en snabb takt har fokus varit på sekundärdata med publiceringsdatum det senaste åren, med undantag för BIM. Därav sker den huvudsakliga informationsinhämtningen främst genom vetenskapliga artiklar då dessa tenderar att publiceras med mer jämna mellanrum än exempelvis böcker. Samtidigt kan äldre data innehålla relevant information ur ett annat perspektiv vilket också har tagits i beaktning, speciellt för informationssökning gällande BIM. Den information som samlas in från sekundärdata är oftast högkvalitativ, med rätt insamlingsmetoder, och kan därför ge undersökningen nya perspektiv och analyser. Sekundärdata kan exempelvis vara vetenskapliga artiklar, böcker, statistik osv (Bryman & Bell, 2017). Laserskanning och DT är begrepp som varit känt i andra branscher länge men det är först nu det börjat diskuteras i fastighetsbranschen. (Bosch-Sijtsema et al., 2021). Undersökningar av digitala tvillingar i fastighetsbranschen är ett relativt outforskat område, det finns därför bristfälligt underlag vilket kompletteras genom intervjuer med sakkunniga inom området. Detta tillgodoser även behovet av information kring hur laserskanning och digitala tvillingar används idag.

Den teoretiska referensramen berör BIM, digitala tvillingar, laserskanning och organisationsförändring. Detta är för att ge en fördjupning i hur skapandet av DT går till i praktiken för en befintlig fastighet och för att redogöra för vilka metoder som används. Den studerade litteraturen berör även delar som handlar om implementering och då med fokus på implementering av tekniska system.

Relevanta artiklar hämtas med hjälp av de databaser som finns att tillgå via Chalmers Tekniska Högskola. För den teoretiska bakgrunden har informationssökning främst skett via databaserna *Scopus*, *Science Direct*, *Elsevier* och *Google Scholar*. Återkommande sökord: *Digital Documentation*, *Digitalization*, *Heritage*, *Building*, *BIM*, *digital twin*, *laser scanning construction*. Informationsinsamling sker främst på engelska.

3.2 Kvalitativ metod

Primärdata är information och/eller data som direkt inhämtas av forskaren självt. Genom primärdatainsamling ökar reliabiliteten och validiteten av informationen, då forskaren självt inhämtat, strukturerat och presenterat den. För primärdatainsamling i den kvalitativa delen av undersökning har intervjuer och fysiska observationer, genom besök i fastigheterna, genomförts. Intervjuer kategoriseras genom tre olika intervjumetoder, strukturerad, semistrukturerad och ostrukturerad, vilken

intervjumetod som passar forskningsfrågan avgörs genom vilken typ av forskningsmetod som genomförs, kvalitativ eller kvantitativ (Bryman & Bell, 2017).

3.2.1 Kvalitativ intervjustudie

I denna undersökning har semi-strukturerade och ostrukturerade intervjuer använts för att möjliggöra optionen av att kunna ställa följdfrågor eller fördjupningsfrågor till respondenterna. Då strukturerade intervjuer främst lämpar sig för kvantitativ datainsamling, där mängden intervjuer spelar stor roll, har denna intervjumetod inte varit aktuell. Syftet med intervjuerna har varit att identifiera parametrar som är relevanta att ta hänsyn till vid beslut om laserskanning och/eller skapandet av en DT i en befintlig fastighet. Då undersökningens utgångsläge är att alla parametrar är okända är det viktigt att intervjuerna får ett djup, vilket nås bäst genom intervjuer av kvalitativ natur, med intervjufrågor som ger upphov till mer utförliga svar. Detta innebär också att färre intervjuer kan genomföras (Bryman & Bell, 2017), begränsningen har däremot inte skett till antalet intervjuer utan begränsat sig till antalet intervjuer utifrån respektive yrkesgrupp.

De intervjuer som har genomförts på ett semi-strukturerat sätt har utgått från en innan bestämd intervjumall (Bilaga 1). De intervjuer som har genomförts ostrukturerat har skett mer i naturen av en diskussion. Syftet med intervjuerna är att få fram en generell uppfattning av begreppet digitalisering och att få fram parametrar från tre olika infallsvinklar: teknisk, ekonomisk och social. Under intervjutillfället har en person varit ansvarig för att leda intervjun och en person varit ansvarig för att anteckna. Alla intervjuer har spelats in med samtycke från intervjupersonerna. Efter intervjuerna följde en transkribering för att sammanställa varje intervju och som sedan använts som underlag för undersökningens resultatdel. Undersökningen lägger stor vikt vid intervjuerna därav har ett stort antal intervjuer genomförts.

3.2.2 Urval av respondenter

Respondenter för intervjuer har valts ut genom ett *stratifierat målstyrt urval* och *snöbollsurval* för att samla data och information (Bryman & Bell, 2017). Fördelen med att kombinera dessa två har varit att kunna dra nytta av de kontakter som erhållits genom respondenterna. Respondenter på fallstudie företaget Higab har delvis erhållits genom vår kontaktperson på Higab. För att öka trovärdigheten i intervjuerna har hela organisationskedjan hos fallföretaget intervjuats, leverantörer av digitala lösningar och andra fastighetsbolag som jobbat med laserskanning och/eller digitala tvillingar. Se Tabell 2, för en mer utförlig sammanställning av intervjuobjekten.

Intervju	Företag	Befattning	Typ av intervju	Datum
1	Stena Fastigheter	IT-Chef	Semi-strukturerad	2021-02-09
2	Stadsbyggnadskontoret	Geodatastrateg	Semi-strukturerad	2021-02-10
3	Vyer	Vd och Kundansvarig	Semi-strukturerad	2021-02-15
4	Higab	Kvalitets och Digitaliseringansvarig	Semi-strukturerad	2021-02-16
5	Higab	Driftchef*	Semi-strukturerad	2021-02-16
6	Higab	Marknadschef*	Semi-strukturerad	2021-02-16
7	Higab	Chef Underhåll och lokalanpassning*	Semi-strukturerad	2021-02-17
8	Higab	Teknisk Förvaltare	Semi-strukturerad	2021-02-18
9	Higab	Chef hållbarhet och digitalisering	Semi-strukturerad	2021-02-19
10	Örebroporten	Utvecklingsledare Digitalisering och BIM	Semi-strukturerad	2021-02-22
11	Higab	Projektledare	Semi-strukturerad	2021-02-22
12	Higab	Fastighetsingenjör	Semi-strukturerad	2021-02-23
13	Zynka Group	Plattformsutvecklare	Semi-strukturerad	2021-02-23
14	Higab	Drifttekniker	Semi-strukturerad	2021-02-24
15	Zynka Group	Affärsutvecklare	Semi-strukturerad	2021-02-24
16	Higab	Servicetekniker (1)	Semi-strukturerad	2021-02-25
17	Higab	Servicetekniker (2)	Semi-strukturerad	2021-02-25
18	Higab	Chef Investering och Tidiga Skeden*	Semi-strukturerad	2021-02-26
19	Higab	Servicetekniker (1) (Studiebesök)	Ostrukturerad	2021-03-25
20	Higab	Dokumentcontroller/Registrator	Ostrukturerad	2021-04-20
21	SWG	Sales	Ostrukturerad	2021-05-05
22	SWG	Account Manager	Ostrukturerad	2021-05-05

* = Ingår i Higabs ledningsgrupp

Tabell 2, Genomförda intervjuer, Författarnas egen tabell

3.2.3 Fysisk observation

Primärdata har även inhämtats genom en fysisk observation, i en av fallföretagets fastigheter, tillsammans med Servicetekniker. Ytterligare ett besök har genomförts i Higabs arkiv tillsammans Dokumentcontroller/Registrator. Båda besöken genomfördes för att få en inblick i hur verksamheten ser ut hos företagets yrkesgrupp och för att få en förståelse för arbetet rent fysiskt. Besöken har gett en bild över hur fastigheterna som fallföretaget förvaltar, vilken typ av hyresgäster fallföretaget har samt hur dokumenthantering och arkivering ser ut.

3.3 Kvantitativ metod

Kvantitativ metod har använts för att komplettera kvalitativa data då studien berör flertalet ekonomiska faktorer vilket behöver stöd av faktiska siffror. För den kvantitativa delen har endast sekundärdata samlats. Den data som har erhållits har främst skett genom dokument tillhandahållna av respondenterna samt en begränsad insamlad mängd data från fallföretagets lighthouse projekt. Data har främst fungerat som underlag för de modeller och ekvationer som konstruerats för respektive parameter i undersökningens analysdel.

3.4 Metoddiskussion

Då frågeställning är framtagen tillsammans med Higab är det viktigt att undersökningen genomförs med ett kritiskt förhållningssätt för att inte riskera att resultatet speglar företagets åsikter och värderingar.

Valet av semi-strukturerade intervjuer ger utrymme för mer egna åsikter i respondenternas svar för både gott och ont. För att kunna utreda vilka parametrar som respondenterna ansåg ligga till grund för beslut om laserskanning och/eller skapandet av DT har frågorna behövt vara relativt öppna. Det har även varit en förutsättning för att kunna lokalisera olika typer av lönsamhet då det på förhand inte var tydligt vart undersökningen skulle leda i det avseendet. Valet av insamlingsmetod har inneburit att de parametrar som redovisas är en direkt följd av svaren som getts i intervjuerna och det finns därför en risk att alla relevanta parametrar inte framkommit. Den teoretiska referensramen har bidragit med en ungefärlig bild av vilka parametrar som kan tänkas vara intressanta men de tekniska aspekterna har i vissa avseenden varit för avancerade för att bidra med egna slutsatser.

I undersökningens kvantitativa datainsamling finns det brister, då resurser för att samla in den mängd primärdata som önskades, inte har funnits. Den kvantitativa sekundärdata som erhållits genom respondenterna och kan därför vara något partisk. Därför har data endast legat till grund för utformning av ekvationer, i beräkningarna har i stället eget antagna värdet nyttjas från referensobjekt.

Komplexiteten som ligger till grund för laserskanning och DT har gjort att det mer eller mindre varit omöjligt att läsa in ämnet fullständigt och därav har vi fått utgå från att sakkunniga i ämnet besitter aktuell kunskap. Därför har stor vikt lagts på den kvalitativa data i form av intervjuer.

3.5 Kvalitetssäkring

Ett kvalitativt och ett kvantitativt förhållningssätt skiljer sig i begreppen gällande reliabilitet och validitet och blir således i en flermetodsforskning svåra att jämföra. Då inslag av kvantitativa data i undersökningen varit bristfällig har följande avsnitt utgått från de motsvarigheter som finns för reliabilitet och validitet gällande kvalitativa undersökningar. Den kvalitativa kvalitetssäkringen utgår från fyra begrepp: Tillförlitlighet (Validitet), överförbarhet (Validitet), pålitlighet (Reliabilitet) och konfirmering (Reliabilitet) (Bryman & Bell, 2017).

3.5.1 Tillförlitlighet

För att öka tillförlitligheten och därmed trovärdigheten av intervjuerna har respondentvalidering genomförts. Med respondenternas samtycke, spelades varje intervju in och transkriberades därefter. Respondenterna fick sedan möjlighet att korrigera resultatet av transkriberingen för att den skulle stämma överens med den verklighet som upplevts under intervjutillfället. All data som är publicerad i resultatet har skett med respondenternas samtycke.

3.5.2 Pålitlighet

Undersökningens pålitlighet säkerställs genom en tydlig struktur där det framgår vilken data som är insamlad genom vilka metoder. Då undersökningens analys bygger på parametrar hämtade från intervjuer med olika yrkesgrupper har presentationen av intervjuerna varit transparenta genom att presentera varje respondent utifrån både företag och yrke. Konstruktionen av intervjufrågor, fältanteckningar och arbetsprocessen har granskats av opponenter till undersökningen samt examinator Mattias Roupé.

3.5.3 Överförbarhet

Den externa validiteten, överförbarheten, rör den utsträckning som resultatet är överförbart på andra fastighetsbolag (Bryman & Bell, 2017). Målet med studien är att utreda när en DT och/eller laserskanning bör göras för befintliga fastigheter och vilka parametrar som styr lönsamheten. Ambitionen har varit att skapa en beräkningsmodell som kan agera beslutsunderlag för skapandet av en DT och/eller laserskanning av en befintlig byggnad. För att resultatet ska kunna appliceras på fler företag krävs ett generellt synsätt och komplettering med egna, faktiska, siffror för den kvantitativa delen.

3.5.4 Konfirmering

I undersökningen har stor vikt lagts vid att inte involvera personliga värderingar vid intervjuerna och målet för undersökningen har varit att skapa ett nyhetsvärde för fastighetsbranschen. Till följd av nyhetsvärdet vikt har det varit naturligt att vara så objektiv som möjligt och inte vinkla fakta eller fingera resultatet (Bryman & Bell 2017).

3.6 Undersökningsdesign

För att teorin, som skapas av den kvalitativa delens parametrar och leder till en substantiell teori, skall kunna testas behöver den kompletteras av viss kvantitativa data. Troligen går undersökning mot en multivariat analys, det är dock omöjligt att veta innan antalet parametrar är kända och hur dessa korrelerar mot varandra. Undersökningen utreder huruvida det är lönsamt att laserskanna och/eller skapa en DT av befintliga byggnader och vilka parametrar som behöver tas i beaktning. Detta betyder att studien inte har någon direkt hypotes att utgå ifrån. Detta går i linje med det Bryman & Bell (2017) beskriver som *induktiv teori*. Undersökningen kommer att utgå från tolkande observationer av beslutsfattandet för laserskanning och DT, för att sedan dra mer generaliserande slutsatser kring beslutsprocessen.

Undersökningen har inslag av både kvalitativa och kvantitativa metoder, därför är en flermetodsforskning applicerbar som strategi. En av fördelarna med flermetodsforskning är att först generera en teori för att sedan testa den (Bryman & Bell, 2017). Detta beskriver också den gång som undersökningen följer genom arbetet. Den kvalitativa forskningen reder ut vilka parametrar som är relevanta för beslutsfattande kring laserskanning, för att sedan kunna inhämta data gällande lönsamheten för dessa, därefter utformas en teori som sedan testas. Då undersökning i stort handlar om lönsamhet (ej att förknippa med enbart ekonomisk lönsamhet) kommer undersökningen i ett senare skede ta mer kvantitativ form.

Vid semi-strukturerade intervjuer ifrågasätts den teoretiska förståelsen genom diskussioner, detta för att en djupare förståelse för den praktiska processen ska kunna uppfyllas. Med grund i de semi-strukturerade intervjuerna analyseras data och genom denna metod genereras ett eller flera begrepp att nyttja som parametrar avseende lönsamhet. Genom kontinuerlig jämförelse vid varje enskilt intervjutillfälle ökar eller minskar hur betydelsefull respektive parameter är, och så även relevansen för dem i teorin, vilket visar sig genom begreppskort (Bryman & Bell, 2017).

4 RESULTAT

I detta kapitel presenteras studiens empiri. Kapitlet är uppdelat i fyra delar och presenterar, begreppstolkning, verktyg för tekniken, ekonomiska faktorer, social påverkan. Samtliga delar presenterar genomförda kvalitativa intervjuer och den ekonomiska delen kompletteras med vissa kvantitativa data. Delar av avsnittet *Verktyg för tekniken* grundar sig i studiebesök gjorda på fallföretaget för att få en mer korrekt bild av hur respondenternas arbete ser ut i praktiken. Intervjuerna är utformade för att ge svar på de fyra frågeställningarna som presenteras kapitel 1.3. Resultatet från intervjuerna baseras på respondenternas egen erfarenhet och tankar, för att enklare kunna navigera i resultatet kan Tabell 3 användas.

Avsnitt Befattning	Kap 4.1			Kap 4.2				Kap 4.3				Kap 4.4						Kap 4.5	
	4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.2.1	4.2.2	4.2.3	4.2.4	4.3.1	4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.4.1	4.4.2	4.4.3	4.4.4	4.4.5	4.4.6	4.5.1	4.5.2
IT-Chef	X					X			X					X	X				
Geodatastrateg									X								X		
Vd och Kundensvarig	X	X		X	X	X			X	X					X		X		
Kvalitets och Digitaliseringsansvarig	X	X	X		X				X	X			X				X		
Driftchef*	X					X		X	X			X							
Marknadschef*	X				X			X	X	X					X				
Chef Underhåll och lokalanpassning*			X				X	X	X			X	X	X	X				
Teknisk Förvaltare												X	X						
Chef hållbarhet och digitalisering	X		X					X	X	X					X		X		
Utvecklingsledare Digitalisering och BIM	X	X			X		X			X			X	X	X	X	X		
Projektleddare	X	X	X				X	X		X	X	X	X						
Fastighetsingenjör	X						X		X			X	X		X	X	X		
Plattformsutvecklare	X	X	X	X	X				X	X					X				
Drifttekniker		X										X			X	X	X		
Affärsutvecklare	X			X		X				X				X	X				
Servicetekniker (1)	X	X			X									X	X	X	X	X	
Servicetekniker (2)	X													X		X	X		
Chef Investering och Tidiga Skeden*	X						X		X	X			X			X	X		
Dokumentcontroller/Registrator																			X
Sales											X								
Account Manager											X								

Tabell 3, Förenkling för att navigera i resultatdelen efter befattning, kapitel och avsnitt.

4.1 Tolkning av begrepp

Detta kapitel presenterar respondenternas syn på vad som bör ligga till grund för beslut om digitalisering av en fastighet samt den generella synen på en digitaliserad fastighetsbransch, definition av digital tvilling och digitalisering.

4.1.1 Grunden för beslut och den generella synen för digitalisering av fastigheter

Vid frågan om vilka fastigheter som bör digitaliseras svarar *Servicetekniker (1)*, *Higab*, att det kan vara svårt att prioritera bort en fastighet för digitalisering, då alla fastigheter har ett lika värde för dem. Samtidigt ser man gärna att de fastigheter som man vistas mest i, hade varit bra att få digitaliserade först. Här poängterar också *Servicetekniker (2)*, *Higab*, att vissa frågor som man fått ute i fastigheten inte kunnat hittas på ritningarna, där önskar man också ha ett, uppdaterat, digitaliserat underlag. Här instämmer *Fastighetsingenjör*, *Higab*, genom ett exempel, om man kan se rördragningar etcetera i fastigheten, så får man en helt annan bild av den. Detta menar han kan resultera i stora tidsbesparingar, eftersom man slipper utreda saker och kan svara på frågor direkt. *IT-chef*, *Stena Fastigheter*, förklarar att deras fokus på digitalisering främst handlat om kontorsfastigheter, vilket alla intervjupersoner varit enade om som den delen man bör börja med, där man kopplat till verksamheten.

Utvecklingsledare Digitalisering och BIM, Örebroporten, förklarar i sin intervju, att en faktor för digitalisering har varit utveckling av fastigheten och man har utgått från det endast finns pappersritningar eller PDF:er. Man har genomfört en analys av hur utvecklingen av fastigheterna sett ut de senaste 10 åren. Därefter har man tagit beslut om den fastigheten är värd att ta vidare till en digitalisering och skapa en DT.

Kvalitets och digitaliseringsansvarig, Higab och Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab, förklarar att man bör titta på de fastigheter som är nybyggnation och de fastigheter som är under en större ombyggnation. *Chef investeringsprojekt och tidiga skeden* nämner också att man behöver lägga upp en långsiktig plan för hur man ska göra längre fram, även han är positiv till att de kulturhistoriska fastigheterna bör digitaliseras i den mån man vill tillgängliggöra dem för allmänheten. Här instämmer *Kvalitets och digitaliseringsansvarig*. Även *Projektledare, Higab*, förklarar att man bör titta på om byggnaden är tänkt att visas på ett publikt sätt, men hon säger också att man bör titta på de fastigheter som har undermåliga eller rent av obefintliga ritningar. Dessa finns det stor anledning att digitalisera. *Servicetekniker (2) Higab*, anser däremot att det inte är lika viktigt med kulturhus, eftersom det ändå inte är möjligt att göra vissa installationer här, det är stränga regler för vad som får göras och därför behövs inte den typen av dokumentation.

Marknadschef, Higab, förklarar att det kan vara viktigt att veta för vem digitaliseringen genomförs. Är det för företagets egen skull eller är det för kunden? Om det nu görs för hyresgästen, blir det bra? Med dessa interna frågor så tycker han att man bör titta på vart man gör störst kundnytta i digitaliseringen. En annan syn på det hela har *Driftchef, Higab*, där han förklarar att han gärna börjar i den änden som drar mest energi, eftersom det är det som ger honom mest nytta i arbetet. Även *Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab*, anser att det kan ha stor betydelse för förvaltningen att integrera smarta sensorer i fastigheter för en förvaltning och ett utvecklingssyfte.

I intervjuer med *Plattformsutvecklare, Zynka, Affärsutvecklare, Zynka*, samt *VD och kundansvarig, Vyer*, presenterades olika synsätt på hur förväntningarna var på kunderna. *VD och kundansvarig, Vyer*, förklarade hur fokuset inte bör ligga på fastigheter i sig utan snarare om det finns en lösning som är kostnadseffektiv och fungerar för hela beståndet. Han förklarar även hur det gäller att få fler användare snarare än att skapa håftiga funktioner, genom att få fler användare ökar efterfrågan på viktiga funktioner och det blir lättare att leverera en bättre och funktionell produkt till kunden. Förväntningarna på kunden är därmed att produkten används av slutanvändarna frekvent för att kunna skapa förutsättningar för utveckling.

Plattformsutvecklare, Zynka, och *Affärsutvecklare, Zynka*, hade en samsyn på att leverera en standardlösning till varje kund där ett grundarbete alltid genomförs för att ge kunden en plattform som är skalbar för framtiden. Han förklarar även hur den digitala tvillingen kan fungera som en sanningskälla för kunden.

För att en digitalisering och DT skall kunna bli lyckad behöver en grundläggande kravspecifikation ställas samtidigt som företaget måste definiera vad som är deras "klar". *Utvecklingsledare inom Digitalisering och BIM, Örebroporten*, förklarar hur det kan vara svårt att driva ett förändringsarbete, inom digitalisering, om milstolpar och roller, under projektets gång, inte är tydligt definierade. Han menar också på att man behöver stanna upp efter varje milstolpe och reflektera över om vad man bör

göra i nästa steg, är det fortfarande samma personal som arbetar i projektet, eller har förutsättningarna ändrats. Detta förklarar han som en åtgärd för att inte behöva fråga sig huruvida resultatet är relevant när det är slutfört, förändringsarbetet med digitalisering måste anpassas efter framgångarna. Att inte sätta några direkta normer, utan att pröva digitaliseringen, i form av ett Lighthouse-projekt, är något som *Chef för hållbarhet och digitalisering, Higab*, tror är extra viktigt.

”Få en utvärdering för att kunna botts i djupet innan man gör det i stor skala, för att upptäcka saker som man gjort som man inte borde göra och upptäcka saker som man inte gjorde men som borde göras.”

- *Chef för hållbarhet och digitalisering, Higab*

“Ni kommer nog komma fram till olika slutsatser om vilket sätt att jobba på som är det bästa för Higab, eller att det kanske kan välja A, B eller C beroende på vilket ändamål de är ute efter. Men sen kanske man får ta med i slutsatsen att andra typer av frågeställningar som de behöver tänka på om de ska kunna jobba vidare och verkligen tänka digitalisering som en effektivisering.”

- *Utvecklingsledare inom Digitalisering och BIM, Örebroporten*

4.1.2 Definition digital tvilling

Plattformsutvecklare, Zynka, förklarar hur den digitala tvillingen är ett informationsnav i botten, den kopplar olika datakällor, dessa datakällor kan sedan visualiseras och/eller integreras i tredjeparts program. Samtidigt förklarar han att den digitala tvillingen i fastighetsbranschen måste särskiljas från den som det pratas om i exempelvis fordonsindustrin. Skillnaden med en bil och dess komponenter och en fastighet är att bilen är mer eller mindre samma fast finns i multipla upplagor, medan fastigheten är en unik platsbetingad företeelse. Då den bygger på ett informationsnav blir den också skalbar för framtiden.

VD och kundansvarig, Vyer, beskriver hur det är att minimikrav att den digitala tvillingen är en vektoriserad modell, till skillnad från en som är uppbyggd utav foton. Han förklarar skillnaden mellan de två olika genom att ge exempel på Google Maps och Google Street View, där den senare är uppbyggd av foton och då ej heller digitaliserad. Han definierar detta som ett dataadministrationsproblem där det inte är hållbart att bygga digitala tvillingar genom att rita av bilder. Han poängterar också vikten av att den digitala tvillingen bör vara skalbara för hela beståndet, därför måste frågan ställas; *Vi ska digitalisera hela beståndet, hur ska vi göra då?*

Han beskriver även hur all information måste lagras i den digitala tvillingen så att den sparar arbetstid, det ska i sig innebära en enkelhet att förstå byggnaderna på avstånd och aldrig ha problem med att identifiera felanmälningar i byggnaden. För att den ska fungera inom fastighetsbranschen visar han på hur den måste byggas upp av företagets operativa delar, det är viktigt att den är rätt administrerad och att de som jobbar operativt med verktyget kan applicera och uppdatera den information som

behövs. Här liknar han det med hur information uppdateras i Google Maps av användarna.

Utvecklingsledare inom Digitalisering och BIM, Örebroporten förklarar hur den digitala tvillingen bör representera verkligheten på ett korrekt sätt, i realtid, samtidigt som den ska tillåta att visa historik för fastigheten. Han beskriver att historiken ska kunna förklara hur fastigheten mår och vilka problem den haft under sin livscykel, samtidigt ska den kunna förutspå framtiden, genom Machine Learning och AI. Även *Projektledare, Higab*, menar på att ett system som själv säger till när det behöver bli servat är en del av digitaliseringen. *Utvecklingsledare inom Digitalisering och BIM, Örebroporten* förklarar vidare hur den måste vara skalbar och mottaglig för uppdateringar i framtiden. Att data som finns i den digitala tvillingen bör kunna användas i framtiden för att kunna anpassa köp från tjänsteföretag i syfte att effektivisera dessa tjänster och då sänka kostnaderna.

Kvalitets och digitaliserings ansvarig, Higab, påpekar vikten av att tvillingen måste var en digital representation av det fysiska originalet och ständigt hållas uppdaterad. Samtidigt förklarar hon hur arbetet måste fortlöpa under förvaltningsprocessen, om information till den digitala tvillingen missas i något avseende så kommer inte informationen vara tillförlitlig. Här förklarar hon också hur den måste vara lätt att använda och administrera, för uppdatering och inhämtning av information, samtidigt måste den vara kompatibel med vilket annat datasystem som helst.

Övriga respondenter refererar till digitalisering som en uppkopplad fastighet. *Projektledare på Higab*, förklarar att det inte är en fråga om några PDF-filer utan snarare är ett system som man loggar in på. Samtidigt är hon tydlig med att troligtvis inte är samma syn i hela företaget. Denna förklaring återkommer i intervjun med *Drifttekniker på Higab*, där det förklaras som att man vill kunna hitta information om en fastighet samlat på ett ställe och kunna söka digitalt, ”Lite plattformsmässigt”. *Servicetekniker (1) på Higab*, förklarar hur den, utöver bara ska vara ett system, även bör integreras i lokalytan, för att underlätta för fastighetsförvaltarna rent affärsmässigt.

4.1.3 Definition digitalisering

Plattformsutvecklare, Zynka, förklarar hur digitalisering inte är att förknippa med digitalt arbetssätt, utan att det handlar om att effektivisera sin verksamhet och sina processer genom att arbeta i ett gemensamt informationsnav. För att klargöra sambandet presenterades ett exempel med digitala ritningar kontra analog; ett streck som dras på ett papper kräver samma logiska analys av streckets avstånd som om det skulle vara gjort digitalt, betydelsen av avståndet är densamma. På detta sätt menar han att digitalisering måste innebära att man ändrar sitt arbetssätt.

Kvalitets och digitaliserings ansvarig, Higab och *Chef för hållbarhet och digitalisering, Higab*, menar att digitalisering av fastigheten ska kunna administreras helt på distans, med allt vad gäller driftdata och felsökning av fastigheten. Man vill också att digitalisering ska kunna skapa ett enklare system för hur felanmälningar görs för fastigheten av hyresgästerna, det ska vara lättare att identifiera vilken produkt eller vilket objekt som är felanmält, för att snabbare kunna åtgärda.

En mer automatiserad syn på själva digitaliseringen har *Projektledare, Higab*, där hon beskriver enklare delar i fastigheten som en del av digitaliseringen. Här ger hon exempel på lås, postlådor och infotavlor som kan nyttjas i förvaltningen och av hyresgästerna. Dessa behöver däremot inte vara uppkopplade mot en DT, men det bör vara uppkopplade så att det går att administrera på distans och se de från annat håll om det skulle bli problem. Samtidigt förklarar *Chef underhåll och lokalanpassning, Higab*, hur en digitalisering av fastigheten ska vara samlad data och innehålla de handlingar och underlag som är kopplade till fastigheten. Han menar att Higabs projekt till stor del handlar om installationer och underlag och det är där fokus bör ligga.

4.2 Villkor för Digital Tvilling

För att kunna skapa en DT presenteras två olika lösningar vid intervjuer av leverantörerna. En lösning där skanning ligger till grund för att skapa ett bra underlag och en där modellering av fastigheten sker genom 2D-ritningar, CAD-ritningar, flygfoto och satellitbilder.

4.2.1 Tillverkning av Digital Tvilling

Affärsutvecklare, Zynka, menar på att det måste finnas en anledning till att en modellering skall ske, vilket oftast handlar om att man vill få fram ett projekteringsunderlag. I vanliga fall så används endast laserskanning för att det är den tekniken som visat sig vara mest skalbar och för att få en så korrekt modell som möjligt. Denna metod tar också foton för varje meter som skannas. Med den tekniken ges varje laserpunkt en RGB-skala i XYZ koordinater som kan leverera en mycket stor exakthet. Han förklarar också hur viktigt det är att inte fastna i att tänka BIM, det behöver inte finnas en BIM-modell för att kunna samla in data för den digitala tvillingen. *Plattformsutvecklare, Zynka*, förklarar hur man måste bygga den nya verksamheten kring den digitala tvillingen, som ett informationsnav, som sedan kan integreras och ”kläs på” med data allt eftersom. Sedan får man anpassa konsumtionen och visualiseringen av data efter kundens efterfrågan. Han förklarar att mycket av informationen som man vill integrera i den digitala tvillingen redan finns i befintliga system ute i fastigheten, här har man kommit en bit idag, men man behöver jobba vidare, oftast görs det som ett projekt med kunden. Vidare förklarar han att plattformen som de levererar kan hantera alla typer av geometriska data som är kopplade till bygg och fastighet, PDF-ritningar, BIM-modeller eller CAD-ritningar, men med olika noggrannheter, det behövs alltså inga modelleringar för att den ska fungera.

VD och Kundensvarig, Vyer, beskriver en annorlunda metod till att skapa en DT. Genom att använda sig utav både flygfoto och befintliga 2D-ritningar så kan man skapa en vektoriserad modell. Vidare förklarar han att genom att nyttja de ritningar som redan finns, kan arbetet automatiseras och möjliggöra att en större del av beståndet modelleras, här får man också med sig människorna kring beståndet i själva digitaliseringen. Han menar på att denna metod är lättare att redigera för ombyggnationer, eftersom den är helt modellerad i BIM från början, jämfört med en modell som är byggd på en laserskanning, som då måste göras om vid ombyggnationer för att vara korrekt uppdaterad. Han nämner däremot att det kan vara relevant att använda sig utav skanning och att han verkligen inte är emot tekniken, de

använder själva metoden på vissa fastigheter. Däremot så vill man se digitaliseringen som ett förändringsarbete, som visar på en effektiviserad arbetsvardag. Han förklarar att det kan vara av relevans att laserskanna vissa befintliga byggnader som har ett större krav på detaljrikedom, men då måste kunderna själva veta att det kommer vilja betala och ha nytta utav den data som skapas.

4.2.2 Gränssnitt för Digital Tvilling

Samtliga intervjupersoner från Higab är eniga om att en visualisering av den digitala tvillingen är ett måste för att kunna förstå och tillgodogöra informationen. *Servicetekniker (1), Higab*, trycker på att det är av relevans att allt som går att felanmäla finns med i den digitala tvillingen, samtidigt som man gärna ser att kunden kan se vad de själva ser, då underlättar kommunikationen mellan hyresgästen och fastighetsägaren. *Marknadschef, Higab*, förklarar hur en visualisering är viktig för att kunna använda den digitala tvillingen i marknadsföringssyfte för framtida hyresgäster. Här menar *Plattformsutvecklare, Zynka*, att en laserskanning skapar förutsättningarna för att skapa en skalbar visuell modell men det håller inte *VD och kundansvarig, Vyer*, med om, utan han menar att förenklade kartor är enklare för den stora massan att navigera än punktmolnet-gränssnitt eller fotorealistiska bilder som innehåller för mycket information för att möjliggöra en smidig användarupplevelse. Jämför Google Maps och Google Earth där Maps, den förenklade versionen, är mer populär än Google Earth.

Vidare presenterade intervjupersonerna sina förväntningar på hur data i den digitala tvillingen ska presenteras. *VD och Kundansvarig, Vyer*, menar att handhavandet måste vara mycket enkelt och konkret för att användandet av den digitala tvillingen ska vara enligt förväntningarna, är det svårare eller "lika svårt" som befintliga system kommer det att ratas. På samma sätt instämde *Utvecklingsledare Digitalisering och BIM, Örebroporten*, enkelheten att förstå programmen som digitaliseringen innebär är viktigt för hela företaget. Han menar att yrkesgrupper som inte har någon teknisk roll, exempelvis ledningsgrupper, behöver kunna förstå informationen för att på så sätt kunna presentera ett resultat från den digitala tvillingen för sin styrelse. Detta instämmer även *Kvalitets och digitaliserings ansvarig, Higab* i, man måste vilja göra det digitalt, inom hela organisationen, och då måste det vara enkelt. Samtidigt förklarar hon hur det är viktigt att informationen är tillgänglig för rätt personer, men den måste vara korrekt information och lättadministrerad.

4.2.3 Data för Digital Tvilling

Driftchef, Higab förklarar vikten av att ha öppna system för att kunna tillgodogöra sig data, finns det betalväggar så kommer den digitala tvillingen bli ett problem att sätta upp. Här instämmer *IT-Chef, Stena Fastigheter*, det är av yttersta vikt att man krävställer öppenhet vid inköp/upphandling av nya produkter som ska ge data till den digitala tvillingen. När det gäller driftinformation och sensordata så pratar man om Big Data, stora datamängder, som kan samlas in, denna information behöver också visualiseras för att bli värdefull menar *Driftchef, Higab* och *IT-Chef, Stena Fastigheter*.

Affärsutvecklare, Zynka har en annan synpunkt på den mängd data som ska samlas in. Han menar att med stora mängder data kan det snabbt bli problematiskt att strukturera

upp den och veta vad man ska göra med den. Han tror att det kan bli en fara för företag att ha för mycket data, då det blir en kostnad att hålla data och uppdatera den. Här menar också *VD och Kundansvarig, Vyer*, att det är viktigt att veta vilken data man behöver, vilket kan vara svårt i början av en digitalisering. Här förklarar han hur deras metod gör det möjligt för användaren, alltså brukaren av deras tjänst, att själva uppdatera modellen med den information som de anser vara av vikt för att allt ska fungera.

4.2.4 Nyttan av en Digital Tvilling

När det gäller nyttan av de tekniska verktygen så förklarar *Fastighetsingenjör, Higab*, hur det kan vara en stor fördel för drifttekniker, som i många fall troligtvis kan sköta styrsystemen för driften på distans. Genom en samlad bild av fastighetens tekniska system så blir det lättare att sköta driften effektivt.

Utvecklingsledare Digitalisering och BIM, Örebroporten, beskriver hur man även kan se nyttan för tredje part, genom att låta tjänsteföretag och privatpersoner få ta del av data. Det handlar om att låta tekniken som finns i den digitala tvillingen underlätta för det vardagliga livet i offentliga utrymmen och för tjänsteföretagen att effektivisera sina tjänster. Här ges ett exempel för privatpersoner, där tanken är att kunna få en notis vid ledig toalett på en arena, eller att det är mindre kö i en av kioskerna på arenan. Nyttan för tjänsteföretagen, förklarar han genom ytterligare ett exempel, att närvaroinformation för en toalett kan tala om för tjänsteföretaget om den har blivit använd, vilket kan effektivisera städschemat och sänka kostnaderna för fastighetsbolaget. Samtidigt poängterar han hur man kommer in på miljöpåverkan då man inte behöver överarbeta och nyttja mer resurser eller medel än nödvändigt, vilket också är en mycket stor nytta.

Projektledare, Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab, och *Chef underhåll och lokalanpassning, Higab*, är eniga om att nyttan går att applicera inom projekteringen. Här förklarar *Projektledare, Higab*, hur projekteringsunderlaget blir mer precist och att det troligtvis finns kostnadsbesparingar att göra inom denna del, om problemen upptäcks tidigt. Här instämmer *Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab*, och förklarar att saker som inte stämmer överens med verkligheten i genomförandefasen driver kostnader. *Projektledare, Higab*, upplever dock att de digitala verktygen kan bli lite av ett problem i dagsläget, då det inte finns en gemensam syn mellan arkitekter och leverantörer i hur en modell ska vara uppbyggd digitalt. Även *Chef för underhåll och lokalanpassning, Higab*, identifierar ett möjligt problem, eller risk, i att man kan förlora nyttan av de digitala verktygen om inte en klar linje följs i hur arbetet med underlaget ska ske. Han förklarar att det måste finnas en organisation som kan hantera dessa program och framför allt en kompetens, det är inte bara att börja arbeta med digitala tvillingar då finns en risk att dessa system bara blir liggandes.

4.3 Ekonomiska faktorer

Detta kapitel presenterar den digitala processens påverkan på ekonomin för fastigheterna, utmaningen med att få fram konkreta siffror för digitalisering och vikten av att ha nyckeltal vid beslut för att kunna påvisa en lönsamhet.

4.3.1 Digitala processens påverkan på ekonomin

Huruvida intervjupersonerna anser att den digitala processen bör påverka varje enskilt ekonomiskt beslut har gett undersökningen många olika perspektiv på samma fråga och en majoritet som tycker att det bör det. *Marknadschef, Higab*, menar på att den digitala processen bör påverka varje enskilt beslut. Detta grundar sig i den strategi Higab valt att följa. För närvarande är innovation en av de parametrar som påverkar hur bra eller dålig en affär är. Det finns dock flertalet parametrar och innovation är en av dom som viktas lägst. *Projektledare, Higab*, tycker det är en självklarhet ur ett långsiktigt perspektiv där det exempelvis diskuteras värdet av 2D-ritningar kontra 3D-ritningar. *Chef för underhåll och lokalanpassning, Higab*, anser att det ska finnas med som en parameter, men att det måste funderas över frågor som "Finns det utrymme?" och "Är det av dignitet?". "*Det bör finnas ett övergripande digitaliseringsperspektiv på Higab*". *Chef för underhåll och lokalanpassning, Higab*, menar på att det kan vara svårt för varje enskilt projekt att bära kostnaden för laserskanning och skapandet av en DT och att det får bli en egen budget. *Chef hållbarhet och digitalisering, Higab*, tycker också den digitala processen behöver vara med som en del, men pratar mer utifrån livscykelperspektivet som tekniken kan medföra. Som organisation behövs det räknas på lönsamheten utifrån både ett hållbarhetsperspektiv och ekonomiskt perspektiv. Det gäller att hitta nyttan. *Driftchef, Higab*, anser att det inte bör påverka varje enskilt beslut, utan att det i stället får vara en övergripande standard. Om ett beslut om DT ska tas i varje enskilt projekt kommer det bli svårt att jobba långsiktigt.

4.3.2 Utmaningen med konkreta siffror

I intervjuerna går det att se ett samband gällande nyttan och svårigheten i att ta fram siffror. I nästan alla fall är dessa kopplade till frågan om det i dagsläget finns några nyckeltal kopplade till beslutet om att skapa en DT. *Plattformsutvecklare, Zynka*, återkommer ofta till att det kan vara svårt att mäta.

"Vad kostar det egentligen att någon åker ut och tittar på vad vi har ute i fastigheten för att sedan kunna göra en korrekt beställning kontra att personen kan göra detta från kontoret?"
- *Plattformsutvecklare, Zynka*

Geodatastrateg, Stadsbyggnadskontoret, upplever samma problematik inom sitt område. Han menar på att det är svårt att göra en nyttorealiserings. "*Kommer vi få tillbaka dom pengar vi investerar, och när?*". Han säger att problemet ligger i att nyttorna uppstår på många skilda ställen och att det ofta kan vara saker som inte är mätbara ur ett lönsamhetsperspektiv.

IT-chef Stena, Fastigheter, tycker det är en ickefråga att ta fram nyckeltal då han anser att det ur ett långsiktigt perspektiv måste ske en digitalisering av fastigheter. Detta grundar sig i ett tänk om att det inom en snar framtid kommer bli en ny standard. Det går att härleda till intervjun med *Marknadschef, Higab*, som återkommer till att det inte finns några direkta nyckeltal kopplade till digitalisering i deras organisation. Han menar på att digitaliseringsprocessen kommer bli en naturlig del av kostnaden för att bygga ett hus och gör en jämförelse till hur det var när man drog in rikstelefon i alla hus och hur det idag ser ut med fiberdragning. Beslutet bör i stället grunda sig i strategin företaget väljer att gå och då får man räkna med större kostnader i vissa skeden för att nå dit. Det finns även en risk i att inte ta kostnaden nu

genom förlorade intäkter i framtiden. *Kvalitets- och digitaliseringsansvarig, Higab*, frågar också sig själv om de har något val. Hon menar på att det kanske är denna väg Higab måste gå. Hon förtydligar även att detta inte behöver betyda att man går först i ledet. *Chef underhåll och lokalanpassning, Higab*, förklarar att medvetenheten kring att vissa åtgärder inom digitaliseringen kommer behövas göras också är anledningen till att det i dagsläget blivit en ren investering för Higab. Förhoppningen är att efter en testperiod kunna få ut mer konkreta siffror som ska skapa bättre förutsättningar för att ta ekonomiska beslut kring digitala tvillingar.

Även om det framgår att digitalisering som helhet kan vara svår att mäta ur ett ekonomiskt perspektiv, finns det vissa idéer om vad som faktiskt skulle kunna gå att mäta och förenkla. *Plattformsutvecklare, Zynka*, menar på att den största nyttan med att laserskanna i ett bygg- eller renoveringsprojekt uppstår genom att man får rätt information från början. Detta underlättar mycket i projekteringen då många frågetecken rätas ut snabbt. *Kvalitets och digitaliseringsansvarig, Higab*, är också inne på konkreta kostnader i projekteringsfasen och jämför laserskanning samt modellering av en byggnad med kostnaden för om man hade låtit en arkitekt rita upp. Hon förklarar även att det inte alltid behöver vara lönsamt ur ett ekonomiskt perspektiv, då Higab som kommunalt företag behöver förhålla sig till Göteborgs Stads klimatmål. *Driftchef, Higab*, förklarar att Higab, under tillfället för intervjun, jobbar med att ta fram sekundärdata på vattenmätare, fjärrvärme, elmätare och mätning av temperaturer i en av deras fastigheter med hjälp av tekniken från en DT. Detta blir faktiska effektiviseringssiffror som ska kunna gå att jämföra med tidigare data. *Chef hållbarhet och digitalisering, Higab*, menar å andra sidan på att, om man gör en grov generalisering, att driften inte egentligen inte kostar någonting, då Higab hyr ut merparten av deras fastigheter med kallhyra. *Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab*, säger att det finns kostnader i produktionsfasen att hämta hem beroende på detaljeringsnivå och hur man bestyrkar modellen med information. Han tror även det finns effektiviseringskostnader i förvaltningsfasen att hämta hem.

Fastighetsingenjör, Higab, förklarar att det är mycket letandes i olika system som servicetekniker, en yrkesroll han tidigare haft. Han menar på att det hade gått att spara in mycket tid i det skedet, tid som går att lägga på annat. *VD och kundansvarig, Vyer*, förklarar att en del av deras affärstänk grundar sig i just detta, att kunna effektivisera arbetet för dem som faktiskt ska använda verktygen i praktiken och låta slutanvändarna ha ett större inflytande i beslutsprocessen för vilka verktyg som ska nyttjas i syfte att effektivisera deras vardag.

4.3.3 Nyckeltal

Vid fråga om nyckeltal som används vid digitalisering uppkom diskussion om fastighetsvärdets ökning från olika håll. *Chef investeringsprojekt och tidiga skeden Higab* tror att digitalisering av fastigheter kommer att öka värdet på byggnaden. Han menar också på att affären blir mycket mer transparent i och med att köparen kan få en helt annan inblick i statusen på fastigheten med hjälp av digitala verktyg. *Marknadschef Higab* förklarar att det finns väldigt få parametrar när man gör affärer med fastigheter. *“Någonstans trillar allting ut i någon form av avkastning, Higab arbetar med direktavkastning”*. Han menar också på att det kommer vara svårare att se lönsamheten om man fokuserar på de interna kostnaderna. Om man i stället fokuserar på att få till en bra affär kan man öka värdet på fastigheten och det i sig genererar mer pengar än att dra ner driftkostnaderna. Han förklarar vidare att det

borde vara kundens behov som ska ligga till grund för beslut kring vilka fastigheter som bör digitaliseras först. Detta grundar sig i ett ökat behov om flexibla lokaler, något som är svårt att få till i befintliga och äldre fastigheter. Han säger att det finns möjlighet att göra en DT av alla fastigheter, men att man kanske inte borde börja med de som är svårast. Det är bättre att identifiera kundbehovet, och göra valet sedan, då kommer man snabbare in i ett ökat intäktsflöde pga. digitaliseringen.

“Om du har ett val att välja mellan två stycken bilar som är helt identiska, men den ena bilen har full historik och är dokumenterad, men den andra har ingenting, skulle du då betala lite extra för bilen med historisk. Så tror jag rent logiskt bör gälla även för fastigheter...”

-Konceptutvecklare/Affärsutvecklare Zynka Group

Det finns en genomgående åsikt bland de intervjupersoner som valt att fördjupa sig i ekonomidelen att det kan bli svårt att motivera digitalisering utan konkreta siffror men att det kommer att krävas uppifrån. *Projektledare Higab* säger att det säkerligen är intressant för ledningen att veta vad en DT kostar per kvm. *Kvalitets och digitaliseringsansvarig Higab* förstår att det kommer behövas siffror i framtiden, men att det inte är något som finns än. Det som behöver göras härnäst är att ta fram alternativkostnader för en mer “traditionell” projektering kontra att Higab går in och gör en laserskanning samt modellering. Hon tror att det på lång sikt kommer vara lönsamt. *Utvecklingsledare digitalisering och BIM, Örebroporten*, är i samma sits. Det har inte riktigt kommit fram till några konkreta siffror ännu, men förstår att chefer och ledningen kommer tycka det är intressant med kostnader. Han har dock en annan syn på det själv. Han förespråkar att organisationen inte ska fokusera på pengar. Detta handlar om någon form av utveckling och att det finns en vinst i läroprocessen som inte går att mäta ekonomiskt. *Chef hållbarhet och digitalisering, Higab*, menar på att man behöver titta på den faktiska nyttan och vad är alternativkostnaden. Även om det låter bra och känns rätt så kanske det inte är lönsamt. Han förklarar att det är ibland kan vara svårt att räkna på saker och ting, men att det ändå måste läggas fram på bordet, för att bara stoppa in pengar utan att ha gjort en livscykelanalys, eller någon analys, blir inte bra.

Från leverantörens håll finns det en önskan om att kunna göra den praktiska processen billigare. *Plattformsutvecklare, Zynka* förklarar att de vill pressa ner priserna på skanning då Zynka som företag vill skanna mycket och kunna tillämpa det på förvaltning. Han förklarar även att det är en utveckling som skett snabbt dom senaste fem åren då priserna sänkts från ungefär 65 kr/kvm till dagslägets 10 kr/kvm. *VD och kundansvarig, Vyer*, vill genom att påvisa mätbar effektivisering bland personal genom besparad tid för slutanvändarna kan man enklare kommunicera de praktiska ekonomiska nyttorna för beslutsfattare som får bättre inblick i och verktyg att förstå hur slutanvändarna sparar tid och bättre underlag att kunna lära sig om org. behov och kunna ta informerade inköpsbeslut med bra underlag. *Affärsutvecklare, Zynka* förklarar att mjuka värden oftast funkar för att motivera ett beslut så länge man befinner sig på projektnivå. Detta för att summan blir så pass liten i det stora sammanhanget. Han berättar vidare att om det finns en tanke att det ska implementeras på en organisationsnivå, något de på Zynka jobbar med, då måste man verkligen visa vad man skulle kunna spara i faktiska siffror.

4.3.4 Kostnader och tider för arkitekt, laserskanning och modellering

För att utreda skillnader vid projektering med ett traditionellt arbetssätt, det vill säga manuellt mätande, kontra ett digitalt arbetssätt, skanning och modellering, har fallföretaget gjort en utvärdering av sitt Lighthouse-projekt. Vid utvärderingen ställdes frågan till arkitekten vad kostnaden skulle vara att genomföra en traditionell mätning för fastigheten. *Projektledare, Higab*, förklarade att arbetstiden för arkitekten, vid en traditionell mätning, skulle innebära dubbla tiden mot en digital, där arbetet endast syftade till att "rätta till" modelleringen. Samtidigt berättar hon hur arbetet med digital projektering gjort att upphandling av arkitekter inte behövt genomföras, vilket kan ta upp till två månader, sammantaget sparades 50 dagar. Kostnader för digital projektering presenterades som en summa för hela fastigheten och kan utläsas i Tabell 4.

Arbete	Pris / kr	Pris/kvm/kr
Laserskanning	50000	25
Modellering	65000	32.5

Tabell 4, *Pris för laserskanning och modellering, Lighthouse projekt*

Ytterligare priser för skanning och modellering presenterades i intervju med *Account Manager och Sales, SWG* och kan utläsas i Tabell 5.

Arbete	Pris/kvm/kr
Laserskanning	10
Modellering	15

Tabell 5, *Pris för laserskanning och modellering, SWG*

4.4 Den sociala påverkan

I detta avsnitt redogörs för hur den sociala påverkan av digitalisering hos företag. Respondenterna har fått ge sin bild av hur förändringsarbetet med digitalisering påverkar den sociala miljön. Stort fokus ligger på att hitta utmaningar med implementering av nya digitala verktyg och hur det historiskt sett har fungerat.

4.4.1 Upplevelsen från fallföretag

Under intervjuerna med Higabs personal framgår det att de flesta har koll på att det pågår ett digitaliseringsarbete, men bara de som faktiskt arbetar med det har full koll på vad som faktiskt sker. *Fastighetsingenjör Higab* förklarar att det lätt blir att man är uppe i sin egen vardag, man vet inte mycket mer än det som hörs på håll. Han berättar vidare att han kan tycka det går lite väl snabbt emellanåt för att kunna få med sig alla. Han upplever att det kan vara ett stort spann mellan de som arbetar på kontoret och de som arbetar mer praktiskt, och att det ibland saknas förståelse mellan grupperna. *Drifttekniker Higab* följer in i ledet. Hon säger att många vet att det pågår något, men att man inte riktigt vet vad det innebär. De som är teknikintresserade söker sig mer till informationen, medan hon själv upplever att de som inte är det i stället är skeptiska.

Driftchef Higab säger att nya system inte tas emot med vida ögon. Detta grundar sig att man under flertalet år samlat på sig olika system och att det då funnits brist på struktur. *Teknisk förvaltare Higab* säger att alla är införstådda i situationen, men att problemet är att man redan har för många program. Det gäller att hitta nyttan i det man ska implementera och sedan kunna presentera detta på rätt sätt för de som faktiskt ska utnyttja programmet. *Projektledare Higab* har en annan upplevelse utifrån hennes yrkesroll och berättar att det finns ett ökat intresse efter att deras första digitala tvilling skapats på Higab. *Chef underhåll och lokalanpassning Higab* försöker under sammanträffar med personal lyfta vilka processer som pågår på företaget. Han försöker då förklara om arbetet, vilka utmaningar och nyttoeffekter som finns. Detta är för att skapa ett intresse, något som han anser krävs, tillsammans med kompetens.

4.4.2 Digitalt utanförskap

Under intervjuerna har intervjupersonerna fått reflektera kring sociala effekter av digitaliseringen. Digitalt utanförskap har då varit ett återkommande tema. *Fastighetsingenjör Higab* tror den snabba utvecklingen som sker kan ge upphov till klyftor i organisationen. Han säger att det är olika generationer och att de nya systemen kan bli stressfulla för vissa. *Chef underhåll och lokalanpassning Higab* förklarar att man har några som är äldre på deras avdelning och att de inte är speciellt sugna på att ändra sitt arbetssätt, man har alltid gjort på ett visst sätt. *Utvecklingsledare digitalisering och BIM, Örebroporten*, ser en tendens till digitalt utanförskap i samhället och att det finns en risk att det smittar av sig även på fastighetsbranschen. *Projektledare Higab* tror digitaliseringen påverkar främst dem som är lite äldre och inte hänger med i det digitala. Hon fortsätter med att det kan vara en utmaning att få med dem som är konservativa och alltid gjort på sitt sätt. Detta är något som alltid är svårt, när det handlar om att få med sig alla. Hon upplever att oberoende vad det gäller inom digitaliseringen blir det en stor puckel för många att ta sig över. *Kvalitets och digitaliseringsansvarig, Higab*, berättar att de gjorde en omorganisation för några år sedan som innebar att man som servicetekniker skulle kunna laga smärre saker själva, och inte bara göra beställningsjobb. Hon reflekterar över att det kan vara att omorganisationen lockar en viss kategori av medarbetare, de som är intresserade av att jobba mer praktiskt. Hon förklarar vidare att dessa personer inte alltid är intresserade av digitalisering. För att lösa detta krävs enkla gränssnitt, roliga gränssnitt, så att man vill uppdatera den digitala tvillingen. På samma sätt som dom äldre kan ha lite svårt, har dom yngre, som är vana med datorer, lättare att hantera systemen. *Teknisk förvaltare Higab* berättar att det är varierande nivå på deras dokumentation idag. Vissa fastigheter har inga ritningar alls, medan vissa har hundratals. Hon upplever att lägsta nivån inte är bra och att i och med digitaliseringen kan det generera ytterligare glapp i standarden Higab har.

“Om man tar en grej först, så tror jag att vi ligger farligt till, med att man skapar ett digitalt utanförskap. När farmor och farfar ska komma på besök så behöver det ha en applikation för att låsa upp en dörr, bara för att det inte sitter någon vanlig porttelefon vid ytterdörren. Vi ser ju det bara nu vid Sveriges Coronahantering, där man behöver BankID för att kunna boka en tid för att testa sig, men det finns ju personer som inte har BankID idag.”

-Utvecklingsledare digitalisering och BIM, Örebroporten

Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab, upplever att man än så länge är lite reaktiva, man reagerar på det som händer på marknaden och försöker ta sig till det. Ur ett socialt perspektiv är hans känsla och bild att Higab kan bidra till att på något sätt tillgängliggöra sina byggnader för en bredare allmänhet om de var digitaliserade. Det finns även en vinning för staden om det i framtiden går att slå samman Higabs digitala tvillingar med stadsbyggnadskontorets digitala tvilling över Göteborg.

4.4.3 Teknikers förändring av yrke

IT-chef, Stena Fastigheter, upplever att digitaliseringen förändrar roller och strukturer. Han säger att det behövs olika typer av kompetenser och att verksamheten behöver göra en förändring för att klara av att arbeta med det på ett annat sätt, en kulturförändring. Han förklarar att man med hjälp av digitaliseringen tar bort monotona uppgifter för fastighetsskötarna och det finns en positiv inställning gentemot detta. Det framgår dock att rollen som fastighetsskötare kommer att förändras, det kommer inte vara lika praktiskt utan det kommer vara viktigare att vara proaktiv och jobba med analyser. Han berättar att digitalisering och automatisering kommer hjälpa till en viss grad, men att man inte vill tappa den mänskliga delen och tror att just detta kommer värderas högt i framtiden. Detta är en upplevelse *Servicetekniker (1)(2), Higab*, delar. Dom förklarar att kundrelationer är en viktig del av deras arbete och att det är den mänskliga faktorn, servicekänslan och bemötandet av kund som efterfrågas. Genom att vara ute och synas i fastigheterna är det enklare att jobba förebyggande. *Servicetekniker (1), Higab*, utvecklare vidare angående relationen med sina kunder, vid ett studiebesök i en av hans fastigheter, och förklarar att han värderar kundkontakten högst bland sina arbetsuppgifter. Han säger att även kontakten med entreprenörer är viktig. Han menar på att bra kommunikation genererar bättre förutsättningar för honom och i sin tur för Higab. Detta uppnår han genom att vara på plats ofta och han trycker specifikt på hur viktigt det är med återkoppling. *Affärsutvecklare, Zynka* tror även han att servicetekniker yrket kommer att förändras. Han tror att vi kommer se en tjänstefiering av hela utbudet, vilket gör att man kanske inte kommer ha många fastighetstekniker inom mindre fastighetsbolag, utan att man i stället köper klimatet inom sin fastighet som en tjänst, som ett annat företag levererar och hanterar. *Chef underhåll och lokalanpassning, Higab*, har en tanke om att den digitala kompetensen kommer vara en parameter vid nyrekrytering. Han menar på att det är så utvecklingen ser ut, du behöver inte nödvändigtvis vara en duktig hantverkare längre för att jobba som tekniker. *Utvecklingsledare digitalisering och BIM, Örebroporten*, tror att det kan finnas drifttekniker som känner att man inte hinner med trots att man har ett tag kvar att jobba och gärna vill skruva, det kanske var därför man började som drifttekniker. Han menar på att tjänsten förändras mer, och nu kanske man i stället sitter vid en dator hela dagarna för att man kan se allt på en DT. "Vad ska man göra då? Byta jobb? Det skulle innebära att man blir man digitalt borttvingad från en arbetsplats man kanske trivdes bra på".

4.4.4 Implementering

Implementering av digitala verktyg är en stor del av det sociala arbetet kring digitalisering. *Fastighetsingenjör, Higab*, tycker ibland man är snabba på att implementera nya system utan att påvisa nyttan. Han är av uppfattningen att om det inte går att övertyga hur bra ett system är, då är det bättre att inte ha systemet alls, det blir alldeles för svårt att få med sig alla. Han ser gärna att man bjuder in till dialog där

man i sina egna arbetsgrupper får reda ut nyttan, i stället för att snöa in sig på hur det funkar. *Servicetekniker (1), Higab*, förklarar att det finns en viss skepsis mot nya system och att detta grundar sig i att det vid tidigare införande av digitala verktyg inte fungerat särskilt bra. Han upplever med andra ord en brist i implementeringen. Han är dock noga med att påpeka att han ställer sig positiv till utvecklingen och hade önskat att det fanns ett program där man kunde samla alla system. Han berättar vidare att en orsak till att det inte fungerat har varit bristen av riktlinjer vilket skapat klyftor mellan dom som använder systemen. Han upplever att viljan att använda systemen på rätt sätt och mata med nödvändig information skiljer sig från person till person. Med grund i tidigare implementering ser *Servicetekniker (1), Higab*, ett behov av tydlig styrning/administration när ett nytt system ska införas. Om inte detta görs finns en risk att alla gör som dom vill från början och då blir det svårt att rätta till senare. *Drifttekniker, Higab*, tycker det är av viktigt att man redan från början avgränsar sig och bestämmer vad som ska ligga i DT, ramarna måste alltså vara satta, innan arbetet med DT börjar. Vidare förklarar hon vikten av att få med sig serviceteknikerna. Får man inte med sig dem så kommer allting vara onödigt. Hon menar på att om man inte kan få servicetekniker att fylla DT med bra data, så kommer man inte heller få ut någon nytta av den framöver, det är serviceteknikerna ansvaret kommer att ligga på.

“Om det inte finns ordning och reda i grunden så kommer slutresultatet aldrig bli bra”.

- *Servicetekniker (1), Higab*

Marknadschef, Higab, säger att vi är vanemänniskor och om vi inte får en ganska omedelbar effekt, då blir det inte mycket av det. Han anser att en DT måste innehålla så mycket info som möjligt för att dom ska kunna skörda data med smarta analyser, produkter och lösningar. Sen handlar det om att sätta förväntningarna på rätt nivå, det kommer inte göra underverk, men det kommer underlätta vissa saker. Han förklarar att en förutsättning för att det ska fungera är att involvera och låta brukarna vara med tidigt i processen, något man missat tidigare. *Chef underhåll och lokalanpassning, Higab*, tror att det är bra att göra som man gjort nu, få i gång arbetet med en DT för att visa att det händer något och även för att kunna få tillräckligt med data och sedan kunna analysera och fatta vidare beslut. Sedan säger han att man måste stanna upp och kolla på andra bolag och fråga sig själv *“Är detta något för Higab? Vad är bäst för oss egentligen?”*

IT-chef, Stena Fastigheter, ser implementering i 3 steg: Infrastruktur som klarar av en digitalisering, kunskap/insikter och att hela företaget måste “umgås” med data och på detta sätt vänja organisationen genom att lära sig verktygen, affärsutveckla och skapa värden. *Utvecklingsledare digitalisering och BIM, Örebroporten*, berättar om deras digitaliseringsresa och förklarar att det i början upplevdes lite skrämmande, men att deras sätt att lösa problemet var att täcka upp med digitala tvillingar i alla deras arbetsgrupper för att alla skulle få möjligheten att arbeta med systemet i praktiken. Detta gjorde man direkt efter att “testgruppen” var klar. En annan anledning med denna metod är för att undvika ett internt utanförskap. *Affärsutvecklare, Zynka*, förklarar att dom som leverantör av plattform hjälper till med implementering i viss mån. Han förklarar att det blir mycket åt management delen där man jobbar organisatoriskt. Han berättar att det kan innebära att man håller olika typer av kurser, hjälper dem med utredningar osv. *VD och Kundensvarig, Vyer*, säger att det för dem handlar mycket om att förändring ska komma från slutanvändarna.

Plattformsutvecklare, Zynka, förklarar att han märkt att många företag ser digitaliseringen som en IT-fråga och IT-frågor ser man som en supportfunktion. Det upplever han som ett stort problem hos fastighetsbolag, att dom mer ser det som "nice to have", medan det i själva verket borde vara en fråga om affärsutveckling och organisationsutveckling. Det förändrar hur vi bygger, förvaltar och hyr ut. Han förklarar också att alla inte är riktigt mottagliga än. Han säger att ett företag är en levande organism som består av olika människor som drar åt olika håll.

Chef underhåll och lokalanpassning, Higab, upplever att de som faktiskt ska jobba med de digitala verktygen i framtiden, tycker att det till en början ser häftigt ut när man visar dem, men intresset är inte lika stort när det framgår att det kommer krävas ett annorlunda arbetssätt. En upplevelse han nästan alltid har när det är något nytt som ska implementeras. Han tror det är okunskap inom området som skapar tveksamheter. De som inte jobbat med digitala arbetssätt innan ser det som en hög tröskel "*Vad innebär det för mig som person?*". *Teknisk förvaltare, Higab*, upplever att alla förändringar är jobbiga och obekväma. "*Så här har vi alltid gjort*". Hon säger att det är likadant i alla förändringsarbeten. *Chef hållbarhet och digitalisering, Higab*, har märkt på tidigare saker man infört att det kan vara stora trösklar att ta sig över till en början och därför måste det vara enkelt innan man skickar ut det till personalen. Han redogör för ett system där implementeringen gått bättre och pekar ut programmets enkelhet samt att man som företag tog med representanter från olika avdelningar vid implementering som en del av varför det lyckades bra.

4.4.5 Ambassadörer

Vid frågor gällande implementering av nya digitala verktyg återkommer diskussion angående ambassadörer. *Fastighetsingenjör, Higab*, tror att någon typ av ambassadör skulle kunna väcka nyttan och i detta fall en servicetekniker. Kan man visa ambassadören alla fördelar kommer det väcka en nyfikenhet hos resterande tekniker. *Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab*, är inne på samma spår och påstår att det gäller att hitta "early adopters" och folk som är intresserade av den nya tekniken. Om de kan se det positiva kommer det i sin tur generera ringar på vattnet. Han säger även att det kan vara en brant uppförsbacke innan man börjar se nyttan. Han ser det som en fördel gällande systemets utformning, att de som faktiskt ska använda verktygen i praktiken är med i början, så att man inte bara får en färdig lösning från chefsled. *Utvecklingsledare digitalisering och BIM, Örebroporten*, förklarar att de arbetat med ambassadörer i deras implementering av digitala tvillingar. Han fortsätter att berätta att de valt ut en ambassadör som får en ledande roll och det är till honom de andra driftteknikerna vänder sig med frågor. Han ser gärna att teknikerna får ett större ansvar. Detta för att teknikerna ska få koll på all sin information och även för att underlätta för andra som arbetar i de digitala tvillingarna. Vid diskussion om införandet av information i digitala verktyg på egen hand tillsammans med *Drifttekniker, Higab*, framgår det att det hade varit ett arbetssätt som fungerar bra. Hon tror även det skulle bli mer tidseffektivt om hon själv förde in information i systemen och att det kanske även blir lite säkrare att informationen faktiskt kommer in, då det kan vara lätt att glömma att informera om ändringar som gjorts. I intervju med *Servicetekniker (1) & (2), Higab*, får vi positivt gehör vid fråga om det skulle vara av intresse att själva ta ett större ansvar i arbetet med digitalisering.

4.4.6 Samarbete med andra kommunala företag och privata aktörer

Geodatastrateg stadsbyggnadskontoret tror att arbetet med digitala tvillingar kommer föra samman branschen för exploatörer, byggare, fastighetsbolag osv. Han menar på att kontakten mellan tjänstemän tidigare varit liten men att detta kommer leda till bättre samverkan. Han förklarar att man måste göra det tillsammans, eftersom det är vad som krävs för att bygga en stad. *Servicetekniker (1) & (2), Higab*, upplever att samarbete med utomstående aktörer är ganska dåligt men att dem är öppna för samarbete och tycker det hade varit bra att få ta del av andras erfarenheter och för att kunna undvika deras misstag. *Fastighetsingenjör, Higab*, säger att det känns som att alla frilansar, vilket kan kännas onödigt. *Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab*, upplever även han att staden jobbar mycket i stuprör. Han tycker det är viktigt att inte alla kör någon egen variant utan att man i stället bör kolla på helhetsbilden för staden. *Utvecklingsledare digitalisering och BIM, Örebroporten*, förklarar att de samarbetar med fler privata aktörer, än deras systerbolag i kommunen. Samarbetet har främst varit med deras plattformsutvecklare för digitala tvillingar, Vyer, och ICA-fastigheter som använder samma plattform. Samarbetet tillgodoser kunskapsutbyte inom områden där den ena eller den andra kommit längre/kortare i sitt arbete med deras digitala tvillingar. *Kvalitets och digitaliseringsansvarig, Higab*, berättar att Higab har varit i kontakt med stadsbyggnadskontoret angående arbetet med digitala tvillingar. Även om det inte lett någonstans ännu ser hon stora möjligheter i att samarbeta med dem i framtiden. Hon berättar om hur det hade varit intressant att sammanfoga mycket av den utemiljö Stadsbyggnadskontoret har digitaliserat tillsammans med den innemiljö Higab skannar i sina fastigheter. Hon förklarar även att oberoende data i systemen är en grundsten för att ett sådant arbete ska kunna ske. *Drifttekniker, Higab*, ställer sig positivt till att prata med andra drifttekniker på andra företag för att kunna byta erfarenhet och information, för att enklare kunna se för- och nackdelar med olika system. Hon ser att man skulle kunna bli bättre på denna typ av kunskapsöverföring i staden och tror att det finns en risk att tappa kompetens om man inte gör det. *Chef hållbarhet och digitalisering, Higab*, tror det handlar mycket om att skapa sig tid för att lära sig av andra och kan man nå dit kan kunskapsöverföring mellan olika företag absolut vara en framgångsfaktor.

4.5 Nulägesanalys Higab

I detta avsnitt redovisas studiebesöken som genomförts på Higab.

4.5.1 Servicetekniker

Idag arbetar Higab fysiskt med fastigheterna, främst genom tidigare nämnda servicetekniker. Vid studiebesök hos *Servicetekniker (1)*, förklarades hur en rondering går till vid fastigheterna och vilka delar som är viktiga att kontrollera. Han förklarade att ronderingar görs en till två gånger i månaden, men för vissa fastigheter krävs fler besök än så, avgörande faktorer är om det pågår större ombyggnationer/renoveringar eller för att det helt enkelt är större till storleken. Arbetsrollen beskrivs av *Servicetekniker (1)*, som ett fritt arbete där upplägget av dagarna planeras av varje tekniker, utifrån vilka fastigheter som behöver besökas, ombyggnationer som sker och felanmälningar. I arbetsgruppen jobbar en servicetekniker, en teknisk förvaltare, en drifttekniker och en förvaltare, varav den tekniska förvaltaren är den person *Servicetekniker (1)* jobbar närmast. Vidare framgår att den fria arbetsrollen gör att arbetsuppgifterna inte är särskilt specificerade. Vid start på Higab skapade

Servicetekniker (1) sina egna förutsättningar och det gäller det nästan allt inom hans jobb.

Under studiebesöket gjordes också en felanmälan på en upptäckt av klotter av *Servicetekniker (1)*, följande steg genomfördes:

1. Felet hittas utav servicetekniker
2. Felet identifieras och dokumenteras (I exemplet dokumenterades felet med hjälp av mobiltelefon)
3. Serviceteknikerna åker från fastigheten till kontoret
4. Vid kontoret skickas ett mail med en beskrivning av felet samt tillhörande bild till saneringsfirman.

I detta exempel är platsen på fastigheten redan känd för saneringsfirman då det är ett återkommande sabotage på just denna fastighet enligt *Servicetekniker (1)*, därför bifogas inga ritningar eller annan dokumentation för att lokalisera var på fastigheten som åtgärden ska ske. Däremot förklarade *Servicetekniker (1)*, att kompletterande information ofta kan behöva läggas till i felanmälan till den underentreprenör som ska åtgärda felet. Det är också vanligt att underentreprenörerna behöver mötas upp på plats av servicetekniker då det kan vara svårt att hitta i fastigheterna förklarar *Servicetekniker (1)*.

Hur arbetet med fastigheterna fungerar rent praktiskt är lite olika beroende på servicetekniker, olika servicetekniker har olika ambitionsnivåer, förklarar *Servicetekniker (1)*. Han förklarar också att mycket av arbetet går ut på att genomföra utredningar/förundersökningar för att kunna beställa rätt jobb av entreprenörerna, men att det kan behövas ta in konsulter för att utreda vissa områden. Hur lång tid en utredning, eller förundersökning tar beror på storleken och varierar. Vid en av utredningarna som genomförts av *Servicetekniker (1)*, behövdes mätdata för lufttemperaturer samlas i fastigheten vilket resulterade att ett antal temperatursensorer monterades. Denna data samlades in analogt genom avläsningar och infördes i ett excelark för att samla underlag till en konsult som skulle dimensionera för ett nytt värme-radiatorkrets, för att stabilisera rumstemperaturen.

4.5.2 Dokumentcontroller/Registrator

Vid studiebesöket hos *Dokumentcontroller/Registrator på Higab*, presenterades Higabs historia kring deras fastighetsbestånd genom att besöka deras arkiv. Till en början hade Higab sitt arkiv på annan plats men för ca. 10 år sedan byggdes ett nytt arkiv för att tillgodose alla arkivkrav som ställs av Regionarkivet. Bolagsförvärv med tillhörande fastigheter har skett genom åren vilket innebär att Higab har vuxit och har idag runt 90-tal anställda och ca. 300 byggnader i fastighetsbeståndet. Vid förvärv av nya fastigheter tillkom också fler dokument och ritningar vilket gjorde att man behövde ha bra koll över handlingarna.

När Regionarkivet gjorde en tillsyn runt 2011, tydliggjordes kraven för hur Higab skulle hantera dokument i en Dokumenthanteringsplan. Denna plan reglerar hur man ska dokumentera handlingar, vad som ska bevaras, gallras och var handlingarna ska dokumenteras.

Strukturen i Dokumenthanteringsplanen är klassificerad enligt följande ”områden”;

1. Handlingar - Styrande dokument
2. Handlingar – Verksamhetsstöd
3. Handlingar – Fastighetsutveckling
4. Handlingar – Förvaltning
5. Handlingar - Fastighetsägande.

Dokumenthanteringsplanen ligger till grund för hur man ska hantera dokumenten på Higab.

Trots ett mycket strukturerat arkiv och en Dokumenthanteringsplan menar *Dokumentcontroller/Registrator på Higab*, att det fortfarande förekommer brister i dokumenthanteringen. I stressade perioder är det lätt att missa att både att dokumentera rätt och även att söka efter tidigare handlingar som kan vara till nytta. Medarbetarna dokumenterar själva i olika verksamhetssystem.

Higab har även ett diarium där handlingar registreras elektroniskt. Dokumentation i Higabs diarium har gått från lite trevande till har blivit mycket bättre. Avstämning med medarbetare sker ett par gånger per år för att kvalitetssäkra att dokumentationen kommer in. Allt för att följa dokumenthanteringsplanen så bra man kan. *Dokumentcontroller/Registrator på Higab* förklarar att det ibland upplevs som om att när medarbetarna saknar viss dokumentation så har man svårt att veta var man ska leta, det finns för många system. Men om man tittar i Dokumenthanteringsplanen så finns uppgifter om vilka dokument vi har och var dokumenten förvaras. Vid införande av nya digitala system är det viktigt att ha en tydlig kravställning så systemen uppfyller alla krav som finns.

5 ANALYS OCH DISKUSSION

Analys och diskussion utgår ifrån de fyra frågeställningar som är formulerade i avsnitt 1.3. Analys och diskussion kopplar till den teoretiska referensramen samt resultatdelen. Den första delen presenterar förutsättningar och kopplar samman fördelarna med BIM i förvaltning till DT, samt vikten av att ha en gemensam syn på begreppen. Efterföljande avsnitten presenterar förutsättningar och utmaningar för att ha användning för de parametrar som redovisas senare i kapitlet. Avslutningsvis binder de tre inledande frågeställningarna ihop till ett beslutsunderlag för skapandet av DT och/eller laserskanning.

5.1 Begreppet Digital Tvilling

Inom fastighetsbranschen är begreppet DT relativt nytt, jämfört med tillverknings- och fordonsindustrin där det existerat senaste åren. Den vanligaste förklaringen av begreppet förklaras som ett verktyg för att lättare administrera och se byggnaden digitalt. Ofta presenteras synen på en DT som ytterligare ett datasystem att hantera vid sidan av nuvarande fastighetssystem. Samtidigt förekommer mer utvecklade förklaringar där synen på den digitala tvillingen är framtiden för fastighets- och hela samhällsbyggnadsbranschen, genom att integrera tekniska lösningar och att bygga smartare i städerna. Det förekommer också påståenden att en DT kommer att lösa flera problem som man tidigare haft och att förståelsen och utvecklingen kring projekt kommer att bli enklare. För att sammanfatta den gemensamma uppfattningen av en DT, så kommer den skapa nya möjligheter för tekniska funktion och spara både tid och pengar, men hur detta ska ske har inte framgått genom intervjuerna.

Att det råder en viss tvetydighet kring ordet DT är det inga tvivel om, att DT dessutom består av flera ingående datakällor, exempelvis BIM och sensordata, bidrar inte direkt till någon klarhet. Becerik-Gerbers artikel (avsnitt 3.3.3), beskriver hur BIM kan vara ett tekniskt hjälpmedel till flertalet förvaltningsprocesser i fastighetsbranschen, men också hur den kan bli en kostnad snarare än ett hjälpmedel om det inte finns tillräckligt med kunskap. De fördelar som Becerik-Gerber presenterar kan ses som en grundförståelse till vad DT kan hjälpa till med, den stora skillnaden är att DT matas med sensordata som också kan administreras, i realtid. Precis som *Plattformsutvecklare, Zynka*, förklarat i sin intervju, är det inget krav att DT visualiseras genom BIM utan det går även att skapa den utifrån andra underlag också, exempelvis laserskanning och CAD-ritningar. En BIM-modell kan dock förenkla vid integrering av AI och Machine Learning för att göra mer komplicerade beräkningar i den digitala tvillingen, för exempelvis vägar och fönster, då byggnadens samtliga byggnadsdetaljer går att härleda genom BIM-modell. Men för att få en sanningskälla, en modell som är exakt som verkligheten med mått och positionering, behöver dessa objekt knytas till punktmoln förklarar *Zynka*.

Företagen behöver också bestämma vilken typ av data som ska hållas för DT, att försöka hålla sensordata för en hel fastighet och endast nyttja en bråkdel av dessa kommer inte att vara lönsamt. Det kommer heller inte vara lättare att navigera kring DT, om den innehåller data som aldrig används, vilket är en del av den samlade synen av vad en DT ska tillföra.

“När man pratar om digitalisering kan man tro att det är mycket teknik, men tekniken kanske är 5 %, resterande handlar om samverkan, organisation och ekonomi.”

- Geodatastrateg, Stadsbyggnadskontoret,

För att kunna få en effektiv användning av en DT till befintliga fastigheter är det av relevans att företaget enas om vad som menas med just DT. Det är också viktigt att företaget själva bestämmer sig för vilka nyttor som kommer att följas av övergången till en digital form, samtidigt som varje yrkesgrupp måste vara införstådd i vilken nytta den innebär för dem. Utan ett tydligt samspel och en gemensam bild av begreppen inom företaget föreligger risk att arbetet med en DT sinkar arbetsprocesserna i stället för att påskynda dem.

Förutom att företaget behöver enas om en gemensam syn för arbetsprocesserna så är det viktigt att veta vad det är som ska beställas från leverantören, en ospecificerad kravspecifikation kan leda till att den digitala tvillingen inte går att integrera enligt önskemål. Arbetet med en kravspecifikation bör inkludera medarbetare från varje yrkesgrupp, som kommer att påverkas av DT, det är först då eventuella brister i kravspecifikationen kan göras i tid.

5.2 Utmaningar med digitalisering

Att digitala tvillingar ofta är förknippat med fördelar och möjligheter är inget nytt, men hur blir resultatet när dessa sätts in i en organisation som länge jobbat analogt. Fastighetsbranschen står för en stor digital förändring där fastighetsägare mer eller mindre påtvingas ett mer digitalt arbetssätt. Higab som är ett kommunalt bolag står också inför en viss förändring, där krav finns på bland annat en bättre energiförbrukning. Många av dessa krav går att hitta lösningar på och det är oftast lättare att göra förändringar som är lönsamma om det går att visualisera dessa, dokumentera och följa upp i realtid.

Med teknikens utveckling och vidare implementering av AI och Machine Learning ökar också kravet på hur fastigheterna är uppkopplade. I en framtid där hyresgästerna ställer högre krav på hyresvärden och önskar tillgång till mer digitala data för fastigheterna så kommer det finnas mycket att vinna genom att vara tidigt ute i ett mer digitaliserat arbetssätt.

5.2.1 Implementering

När ett företag genomgår en digitalisering genomgår man automatiskt ett förändringsarbete. Det finns många olika sätt att jobba med förändring, vilket vi tydligt visar i vår teoretiska referensram. Vad som är den bästa vägen att gå måste företagen själva bestämma. Olika metoder passar olika företag. Genom att analysera företaget och göra en problemidentifiering kan företagen lista ut vilka utmaningar de står inför. En bra modell för detta är kongruensmodellen som redovisas i avsnitt 2.4.1.2. Återkommande i alla modeller är att företagen måste förbereda sig på förändring, sätta upp mål för vart man vill landa och sedan jobba aktivt mot att nå dem, tillsammans i hela företaget. Det vi märkt under våra intervjuer är att detta inte alltid stämmer. Det finns en tydlig bild från ledningsgruppen med att man vill digitalisera sin verksamhet, men inte lika tydligt med vilka nyttor det ska medföra.

Desto längre ner i organisationen vi kommer, desto mindre kunskap finns det om förändringen som sker. De som faktiskt ska använda verktygen i praktiken har ingen eller mycket liten kännedom om vilken nytta som förändringen medför.

Vårt fallföretag gör mycket rätt, exempelvis att göra ett pilotprojekt för att kunna hitta nyttorna och vilken nivå företaget vill lägga sig på gällande digitalisering. Det som kommer vara avgörande för huruvida man kommer att lyckas eller inte är vad som följer efter. När pilotprojektet är klart är det tid för att klargöra organisationens utmaningar och mål. I avsnitt 2.4.3 redogörs för hur vikten av att koppla den digitala strategin mot sin digitala implementering. Pilotprojektet kommer till mycket vara grunden till en digital strategi, således blir nästa steg att göra en plan för hur den ska implementeras utifrån konkreta tillvägagångssätt. Detta arbete förutsätter att man stannar upp, utvärderar och involverar de som ska använda verktygen i praktiken.

Implementering av digitala verktyg är ingen enkel uppgift och undersökningar visar att många företag misslyckas med dessa utmaningar (Correani et al. 2020). De tekniker som intervjuats lyfter att det i dagsläget finns för många olika system, många som bara blir liggandes, pga. bristfällig implementering. Detta skapar en skepsis mot nya system. Därav blir implementeringsarbetet ännu viktigare då tröskeln redan är hög. Många upplever att det går för fort fram. I slutändan handlar det om att visa nyttor och skapa ett behov för brukarna. De parametrar för lönsamhet som redovisas i följande avsnitt bygger på en lyckad implementering. Om de nya tekniska verktygen inte används i praktiken kommer lönsamheten att vara lika med noll. Becerik-Gerber et al. presenterade 2011 svårigheter med implementering utav BIM och det är samma utmaningar man står inför idag gällande digitala tvillingar.

En del av implementering är att skapa samarbetspartners för att underlätta processen eller ta in hjälp utifrån i syfte att utbilda och utreda svårigheter för företaget i fråga. Det framgår under intervjuerna att samarbete är bristfälligt mellan aktörer som arbetar med digitala tvillingar och vi tror det finns mycket att hämta för samtliga inblandade. Detta gäller både privat och kommunalt. Utveckling och implementering kommer gå snabbare om aktörernas olika kompetenser utnyttjas. Detta går med kompatibilitet mellan olika program. Det finns flertalet aktörer på leverantörssidan och alla gör på olika sätt. Oavsett vad man väljer är det viktigt att data är öppen och att det finns möjlighet att integrera med andra program i framtiden. Detta är en grundläggande del i implementeringen för att kunna jobba långsiktigt med digitala tvillingar och för att kunna nyttja varandras data i branschen.

5.2.2 Digitalt utanförskap

Digitalt utanförskap är en utmaning för alla typer av digitalisering, likaså införandet av digitala tvillingar i fastighetsbranschen. Under intervjuerna framgår det från flera håll att många anställda gillar praktiskt arbete och inte är lika intresserade av att gå över till ett mer digitalt arbete där många analoga arbetsuppgifter övergår till digitala. Det finns även ett digitalt utanförskap kopplat till allmännyttan.

För att undvika att tappa kompetens i företaget är det viktigt att hitta gränssnitt som är enkla och roliga för dem som har en skeptisk inställning från början. Detta knyter an till arbetet med att implementera digitala verktyg. Det finns en genomgående rädsla för att man ska hamna efter i och med digitaliseringen och att ens egen yrkesroll blir

utdaterad. Det hade varit en stor kompetensförlust att förlora anställda som varit i företaget en längre period och har god kunskap om fastigheterna.

Med inspiration från hur *Örebroporten* arbetat för att undvika digitalt utanförskap ser vi två lämpliga lösningar. Den första lösningen är att täcka upp alla teknikområden med varsin DT. Detta beslut bör gå före parametrar för lönsamhet. Genom att ge alla teknikområden möjligheten att arbeta med en DT från start blir det enklare att få med sig hela företaget på tåget och undvika internt utanförskap. Det är essentiellt att undvika klyftor i de olika teknikgruppernas fastighetsbestånd.

Den andra lösningen är att jobba med ambassadörer. Detta innebär i praktiken att någon tekniker i varje grupp får större ansvar för en DT. Vi tror det är viktigt att brukarna känner ett ägandeskap och att det är någon som är kunnig inom området som är med i att utbilda resterande kollegor. Denna person blir först i ordning att kontakta vid funderingar eller problemlösning.

Kollar vi på att erbjuda invånarna en möjlighet att digitalt besöka fastigheter som annars är svåra att tillgå med hjälp av VR/AR teknik är det viktigt att förstå vilka som är målgruppen. Har alla möjligheten att utnyttja tekniken och om inte hur skapar vi en tjänst som är tillgänglig för alla? Vi återkommer till enkla gränssnitt och vikten av att anpassa sig till mottagaren. Det finns ingen mening i att laserskanna ett byggnadsminne om målgruppen är en sådan som har svårt att nyttja det i praktiken.

5.3 Parametrar för lönsamhet

I följande avsnitt har vi gjort ett försök att ta fram ekvationer för att redogöra parametrarnas lönsamhet. Berörda ekvationer presenteras under respektive parameter. Parametrarna har tagits fram genom intervjuer, studiebesök och litteraturstudie. Parametrarna är förslag på vart det går att hitta lönsamhet vid skapandet av en DT eller laserskanning. Parametrarna ska ligga till grund för ett beslut om vilken fastighet i ett bestånd som ska genomgå en digitalisering först.

Det har varit återkommande i intervjuer att det i framtiden kommer behövas faktiska siffror för att påvisa lönsamheten i skapandet av digitala tvillingar och för att motivera ett beslut. Vi har valt att dela in lönsamheten i tre olika områden: Ekonomisk lönsamhet, Social lönsamhet (Bättre arbetsförhållande, allmännyttan, kundnytta) och lönsamhet ur ett klimatperspektiv.

5.3.1 Projekteringsbesparingar

En av det större ekonomiska parametrarna i en övergång till ett digitalt arbetssätt ligger i projekteringsfasen. Genom en jämförelse av ett traditionellt projekteringsarbete, det vill säga manuellt mätande, och ett mer digitalt projekteringsarbete, laserskanning och modellering, som fallföretaget nyttjat för sitt pilotprojekt, kan en ökad lönsamhet utläsas.

5.3.1.1 Upphandling

Projektleddare, Higab, förklarar hur en del av upphandlingstiden kan försvinna vid ett digitalt projekteringsarbete om ramavtal med en leverantör för laserskanning upphandlats. Hon förklarar vidare hur ett avrop då kan ske från denna leverantör och arbetet med att anlita UE kan startas upp samtidigt som fastigheten laserskannas, vilket ger en klar tidsbesparing i upphandlingsfasen. Vidare beskriver hon hur

tidsåtgången för en upphandling av ett ombyggnadsprojekt i regel tar två till tre månader från det att upphandlingen läggs ut tills att projekteringen kan starta. Den tid som kan sparas genom att laserskanningen påbörjas direkt vid projekteringen är beräknad till tio dagar, denna tid är beräknad utifrån det pilotprojekt som fallföretaget genomfört.

5.3.1.2 Arkitekt

Den största mätbara tidsbesparingen, sett utifrån projekteringen, ligger i nyttjandet av arkitekter. Enligt *Projektledare, Higab*, fick arkitekten, som anlätades i pilotprojektet, arbeta om den modell som levererats av företaget som laserskannat, då den inte stämde överens med den standard som nyttjas för projektering. Den tid som arkitekten skulle fått lägga på att genomföra arbetet från start, utan en modell att utgå ifrån och manuell mätning av fastigheten, uppskattades av arkitekten själv till dubbelt så lång tid. Eftersom pilotprojektet endast är en fastighet och ytan är bestämd, antas att arkitektens timmar öka för en större fastighet och minska för en mindre fastighet. Med dessa antaganden uppskattas tidsbesparingen för arkitekter kunna sättas till hälften av en traditionell projektering, vid en digital projektering. Det är också en faktor att en bättre kravställning på modellen som levereras av företaget som skannar kommer kunna minska timmarna för arkitekten ytterligare.

5.3.1.3 Projekteringsunderlag

Enligt *Projektledare, Higab*, genererar en digital projektering som innefattar en laserskanning ett mer precist projekteringsunderlag. Det är dock svårt att mäta hur detta projekteringsunderlag står sig mot en traditionell projektering i form av kostnadsbesparingar. Däremot står det klart att ju mer underlaget stämmer överens med verkligheten desto mindre fel uppstår under projektet. De fel som går att se tidigt i form av en visualisering är också billigare att åtgärda innan projektet drar i gång, vilket ger utrymme till stora kostnadsbesparingar. Då det inte finns några direkta mätvärden från pilotprojektet så har ingen uppskattning gjorts varken för kostnads- eller tidsbesparingar. Om UE får ta del av ett mer precist underlag så antas också en mer specifik beräkning för jobben kunna göras.

5.3.1.4. Färre fysiska besök

En digital projektering som, med hjälp av laserskanning, genererar en fotovy och en modell att navigera i möjliggör ett arbete på distans för alla involverade parter, som har tillgång till den. I fallföretagets pilotprojekt genererade laserskanningen en fotovy som gick att navigera i, likt Google Street View, där projektledaren kunde hitta svar på frågor som ställdes av UE. Detta resulterade i att UE kunde få ett svar mycket snabbare än om projektledaren behövt åka ut till fastigheten fysiskt för att kontrollera frågorna. Detta är en stor tidsbesparing vid utförandeentreprenad, att den ökar eller minskar beroende på fastighetens geografiska placering, är en faktor att ta hänsyn till. Hur denna tidsbesparing beräknas för en totalentreprenad har inte analyserats, men en enklare ekvation har tagits fram för att kunna beräkna kostnadsbesparingar genom färre platsbesök av UE.

$$(L * b * n * B) = \text{Total besparing genom färre platsbesök} \quad (1)$$

Där, L , ges av besökarens timervode, b , ges av antalet besökare n , ges av antalet timmar per besök och, B , ges av antalet besök per besökare

Genom att jämföra en projektering som skett traditionellt, det vill säga manuellt mätande och en projektering som skett genom en digital process, skanning och modellering, har en beräkningsmodell kunnat sättas samman för projekteringsbesparing. Modellen beskrivs här som en ekvation där syftet är att få fram om en digitalisering utifrån projekteringsfasen är aktuell, utifrån ekonomiskt perspektiv, samt stor besparingen blir. Ett beräkningsexempel med uppskattade värden presenteras i appendix. Ekvationen utgår från en strukturplan som speglar de aktiviteter som sker vid en projektering, både traditionell och digital, för fallföretaget.

$$\left((Tid_{arkitekt}^1 * Pris_{arkitekt}) + (Tid_{upphandling} * Pris_{dagshyra}) \right) - \left((Tid_{arkitekt}^2 * Pris_{arkitekt}) + ((Pris_{Laser} + Pris_{Modellering}) * A_{temp}) \right) = Besparing \text{ med digitalt arbetsätt} \quad (2)$$

$Tid_{arkitekt}^1$	Arkitektens tid vid traditionell projektering
$Tid_{arkitekt}^2$	Arkitektens tid för att reparera modellen från laserskanningen
$Pris_{arkitekt}$	Arkitektens timarvode
$Tid_{upphandling}$	Tiden som upphandling av en arkitekt tar
$Pris_{dagshyra}$	Dagshyra för fastigheten
$Pris_{Laser}$	Pris för laserskanning per kvadratmeter
$Pris_{Modellering}$	Pris för modellering per kvadratmeter

Ekvationen ger en summa som kan vara antingen negativ eller positiv och speglar om ett digitalt arbetssätt är lönsamt. Om summan är negativ betyder det att en traditionell projektering är mer lönsam. Det är dock viktigt att inte dra en slutsats endast utifrån projekteringsberäkningen, då lönsamheten fortfarande kan vinnas tillbaka i förvaltningsskedet.

5.3.2 Effektivisering och mätning av driftdata

En parameter för lönsamhet som återkommit under intervjuerna är att kunna mäta driftdata och på detta sätt effektivisera förbrukningen i en byggnad. Det finns två olika lönsamhetsperspektiv att utgå ifrån när vi pratar om driftdata. Det ena är en ren ekonomisk lönsamhet i form av minskad driftkostnad och den andra är att effektivisera driften i fastigheter och blir således en lönsamhet ur ett hållbarhetsperspektiv. Utförandet ser likadant ut för de två olika synsätten, men genererar olika underlag för beslut kring vilka fastigheter som bör digitaliseras. Mätning av driftdata avser teknik som exempelvis sensorer för att kunna mäta vattenförbrukning, fjärrvärme, elmätare, ventilation och temperaturer. Med hjälp av sensorer går det att samla in data som kan analyseras för att hitta områden där det går att effektivisera förbrukningen. För man senare in detta i en DT går det, med hjälp av AI algoritmer, automatisera processen för att kunna styra driften efter behov. Ett tydligt exempel på detta är att, med hjälp av sensorer, kunna mäta hur många personer som befinner sig i ett rum för att sedan, automatiskt, kunna styra temperaturen i rummet utefter hur många som befinner sig där.

Det är dessvärre svårt att få fram exakta siffror på hur mycket pengar som går att spara på effektiva algoritmer för att hålla nere driften då det ännu används i så pass låg grad. Det vi kan konstatera är att det med säkerhet kommer att vara lönsamt då minskad drift leder till minskade driftskostnader. Det finns dock några saker man bör ta hänsyn till när det handlar om den ekonomiska lönsamheten. För det första hyr

många fastighetsföretag ut sina lokaler mot en kallhyra. Detta skulle innebära att en minskad driftkostnad blir en minskad kostnad för hyresgästen och inte hyresvärden i sig. Å andra sidan går det att argumentera för att kostnaderna för underhållet sänks, då den digitala tvillingen underlättar detta arbete, och att det således faktiskt blir en minskad utgift. Ur ett större perspektiv går det också att argumentera för att en total styrning av driften kan hjälpa till vid uthyrning av lokaler då det enkelt går att redovisa som en service hyresvärden tillgodoser.

Enligt samma princip, sänkta driftkostnader för hyresgäst, borde det enklare gå att införa hyreshöjning med avseende på att den totala hyran, inklusive driftkostnader, blir lägre. Tabell 6 & 7 redovisar ett räkneexempel på hur båda parter vinner på en sådan affär.

Utan minskad/minskat drift/underhåll		
	Hyresvärd	Hyresgäst
Hyra per kvm/år	3 000 kr	-3 000 kr
Drift per kvm/år	0 kr	-100 kr
Underhåll per kvm/år	-100 kr	0 kr
Intäker/utgifter kvm/år	2 900 kr	-3 100 kr
Totala intäcker/utgifter under ett år med 2000 kvm	5 800 000 kr	-6 200 000 kr

Tabell 6, *Kostnader utan minskad drift och underhåll, Författarens egen tabell*

Med minskad/minskat drift/underhåll		
	Hyresvärd	Hyresgäst
Hyra per kvm/år	3 003 kr	-3 003 kr
Drift per kvm/år	0 kr	-95 kr
Underhåll per kvm/år	-95 kr	0 kr
Intäker/utgifter kvm/år	2 908 kr	-3 098 kr
Totala intäcker/utgifter under ett år med 2000 kvm	5 816 000 kr	-6 196 000 kr
Skillnad	16 000 kr	-4 000 kr

Tabell 7, *Kostnader med minskad drift och underhåll, Författarens egen tabell*

Enligt modellen har vi testat att sänka både drift- och underhållskostnader med 5 kr per kvm/år, vilket är lågt räknat och endast motsvarar 5%, vardera och höjt hyran med hälften av den totala sänkningen (avrundat till 3). Kollar vi på den energibesparing Sisab, Skolfastigheter i Stockholm AB, gjort genom att koppla upp sin gemensamma driftcentral till ett digitalt nätverk visar deras data på en sänkt drift om 30%, vilket innebär att det finns stöd för att räkna högre än valda 5% (BIM Alliance, 2019). Det bör dock beaktas att detta kan skilja sig beroende på företag och fastighetsinnehav. Som figur 2 visar i gult fält får hyresvärden en högre inkomst och hyresgästen en lägre hyreskostnad. Detta ger oss följande ekvation:

$$Ny\ hyra = Hyra + \left(\frac{(Drift * X)}{2}\right) \quad (3)$$

Där, X , ges av den nya driftkostnaden dividerat med den gamla driftkostnaden

På samma sätt som effektiviseringen driften drar ner kostnader fungerar det även för att minska klimatavtrycket. Att som företag prioritera denna aspekt blir mer aktuellt för varje dag som går och som *Kvalitets och digitaliseringsansvarig*, Higgab nämner under sin intervju är det för ett kommunalt företag en förutsättning för att kunna jobba mot Göteborgs Stads gemensamma klimatmål. Ur ett långsiktigt perspektiv går det även att tänka sig att det blir ett krav på att kunna effektivisera sin drift för att minska klimatpåverkan. Det finns egentligen ingen poäng i att använda samma effekt för att värma upp ett rum med en person i som i ett rum med samma storlek och 15 personer. Det går även att tänka sig att hyresgäster sätter krav på klimatsäkra lokaler.

Det framgår ur intervjuerna att utbytet mellan aktörer i fastighetsbranschen är bristfälligt, detta är något som behöver förbättras ur både ett ekonomiskt- och hållbarhetsperspektiv. Alla parter vinner på att dela med sig av de insikter som man får fram via mätning av driftdata i stället för att alla ska göra samma arbete på olika håll.

Att bestämma hur effektivisering och mätning av driftdata ska viktas gentemot dom andra parametrarna är svårt utan faktiskt data. Det är å andra sidan en parameter där vi säkert kommer att se en lönsamhet och bör därför ej förringas. Det framgår även av följande parametrar hur driftdata kan underlätta en del arbetsmoment.

5.3.3 Förenkling av arbetsmoment

Det framgår från intervjuer och tidigare forskning att det finns flertalet arbetsmoment som går att förenkla med hjälp av en DT. Denna parameter avser framför allt det arbete som tekniker utför och utgår från vad som är tidskrävande enligt intervjuer med personer som utför yrket.

Ett arbetsmoment som tar tid för tekniker är letandes i olika system. Det framgår att strukturen är bristfällig och att många gör på sitt eget sätt. Med hjälp av en DT, förutsatt att det finns en tydlig struktur, hade det gått att sammanföra olika program till ett och samma och således kunnat underlätta letandet. Det skulle även innebära att man som tekniker inte nödvändigtvis behöver besöka en fastighet för att fysiskt leta reda på ett problem utan att det i stället räcker med att kolla i den digitala tvillingen. Det skulle i sig innebära en tidsbesparing i letande, men även i restid till och från fastigheten.

Det framgår från intervjuerna att teknikers arbetsroll i fastighetsbranschen står inför en förändring. Det som tidigare varit ett mer praktiskt arbete börjar mer och mer kräva digital kompetens. Det framgår dock att det är dom monotona arbetsuppgifterna som försvinner, vilket i sig är positivt och något som för dem flesta ses som positivt.

Genom att utgå från lönsamheten i denna parameter skapar man ett behov underifrån. Det är genom att påvisa för de som faktiskt ska använda verktygen i praktiken, att det går att göra tidsbesparingar, som lönsamheten kommer vara som störst. Först då kommer de nya tekniska systemen utnyttjas till fullo. Detta har tidigare varit en brist vid införandet av nya tekniska system. Programmen upplevs för krångliga och då blir det bara liggandes. I avsnitt 4.2.5 *Praktiska arbetet på Higab* förklara *Servicetekniker (1), Higab*, hur han själv får skapa sina egna förutsättningar för att kunna utföra sig arbete bäst möjligt. Detta är ett tydligt exempel på hur det hade gått att påvisa tidsbesparingar om fördelarna med en DT hade införts. I stället arbetar *Servicetekniker (1), Higab*, analogt med att mäta temperaturer, med hjälp av sensorer, för att sedan föra in det i Excel ark där han analyserar data. Hade han haft tillgång till en DT som automatiskt mätte temperaturen i byggnaden hade han kunnat testköra elementens effekt och fått ett direkt resultat och lösning på problemet med låg temperatur.

Det framgår från intervjuerna att teknikerna värderar deras kundkontakt högt. Genom att effektivisera sådant arbete som hade gått att utföra digitalt hade mer tid skapats för att teknikerna att lägga på kunden, något som i sig genererar en lönsamhet för företaget i form av nöjda hyresgäster. Det hade även förenklat processen för mötet

med entreprenör då det mer precist går att visa och beskriva vilka jobb som behöver utföras. För att konkretisera kan vi jämföra en mer traditionell arbetsgång mot en digital arbetsgång, Tabell 8.

Moment	Traditionell arbetsgång	Digital arbetsgång (DT)
1	Hyresgäst hör av sig för att felanmäla ett problem.	Hyresgäst gör en felanmälan via system kopplat till den digitala tvillingen av fastigheten
2	Tekniker åker ut till fastigheten för att kolla på problemet och eventuellt starta en utredning	Tekniker lokaliserar felet i tvillingen, kan själv åtgärda felet med befintliga produkter eller införskaffa dessa på väg till fastigheten. Alternativt beställa jobb direkt från UE, med materialspecifikation.
3	Tekniker gör lämpliga åtgärder och samlar underlag för att sedan kontakta entreprenör och göra beställning utav jobb eller beställa rätt material.	Tekniker/UE vet vad som behöver göras innan man är på plats och kan skicka lämplig personal för detta.
4	UE åker och kollar på felet. (Eventuellt behöver tekniker vara med när UE kommer till fastigheten för att smidigt kunna visa vart felet uppstått)	Efter utfört jobb dokumenteras det av tekniker/UE direkt in i DT och nästa gång ett jobb behöver utföras finns det dokumentation på hur det ska åtgärdas.
5	Åtgärda direkt eller införskaffa material	TIDSBESPARING
6	Återkomma och åtgärda felet efter införskaffande av materialet	TIDSBESPARING
7	Uppföljning med entreprenör (Görs inte alltid)	TIDSBESPARING

Tabell 8. Arbetsgång servicetekniker

Bara genom denna enkla jämförelse går det enkelt att se hur resvägar och arbetstid förkortas och därav skapar lönsamhet. En annan faktor är att det under processen skapas dokumentation som är värdefull att ha med sig i framtiden vid exempelvis skifte av personal. När nästa person ska ta över finns allt dokumenterat och inlärningsprocessen blir kortare. Vid studiebesök och intervjuer har det framgått att kunskapsöverföring har begränsats på grund av att anställda gör på sitt eget sätt och dokumentation försvinner i den anställdas egen mappstruktur.

Likt många av parametrarna är även denna svår att sätta en reell siffra på i dagsläget. Det man som företag behöver göra är att se vilka arbetsmoment som går att göra tidsbesparingar från med digital teknik och sedan ställa alternativen mot varandra. För att veta vilka arbetsmoment som eventuellt går att effektivisera behövs en dialog och förståelse för de arbetsuppgifter tekniker utför. För att konkretisera vilka kostnader som går att bespara genom färre resor och mindre letandes i system har vi skapat en ekvation som i avsnitt 6.4 används i jämförelse mellan två fastigheter:

$$x = (d * n * R) + ((1980 * y) * L) \quad (4)$$

Där, x , är kostnadsbesparing i kronor

Där, d , är distans till fastighet i kilometer

Där, n , Antal resor per år

Där, R , är faktiskt kostnad resväg i kilometer

Där, y , procentuellt minskning av letande i system*

Där, L , är timlön i kronor

1980 är antalet arbetstimmar på ett kalenderår, räknat med 65 timmar per månad.

*=Den procentuella minskningen kan skilja från företag till företag och är något som bör utredas för att få en korrekt uträkning.

5.3.4 Fastighetsvärde

Följande parameter utgår från tanken att fastighetsvärdet ökar vid försäljning om det finns en DT att tillgå. Detta synsätt motsätter sig tidigare parametrarna som är mer

fokuserade på effektivisering. Ett ökat fastighetsvärde grundar sig framför allt från intervjuer med *Chef investeringsprojekt och tidiga skeden, Higab, Marknadschef, Higab* och *Affärsutvecklare, Zynka*. Det enklaste och mest marknadsmässiga argumentet är att en tjänst (DT) som förenklar vardagen för både hyresvärd och hyresgäst, och dessutom kan dra ner kostnader vid projektering och drift, kommer öka värdet på en fastighet vid försäljning.

Återkommande gällande alla parametrar har varit att det inom en snar framtid kommer behövas konkreta siffror för att övertyga gällande beslut om att digitalisera befintliga fastigheter. Väljer man som företag att fokusera på ett ökat intäktsflöde med hjälp av ett ökat fastighetsvärde blir det lättare att motivera kostnader för digitalisering. Fastigheter är i grunden enkla affärer att redovisa och räkna på och ger därför ett mer konkret resultat. Viktigt att ha med sig är att fastighetsvärdet först blir relevant vid försäljning. Vid ett beslut om vilken fastighet som ska digitaliseras bör därför fastighetsvärdet ställas mot exempelvis minskad drift/underhållskostnad (Se avsnitt 5.4).

Den aktuella parametern är intressant att ha med därför att den ger en annan vinkel på vilka fastigheter som bör digitaliseras. Det kan verka onödigt att skapa en DT för en fastighet som inom en snar framtid ska säljas, men går det att redovisa att värdet på fastigheten ökar blir det helt plötsligt relevant att ha med detta i beslutet.

En ytterligare faktor som stärker parametern tar form i en framtidsanalys där det antingen blir ett krav eller en förväntning från hyresgäster att det ska finnas en DT att tillgå, likt fibernät i dagsläget. Då handlar det inte längre om ökade intäkter utan snarare ett sämre konkurrensläge och en utebliven intäkt. Med utvecklingen vi ser just nu är det ett högst troligt scenario, och då kommer man i stället ställa sig frågan om varför man inte skapade en DT direkt.

5.3.5 Kundbehov

En parameter för vilka fastigheter som bör digitaliseras är kundens behov och efterfrågan på en digitalisering av deras fastighet. Detta behöver inte grundas i ett uttalat behov från hyresgäst utan kan även vara en analys gjord av hyresvärden för att hitta behov för hyresgästen.

I intervjuerna framgår det att flexibla lokaler är något som idag efterfrågas till större grad på fastighetsmarknaden. Hur framtidens kontor kommer att se ut är en ständigt återkommande debatt. Kommer företagen behöva lika stora lokaler efter Covid-19 i och med att många kommer vilja jobba hemifrån? Öppna landskap eller kontorsrum? Co-working ytor osv. Oavsett åt vilket håll trenden går kommer det finnas ett behov av flexibla lokaler. Det är svårt att tillgodose flexibla lokaler i äldre/befintliga fastigheter och det kommer alltid finnas konkurrens mot nybyggda kontor. Med hjälp av laserskanning och digitala tvillingar går det att underlätta resan mot flexibla lokaler, även i befintliga fastigheter. Som tidigare nämnts är det lättare att projektera med rätt data och dessutom få en uppfattning om vad som faktiskt är möjligt att ändra i en fastighet.

Utöver flexibla lokaler så ger den digitala tvillingen en möjlighet att anpassas till AI och beräkningar som görs i exempelvis fordonsindustrin. Om fler företag och branscher kommer att nyttja tekniken som en DT tillgodoser, skapar det

förutsättningar för att de äldre fastigheterna också hänger med i denna utveckling och är fortsatt attraktiva för hyresgästerna. Ser man till den tekniken som redan existerar i fordonsindustrin, så skulle detta i framtiden kunna innebära att leveranser av skrymmande storlek går att simulera innan leverans sker till hyresgästen. Vid ett sådant nyttjande av den digitala tvillingen så skulle man som hyresgäst veta om det faktiskt är möjligt få upp den nyinköpta flygeln via trapphuset till den nyrenoverade vindsvåningen. En ekvation för att kunna prissätta en sådan tjänst presenteras nedan.

$$\text{Intäkt för tjänst} = x * kvm \quad (5)$$

Där, x , är priset för tjänsten och, kvm , är arean för fastigheten

Under studiebesök på Naturhistoriska museet i Göteborg pågick det en rad olika renoveringsprojekt och omformning av olika utställningsrum. Det slog oss att det inte bara är hyresvärden som står för lokalanpassningar. Beroende på vilken verksamhet hyresgästen bedriver kan det finnas ett intresse i att själva ta del av en DT för att underlätta sin egen projektering. I teorin skulle museet kunna ta del av den digitala tvillingen, genom att betala för en tilläggstjänst, för att själva minska kostnader i projektering och även underlätta för sina egna underentreprenörer. Det finns även intresse i dom visuella delarna som en DT tillgodoser i form av digitala besök, en diskussion som framför allt växt fram under pågående pandemi. Ett reellt exempel på hur hyresgäster kan utnyttja en DT presenteras i en artikel från *Fastighetssverige* med *Utvecklingsledare, Örebroporten*. I artikeln framgår det att man som hyresgäst, med hjälp av Örebroportens digitala tvillingar, har kunnat använda visualisering som karta vid en mäsas och en annan hyresgäst har använt dom för att få koll på sitt inventarium och sin utrustning.

Higab förvaltar kulturhistorisk värdefulla byggnader i Göteborg och besitter således unika fastigheter med stort allmänintresse. Det går alltså att påstå att invånarna i staden också är Higabs kunder. Därav finns det en annan form av lönsamhet i form av allmännytta vid digitalisering och detta riktar sig framför allt mot att tillgängliggöra fastigheter som det kan vara svårt att besöka som privatperson exempelvis Börsen.

5.3.6 Förvaltning

En stor del av att digitalisera fastigheter är att kunna effektivisera och övervaka driften och underhållet samt göra fastigheterna smartare på sikt. För att kunna dra nytta av all den teknik som är installerad i fastigheten på ett övergripande och lätt administrerat sätt så krävs det att förvaltningen har kunskap om hur data och programmet ska förvaltas. Utöver sensorer och möjlighet att styra luftbehandlingsaggregat finns en vinning i att inkludera enklare installationer som lås, larm och passagesystem för att skapa tilläggstjänster för kunderna. I intervju med *Marknadschef, Higab*, så nämns DT som en stor databas där man efter ett genomfört projekt kan söka sig till all information om fastigheten.

För att DT ska kunna ge en effektivare förvaltning behöver företaget komma fram till vilken data som ska hållas för respektive fastighet. Många gånger ses ett värde i att få in så mycket information som möjligt i en databas, men i en DT kan detta försvåra navigeringen eller administrationen i programmet. Utifrån de intervjuer som genomförts med leverantörer av DT, syns ett tydligt mönster i att det är mängden data

som kostar pengar för kunden. Därför är det viktigt att ställa frågan inom företaget, vilken data behövs för att kunna driva en effektivare förvaltning? Detta kan kopplas vidare till en ekonomisk faktor, om företaget betalar för data som inte har någon funktion mer än att det är "bra att ha", så äts den ekonomiska vinningen snabbt upp.

En svårighet i förvaltningen är all dokumentation som ofta lämnas över till förvaltaren i och med att en ombyggnation och/eller lokalanpassning är färdig. Här ser vi hur företaget kan lösa problemet på två sätt, antingen finns en underordnad analog struktur som nyttjats tidigare och som kan användas likadant vid en digital arkivering eller så behöver företaget krävställa specifikt hur och vad som ska kunna föras in i DT. Vid en användning av en befintlig analog struktur kan det vara lönsamt för företaget att revidera hur arbetet kring denna har skett tidigare och om det finns utrymme för förbättringar som kan minimera fel. Under studiebesöket hos fallföretaget uppmärksammades en brist i hur man valt att nyttja den analoga strukturen och den ansvariges funktion vid en övergång till ett digitalt system, vilket kommer leda till sämre arkivering. Det i sin tur kommer att leda till en svårighet för förvaltningen att navigera bland dokumenten, där tekniken egentligen skulle hjälpa till. Ser man till den andra lösningen, att krävställa vilka specifika dokument som ska kunna föras in, så ser vi att en inventering av samtliga potentiella användare måste göras. Om inte varje potentiell användare har möjlighet att påverka sitt arbetsverktyg som ska ersätta den befintliga så föreligger en risk att den inte kommer att bli använt som det är tänkt. Vi har genom intervjuer sett hur data och dokument sparas eller arkiveras lokalt om det finns brister i hur och var dessa ska arkiveras i programmen. Om det inte finns en tydlig struktur så kommer användarna att gå den lätta vägen i stället för den rätta vägen.

Ytterligare en viktig del i förvaltningen är att DT bör kunna hjälpa till vid uthyrning och visualisering av de uthyrningsbara ytorna i fastigheten. *Marknadschef, Higab*, förklarade i sin intervju hur deras bestånd säljer på sin unicitet och att det är något som bör kunna lyftas fram genom en visualisering i förvaltningsskedet. I samma intervju beskrevs också hur nya fastigheter idag är mer flexibla och kan anpassas utefter kundbehovet, vilket är en viktig USP för lokaler. För att kunna konkurrera med nybyggda fastigheter behövs detta komplement för att locka till sig kunder till de befintliga fastigheterna. En visualisering som genererar en snabbare uthyrning kommer också ge en viss lönsamhet. Med hjälp av nedanstående formel kan en ökad intäkt genom visualisering beräknas, exempelberäkning presenteras i appendix.

$$\frac{\text{Årshyra}}{365} * x = \text{Ökad intäkt genom visualisering} \quad (6)$$

Där, x , ges av antalet dagar snabbare uthyrning

5.4 Beslut om Digitala Tvillingar för befintliga fastigheter kopplat till parametrar för lönsamhet

För att kunna ta ett beslut om att skapa en DT av en fastighet behövs det underlag i form av parametrar vilket har redovisats i föregående avsnitt. Parametrarna går att dela upp i tre olika kategorier; ekonomiska, sociala och miljöpåverkan. Varje parameter är nödvändigtvis inte bara kopplad till en av kategorierna men det kan ge företag en vägledning i beslutet om digitalisering, beroende på företagets egna mål

och värderingar. Modellen som redovisas i följande avsnitt bygger på vissa förutsättningar:

1. Det finns en tydlig samsyn kring begreppen laserskanning och DT i företaget.
2. Det finns en tydlig digitaliseringsstrategi och en handlingsplan för implementering kopplad till denna.

Första steget vid ett beslut om digitalisering blir att täcka upp alla teknikgrupper i företaget för att internt undvika digitalt utanförskap. Det vill säga om du har sex olika geografiska områden med en kopplad teknikgrupp till varje, och tre av dessa områden är täckta med åtminstone en DT, då bör det självklara vara att kolla på resterande tre områden innan man fortsätter. Alla tre kategorier redovisar någon form av lönsamhet och det blir därför aldrig en fråga om det kommer att vara lönsamt, utan snarare *hur* lönsamt. För att kunna använda parametrarna som underlag för ett beslut måste företaget i fråga vikta de tre kategorierna. För att förklara hur detta skulle kunna fungera i praktiken har exempel konstruerats, se Tabell 9, där två befintliga fastigheter ställs mot varandra.

Fastighetsinformation		
	Fastighet 1	Fastighet 2
Verksamhetstyp	Kontor	Museum
Läge (Distans från kontor i km)	3	4,5
A-temp (Kvm)	2000	10000
LOA (85%)	1700	8500
Hyra/kvm/år	3 000 kr	2 000 kr
Total hyra/år	6 000 000 kr	20 000 000 kr
Driftkostnad/kvm/år	105 kr	105 kr
Underhållskostnader/kvm/år	100 kr	100 kr
Besök tekniker / månad	4	8

Tabell 9, *Fastighetsinformation*

LOA på 85 % är taget från ett jämförelseobjekt. Hyra/kvm/år är valt från Svefas fastighetsindex (2019) för AA-läge samt A-läge. Driftkostnader är taget från Higabs fastighet Postgatan 16 och underhåll är taget från Isberg. K, (2009). För antal besök har vi valt att räkna lågt, och har då räknat att den större av fastigheterna kräver ett dubbelt antal besök.

Sociala parametrar

De sociala parametrarna handlar framför allt om att skapa bättre förhållande för de som ska arbeta med verktygen i praktiken. Det betyder att om ett företag väljer att lägga större viktning på sociala parametrar, då bör beslutet kring vilken fastighet som ska digitaliseras först utgå från brukarens perspektiv. I vårt exempel skulle det innebära att exempelvis en tekniker med ansvar för båda fastigheterna får vara med och utreda ett antal frågor som skulle kunna se ut enligt följande:

Exempel:

1. Vilken av fastigheterna är mest tekniktät?
2. Vilken fastighet besöks oftast/kräver mest omsorg?
3. Vilken fastighet har flest felanmälningar?

4. Är det någon av fastigheterna som har sämre dokumentation/underlag som leder till mer letande?

Det är i sig inga avancerade frågor, och beroende på hur olika företag jobbar finns det säkerligen ytterligare frågor att tillägga. En liknande diskussion kan leda till en analys om vart vi enklast hittar behovet, vilket tydligt visat sig under intervjuerna att vara en nyckel för att implementera nya digitala verktyg.

Beroende på företag kan det finnas syfte att kolla på allmännyttan som en social parameter. Utifrån vårt exempel, där vi jämför ett kontor och ett museum, är det relativt enkelt att ta beslutet att ett museum har mer nytta för allmänheten av VR/AR teknik skapad från en laserskanning eller med utgångspunkt ur en DT. Om vi i stället ponerar att kontoret är beläget i en kulturmärkt byggnad och av vissa skäl inte är möjlig för allmänheten att besöka, då kanske det hade varit mer lönsamt att välja denna.

I avsnitt 5.4.2 utreder vi bland annat samarbete mellan olika aktörer i fastighetsbranschen. Om detta är något som viktas högt av ett företag bör det, tillsammans med en eller fler samarbetspartners, utredas hur aktörerna tillsammans kan utreda olika typer av fastigheter för att komma fram till insiktsfulla analyser parallellt. Det vill säga att om två företag samarbetar och det ena av företaget redan kollar på att göra analyser av driften i en kontorsbyggnad, då kanske det är mer relevant att välja museet för att ta fram data i en annan typ av fastighet.

Ekonomiska parametrar

För att enkelt beskriva de ekonomiska parametrarnas påverkan på ett beslut har vi använt oss av de ekvationer som finns redovisade i avsnitt 5.3 och lagt in värdena från våra två exempelfastigheter. Resultatet är sammanställt och kan utläsas i nedanstående, Tabell 10 och Tabell 11:

Sammanställning fastighet 1		
Nyttjandeområde	Parametrar	Besparingar i kr
Projektering	Arkitektkostnader & Tidsbesparingar upphandling (projekt*)	179 730 kr
Projektering	Färre fysiska besök (år)	16 000 kr
Projektering	Rätt underlag (Färre fel)	-
Förvaltning	Drift- och underhållsbesparingar (år)	17 000 kr
Förvaltning	Tidsbesparing letande (år)	17 363 kr
Försäljning	Ökat fastighetsvärde (1%)	593 938 kr
Förvaltning	Kundbehov/Kundkrav (år)	8 500 kr
Förvaltning	Uthyrningsprocess (projekt*)	139 726 kr
	Totala besparingar/vinst projektering	195 730 kr
	Totala besparingar/vinst förvaltning	182 589 kr
	Totala besparingar/vinst bolag	593 938 kr

Tabell 10, Sammanställning Fastighet 1

Sammanställning fastighet 2		
Nyttjandeområde	Parametrar	Besparingar i kr
Projektering	Arkitektkostnader & Tidsbesparingar upphandling (projekt*)	665 750 kr
Projektering	Färre fysiska besök (år)	16 000 kr
Projektering	Rätt underlag (Färre fel)	-
Förvaltning	Drift- och underhållsbesparingar (år)	85 000 kr
Förvaltning	Tidsbesparing letande (år)	18 428 kr
Försäljning	Ökat fastighetsvärde (1%)	1 907 188 kr
Förvaltning	Kundbehov/Kundkrav (år)	85 000 kr
Förvaltning	Uthyrningsprocess (Projekt)	465 753 kr
	Totala besparingar projektering	681 750 kr
	Totala besparingar förvaltning	654 182 kr
	Totala besparingar bolag	1 907 188 kr

Tabell 11, Sammanställning Fastighet 2

*Ingen satt tidsram, fullständiga beräkningar återfinns i Bilaga 2.

Det viktiga att ha med sig är hur de olika nyttjandeområdena förhåller sig till varandra. Projektering avser främst fastigheter som står inför någon form av ombyggnad/renovering. Besparingar för förvaltning blir aktuellt för alla fastigheter med en DT. Försäljning är endast relevant då en fastighet ska säljas. Att den totala summan blir högre för den större fastigheten är en naturlig följd av att flera av ekvationerna bygger på kvadratmeter. Det som blir intressant är när

besparingarna/vinster i stället slås ut per kvadratmeter. Då är den mindre av fastigheterna mer lönsam räknat per kvadratmeter, Tabell 12.

	Fastighet 1	Fastighet 2
Projektering per kvm	98 kr	68 kr
Förvaltning per kvm	91 kr	65 kr
Försäljning per kvm	297 kr	191 kr

Tabell 12, *Besparingar/Vinster per kvadratmeter*

Genomgående i beräkningarna (Bilaga 2) är att varje parameter utgår från lågt räknade siffror. Detta beror på att det i dagsläget inte finns tillräckligt med insamlade kvantitativa data för att analysera. Syftet med modellen är att visa att det går att räkna på nästan varje enskild parameter och att det enkelt går att redovisa lönsamhet. Utifrån exemplet är det svårt att säga vilken fastighet som bör digitaliseras, då både visar en bra lönsamhet. Det vi kan konstatera är dock att det per kvadratmeter är mer lönsamt att välja fastighet 1, medan fastighet 2 ger ett större intäktsflöde direkt.

En annan parameter som är svår att räkna på är möjligheten att hitta fler kvadratmeter och på så sätt öka intäkterna genom mer uthyrningsbar area, men det kan också gå åt andra hållet, att man får färre kvadratmeter än vad som tidigare är specificerat för fastigheten. Det är också svårt att räkna på hur laserskanning och DT kan minska felen i projektering och ombyggnad och på så sätt också minska ÄTA-arbeten, men förmodligen är det ett utfall av ett mer detaljerat underlag. Att ÄTA-arbeten skulle försvinna helt anses osannolikt, men att det minskar ses som sannolikt. Då dessa två punkter är svåra att uppskatta värden för så har de utelämnats helt i beräkningarna. Här bör en sammanställning göras efter att en ombyggnation gjorts och se över hur ÄTA-arbeten ser ut kontra tidigare ombyggnationer.

Miljöpåverkan

Parametrar för miljöpåverkan är sällan fristående. I nästan alla ekonomiska och sociala parametrar går det att knyta an till miljöpåverkan. Färre besök i en fastighet innebär färre resor för tekniker, projektledare och entreprenörer, samarbetet mellan aktörer för att snabbare hitta lösningar för effektivisering av drift ger ett minskat klimatavtryck, rätt underlag underlättar fel vid mängdning och materialförbrukning osv.

Utifrån exemplet går det att se det på två skilda sätt.

1. Utifrån ett omvärldsperspektiv, då klimatet inte tar hänsyn till vem som gör vad, bör beslutet grundas i vilken typ av fastighet som antingen är mest tekniktät, för att minska driften, eller utifrån vilken fastighetstyp som är vanligast för att kunna skapa nytta för andra fastighetsägare.
2. Utifrån ett internt perspektiv bör man istället kolla på sitt eget bestånd. Vilken fastighetstyp inom det egna beståndet är vanligast? Vilken av byggnaderna har störst klimatpåverkan idag?

Indelningen av fastighetstyp är åt det extrema hållet för att visa en poäng. Det finns säkerligen dataanalyser av kontorsfastigheter som går att applicera på kulturfastigheter (museum, konserthallar, sportarenor osv) och vice versa. I exemplet ser vi klimatpåverkan i korrelation till storleken på fastigheten, vilket betyder att den större av fastigheterna har en större påverkan på klimatet och således bör väljas först.

Sammantaget

Viktning sociala parametrar: Museum

Viktning ekonomiska parametrar: Kontor

Viktning miljöpåverkan: Museum

Beroende på hur företaget viktar de olika parametrarna fås olika resultat. I ett fall där ett företag väljer att likställa alla parametrar är det mer lämpligt att kolla vilken fastighet som täcker upp flest parametrar och sedan ta ett beslut utifrån det.

6 SLUTSATS

Vad innebär en Digital Tvilling?

För att skapa förutsättningarna för en DT behövs en samsyn kring begreppet DT. Resultatet har visat på att det är viktigt att hela företaget och alla brukare förstår sin del i användandet av DT, annars föreligger en stor risk att den blir felaktigt använd och matad med fel eller för lite information. DT blir då helt obrukbar som sanningskälla och uppfyller därmed inte det kriterier och krav som ställs på den. Företag som ska påbörja användandet av DT för fastighetsbeståndet bör därför se över, om inte följa helt, de rekommendationer som presenteras i 6.1.

Vilka för och nackdelar finns det med en Digital Tvilling?

Det finns oändligt med fördelar med att skapa en DT och/eller laserskanna en byggnad, ur en teoretisk synvinkel. Den stora utmaningen är att göra teori till praktik. Införandet av digitala tvillingar kommer kräva stora förändringar i en organisation, oavsett vilket företag som berörs. Därför blir det fundamentalt att lägga stort fokus på att det finns en väl fungerande plan för implementeringen som är kopplad till företagets digitaliseringsstrategi. Utan en lyckad implementering fallerar användandet av nya digitala verktyg och det spelar inte längre någon roll hur många parametrar som tas fram. Lönsamheten hos ett verktyg som inte övertygar brukarna att använda det kommer att vara lika med noll, om inte negativ. För att lyckas måste man granska företagets historia, se vilka framgångsfaktorer har företaget i fråga haft med tidigare införande av digitala verktyg och vilka hinder man stött på. Vi tror starkt på att digitala tvillingar kommer vara framtiden inom fastighetsbranschen och att det bara är en tidsfråga innan det kommer bli branschstandard. Om omfattningen är av den storlek vi förväntar oss gör man som företag sig själv en stor tjänst att reda ut frågorna kring implementering och digitalt utanförskap redan nu.

Vilka parametrar är relevanta utifrån lönsamheten?

Förutsatt att företaget och de anställda har fastställt vad begreppet DT innebär och en digitaliseringsstrategi med en tydlig plan för hur implementeringen ska ske har utformats, så kan ett pilotprojekt påbörjas. Här behöver företaget navigera i vad som är av vikt för just dem. Genom att vikta de tre övergripande parametrarna; social, ekonomisk och miljöpåverkan, var för sig kommer företaget se vilken som styr valet av fastighet. Väljer företaget att förenkla handhavandet, förenkla arbetssättet, för det anställda så kommer ett behov skapas från användarna och modellen kommer att fyllas med information. Det ekonomiska valet kommer, enligt beräkningsexempel, att generera en besparing för projektering, förvaltning och eventuellt öka fastighetsvärdet. Väljer företaget att minska miljöpåverkan så kommer fokus ligga på att minska drift och underhåll för fastigheten. För att få ut så mycket lönsamhet som möjligt och få en långsiktighet i DT så behöver företaget gå igenom rekommendationerna enligt varje punkt, då kan både en social, ekonomisk och en minskad miljöpåverkan uppnås i ett och samma steg.

Vilka byggnader är aktuella att laserskanna eller skapa en Digital Tvilling av?

Kostnaden ligger inte i laserskanningen i sig, då detta i praktiken endast behöver göras en gång för att få ut korrekt golvarea och väggarea. Det som kommer vara dyrt i längden är att hålla data för den Digitala Tvillingen uppdaterad. Det är därför motiverat att genomföra någon form av pilotprojekt för att testa sig fram och se vilken

data som faktiskt är värd att hålla, då det kommer bli en omotiverat hög kostnad att hålla data som inte är till någon nytta för företaget. Det är först när företaget har samlat in data från pilotprojektet som det går att se vilka sensorer som behövs för att få rätt data och då har möjlighet att byta dessa i resterande fastigheter.

Enligt de räkneexempel som presenterats så är det alltid lönsamt att genomföra en laserskanning av en befintlig byggnad, men var företagen väljer att se vinsten beror på i vilken del underlaget ska nyttjas.

6.1 Rekommendationer

Vår rekommendation för dem som ska börja sin resa med skapandet av DT och/eller laserskanning är att svara på fyra enkla frågor:

- Vad innebär begreppen vi pratar om för oss?

Tydligt specificera vad begreppet DT innebär. Vad är det vi pratar om när vi pratar om digitala tvillingar. Det gäller att ha hög tröskel, ständigt beröra begreppet och prata öppet om det. Det har tydligt visat sig att det finns vitt skilda uppfattningar om vad det faktiskt innebär och om det inte finns en samsyn kring begreppen är det svårt att utforma en strategi.

- Vem ska använda verktygen?

Här behöver företaget identifiera vem/vilka yrkesgrupper som ska använda verktygen. Dessa personer bör också vara med vid kravställningen av verktyget för att kunna hjälpa till att hitta nyttorna för respektive yrkesgrupp. På så sätt kommer företaget få ut mer av verktygen.

- Hur ska vi använda verktyget?

Skapa en tydlig digitaliseringsstrategi och en konkret plan för hur implementeringen ska gå till för dem som faktiskt ska utnyttja verktyget i praktiken.

- Vad ska vi ha i vår DT?

Det är bra att testa sig fram, likt Higab gjort i sitt pilotprojekt. Försök täcka upp alla delar för att sedan stanna upp och utvärdera, vad är det egentligen vi vill ha i vår digitala tvilling. Vad är rätt för oss som företag? Ska fokus ligga på projektering/förvaltning? Vilka parametrar viktas vi högst, ekonomiska, sociala eller miljöpåverkan?

Ta hjälp av varandra, det finns ingen mening att köra sitt eget race, byt kunskaper. Med hjälp av samarbete kan vi snabbare få en tydlig handlingsplan för digitala tvillingar i fastighetsbranschen och således förbättra sociala- och klimatförhållanden. Alla kommer vinna på det i slutändan.

6.2 Noggrannhetsanalys

Vi är medvetna, och något besvikna, över bristen av kvantitativa data. Vår förhoppning var att i vilket fall få mer data kopplad till driften. Vi tror att undersökningen hade blivit mer komplett ifall vi kunde backa upp våra teser utifrån den kvalitativa datainsamlingen med mer exakta siffror från fallföretaget. Hade vi från

början insett svårigheten i att göra en kvantitativ undersökning i området, som gjort att vi förlorat mycket tid i letande, hade vi hellre valt att satsa på en helt kvalitativ forskning

När det kommer till urval av intervjupersoner hade vi gärna sett att vi gått tillväga något annorlunda, även om vi är extremt nöjda med dem intervjuer vi faktiskt har haft. Vi hade exempelvis velat intervjua Higabs hyresgäster för att utreda kundens behov mer noggrant. Ytterligare hade det varit intressant att prata med någon arkitekt, som i sig är direkt konkurrensutsatta av laserskanningstekniken och modellering som outsourcas till andra länder.

6.3 Fortsatt forskning

Studien har resulterat i flera olika intressanta sidospår uppkommit, som tyvärr inte har kunnat studeras på grund av tidsramen för arbetet.

En del i fortsatt forskning bör vara att undersöka varje parameter för sig i en kvantitativ inriktad forskning. Denna bör lägga fokus på att använda data från faktiska Digitala Tvillingar som sedan testas mot den teori och de beräkningsmodeller som presenterats.

Ytterligare ett fördjupningsområde bör vara att undersöka hur ett samarbete kring företag kan ske i syfte att leda utvecklingen framåt och på så sätt minska klimatavtrycket för fler olika fastighetsägare inom en viss geografisk placering. Detta skulle skapa ett nyhetsvärde för hela fastighetsbranschen.

7 REFERENSER

Litteratur

AZHAR, S (2011). *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and Management in Engineering*, 11, 241-252.

BATOV, E. I. (2015). The distinctive features of “smart” buildings. *Procedia Engineering*, 111, 103-107.

BECERIK-GERBER, B., JAZIZADEH, F., LI, N. & CALIS, G. (2011). *Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. Journal of construction engineering and management*, 138, 431-442.

BOSCH-SIJTSEMA, P., CLAESON-JONSSON, C., JOHANSSON, M., & ROUPE, M. (2021). The hype factor of digital technologies in AEC. *Construction Innovation*.

CORREANI, A., DE MASSIS, A., FRATTINI, F., PETRUZZELLI, A. M., & NATALICCHIO, A. (2020). Implementing a digital strategy: Learning from the experience of three digital transformation projects. *California Management Review*, 62(4), 37-56.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. & LISTON, K. (2008). *Frontmatter*, Wiley Online Library.

FALK, B. (2016). *Higab 1966 - 2016: ett halvsekel göteborgshistoria*. Göteborg: Higab

FORSLUND, M. (2019). *Organisation och ledning (3:e upplagan)*. Stockholm: Liber AB.

GLEASON, D. (2013). Laser scanning for an integrated BIM. In *Lake Constance 5D-Conference* (pp. 28-29).

HARDUB, B. 2011. *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows*, John Wiley & Sons.

HARRIE, L. (2008). *Geografisk informationsbehandling. Teori, metoder och tillämpningar. 4th ed. Stockholm: Forskningsrådet Formas.*

ISBERG, K. (2009). *Analys och drift och underhållskostnader–påverkande faktorer. TVBP.*

KHAJAVI, S. H., MOTLAGH, N. H., JARIBION, A., WERNER, L. C., & HOLMSTRÖM, J. (2019). Digital twin: vision, benefits, boundaries, and creation for buildings. *IEEE Access*, 7, 147406-147419.

LANTMÄTERIET. (2020). *Handbok i mät- och kartfrågor: Terrester laserskanning*. Gävle, Sverige: Lantmäteriet.

LEWIN, K. (1951). *Field theory in social science: Selected theoretical papers*. New York: Harper & Brothers.

LIPPITT, R., WATSON, J., & WESTLEY, B. (1958). *The dynamics of planned change*. New York, Harcourt, Brace and World, Inc.

MADAKAM, S., RAMASWAMY, R., TRIPATHI, S. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(05), 164.

NADLER, D. A., & TUSHMAN, M. L. (1980). A model for diagnosing organizational behavior. *Organizational Dynamics*, 9(2), 35-51.

RESHETYUK, Y. (2017) *Terrester laserskanning. 1st edn. Edited by H. i G. Docent Stig-Göran Mårtensson*. Stockholm: bookboon.com.

SMITH, D. K. & TARDIF, M. 2012. *Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*, John Wiley & Sons.

STOJANOVIC, V., TRAPP, M., RICHTER, R., HAGEDORN, B., & DÖLLNER, J. (2018). *Towards The Generation of Digital Twins for Facility Management Based on 3D Point Clouds*.

TEICHOLZ, E. 2012. *Technology for Facility Managers: The Impact of Cutting-edge Technology on Facility Management*, John Wiley & Sons

THOMAS, V. (2019). *Lidar (remote sensing technology)*. Salem Press Encyclopedia of Science.

VOLK, R., STENGEL, J. & SCHULTMANN, F. (2014). *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs*. *Automation in Construction*, 38, 109-127.

WIKFORSS, Ö. B., HANS; BERG VON LINDE, RIKARD; ECKEBERG, KLAS; EKHOLM, ANDERS; LUNDQVIST, JERKER; LÖWNERTZ, KURT; JÄGBECK, ADINA; TARANDI, VAINO; SANDSTEN, STEFAN, OCH SUNDELL, GÖRNA. (2003). *Byggandets informationsteknologi*, AB Svensk Byggtjänst

Elektroniska

AUTODESK INC. *Understanding the Difference Between BIM and CAD*, CadLearning, Hämtad från: <https://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore/caas/video/youtube/lesson/143344-courseId-100332.html>

BIM ALLIANCE (2019). *Stora möjligheter att optimera driften genom digitalisering* Hämtad 25 Maj, 2021, från <https://www.bimalliance.se/library/4658/stora-mojligheter-optimera-driften-genom-digitalisering.pdf>

JONGELING, R. (2008). *BIM istället för 2D-CAD i byggprojekt: En jämförelse mellan dagens byggprocesser baserade på 2D-CAD och tillämpningar av BIM*. Luleå

Tekniska Universitet. Hämtad från

<http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:998274/FULLTEXT01.pdf>

SVEFA (2019) Svensk Fastighetsmarknad Fokus 24 orter. Hämtad 2021-05-11 från

<https://www.svefa.se/globalassets/svenskfastighetsmarknad/svensk-fastighetsmarknadfokus-24-orter-vt-2019.pdf>

SÖDERBERG, R., WÄRMEFJORD, K., CARLSON, J. S., & LINDKVIST, L. (2017). *Toward a Digital Twin for real-time geometry assurance in individualized production*. CIRP Annals, 66(1), 137-140. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.04.038>

TRIMBLE. (2013). *Laser scanning for an integrated BIM*. U.o.: Trimble

<https://www.tekla.com/de/trimble-5d/laser-scanning-for-bim.pdf>

TOLLESON, N. (2021, 16 april) *Utvecklingsledaren om digitaliseringens utmaningar*. Fastighetssverige. Hämtad 3 maj, 2021, från

<https://www.fastighetssverige.se/artikel/utvecklingsledaren-om-digitaliseringens-utmaningar-fastighetsagare-maste-bereda-sig-for-en-digital-forvaltning-39287>

XIONG, X., ADAN, A., AKINCI, B., & HUBER, D. (2013). *Automatic creation of semantically rich 3D building models from laser scanner data*. Automation in Construction, 31, 325-337. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.006>

Bildkällor

RESHETYUK, Y. (2009). *Self-calibration and direct georeferencing in terrestrial laser scanning* (Doctoral dissertation, KTH).

BILAGOR

BILAGA 1 Intervjuschema

Inledning

- Vilka arbetsuppgifter innefattar din roll?
 - Personalansvar? Hur många personer?
- Hur har din erfarenhet sett ut när det kommer till digitalisering?

Generella frågor:

- Vad är digitalisering av en fastighet för dig?
- Vad innebär en digitaliserad fastighet enligt dig?
- Vad innebär en digital tvilling för dig?
- Vad anser du vara av vikt för vilka fastigheter som skall digitaliseras?
- Vid beslut om digital tvilling/laserskanning, vilka parametrar anser du bör övervägas?
 - Finns det någon parameter som sticker ut?
- Vilka för och nackdelar upplever du med digitalisering?

Tekniska frågor:

- Hur har ert arbete sett ut med digitalisering.
- Hur har den praktiskt genomförts?
- I vårt examensarbete utreder vi tre olika typer av digitalisering; laserskanning, BIM och digital tvilling, som även till stor del överlappar varandra. Hur mycket använder/har ni tänkt att använda respektive metod och vilka fördelar/nackdelar ser du med respektive “verktyg”?
 - Laserskanning
 - Digital Tvilling
 - BIM

Ekonomiska frågor:

- Anser du att den digitala processen bör påverka varje enskilt beslut?
- Vilka nyckeltal kollar ni på i projektet som genomförs?
- Kan ekonomin påverka ett eventuellt beslut om digitalisering?
 - Behövs det faktiska siffror?
 - Hur räknar man hem ett sådant projekt?

Sociala frågor:

- Hur påverkas “Företag” av digitaliseringen?
- Tror du att den sociala aspekten kan påverkas i och med en snabb digitalisering i branschen?
- Hur är upplevelsen av digitalisering från de som använder/ska använda verktygen i praktiken på “Företag”?
- Finns det något samarbete med privata/kommunala aktörer i frågan om digitalisering?

Avslutning

- Om vi blickar framåt lite, hur tror du digitalisering av fastigheter kommer att se ut i framtiden?
- Är det något som vi borde ha frågat dig?

BILAGA 2 Beräkningsexempel parametrar

Projektering Fastighet 1			Projektering Fastighet 2		
	Digital	Traditionell		Digital	Traditionell
Tid1.Arkitekt.timmar	-	200	Tid1.Arkitekt.timmar	-	1000
Tid2.Arkitekt.timmar	100	-	Tid2.Arkitekt.timmar	500	-
Pris.Arkitekt.timme	1000	1000	Pris.Arkitekt.timme	1000	1000
Tid.Upphandling.dagar	10	10	Tid.Upphandling.dagar	10	10
Pris.Dagshyra	-	13973	Pris.Dagshyra	-	46575
Pris.Laser.kvm	15	-	Pris.Laser.kvm	15	-
Pris.Modellering.kvm	15	-	Pris.Modellering.kvm	15	-
Kvadratmeter	2000	2000	Kvadratmeter	10000	10000
Total kostnad projektering	160000	339730	Total kostnad projektering	800000	1465750
Besparing i procent		212,33%	Besparing i procent		183,22%
Besparing i kronor		179730	Besparing i kronor		665750

Arkitektkostnader och tidsbesparingar fastighet 1&2

Ovanstående beräkning redovisar besparingar i procent respektive kronor för en digital projektering kontra en traditionell projektering. Timmar och timlön för arkitekt är taget från Higabs lighthouse projekt på Postgatan 16. Kostnader för laserskanning och modellering är hämtat från intervjuer och finns redovisat under resultatdel. Tid för upphandling är en uppskattad vinning genom att kunna avropa en upphandlad laserskanning och på så sätt påbörja projekteringen 10 dagar tidigare, med en digital projektering. Den tid räknas som en kostnad i en traditionell projektering och representerar 10 dagar utebliven hyra då projektet kan dra igång senare och då blir slutfört senare.

Färre fysiska besök

Färre fysiska besök fastighet 1&2	
Arvode	1 000 kr
Antalet besökare	2
Antal timmar	4
Antal besök	2
Totalt besparing	16 000 kr

Drift- och underhållsbesparingar

Fastighet 1 nuläge		
	Hysesvärd	Hysesgäst
Hyra per kvm/år	3 000 kr	-3 000 kr
Drift per kvm/år	0 kr	-100 kr
Underhåll per kvm/år	-100 kr	0 kr
Kvm (85% uthyrningsbar yta)	1700	1700
Intäker/utgifter kvm/år	2 900 kr	-3 100 kr
ett år	4 930 000 kr	-5 270 000 kr

Fastighet 2 nuläge		
	Hysesvärd	Hysesgäst
Hyra per kvm/år	2 000 kr	-2 000 kr
Drift per kvm/år	0 kr	-100 kr
Underhåll per kvm/år	-100 kr	0 kr
Kvm (85% uthyrningsbar yta)	8500	8500
Intäker/utgifter kvm/år	1 900 kr	-2 100 kr
ett år	16 150 000 kr	-17 850 000 kr

Fastighet 1 minskad drift/underhåll		
	Hysesvärd	Hysesgäst
Hyra per kvm/år	3 005 kr	-3 005 kr
Drift per kvm/år	0 kr	-95 kr
Underhåll per kvm/år	-95 kr	0 kr
Kvm (85% uthyrningsbar yta)	1700	1700
Intäker/utgifter kvm/år	2 910 kr	-3 100 kr
ett år	4 947 000 kr	-5 270 000 kr
Skillnad	17 000 kr	0 kr
Procentuell skillnad	0,34%	0%

Fastighet 2 minskad drift/underhåll		
	Hysesvärd	Hysesgäst
Hyra per kvm/år	2 005 kr	-2 005 kr
Drift per kvm/år	0 kr	-95 kr
Underhåll per kvm/år	-95 kr	0 kr
Kvm (85% uthyrningsbar yta)	8500	8500
Intäker/utgifter kvm/år	1 910 kr	-2 100 kr
ett år	16 235 000 kr	-17 850 000 kr
Skillnad	85 000 kr	0 kr
Procentuell skillnad	0,52%	0%

Tidsbesparing letande

Tidsbesparing letande		
	Fastighet 1	Fastighet 2
Distans till fastighet (km)	3	4,5
Kilometerersättning	1,85 kr	1,85 kr
Antal resor (Tur&Retur) / år	96	192
Arbetstimmar på ett år	1980	1980
Besparat antal procent	5%	5%
Totalt antal besparade timmar under ett år	99	99
Timlön tekniker	170	170
Totalt besparande	17362,8	18428,4

Kilometerersättning är räknat från milersättning tjänsteresor om 18,5 kr. Antal sparade timmar är en uppskattning från intervjuer med tekniker samt studiebesök. Timlön tagen från medelinkomst fastighetstekniker *Yrkeskollen* (2020)

Ökat fastighetsvärde

Beräkning av ökat fastighetsvärde fastighet 1				
	Idag	Ökat fastighetsvärde 1% med digital tvilling	Ökat fastighetsvärde 5% med digital tvilling	Ökat fastighetsvärde med 10% med digital tvilling
Hyra per kvm/år	3 000 kr	3 000 kr	3 000 kr	3 000 kr
Drift/underhåll per kvm/år	205 kr -	205 kr -	205 kr -	205 kr
Driftnetto per kvm/år	2 795 kr	2 795 kr	2 795 kr	2 795 kr
Uthyrningsbar yta (kvm):	1700	1700	1700	1700
Årshyra:	4 751 500 kr	4 751 500 kr	4 751 500 kr	4 751 500 kr
Avkastningskrav:	4,50%	4,50%	4,50%	4,50%
Procentuell ökning		101%	105%	110%
Fastighetsvärde:	105 588 889 kr	106 644 778 kr	110 868 333 kr	116 147 778 kr
Ökning i kr:	0	1 055 889 kr	5 279 444 kr	10 558 889 kr

Beräkning av ökat fastighetsvärde fastighet 2				
	Idag	Ökat fastighetsvärde 1% med digital tvilling	Ökat fastighetsvärde 5% med digital tvilling	Ökat fastighetsvärde med 10% med digital tvilling
Hyra per kvm/år	2 000 kr	2 000 kr	2 000 kr	2 000 kr
Drift/underhåll per kvm/år	205 kr -	205 kr -	205 kr -	205 kr
Driftnetto per kvm/år	1 795 kr	1 795 kr	1 795 kr	1 795 kr
Uthyrningsbar yta (kvm):	8500	8500	8500	8500
Årshyra:	15 257 500 kr	15 257 500 kr	15 257 500 kr	15 257 500 kr
Avkastningskrav:	4,50%	4,50%	4,50%	4,50%
Procentuell ökning		101%	105%	110%
Fastighetsvärde:	339 055 556 kr	342 446 111 kr	356 008 333 kr	372 961 111 kr
Ökning i kr:	0	3 390 556 kr	16 952 778 kr	33 905 556 kr

Vi har valt att räkna med ett högt avkastningskrav trots att Svefa Fastighetsindex visar att avkastningskrav för fastigheter inom AA och A-läge ligger mellan 3,75-5 % och sedan utgått från ökat värde med 1%.

Kundbehov

Kundbehov		
	Fastighet 1	Fastighet 2
Pris för tjänst (5kr/kvm/år)	5	10
Area för fastigheten	1700	8500
Total inkomst	8500	85000

Här har vi utgått från att det finns ett behov av tillgång till digitala tvillingar från kund. Vi har räknat med att fastighet 1, kontor, har ett mindre behov än fastighet 2, museum. Detta grundar sig i ett museums behov för lokalanpassningar.

Uthyrningsprocessen

Uthyrningsprocessen		
	Fastighet 1	Fastighet 2
Hyra/dag	13973	46575
Antal dagar snabbare uthyrning	10	10
Total inkomst	139 726 kr	465 753 kr

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se



CHALMERS