



JÖNKÖPING UNIVERSITY

School of Engineering

**INTERNET OF THINGS INOM DRIFT OCH
UNDERHÅLL I FÖRVALTNINGSSKEDET**

**INTERNET OF THINGS IN FACILITY MANAGEMENT;
OPERATION AND MAINTENANCE**

Elin Björkdahl

Julia Stadler

EXAMENSARBETE 2017

Byggnadsteknik

Detta examensarbete är utfört vid Tekniska Högskolan i Jönköping inom Byggnadsteknik. Författarna svarar själva för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

Examinator: Géza Fischl

Handledare: Kaj Granath

Omfattning: 15 hp

Datum: 2017-06-06

Abstract

Purpose: This work presents Internet of Things or IoT in facility management; operation and maintenance. One of the many functions of IoT is making “smart” building components, which can communicate when they break and can be controlled from a distance. Today there are many articles on how you can use IoT in buildings but not as many on how you can use it in operation and maintenance of real estates. Therefore, the aim of this thesis is to investigate the possibilities of IoT in facility management; operation and maintenance work. This is investigated by the questions: (1) How can IoT be used in the facility management; operation and maintenance work? (2) What are the savings in terms of workhours that can be made by using IoT in facility management; operation and maintenance work? (3) What is the attitude to IoT in the facility management industry?

Method: The main strategy for this thesis is a case study in the facility section of the municipality in Jönköping. Approaches include interviews with IoT-consultants and employers at the facility section, document analysis of the workhours for different tasks of a operation technician and a literature study.

Findings: The first question is answered by that IoT can be used for almost everything because of the huge amount of sensor types and that new ones are constantly in the making. You can also make unique IoT systems which contributes to the flexibility. The limits today are costs and finding value in the collected data.

The second question is answered by that saving possibilities exists. Calculations are made based on attitudes from respondents and what they think are possible savings. This results in savings of about 13 000 workhours/year out of 30 000 workhours/year which equals 40 %.

The third question is answered by that both employers at the facility section and IoT-consultants find IoT in facility management interesting. Of the different work categories, it is interesting to mention that the most positive are the real estate managers and the maintenance engineers and the least positive are the operation technicians.

Implications: Conclusions made are that the possibilities of IoT in facility management; operation and maintenance are many. In the future, a lot of savings of workhours can be made by using IoT. Since interest in IoT exists at the facility-section future studies should explore the costs of different IoT-systems. If the municipality of Jönköping chooses to implement IoT in their facilities they can become a role model for other facility managers.

Limitations: The limitations in this work are the different costs of IoT-products and how the IoT-systems are built. The work tasks investigated include only supervision tasks.

Keywords: Keywords in this thesis include IoT, BMS-systems, operation and maintenance of facilities, facility management and the facility section in the municipality of Jönköping.

Sammanfattning

Syfte: Detta arbete behandlar Internet of Things eller IoT inom drift och underhåll i förvaltningsskedet. IoT handlar bl.a. om "smarta" byggnadskomponenter som kan meddela när de går sönder samt att man kan styra dessa på avstånd. Det finns många tidigare undersökningar kring hur man kan använda IoT i byggnader men inte särskilt många undersökningar på hur detta kan användas inom just drift och underhållsarbetet med fastigheter. Därför är målet med detta arbete att utreda möjligheterna till användning av Internet of Things inom drift och underhåll i förvaltningsskedet. Som i sin tur bryts ner i frågeställningarna: (1) Vilka användningsområden finns det för Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll? (2) Vilka besparingar i form av arbetstid skulle man kunna åstadkomma genom att tillämpa Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll? (3) Hur ser inställningen ut för tillämpning av Internet of Things i förvaltningsbranschen?

Metod: Huvudstrategin för detta arbete är en Fallstudie på Fastighetsavdelningen, Jönköpings kommun. Tillvägagångssättet består av intervjuer med IoT-konsulter och med anställda på fastighetsavdelningen, dokumentanalys av enhetstider för olika arbetsuppgifter för drifttekniker i Jönköpings kommun samt litteraturstudie.

Resultat: Den första frågeställningen besvaras att det mesta är möjligt med IoT då det finns en enorm mängd olika sensorer och det produceras ständigt nya sensortyper. Man kan även skräddarsy IoT-lösningar vilket bidrar till flexibiliteten i systemen. Det som sätter gränser för IoT i dagsläget är ekonomin samt att hitta värde i insamlade data.

Frågeställning två visar att besparingsmöjligheter finns. Beräkningar är baserade på attityder hos respondenterna och vad de anser är rimliga besparingspotential. Detta resulterar i en besparing på ca 13 000 arbetstimmar/år av 30 000 arbetstimmar/år vilket är lika med 40 %.

Den tredje frågeställningen ger resultatet att inställningen för att implementera IoT till arbetsuppgifter är överlag positiv hos både anställda på fastighetsavdelningen och IoT-konsulter. Av de olika yrkeskategorierna är det intressant att nämna att störst intresse ligger hos förvaltare och underhållsingenjörer och minst hos drifttekniker.

Konsekvenser: Slutsatser dras att IoT kan effektivisera arbetet med drift och underhåll i förvaltningsskedet. Man kan komma att spara in mycket arbetstid genom att använda IoT. Eftersom intresse finns hos avdelningen borde man undersöka vidare vilka kostnader systemet kan komma att kosta om man skulle börja utrusta fastigheterna med sensorer etc. Vid en eventuell implementering kan Jönköpings kommun bli en förebild för andra förvaltare och hamna i framkant i teknikutvecklingen.

Begränsningar: Avgränsningarna i detta arbete är kostnader för IoT-produkter och hur systemen i detalj är uppbyggda. De arbetsuppgifter som undersöks i detta arbete är tillsynsuppgifter.

Nyckelord: Nyckelord i detta arbete är IoT, fastighetsautomation, drift och underhåll av fastigheter, förvaltning samt fastighetsavdelningen Jönköpings kommun.

Tack!

Författarna till detta arbete vill passa på att tacka och uppmärksamma de företag som deltagit i intervjuer, referensgrupper mm.

Till respondent från Tyréns som ställt upp på intervju.

Till respondent från Sigma Connectivity som ställt upp på intervju.

Till respondent från Sigma IT-Consulting som ställt upp på intervju och deltagit i referensgrupp.

Till respondent från FM Technology som ställt upp i beräkningar och referensgrupp.

Till alla respondenter från Fastighetsavdelningen i Jönköpings kommun som ställt upp på intervjuer och särskilt tack till de som även deltagit i referensgruppen.

Ordlista

BAS, BMS	Building Automation System, Building Management System. System som används för automatisk styrning och övervakning av värme ventilation, belysning och andra byggnadsfunktioner.
BIM	Building Information Modeling. En process där man skapar och hanterar digital information genom olika skeden i byggnadens livscykel.
DHC, DUC	Datahuvudcentral, Dataundercentral. Används inom byggnadsautomation vid drift och underhåll av byggnader.
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning. Funktioner relaterade till värme, ventilation och luftkonditionering.
M2M	Machine to Machine. Direkt kommunikation mellan maskiner.
RFID	Radio-Frequency Identification. Identifiering och spårning av objekt m.h.a. elektromagnetiska fält.

Innehållsförteckning

I	Inledning	I
1.1	BAKGRUND	1
1.2	PROBLEMBESKRIVNING.....	1
1.3	MÅL OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	2
1.4	AVGRÄNSNINGAR	2
1.5	DISPOSITION	2
2	Metod och genomförande	4
2.1	UNDERSÖKNINGSSTRATEGI.....	4
2.2	KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH METODER FÖR DATAINSAMLING	4
2.3	VALDA METODER FÖR DATAINSAMLING	4
2.3.1	<i>Litteraturstudie</i>	4
2.3.2	<i>Intervjuer</i>	5
2.3.3	<i>Dokumentanalys</i>	5
2.4	ARBETSGÅNG.....	5
2.4.1	<i>Litteraturstudie</i>	5
2.4.2	<i>Intervjuer</i>	6
2.4.3	<i>Dokumentanalys</i>	7
2.5	TROVÄRDIGHET	7
3	Teoretiskt ramverk	8
3.1	KOPPLING MELLAN FRÅGESTÄLLNINGAR OCH TEORI	8
3.2	INTERNET OF THINGS	9
3.3	FASTIGHETSFÖRVALTNING.....	10
3.3.1	<i>Fastighetsavdelningen, Jönköpings kommun</i>	11
3.4	INTERNET OF THINGS INOM FASTIGHETSFÖRVALTNING	12
3.5	SAMMANFATTNING AV VALDA TEORIER.....	14
4	Empiri	15
4.1	INTERVJUER	15
4.1.1	<i>IoT-konsulter</i>	15

4.1.2	Anställda på Fastighetsavdelningen	17
4.2	DOKUMENTANALYS	22
4.2.1	Information från hemsidor	22
4.2.2	Kommunens styrdokument för driftteknikers arbetsuppgifter	22
4.3	SAMMANFATTNING AV INSAMLAD EMPIRI	22
5	Analys och resultat	24
5.1	FRÅGESTÄLLNING 1	24
5.2	FRÅGESTÄLLNING 2	26
5.3	FRÅGESTÄLLNING 3	29
5.4	KOPPLING TILL MÅLET	30
6	Diskussion och slutsatser	31
6.1	RESULTATDISKUSSION	31
6.2	METODDISKUSSION	32
6.3	BEGRÄNSNINGAR	33
6.4	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	33
6.5	FÖRSLAG TILL VIDARE FORSKNING	34
	Referenser.....	35
	Bilagor	38

1 Inledning

Detta examensarbete bedrivs i samarbete med Fastighetsavdelningen på Tekniska kontoret i Jönköpings kommun.

1.1 Bakgrund

Internet of Things eller IoT kan beskrivas som ett nätverk av enheter som uppfattar och kommunicerar med omvärlden via internet. IoT medverkar till att skapa smarta och hjälpsamma miljöer, varor och tjänster, då enheterna automatiskt anpassar sitt beteende till olika situationer (Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, 2013).

Enheterna uppfattar sin omvärld med hjälp av inbyggda sensorer som känner av olika miljöförhållanden (fuktighet, temperatur, närvaro etc.). De reagerar situationsanpassat på informationen med hjälp av aktuatorer, som exempelvis kan kontrollera värme, belysning eller tillträde till lokaler (Lilis, Conus, Asadi & Kayal, 2016).

Ett konkret exempel på vad IoT kan åstadkomma: informationssystemet i en byggnad kan lära sig vilken tid boende vanligtvis kommer hem, för att automatiskt låsa upp dörren, sätta på belysning och fylla badkaret med vatten (Borgia, 2014).

Idén om IoT uppstod innan millennieskiftet men inte förrän på senare år har utvecklingen verkligen tagit fart. Enligt en prognos av IHS kommer de 15,4 miljarder enheter som var uppkopplade i världen år 2015 växa till 30,7 miljarder 2020 och 75,4 miljarder 2025 (Lucero, 2016).

Det finns idag många användningsområden för IoT. Ett relativt nytt användningsområde är fastighetsförvaltning, det finns framförallt stora utvecklingsmöjligheter inom drift och underhåll av bostäder, kyrkor och museer. Tillämpning av IoT inom detta område kan leda till stora besparingar samt sätta Sverige i framkant av den industriella utvecklingen (Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, 2013).

1.2 Problembeskrivning

Ser man på en byggnad utifrån livscykelperspektiv är kostnaderna för förvaltning mycket högre än produktionskostnaderna. Detta skapar stora incitament att effektivisera fastighetsförvaltningen, för att minska förvaltningskostnaderna och därmed livscykelkostnaderna. Ett möjligt sätt att effektivisera förvaltning av byggnader är att använda sig av IoT vid drift och underhåll. Detta kan leda till besparingar om många miljarder kronor i fastighetsbranschen enligt Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (2013). Det kan även leda till stora energibesparingar, vilket är relevant då byggnader år 2012 stod för 32 % av den totala globala energikonsumtionen (Casini, 2016). Eftersom det är just inom drift och underhåll de största besparingarna kan ske utgår denna rapport från drift och underhållsarbetet.

I dagsläget är forskningen kring "IoT inom fastighetsförvaltning" bristfällig, men flera rapporter antyder att det finns möjligheter till vidareutveckling. Borgia (2014) beskriver en mängd olika tillämpningsområden för IoT, några exempel kan kopplas till fastighetsförvaltning men mycket av detta befinner sig fortfarande i ett tidigt skede och har inte testats i praktiken än.

Skeptiker menar att inte tillräckligt mycket forskning bedrivits om huruvida det är lönsamt att använda IoT i smarta byggnader. Samtidigt menar många förespråkare att

konceptet kan innebära en innovativ revolution som helt skulle förändra synen på byggnader (Lilis et al., 2016).

Att närmare undersöka IoT och dess användningsområden är nödvändigt så Sverige inte hamnar efter i den industriella utvecklingen jämfört med konkurrentländer, detta skulle medföra negativa effekter på sysselsättning, välbefinnande och livskvalitet (Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien, 2013). Det är dessutom en stor möjlighet till effektivisering som inte borde förbises.

Detta examensarbete bedrivs i samarbete med Fastighetsavdelningen på Tekniska kontoret, Jönköpings kommun och utreder möjligheterna med IoT inom fastighetsförvaltning, avseende drift- och underhållsarbetet. Då de flesta fastighetsförvaltare idag arbetar på liknande sätt kan utredningen även vara relevant för andra. Dessutom kan en utredning om IoT inom drift och underhåll vara till nytta för andra aktörer i byggbranschen. Exempelvis för entreprenörer som arbetar med produktion, då det finns flera liknande processer i de två skedena, byggarbetsplatsen måste också underhållas och hållas i drift.

1.3 Mål och frågeställningar

Målet med arbetet är att utreda möjligheterna till användning av Internet of Things inom drift och underhåll i förvaltningsskedet. Detta mål bryts ner i frågeställningarna:

1. Vilka användningsområden finns det för Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll?
2. Vilka besparingar i form av arbetstid skulle man kunna åstadkomma genom att tillämpa Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll?
3. Hur ser inställningen ut för tillämpning av Internet of Things i förvaltningsbranschen?

1.4 Avgränsningar

Arbetet utreder potentialen i besparad arbetstid men inte ekonomiska faktorer såsom investerings- eller driftkostnader för IoT-system, eftersom arbetet blir för omfattande vid beaktning av alla aspekter.

Arbetet omfattar inte heller en noggrannare beskrivning av IoT-tekniken utan fokuserar istället på dess nytta i fastighetsbranschen, eftersom detta är det intressanta i ett första utredningsskede.

Frågeställning 1 och 2 besvaras delvis genom att analysera Jönköpings kommuns styrdokument för driftteknikers arbetsuppgifter. Arbetsuppgifterna är uppdelade i tillsyn- och skötseluppgifter men i detta arbete analyseras endast de rena tillsynsuppgifterna, då de bedöms enklast att optimera med IoT.

1.5 Disposition

I kapitel 2 beskrivs undersökningsmetoder som används för arbetet samt hur arbetet genomförs. Här diskuteras även resultatets trovärdighet med utgångspunkt från valda metoder. Kapitel 3 redovisar relevanta teorier som används för att besvara frågeställningarna och uppnå målet. Empiriska data som samlas in med hjälp av intervjuer och dokumentanalys beskrivs i kapitel 4 och analyseras i relation till den

teoretiska referensramen i kapitel 5. I kapitel 6 sammanfattas resultatet och författarna diskuterar arbetet och dess konsekvenser. Slutsatser formuleras och förslag på vidare forskning föreslås.

2 Metod och genomförande

2.1 Undersökningsstrategi

Målet med arbetet är att utreda möjligheterna till användning av Internet of Things inom drift och underhåll i förvaltningsskedet. Detta syftar till ett mer kvalitativt resultat och utarbetas därefter. Frågeställning 2 är dock av kvantitativ sort och behandlas med ett kvantitativt arbetssätt.

Frågeställning 1 och 3 handlar om att utreda värdet av en ny teknik hos förvaltare vilket faller under kvalitativ studie (Rennstam och Wästerfors, 2015).

Frågeställning 2 handlar om att beräkna besparingar utifrån enhetstider vilket faller under kvantitativ studie (Gustavsson, 2004).

Angreppssättet består av fallstudie då en fastighetsavdelning på en kommun utreds.

2.2 Koppling mellan frågeställningar och metoder för datainsamling

Vilka användningsområden finns det för Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll? Undersökningsmetoderna till frågeställningen är litteraturstudie, dokumentanalys samt intervjuer med IoT-konsulter och anställda på fastighetsavdelningen. Endast tre IoT-konsulter tillfrågas eftersom informationen inte bygger på personliga åsikter utan yrkesmässig kompetens. Intervjuerna sker kvalitativt, det finns möjlighet till ett öppet samtal om ämnet, ställa följdfrågor samt få någon annans perspektiv på problemet. Litteraturstudien anses nyttig då det bidrar till kunskaper om tekniken och analyserade texter kan ligga i grund till och jämföras med intervjuerna. Då rapporten behandlar fysiska produkter besvaras frågeställningen även med dokumentanalys av leverantörers hemsidor.

Vilka besparingar i form av arbetstid skulle man kunna åstadkomma genom att tillämpa Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll? Frågan besvaras kvantitativt med enhetstider från kommunen och med stöd från samtliga intervjuer. Frågeställningen bidrar till balans till den annars kvalitativa studien. Jönköpings kommun ger oss data om olika tillsyn- och skötselåtgärder som utförs varje år samt hur många timmar per år de lägger på dessa åtgärder. Genom att undersöka vilka av arbetsuppgifterna som kan effektiviseras med IoT får man fram ungefär hur mycket arbetstid som kan sparas.

Hur ser inställningen ut för tillämpning av Internet of Things i förvaltningsbranschen? Frågan besvaras med intervjuer med anställda på fastighetsavdelningen. Nio personer med olika arbetsuppgifter deltar. Intervjuerna genomförs med utrymme för respondenterna att svara med egna ord. Flera respondenter bidrar till ett brett svar på frågeställningen som bättre motsvarar verkligheten.

2.3 Valda metoder för datainsamling

Valda metoder för datainsamling är litteraturstudie, intervjuer, samt dokumentanalys.

2.3.1 Litteraturstudie

Det teoretiska ramverket är en litteraturstudie. Litteraturstudien bidrar inte med ny kunskap men bidrar till information om hur IoT används idag och möjligheter för

framtiden. Detta ger annan och kompletterande syn till intervjuerna och bidrar till rikare analys, diskussion och slutsats (Olsson & Sörensen, 2011).

2.3.2 Intervjuer

Huvudempirin är intervjuer med IoT-konsulter och anställda på fastighetsavdelningen. Intervjuerna är kvalitativa då syftet är att få ny kunskap om hur IoT kan användas inom fastighetsförvaltning och nyttan det kan bidra med. Samtliga intervjuer är semi-strukturerade då samma frågor ställs som besvaras öppet (Patel & Davidsson, 2003; Gustavsson, 2004).

2.3.3 Dokumentanalys

Enligt Magne Holme och Krohn Solvang (2012) kallas att analysera enhetstider från kommuner dokumentanalys. I detta arbete analyseras Jönköpings kommuns styr-dokument för driftteknikers arbetsuppgifter.

2.4 Arbetsgång

2.4.1 Litteraturstudie

Litteratursökningen görs löpande under arbetets gång på DART-Europe, IEEE Xplore, PQDT Open, ScienceDirect och Scopus. Sökningen begränsas till forskning från de senaste fem åren, 2012-2017. Använda sökord är "*internet of things*" tillsammans med "*facility management*" eller *buildings*. När det är möjligt begränsas sökningen till vissa sökfält, enligt den fjärde kolumnen i Tabell 1. Om sökningen resulterar i fler än 100 träffar begränsas den ytterligare; publiceringsåren kortas ner till 2016-2017 och ytterligare ett sökord, *operation OR maintenance*, läggs till. Inaktuella sökningar visas överstrukna i Tabell 1.

Det görs också en sökning på Scopus med sökorden *BMS* och "*facility management*" för att utreda vad BMS system är, då kommunen använder sig av detta i dagsläget.

En sammanställning av de senaste sökningarna på respektive databas visas i Tabell 1. För att sortera ut relevanta artiklar för arbetet läses först sammanfattningen och sedan resten av artiklarna. Ytterligare sökning efter relevanta vetenskapliga artiklar görs genom att följa referenserna till befintliga artiklar.

Tabell 1. Sammanställning av den senaste litteratursökningen, 2017-04-01.

Databas	Publiceringsår	Sökord	Sökfält	Antal träffar
Dart-Europe	2012-2017	<i>"internet of things" + "facility management"</i>	-	0
		<i>"internet of things" + buildings</i>		4
IEEE Xplore	2012-2017	<i>"internet of things" + "facility management"</i>	Metadata	5
		<i>"internet of things" + buildings</i>		1470
	2016-2017	<i>"internet of things" + buildings + operation OR maintenance</i>		70
PQDT Open	2012-2017	<i>"internet of things" + "facility management"</i>	-	0
		<i>"internet of things" + buildings</i>		31
ScienceDirect	2012-2017	<i>"internet of things" + "facility management"</i>	titel, sammanfattning och nyckelord	1
		<i>"internet of things" + buildings</i>		90
Scopus	2012-2017	<i>"internet of things" + "facility management"</i>	titel, sammanfattning och nyckelord	10
		<i>"internet of things" + buildings</i>		1811
	2016-2017	<i>"internet of things" + buildings + operation OR maintenance</i>		101
		<i>BMS + "facility management"</i>		19

2.4.2 Intervjuer

Innan intervjuerna skickas mejl till respondenterna med information om examensarbetet, bakgrund till ämnet samt intervjufrågor. Intervjufrågorna redovisas i Bilaga 2.

Intervjufrågor till IoT-konsulter syftar till inblick i företagets arbete med IoT kopplat till fastighetsförvaltning; varför de började arbeta med IoT, produkter och tjänster de arbetar med samt deras syn på framtiden. Problem och möjligheter diskuteras också samt vilka av driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras med IoT. Intervjuerna är telefonbaserade.

Intervjufrågor till anställda på Fastighetsavdelningen, Jönköpings kommun, behandlar respondenternas arbete i dagsläget, vad de anser om eventuell implementering av IoT samt vilka av driftteknikers arbetsuppgifter de tror kan optimeras med IoT. Nio intervjuer i form av fysiska möten genomförs.

Under samtliga intervjuer närvarar båda författarna och för egna anteckningar. Intervjuerna spelas in och efteråt transkriberas de separat, jämförs och skrivs ihop. Sammanfattningarna skickas sedan tillbaka till respondenterna för deras godkännande och eventuella kommentarer.

2.4.3 Dokumentanalys

Som komplettering till litteraturstudien och intervjuerna görs en översikt av exempel på IoT-produkter som finns på marknaden och kan användas för drift och underhåll av fastigheter. Information hämtas från hemsidor av olika tillverkare och återförsäljare som erbjuder relevanta IoT-produkter.

Styrdokumentet som analyseras innehåller information om driftteknikers arbetsuppgifter i Jönköpings kommun. Dokumentet listar bland annat upp fastigheterna, arbetsuppgifter samt arbetstider.

Arbetsuppgifterna är uppdelade i tre kategorier: tillsyn, skötsel samt tillsyn och skötsel. I detta arbete analyseras endast tillsynskategorin. Dokumentet innehåller en del poster med en arbetstid på 0 tim/år, därför är det första som görs att sortera bort dessa då de i detta fall inte är relevanta. Därefter sorteras arbetsuppgifterna utefter kategorierna och flera återkommande arbetsuppgifter (för olika fastigheter) slås ihop för att få fram sammanlagd tid per år för varje arbetsuppgift.

Efter intervjuer med Sigma och Tyréns samt med Fastighetsavdelningen beräknas möjliga tidsbesparingar utefter vilka arbetsuppgifter respondenterna anser kan optimeras med IoT.

Resultatet och beräkningarna skickas till en referensgrupp. Referensgruppen består av fem personer. Byggprojektledare 2 som representerar de tillfrågade på kommunen, Respondent 2 från Sigma som representerar IoT-konsulterna, avdelningschefen för Fastighetsavdelningen på Jönköpings kommun, verksamhetschefen för Fastighets- och byggservice på Fastighetsavdelningen samt en IoT-konsult från FM Technology. Dessa läser beräkningar och resonemang kring frågeställning 2 och ger kommentarer till resultatet.

2.5 Trovärdighet

För att säkra validitet används triangulering på olika sätt. Flera metoder används vid datainsamling; litteraturstudie, intervjuer samt dokumentanalys för att ge en fyllig bild. Triangulering används också genom att vid intervjuer använda sig av flera respondenter, både IoT-konsulter och anställda på Fastighetsavdelningen. På Fastighetsavdelningen görs urval av respondenter från olika yrkeskategorier för att få en stor variationsbredd. IoT-konsulterna väljs ut då de har stor kompetens inom området (Patel och Davidsson, 2003; Halvorsen, 1992).

För att ytterligare stärka validiteten i detta arbete används en referensgrupp. Denna grupp kontrollerar och ger synpunkter på framräknade besparingsmöjligheter.

Reliabilitet uppnås genom att båda författarna närvarar vid intervjuer samt spela in intervjuerna. Efteråt sker separat transkribering. Intervjusammanfattningar skickas tillbaka till respondenter för kontroll.

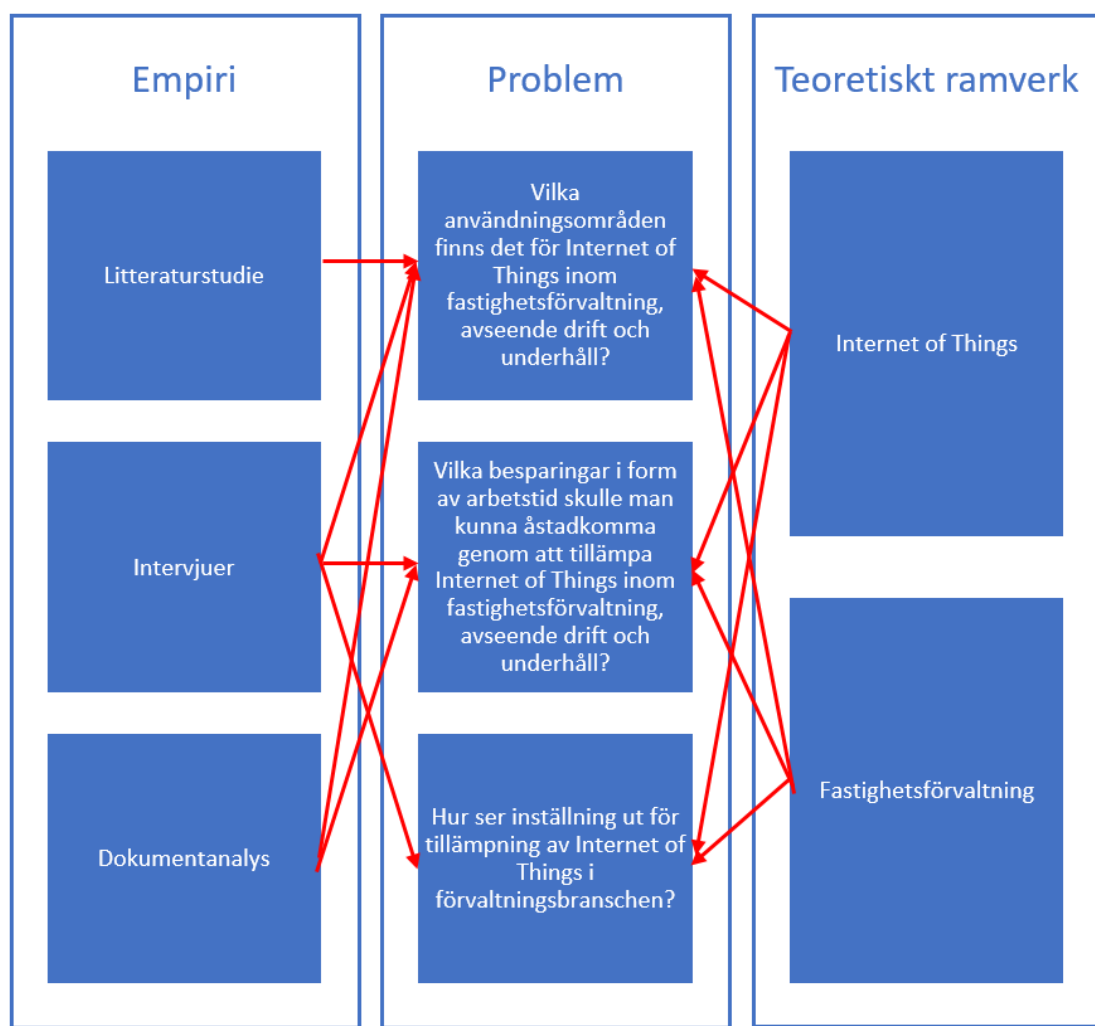
Reliabilitet bör vid kvalitativa studier som denna ses mot bakgrunden av situationen vid undersökningen. Detta betyder att olika uppfattningar från författarna och skilda meningar av de intervjuade inte behöver tyda på bristande reliabilitet utan kan tvärtom ses som en tillgång (Patel och Davidsson, 2003).

3 Teoretiskt ramverk

Stora nyckelord i examensarbetet är **fastighetsförvaltning** och **Internet of Things**. Det är inom dessa teoriområden kunskap inhämtas för att besvara frågeställningarna.

3.1 Koppling mellan frågeställningar och teori

Samband mellan empiri, problem och teoretiskt ramverk illustreras i Figur 1.



Figur 1. Samband mellan empiri, problem och teoretiskt ramverk.

Vilka användningsområden finns det för Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll? Behandlas med vetenskapliga referenser om IoT i samband med byggnader. Exempel på vetenskapliga referenser är Pradeep Kumar (2016) som föreslår system för beläggningsmätning för att skapa energieffektiva, smarta byggnader baserat på IoT. Borgia (2014) beskriver tillämpningsområdena för IoT inom industri, hälsa och smarta städer samt kvarstående frågor som måste lösas inom ämnet. Lilis et al. (2016) behandlar möjligheter och hinder kopplade till helt IoT-kontrollerade intelligenta byggnader. Frågeställningen besvaras även med intervjuer samt dokumentanalys av kommunens styrdokument för driftteknikers arbetsuppgifter.

Vilka besparingar i form av arbetstid skulle man kunna åstadkomma genom att tillämpa Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll? Besvaras genom att analysera enhetstider inom fastighetsförvaltning från Jönköpings kommun. Enhetstiderna hämtas från kommunens styrdokument för driftteknikers arbetsuppgifter. Besparingsmöjligheterna baseras på samtliga intervjuer.

Hur ser inställningen ut för tillämpning av Internet of Things i förvaltningsbranschen? Utreds med intervjuer med Fastighetsavdelningen på kommunen. Teoriområden som används till denna frågeställning är både IoT och fastighetsförvaltning.

3.2 Internet of Things

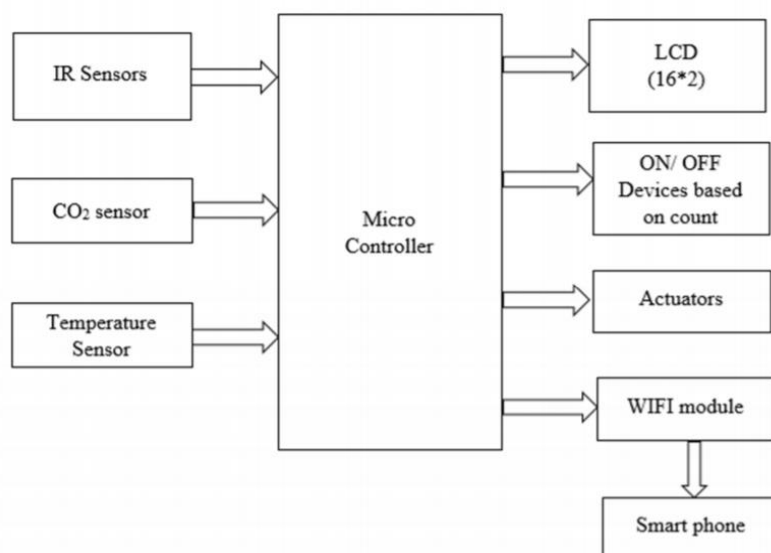
Internet of Things (IoT) kan beskrivas som ett samlingsnamn för allt som kan förse med sensorer, känna av sin omgivning och kommunicera med den. Man säger att IoT fungerar som en brygga mellan den fysiska världen och den digitala. Detta genom att sensorer samlar information om fysiska förhållanden och överför informationen till den digitala världen för bearbetning. Därefter kan signaler skickas tillbaka till den fysiska världen, till aktuatorer som påverkar och förändrar fysiska förhållandena. IoT kan utveckla smarta applikationer i alla möjliga områden för att systemet kan skraddarsys lösningar. IoT-system kan delas in i tre kategorier: industri, smarta städer och hälsa. IoT kan hjälpa till att skapa hållbara städer och öka livskvaliteten för människor (Borgia, 2014).

Begreppet IoT kommer från en forskningsgrupp som arbetade med utvecklingen av Radio Frequency Identification, RFID, runt år 2000 (Borgia, 2014). RFID är digitala streckkoder som används för att göra enheter unika och identifierbara över internet, en förutsättning för IoT. RFID används för att spåra objekt i realtid och bestämma deras position och status (Pradeep Kumar, 2016).

IoT-enheter inkluderar idag RFID-taggar, sensorer, aktuatorer och kameror. Sensorer är enheter som känner av och mäter olika förändringar i miljön, såsom fuktighet, temperatur, rörelser, avstånd mm. (Pradeep Kumar, 2016). Aktuatorer är enheter som kontrollerar olika komponenter t.ex. ventilationsaggregat eller värmesystem (Lilis et al., 2016).

Sensorerna kommunicerar via trådlösa sensornätverk, Wireless Sensor Networks, WSN. Insamlad data skickas via trådlös kommunikation till exempelvis en smartphone eller dator som bearbetar data och kommunicera med enheter utanför det egna nätverket (Risteska Stojkoska & Trivodaliev, 2016).

Ett exempel på hur IoT system kan vara uppbyggt beskrivs av Pradeep Kumar (2016). Författaren har skapat ett nätverk av tre typer av sensorer för att bestämma antal besökare i en byggnad. Baserat på denna siffra ska HVAC (värme, ventilation och luftkonditionering) kontrolleras, vilket gynnar byggnaden ur ett energi- och säkerhetsperspektiv. Komponenterna kan kontrolleras via internet. Detta kallas beläggningmätning, eftersom beläggningsgraden i lokaler mäts. Nätverket fungerar felfritt och tillförlitligt under experimentella tester. Systemet är uppbyggt enligt Figur 2.



Figur 2. Blockdiagram som visar uppbyggnaden av IoT-system för kontroll av HVAC-enheter utifrån antal besökare i byggnaden (Pradeep Kumar, 2016).

IR-sensorer mäter antalet besökare medan CO₂- och temperatursensorer samlar information om inomhusmiljön. Sensorerna är sammankopplade med en mikrostyrenhet (Micro Controller) som är kopplad till en LCD skärm som visar information om inomhusmiljön och antal besökare. Mikrostyrenheten är också kopplad till aktuatorer som kontrollerar HVAC-enheterna, alltså stänger av/sätter på dem baserat på inomhusklimatet och antal besökare. I systemet ingår en WiFi-modul som överför data till internet. Detta medför att man får tillgång till data via en mobiltelefon eller dator (Pradeep Kumar, 2016).

Säkerhetsaspekten är viktig i IoT då säkerhetsproblem kan uppkomma både privat och offentligt. För att säkra IoT system krävs att integritet, autentisering, konfidentialitet, tillgänglighet samt auktorisering är garanterade. Detta är ett problem i dagsläget pga. hur IoT är uppbyggd med sändningslängd, storlek mm. (Borgia, 2014).

Redan år 2020 förväntas 30,7 miljarder enheter vara uppkopplade till internet runtom i världen och år 2025 förväntas siffran växa till 75,4 miljarder (Lucero, 2016).

Det anses vara en attraktiv kvalitet att kunna kontrollera byggnadskomponenter på avstånd via en applikation. Kommunikation som sker mellan två eller fler enheter utan behov av någon direkt mänsklig inblandning, kallas maskin-till-maskin-kommunikation, M2M (Borgia, 2014).

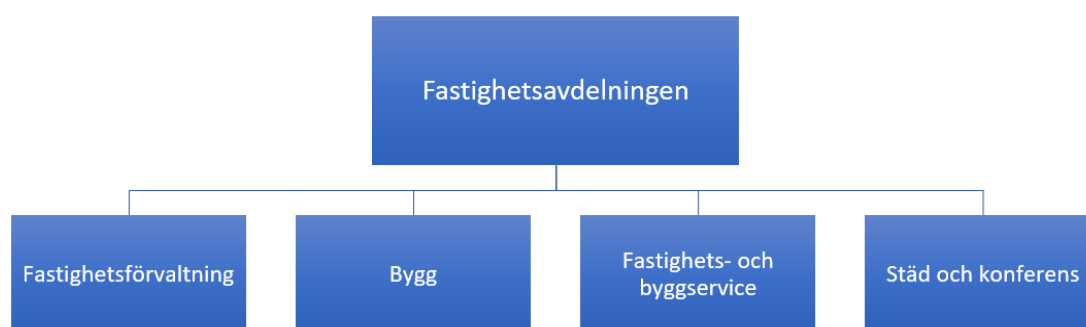
3.3 Fastighetsförvaltning

Den traditionella fastighetsförvaltningen delas upp i teknisk, administrativ och ekonomisk förvaltning, detta arbete fokuserar endast på den tekniska (drift och underhåll). Drift går ut på att upprätthålla byggnadens funktion, alltså försörja med energi, el, luft, vatten samt data- och telekommunikation, hantera avfall och ansvara för viss skötsel. Underhåll handlar om att upprätthålla byggnadens värde genom att utföra utbyten och reparationer (Nordstrand, 2008).

Vid underhåll av byggnader kan man använda sig av följande tre strategier: felavhjälpande, förebyggande eller prediktivt underhåll. De som idag är vanligast och oftast kombineras är felavhjälpande och förebyggande underhåll. Vid felavhjälpande underhåll tillåts komponenter vara i drift tills de går sönder, varvid de repareras eller byts ut. Nackdelen är att det är svårt att uppskatta vilka resurser som krävs, alltså arbetskraft, verktyg, reservdelar mm. Vid förebyggande underhåll byts komponenter ut innan de går sönder. Denna strategi medför bättre koll på vilka resurser som krävs och arbetskraften kan jobba mer konsekvent. Dock är detta dyrt då man inte utnyttjar komponenterna till deras fulla livslängd. Prediktivt underhåll, går ut på att förutse tidpunkten ett system eller komponent inte längre uppfyller önskade funktionskrav. Förutsägelsen baseras på komponenternas prestanda eller skick som kontinuerligt övervakas, samt historiska data vilket minskar kostnaderna (Wu, Jennings, Terpenney & Kumara, 2016). Av dessa strategier är prediktivt underhåll den som är mest relevant vid tillämpning av IoT i detta arbete.

3.3.1 Fastighetsavdelningen, Jönköpings kommun

Fastighetsavdelningen på tekniska kontoret i Jönköpings kommun är uppdelad i fyra verksamhetsområden: fastighetsförvaltning, bygg, fastighets- och byggservice samt städ och konferens, se Figur 3 (Kelly & Sever, 2015).



Figur 3. Organisation av Fastighetsavdelningen, Jönköpings kommun.

Intervjuer i detta arbete sker med anställda på fastighetsförvaltningen, bygg samt fastighets- och byggservice.

Fastighetsförvaltningen har ca 25 anställda; ingenjörer, förvaltare samt administrativ personal. Verksamhetsområdet har både hand om interna fastigheter och kommersiella fastigheter (Kelly & Sever, 2015). Förvaltarens arbetsuppgifter inkluderar det administrativa kring fastigheterna, delta i olika möten, hålla kontakt med hyresgästerna etc. Som energiingenjör jobbar man t.ex. med att minska energikonsumtionen, energideklarationer, LCC beräkningar m.m. Som datasystemsamordnare jobbar man bl.a. med system för tillsyn- och skötseluppgifter som delar ut arbetsordrar till driftteknikerna (Bilaga 3).

Bygg: Här jobbar bl.a. underhållsingenjörer och byggprojektledare. Underhållsingenjörerna arbetar med både underhållsprojekt och ombyggnadsprojekt. I dagsläget åker de ofta ut till fastigheterna för att se vad som behöver åtgärdas. På kommunen sker framtagning av underhållsplaner som ska ge en bättre överblick över arbetsuppgifter, så man i framtiden kan arbeta mer förebyggande. Byggprojektledarna har samordnings-

ansvar vid nyproduktion av fastigheter och sitter med i byggmöten, projekteringsmöten m.m. (Bilaga 3).

Fastighets- och byggservice har ca 60 anställda som jobbar med drift och underhåll av kommunens fastigheter. (Kelly & Sever, 2015). Driftteknikerna ansvarar för alla mindre åtgärder, under ca 10 000 kr, samt utför ronderingar i kommunens 650 fastigheter. Ronderingarna är regelbundna platsbesök som inkluderar de tillsyn- och skötseluppgifter som redovisas i Bilaga 1. Den mest tidskrävande av dessa arbetsuppgifter är byggnad invändigt på ca 14 000 arbetstimmar/år. Uppgiften innebär att se över invändiga utrymmen, kolla att utrymningsvägar är fria, krypgrund, kallvindar och kulvertar ses över. Andra tidskrävande arbetsuppgifter är försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad, styrsystem för fastighetsdrift samt byggnad utvändigt. I dagsläget jobbar verksamheten med fastighetsautomation i form av DUC:ar (dataundercentraler), rumsstyrningar och DHC:er (datahuvudcentraler). Dessa styrsystem möjliggör kontroll och styrning av ventilation, värme och undercentraler på distans, visar realtidsinformation om fastigheterna samt skickar larm vid eventuella fel direkt till driftteknikers mobiler. Fastighetsautomation används till bl.a. arbetsuppgifterna styrsystem för fastighetsdrift, försörjningssystem och elmätare. Tidigare utfördes ronderingar - alltså regelbunden tillsyn och skötsel av kommunens fastigheter – med taggar, genom att man exempelvis läste av elförbrukningen av olika komponenter varje gång man utfört tillsyn av dem. Detta system är kommunen på gång att införa igen (Bilaga 3).

3.4 Internet of Things inom fastighetsförvaltning

När man undersöker IoT med byggnader kommer man in på begreppet fastighetsautomation som innebär att funktioner i en fastighet kontrolleras och styrs automatiskt med hjälp av ett system (IoT-system). På engelska BAS - *Building Automation Systems* eller BMS - *Building Management Systems*. Ett sådant system inkluderar sensorer samt aktuatorer. Sensorer kan användas för att mäta ljusstyrka, luftfuktighet, temperatur och närvaro (Lilis et al., 2016).

Yu, Kim, Bang, Bae och Kim (2015) beskriver att sensorerna i en byggnad kan samla in data om bl.a. fuktighet, temperatur, kylningsenergi och vindhastighet för att sedan skicka datan till datamoln.

Fastighetsautomation kan enligt Vujović och Maksimović (2015) maximera en byggnads säkerhet, komfort och bekvämlighet samt minimera energiförbrukningen. Detta genom att systemet bl.a. kontrollerar HVAC-enheter, övervakning, belysning, bevattning, energikonsumtion och tillträde till lokaler samt används för att detektera brand och närvaro.

Tack vare BMS-system kan olika enheter agera delvis eller helt automatiskt. Antingen genom att enheter programmeras till att utföra specifika handlingar vid specifika miljöförhållanden, eller att de styrs av avancerade program där komponenter lär sig reagera på miljöförhållanden. Realtidsinformation samt varningar vid fel skickas direkt till användarna via e-post eller SMS. Enheterna i systemet kontrolleras direkt via en smartphone (Casini, 2016).

M2M-teknik används för att övervaka byggnader på distans. Funktioner som övervakas är bl.a. hissar, varmvattensystem, el, HVAC, utrymningsvägar samt brand- och säkerhetsinstallationer (Krishnamurthy et al., 2008).

En tillämpning för IoT är tillsammans med miljöhållbara byggnadskonstruktioner, genom att kontrollera energimängder och minska onödigt energianvändande eller förse byggnader med automatiska system för t.ex. brandskydd, HVAC, belysning, larm eller hissar (Borgia, 2014).

Enligt Patel (2014) kan generatorer, radiatorer och vätsketankar utrustas med sensorer och styrs med IoT. Dessa sätts samman till fastighetssystem. Systemet kan överföra information, känna av skick på olika komponenter och agera på information. Systemet kan innefatta en fastighet eller binda samman flera fastigheter och innehåller datusentals sensorer.

Byggnadskomponenter kan sammankopplas med smarta elnät. Elnätet optimerar energikonsumtionen i hus genom att låta applikationer integreras med smarta mätare som minskar kostnader och dessutom kontrollerar så komponenter i en fastighet fungerar korrekt. Detta genom att schemalägga fastigheters användning av diskmaskin, tvättmaskin mm. Tack vare detta kan man undvika dyra elcykelperioder. I dag står elkonsumtionen för 29 % av energikonsumtionen i Europa. Många IoT-lösningar fokuserar på att minska detta genom rationell elanvändning i byggnader (Borgia, 2014).

Wu et al. (2017) presenterar övervakningssystem där sensorer samlar information om maskinkomponenters "hälsotillstånd". Deras system utför *diagnos* av maskiner, alltså detektera, isolera och identifiera fel. I framtiden kommer forskning fokusera på hur man med systemet kan utföra *prognoser*, alltså förutsäga underhåll och återstående livslängden av komponenter.

IoT kan användas till kommunicerande material. Detta är material som lagrar data och kommunicerar information om materialets kvalitet m.h.a tusentals ultrasmå elektroniska enheter (Mekki et al., 2016).

IoT används för både fjärrstyrd och sensorstyrd övervakning. Vid fjärrstyrd övervakning manövreras och kontrolleras videokameror via en mobiltelefon - livevideor streamas och bilder visas samtidigt som de sparas i ett moln för framtida användning. Vid sensorstyrd övervakning aktiveras videokameror automatiskt av ljudsensorer eller liknande som detekterat en aktivitet i närheten av kameran, notifikation skickas till ägaren som via sin smartphone kontrollerar vad kameran visar (Xu, Zheng, Guo & Chen, 2012).

Ett användningsområde är att använda byggnadsautomation tillsammans med BIM. BIM används knappt till förvaltningsskedet och man kan dra stor nytta av att använda det tillsammans med IoT-system. En fördel blir att dra nytta av insamlad information till designskedet av nya byggnader. Utveckling av BMS-system är en högaktuell forskningsfråga i dagsläget. BMS kan dock ha svårt att samla data om brukarnas beteende och automatisera detta tillräckligt bra (Oti, Kurul, Cheung & Tah, 2016).

M2M-teknik passar bra i fastighetsförvaltning för att automatisera arbetsuppgifter och regelbundet underhåll. Ett hjälpmedel är "informationstaggar" jämte komplicerade byggkomponenter. Taggarna lagrar skötselinstruktioner och historiska data. Taggar läses vid ronderingar och underlättar samt effektiviserar underhållet. Data som samlas in skickas till moln och till kunder/förvaltare som då ska styra och reglera fastigheten (Krishnamurthy et al., 2008).

3.5 Sammanfattning av valda teorier

I den tekniska delen av fastighetsförvaltning ingår drift och underhåll, som går ut på att upprätthålla byggnaders funktion och värde. Detta åstadkoms med tre olika strategier: felavhjälpande, förebyggande eller prediktivt underhåll.

Fastighetsavdelningen på tekniska kontoret i Jönköpings kommun är uppdelad i fyra verksamhetsområden: fastighetsförvaltning, bygg, fastighets- och byggservice samt städ och konferens. Det är fastighets- och byggservice som svarar för drift och underhåll av byggnader.

IoT beskrivs som ett nätverk av enheter som känner av och kommunicerar med sin omvärld via internet. På så sätt kan smarta och hjälpsamma miljöer skapas. IoT-enheter inkluderar RFID-taggar, sensorer, aktuatorer och kameror. Sensorer är enheter som känner av och mäter olika förändringar i miljön och aktuatorer är enheter som kontrollerar olika komponenter.

Genom att koppla samman teoriområdena fastighetsförvaltning och IoT kommer man in på begreppet fastighetsautomation. Fastighetsautomationssystem kan bland annat användas för att kontrollera HVAC-enheter, säkerhet, övervakning, belysning, bevattning, tillträde till lokaler samt byggnaders energikonsumtion - allt för att öka brukarnas livskvalitet.

IoT går ett steg längre än fastighetsautomation genom att man förutom att få realtidsinformation och kunna styra komponenter på distans också kan få inblick i framtida förhållanden, något som är nödvändigt om man vill använda sig av prediktiva strategier vid underhåll. Man kan även koppla ihop mycket mer än bara en fastighet för att göra mer avancerade dataanalyser vilket leder till smartare byggnader.

Både teoriområdet fastighetsförvaltning och teoriområdet IoT är väsentliga för arbetet men det som är viktigast är hur de kan kopplas samman, alltså hur IoT kan användas inom fastighetsförvaltning.

4 Empiri

4.1 Intervjuer

Tolv intervjuer genomförs, tre med IoT-konsulter från Tyréns och Sigma samt nio med anställda på Fastighetsavdelningen, Jönköpings kommun. Tabell 2 visar datum, plats och varaktighet för samtliga intervjuer. Fullständiga intervjusammanfattningar redovisas i Bilaga 3. Nedan följer kortfattat vad respondenterna anser om IoT och dess potential.

Tabell 2. Kronologisk ordning av samtliga intervjuer genom datum, varaktighet och plats.

	Tyréns	Sigma 1	Datasytemsansordnare	Enhetschef	Energisingenjör	Drifttekniker	Verksamhetschef	Underhållsingenjör 1	Underhållsingenjör 2	Byggprojektledare 1	Sigma 2	Byggprojektledare 2
Datum	6/3 2017	7/3 2017	20/3 2017	20/3 2017	23/3 2017	27/3 2017	27/3 2017	28/3 2017	29/3 2017	29/3 2017	3/4 2017	4/4 2017
Varaktighet (min)	55:41	45:01	23:27	45:45	13:17	68:23	27:53	20:12	25:46	13:28	51:09	13:52
Plats	Telefon	Telefon	Kommunen	Kommunen	Kommunen	Kommunen	Kommunen	Kommunen	Kommunen	Kommunen	Telefon	Kommunen

4.1.1 IoT-konsulter

Tre IoT konsulter från Tyréns och Sigma intervjuas. Dessa benämns Tyréns, Sigma 1 och Sigma 2.

Tyréns ser många möjligheter med IoT, gränserna är fantasin och hitta värde i insamlad data, vilket Sigma 2 håller med om. Sigma 2 förklarar skillnaden mellan fastighetsautomation och IoT system: Med fastighetsautomation är man specifik med vad man vill undersöka, med IoT samlas all information in och sedan görs urval av vad man ska titta vidare på. Med IoT görs analyser i realtid och man kan då agera direkt på informationen. På Tyréns har man tagit fram en ny tjänst för att göra dessa urval kallad dataanalytiker.

Tyréns anser att IoT borde sammankopplas med BIM. Detta bidrar till ökad användning av informationsmodeller samtidigt som byggkomponenter får en plats i IoT-systemet. Sigma 1 och 2 anser att IoT kan vara ett självständigt system.

Tyréns och Sigma 1 använder IoT till beläggningsmätning. Detta innebär att man mäter hur lokaler används och styr ventilation, belysning och temperatur därefter. Sigma 1 menar att städpersonalens arbetstid effektiviseras genom närvaromätning. Man kan också genom människoflöden utreda hur en byggnad används.

Tyréns ser möjligheter att installera sensorer som larmar när byggnadskomponenter håller på att gå sönder. Sigma 2 använder strömkurvor för att hitta komponenter som läcker ström eller inte fungerar för att förbättra bl.a energiförbrukningen.

Tyréns och Sigma 1 rekommenderar IoT till att mäta luftfuktighet, brandskyddskontroller, ljusstyrka och temperaturer. Tyréns rekommenderar att mäta koldioxidhalter och kontrollera larmsystem, snömätning, funktionskontroller samt om fönster och dörrar är öppna. Mäta vibrationer i fasader går bra enligt Tyréns. Sigma 1 och 2 vill använda IoT till styrsystem för fastighetsdrift och elvärmesystem. Sigma 1 vill även använda IoT till värmeväxlare, luftbehandlingsaggregat, fukt samt HVAC-funktioner. Sigma 2 anser att luftbehandlingsaggregat och andra funktioner redan idag kan optimeras med IoT men inte används på rätt sätt. Sigma 2 tror elmätare och andra typer av mätvärden är optimerbart med IoT. Sigma 1 anser att man med IoT kan effektivisera fastighetsdrift och spara energi, el och vatten. Det som fortfarande är svårt med IoT är att hantera byggnad utvändigt. Detta håller Sigma 2 med om och tycker exempelvis snömätning på tak är svårt då det är många faktorer som måste undersökas. Utemiljö är också svårt enligt Sigma 2 men kameror, drönare och sensorer kan hjälpa till något.

Sigma 2 ger rådet att vill man använda sig av IoT ska man börja med den uppgift som tar längst tid eller utrusta en fastighet med IoT genom att bygga en IoT-plattform. Det är dock fortfarande viktigt att vara ute i fastigheter till viss del för att följa vissa lagar och regler

Tyréns anser framtida utmaningar är att få IoT-system säkra från dataintrång. Sigma 1 jobbar i dagsläget med detta.

Både Tyréns och Sigma 1 är intresserade av att hjälpa kommunen med optimering av IoT.

En sammanfattning av driftteknikers arbetsuppgifter IoT-konsulter anser kan optimeras med IoT följer nedan i Tabell 3.

Tabell 3. Rangordning av driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras enligt IoT-konsulter. X innebär att uppgiften kan optimeras, - innebär att uppgiften blir svår att optimera.

Arbetsuppgifter	Respondent från Tyréns	Respondent 1 från Sigma	Respondent 2 från Sigma	Summa
Styrssystem för fastighetsdrift	X	X	X	3
Elvärmesystem	X	X	X	3
Byggnad invändigt	X	X	X	3
Elmätare	X		X	2
Luftbehandlingsaggregat		X	X	2
Plattvärmeväxlare		X		1
Roterande värmeväxlare		X		1
Vätskekopplade värmeväxlare		X		1
Syradosering/koldioxid			X	1
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystemet	X			1
Fönster, fönsterdörrar	X			1
Byggnad utvändigt	X	-	-	1
Brandgasfläktar	X			1
Utemiljö			-	0
Summa	8	7	6	21

4.1.2 Anställda på Fastighetsavdelningen

Fyra olika yrkeskategorier intervjuas: driftservice (Drifttekniker och Enhetschef för badservice/Styr- och regleringenjörer), Underhållsingenjörer, Byggprojektledare samt förvaltare (Verksamhetschef för fastighetsförvaltning, Datasystemsamordnare och Energiingenjör).

Av nio respondenter har fem inte hört begreppet IoT tidigare. Några menar att den typen av fastighetsautomation som kommunen använder idag tillhör begreppet.

Efter påläsning av bakgrundsinformation som skickas ut anser sju av nio att IoT låter som ett smart koncept som man borde arbeta med på kommunen i framtiden; genom att automatisera arbetsuppgifter sparas tid och pengar. Underhållsingenjör 2 pekar på kostnadsbesparingar mellan 15-30 %, vilket betyder att det finns stora incitament att införa IoT. Underhållsingenjör 2 anser IoT vara kritiskt för att hänga med i den tekniska utvecklingen. De mer tveksamma är Driftteknikern och Enhetschefen, som anser att mycket teknik krävs innan IoT blir användbart och att det i dagsläget känns som att ”skapa teknik för teknikens skull”.

De flesta ser möjligheter till tidsbesparingar med IoT, då man med systemet kan arbeta mer på distans och därmed undvika långa bilresor. Flera menar att det idag är bilresorna som tar mest tid, det kan gå åt en hel arbetsdag om man besöker en fastighet i utkanten av kommunen. En förbättring skulle vara att övervaka vissa fastigheter med IoT-system och därmed minska antalet platsbesök. Detta skulle enligt Byggprojektledare 2 och Verksamhetschefen minska stressen för de ansvariga för platsbesöken.

Samtidigt som de flesta ser besparingsmöjligheter med att minska antalet platsbesök ser de ett värde att vara ute i fastigheterna emellanåt. Enhetschefen, Datasystemsamordnaren och Energiingenjören anser platsbesök viktiga för att upprätthålla god relation med ”kunderna” i fastigheterna, det är viktigt att vara synlig ibland för att visa att man sköter om byggnaderna. Att detta medför mer arbete menar Enhetschefen man får igen i trivsel. Verksamhetschefen ser däremot ingen risk att mista den sociala

kontakten då det alltid kommer finnas behov att stämma av på plats. Byggprojektledare 2, Enhetschefen och speciellt Driftteknikern anser det viktigt att vara på plats för att inte mista lokalkännedomen. Driftteknikern hade gärna sett att man började använda taggar vid ronderingar igen för att säkerställa att platsbesök sker i tillräcklig omfattning, men även för att förbättra uppföljningen av mätaravläsningar.

En intressant aspekt om man i framtiden arbetar mer på distans är hur driftteknikernas roller förändras. Byggprojektledare 1 anser det besvärligt för driftteknikerna att lära sig nya system. Energiingenjören instämmer att det blir en stor förändring men tror det sker successivt så alla hinner vänja sig. Underhållsingenjör 2 anser det intressant att se hur system kan komma att ersätta driftteknikernas kompetens och sköta deras uppgifter. Även Datasystemsamordnaren diskuterar hur IoT kan komma att ersätta personal vilket inte är positivt ur deras synpunkt, samtidigt är det viktigt att hänga med i utvecklingen och personal som påverkas får nya arbetsuppgifter.

När det gäller driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras med IoT har respondenterna spridda åsikter, se Tabell 4. Många anser att uppgifter som är lättast att optimera är de som redan idag har digital koppling, är mätbara eller kopplade till installationskomponenter. Verksamhetschefen och Byggprojektledare 1 anser att i princip allt går att optimera, vad som görs blir en kostnadsfråga. Byggprojektledare 2 anser att fokus borde ligga på arbetsuppgifter som tar mest tid.

Tabell 4. Rangordning av driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras enligt anställda på Fastighetsavdelningen. X innebär att uppgiften kan optimeras, - innebär att uppgiften blir svår att optimera.

Arbetsuppgifter	Driftservice		Underhållsingenjörer		Byggprojektledare		Förvaltare			Summa
	Drifttekniker	Enhetschef	Underhållsingenjör 1	Underhållsingenjör 2	Byggprojektledare 1	Byggprojektledare 2	Verksamhetschef	Datasystemsamordnare	Energiingenjör	
Styrsystem för fastighetsdrift	X	X		X		X	X	X	X	7
Elmätare	X	X			X		X	X	X	6
Roterande värmeväxlare	X	X	X	X				X	X	6
Elvärmesystem			X		X	X	X	X		5
Plattvärmeväxlare	X	X		X				X	X	5
Syradosering/koldioxid		X	X		X	X	X			5
Luftbehandlingsaggregat		X	X	X		X		-		4
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystemet	X	X						X	X	4
Vätskekopplade värmeväxlare	X	X		X					X	4
Byggnad invändigt		-			X	X	X	-		3
Byggnad utvändigt			X	X			X	-	-	3
Yttertak, skärmtak o.dyl.		-	X	X			X			3
Fönster, fönsterdörrar			-	X	X			-		2
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	X						X			2
Överspänningsskydd	X	X								2
System för spänningsutjämning	X									1
Summa	9	9	6	8	5	5	8	6	6	62

Båda Underhållsingenjörer, Byggprojektledare 2 samt Datasystemsamordnaren menar att IoT skulle vara en fördel för installationssystem, då driftteknikerna m.h.a. olika sensorer får snabbare återkoppling om något går sönder och därmed snabbt sätta in rätt åtgärder. Underhållsingenjör 2 menar att det skulle vara en fördel att i sitt eget arbete få realtidsinformation och agera på det direkt. Detta leder till mer förebyggande underhåll, vilket båda Underhållsingenjörer och Energiingenjören anser fördelaktigt. Underhållsingenjör 2 har även idéer om att koppla IoT till underhållsplanerna, för att skapa större vinster. Byggprojektledare 1 menar att det finns värde i att automatisera svåråtkomliga komponenter, t.ex. persienner som sitter dåligt till. Energiingenjören är intresserad av att koppla upp elförbrukande enheter för att bättre kunna övervaka och styra fastigheternas energikonsumtion.

Verksamhetschefen och Underhållsingenjör 2 anser det viktigt att automatisera kritiska system såsom trygghetslarm eller passagesystem, vilket även Enhetschefen tar upp. Enhetschefen ser också möjligheter att sätta upp kameror och mikrofoner i teknikutrymmen för att "se och höra på avstånd". Driftteknikern anser dock inte detta

tillräckligt bra då man lätt skulle kunna missa lukter, läckor m.m., men ser möjligheter att använda kameraövervakning för att motverka klotter och förstörelser på exempelvis skolor. Även för att motverka läckor genom att sammankoppla vattenförbrukningen med t.ex. passerkort och få larm om vatten förbrukas i en tom byggnad. Enhetschefen anser IoT användbart för att mäta komponenters temperatur eller drifttimmar, och få larm när de blir för varma eller närmar sig slutet av sin livslängd.

Svårast att optimera anses generellt vara okulära kontroller, såsom tillsyn av materialkvaliteter m.m. Kameror och sensorer anses inte kunna ersätta det mänskliga ögat. Att ha väldigt många kameror eller sensorer känns oekonomiskt enligt Byggprojektledare 1 och Datasystemsamordnaren.

Respondenterna svarar även på vilka fördelar och nackdelar de ser med IoT, detta redovisas i Tabell 5 och 6 nedan. Den största fördelen anses vara tid- och kostnadsbesparingar. Den största nackdelen anses vara om man litar för mycket på tekniken, då detta kan göra en utsatt. Verksamhetschefen lägger även mycket vikt vid säkerhetsaspekten, det måste finnas säkra lösningar innan man kan lagra all data i molnet.

Tabell 5. Rangordning av fördelar med IoT enligt anställda på kommunen.

Fördelar	Driftservice		Underhålls- ingenjörer		Byggprojekt- ledare		Förvaltare			Summa
	Drifttekniker	Enhetschef	Underhållsingenjör 1	Underhållsingenjör 2	Byggprojektledare 1	Byggprojektledare 2	Verksamhetschef	Datasystemsamordnare	Energiingenjör	
Besparingar (tid och pengar)				X		X	X	X	X	5
Övervakning	X		X		X			X		4
Färre resor					X	X	X		X	4
Översikt	X		X							2
Enklare att följa upp					X		X			2
Energi och miljö		X					X			2
Tillförlitliga data							X			1
Nöjdare kunder		X								1
Bättre för personal							X			1
Förenklar tillvaron		X								1
Summa	2	3	2	1	3	2	6	2	2	23

Tabell 6. Rangordning av nackdelar med IoT enligt anställda på kommunen.

	Driftservice		Underhålls- ingenjörer		Byggprojekt- ledare		Förvaltare			Summa
	Drifttekniker	Enhetschef	Underhållsingenjör 1	Underhållsingenjör 2	Byggprojektledare 1	Byggprojektledare 2	Verksamhetschef	Datasytemsamordnare	Energingenjör	
Nackdelar										
Litar för mycket på tekniken	X		X		X	X			X	5
Ej värdefull investering om man mäter mer än man kan följa upp		X		X						2
Tappar lokalkännedom		X			X					2
Kan aldrig helt ersätta en människa med teknik			X			X				2
Säkerhet							X		X	2
Tappar personlig kontakt		X								1
Påverkar personal								X		1
Summa	1	3	2	1	2	2	1	1	2	15

Generellt är inställningen till IoT positiv hos respondenterna, se Tabell 7. Underhållsingenjör 2 diskuterar dock att IoT fortfarande är nytt och dyrt, vilket leder till att många företag väljer att vänta tills det blir mer standardiserat. Samtidigt menar Verksamhetschefen och Byggprojektledare 2 att man borde kunna spara minst hälften av arbetstiden vilket väger upp för andra kostnader.

Båda Byggprojektledare anser de kan bidra till en ökad användning av IoT genom att föreskriva lösningarna vid nybyggnation. Byggprojektledare 2 poängterar vikten av rätt utbildning till de berörda. Exempelvis att olika leverantörer kommer och presenterar sina produkter för kommunen.

Tabell 7. Rangordning av intresset av IoT hos anställda på kommunen, med mest positiv syn presenterad först.

	Driftservice		Underhålls- ingenjörer		Byggprojekt- ledare		Förvaltare			Summa
	Drifttekniker	Enhetschef	Underhållsingenjör 1	Underhållsingenjör 2	Byggprojektledare 1	Byggprojektledare 2	Verksamhetschef	Datasytemsamordnare	Energingenjör	
Intresse										
Intresserad och ser nyttan av tekniken			X	X		X	X			4
Intresserad men berörs ej av tekniken					X			X	X	3
Tror inte tekniken kommer bidra till förbättring	X	X								2

4.2 Dokumentanalys

4.2.1 Information från hemsidor

Exempel på olika typer av IoT-produkter som finns på marknaden redovisas i Bilaga 4.

4.2.2 Kommunens styrdokument för driftteknikers arbetsuppgifter

Arbetsuppgifterna sorteras och slås ihop enligt beskrivningen i kapitel 2.4; resultatet presenteras i Bilaga 1. Bilagan redovisar information om vilka arbetsuppgifter som ligger under vilken kategori, vilka åtgärder som genomförs för varje arbetsuppgift, hur många gånger arbetsuppgifterna återkommit i dokumentet samt den sammanlagda arbetstiden som läggs på varje uppgift per år.

Tabell 8 sammanfattar antal olika arbetsuppgifter under varje kategori samt varje kategoris sammanlagda arbetstid. Total arbetstid för alla kategorier är cirka 55 000 tim/år.

Tabell 8. Sammanfattning av driftteknikers arbetsuppgifter fördelade under tre kategorier.

Tillsyn	22 arbetsuppgifter	29 536 tim/år
Skötsel	20 arbetsuppgifter	8 464 tim/år
Tillsyn och skötsel	56 arbetsuppgifter	17 161 tim/år
Totalt	98 arbetsuppgifter	55 161 tim/år

I detta arbete analyseras endast tillsynsuppgifterna. Vid analys av frågeställning 2 utgår besparingsmöjligheterna efter vilka arbetsuppgifter alla respondenter anser kan optimeras med IoT.

4.3 Sammanfattning av insamlad empiri

Efter intervjuer med IoT-konsulter framkommer att alla ser potential till effektivisering av drift- och underhållsuppgifter med IoT. Tyréns och Sigma 1 menar också att man måste lösa säkerhetsfrågor. Gränsen för IoT är inte produkterna utan fantasin och värde i insamlade data enligt Tyréns och Sigma 2.

Företagen har skilda åsikter om hur IoT ska tillämpas. Tyréns anser att IoT borde användas med BIM för att skapa struktur i systemet. Sigma 1 och 2 anser däremot att IoT kan vara en separat teknik.

Tyréns och Sigma 1 anser att IoT kan användas för mätning av luftfuktighet, temperatur, CO₂-halter och närvaro samt beläggningsmätning på kontor. Utöver detta anger de tre respondenterna ytterligare användningsområden, som dock skiljer sig åt. När det gäller driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras är alla överens om styrsystem för fastighetsdrift, elvärmesystem, och byggnad invändigt, se Tabell 3.

De flesta av respondenterna på Fastighetsavdelningen har inte hört begreppet Internet of Things innan detta arbete, dock är nästan alla medvetna om att tekniken finns i ett eller annat sammanhang. Åsikterna är skilda om det är en bra och användbar teknik. Många menar att tekniken passar i viss utsträckning men det får inte gå för långt.

När det gäller driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras med IoT är meningarna skilda. De arbetsuppgifter som flest pekats ut är uppgifter kopplade till mätvärden och installationskomponenter, se Tabell 4.

Intervjuerna med IoT-konsulter och anställda på Fastighetsavdelningen skiljer sig åt då de presenterar två parter synsätt på samma fråga. För IoT-konsulterna handlar tillämpningen av IoT om en affärsmöjlighet och de har stor kunskap om tekniska lösningar och användningsområden för IoT. Anställda på Fastighetsavdelningen har däremot större kunskap om vad som faktiskt skulle vara användbart för dem och vad som är möjligt utifrån kompetens inom avdelningen. För kommunanställda skulle tillämpningen av IoT innebära stora förändringar i deras arbetssätt, en aspekt som IoT-konsulter inte berörs av. Båda parter perspektiv är nödvändiga för en helhetsbild av frågan och därför kompletterar intervjuerna varandra. Typer av IoT-produkter som finns på marknaden idag avgör vad som går att genomföra och dokumentanalysen kompletterar därför övrig empiri.

Tidsbesparingar som kan åstadkommas utreds utifrån driftteknikers arbetsuppgifter. Besparingsmöjligheterna är baserade på intervjusvar från IoT-konsulter och anställda på fastighetsavdelningen. Även här används alltså flera delar av empirin för att koppla till ett större sammanhang.

5 Analys och resultat

5.1 Frågeställning 1

Vilka användningsområden finns det för Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll?

Intervjuer med IoT-konsulter kan kopplas till flera delar av teoretiskt ramverk. Respondenten från Tyréns är positiv gällande vad IoT kan användas till, det är bara fantasin som sätter gränser. Dock poängteras att man måste hitta värde i datainsamlingen. Detta stämmer överens med Borgia (2014) som skriver att IoT utvecklar smarta applikationer i alla möjliga områden, eftersom systemet kan skräddarsy lösningar.

Några användningsområden som nämns av IoT-konsulter: beläggningsmätning, funktionskontroller, brandskyddskontroller, larmsystem och snömätning på tak. Sigma 2 är tveksam till snömätning m.h.a IoT, till skillnad från Tyréns som anser det vara bra. Intressant är att sensorer för snömätning idag erbjuds av bl.a. Sigma (Bilaga 4). Beläggningsmätning är ett aktuellt område som bl.a. undersökts av Pradeep Kumar (2016), och till detta finns relevanta IoT-produkter, se Bilaga 4. Borgia (2014) nämner brandskyddskontroller och larmsystem som användningsområde, vilket stämmer med vad IoT-konsulter sagt. Funktionskontroller kan vara av enkel sort t.ex. kontrollera flöden och förbrukningar med sensorer, eller mer komplexa som Wu et al. (2017) beskriver.

Sensorer kan användas enligt IoT-konsulter för att mäta temperatur, luftfuktighet, CO₂-halter, vibrationer, avstånd, närvaro, ljusstyrka samt förbrukning av el och vatten. Detta stärks av bland annat Pradeep Kumar (2016), Yu et al. (2015), Lilis et al. (2016) samt dokumentanalys av sensorer som finns på marknaden idag (Bilaga 4). Sigma 1 ser möjligheter att använda IoT för att mäta människoflöden - detta kan hjälpa att förstå hur byggnader används.

För att undersöka hur ofta byggnadskomponenter går sönder menar Tyréns att man kan koppla dem till IoT-system, som larmar vid fel och lagrar historiska data om komponenterna. Detta beskrivs även av Wu et al. (2017). Sigma 2 använder strömförbrukningskurvor för att optimera energianvändningen av fastigheter samt kontrollera om de fungerar korrekt.

Driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras enligt IoT-konsulter visas i Tabell 3. Största skillnaden i åsikter är att Tyréns tar upp byggnad utvändigt som möjlig optimeringsåtgärd, vilket Sigma 1 och 2 är tveksamma till. Sigma 2 kommer dock fram till att vissa förbättringar kan göras med hjälp av kameror och drönare, som kopplas till computer vision teknologi för att detektera felaktigheter i bilderna. Sensorer kan även effektivisera bevattning och klippning av gräs.

För bättre kontroll av sensorer i byggnader anser Tyréns att BIM ska användas. Då kopplas sensorerna till en geografisk plats i byggnaden vilket ger bättre översikt av datainsamlingen. Att använda BIM tillsammans med byggnadsautomation föreslås också av Oti et al. (2016).

Respondenter från kommunen svarar på frågor kring hur man arbetar med tillsynsuppgifter idag och vilka tillsynsuppgifter man tror kan optimeras med IoT.

Driftteknikern och Enhetschefen svarar att kommunen idag arbetar med fastighetsautomation och ronderingar. Fastighetsautomation och dess funktion kopplas till vad Lilis et al. (2016) beskriver. Tidigare utfördes ronderingar med taggar, Driftteknikern anser att detta var bra och vill att de används igen i framtiden. Att informationstaggar i fastigheter kan användas som hjälpmedel beskriver Krishnamurthy et. al (2008).

Använda IoT för att följa upp avläsningar från flödesbilderna skulle vara bra enligt **Driftteknikern**. En annan fördel skulle vara att sammankoppla vattenförbrukning med exempelvis passerkort så vattenförbrukningen stoppas när byggnaden är tom vilket minskar risken för vattenläckor. Vujovic och Maksimović (2015) beskriver hur man kan övervaka och detektera närvaron i byggnader.

Att använda IoT för kontroll av apparaters hälsa och till säkerhet anses bra uppgifter enligt **Enhetschefen och Verksamhetschefen**. Säkerhet skriver Borgia (2014) om. Diagnos av byggkomponenter tar Wu et. al (2017) upp. Använda kameror och mikrofoner för styrning och övervakning på avstånd anser Xu et al. (2012) är bra att använda IoT-sensorer till vilket **Datasystemsamordnaren** håller med om.

Energiingenjören och Underhållsingenjörerna anser det viktigt att jobba förebyggande. Wu et al. (2016) anser att de anställda då kan jobba mer konsekvent eftersom man har bättre koll på resurser som krävs.

Intervjuer på fastighetsavdelningen ger spridda åsikter om vilka arbetsuppgifter man kan använda IoT till. Flest anser styrsystem för fastighetsdrift, elmätare, värmeväxlare, elvärmesystem samt syradosering/koldioxid, är bäst lämpade för IoT. Även byggnad invändigt, byggnad utvändigt och yttertak, skärmtak o.d. Flera menar att man ska börja optimera de arbetsuppgifter som tar längst tid eller i fastigheter långt ifrån kontoret. Till driftteknikers arbetsuppgifter kan flera av produkterna i Bilaga 4 användas.

Resultatet till frågeställningen sammanfattas i att användningsområdena är många, de enda gränser som uppkommit i detta arbete är ekonomi och att insamlad data måste ha ett värde. Exempelvis är det inte lönsamt att installera flera kameror för att kontrollera en fasad. Vissa uppgifter är i dagsläget också för komplexa för IoT exempelvis snömätning på tak där flera faktorer spelar in. Däremot passar rena funktionskontroller bra att optimera med IoT. Tidskrävande arbetsuppgifter eller fastigheter långt bort är de första man borde optimera. I dagsläget använder sig kommunen av byggnadsautomation som är en form av IoT men kan utvecklas ytterligare med moderna IoT- system. Dock måste påpekas att **Driftteknikern** och **Enhetschefen** har svårt att se hur man kan utveckla fastighetsautomation ytterligare.

IoT-konsulterna på Sigma och Tyréns är intresserade av att hjälpa kommuner installera IoT- system i fastigheter.

5.2 Frågeställning 2

Vilka besparingar i form av arbetstid skulle man kunna åstadkomma genom att tillämpa Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll?

Två beräkningar görs för möjliga tidsbesparingar. Båda beräkningar utgår från driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras enligt IoT-konsulter och anställda på Fastighetsavdelningen, se Tabell 9. Det förutsätts att man kan spara 25, 50 eller 75 % av arbetstiden för arbetsuppgifterna. Procentsatserna baseras på antaganden utifrån samtliga intervjuer och litteraturstudien. Det är alltid möjligt att åstadkomma vissa besparingar med IoT men oftast inte möjligt att spara all arbetstid. Vid beräkningarna räcker det att en respondent tror arbetsuppgiften är optimerbar för att den ska räknas med. P.g.a osäkerhet rörande hur mycket av arbetstiden för respektive uppgift som kan sparas in avrundas alla resultat till jämna tusental.

Tabell 9. Rangordning av driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras med IoT enligt anställda på fastighetsavdelningen och IoT-konsulter.

Arbetsuppgift	Anställda på fastighetsavdelningen	IoT-konsulter	Samtliga respondenter
	Antal tillfrågade: 9	Antal tillfrågade: 3	Antal tillfrågade: 12
Styrssystem för fastighetsdrift	7	3	10
Elmätare	6	2	8
Elvärmesystem	5	3	8
Roterande värmeväxlare	6	1	7
Plattvärmewäxlare	5	1	6
Syradosering/koldioxid	5	1	6
Luftbehandlingsaggregat	4	2	6
Byggnad invändigt	3	3	6
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystemet	4	1	5
Vätskekopplade värmewäxlare	4	1	5
Fönster, fönsterdörrar	3	1	4
Byggnad utvändigt	3	1	4
Yttertak, skärmtak o.d.	3		3
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	2		2
Överspänningsskydd	2		2
Brandgasfläktar		1	1
System för spänningsutjämning	1		1

Beräkning 1: Tre värden för möjliga tidsbesparingar beräknas. Det lägsta värdet innebär en besparing på 25 % av arbetstiden, det mellersta 50 % och det högsta 75 %. Besparingsmöjligheterna utifrån intervjuer med IoT-konsulter respektive anställda på Fastighetsavdelningen beräknas separat och sätts sedan ihop till intervall.

Av tabell 10 framgår att 13 arbetsuppgifter kan optimeras enligt IoT-konsulter. Summan av arbetstiden för dessa uppgifter är i dagsläget ca 22 000 tim/år. Detta ger ett lägsta besparingsvärde på ca 6 000 tim/år, ett mellersta på ca 11 000 tim/år och ett högsta på ca 17 000 tim/år, se Tabell 10.

Tabell 10. Arbetsuppgifter som IoT-konsulter tror man kan optimera med IoT.

Arbetsuppgift	Arbetsid idag (tim/år)	
Styrssystem för fastighetsdrift	3 310,67	
Elmätare	155,20	
Elvärmesystem	205,00	
Roterande värmeväxlare	1 086,00	
Plattvärmeväxlare	482,00	
Syradosering/koldioxid	578,67	
Luftbehandlingsaggregat	428,27	
Byggnad invändigt	13 671,36	
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystemet	40,80	
Vätskekopplade värmeväxlare	126	
Fönster, fönsterdörrar	569,63	
Byggnad utvändigt	1 367,13	
Brandgasfläktar	6,70	
Summa arbetstid idag	22 027,46	≈ 22 000 tim/år
Spara 25 % av arbetstid idag	5 506,87	≈ 6 000 tim/år
Spara 50 % av arbetstid idag	11 013,73	≈ 11 000 tim/år
Spara 75 % av arbetstid idag	16 520,60	≈ 17 000 tim/år

Av tabell 11 framgår att 16 arbetsuppgifter kan optimeras enligt anställda på fastighetsavdelningen. Summan av arbetstiden för dessa uppgifter är i dagsläget ca 27 000 tim/år. Detta ger ett lägsta besparingsvärde på ca 7 000 tim/år, ett mellersta på ca 14 000 tim/år och ett högsta på ca 20 000 tim/år, se Tabell 11.

Tabell 11. Arbetsuppgifter som anställda på Fastighetsavdelningen tror man kan optimera med IoT.

Arbetsuppgift	Arbetsid idag (tim/år)	
Styrssystem för fastighetsdrift	3 310,67	
Elmätare	155,20	
Elvärmesystem	205,00	
Roterande värmeväxlare	1 086,00	
Plattvärmeväxlare	482,00	
Syradosering/koldioxid	578,67	
Luftbehandlingsaggregat	428,27	
Byggnad invändigt	13 671,36	
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystemet	40,80	
Vätskekopplade värmeväxlare	126	
Fönster, fönsterdörrar	569,63	
Byggnad utvändigt	1 367,13	
Yttertak, skärmtak o.d.	1 063,32	
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	4 557,12	
Överspänningsskydd	28,10	
System för spänningsutjämning	94,50	
Summa arbetstid idag	27 185,10	≈ 27 000 tim/år
Spara 25 % av arbetstid idag	6 796,28	≈ 7 000 tim/år
Spara 50 % av arbetstid idag	13 592,55	≈ 14 000 tim/år
Spara 75 % av arbetstid idag	20 388,83	≈ 20 000 tim/år

Utav detta framgår att det lägsta värdet ligger mellan 6 000-7 000 tim/år, det mellersta mellan 11 000-14 000 tim/år och det högsta mellan 17 000-20 000 tim/år.

Beräkning 2: För denna beräkning delas arbetsuppgifterna in i tre kategorier beroende på sannolikheten att man kan spara tid på dem. Indelningen baseras på antal respondenter som tror arbetsuppgifterna kan optimeras. De tre kategorierna är:

- **Mycket troligt** (8-12 av 12 respondenter anser arbetsuppgiften optimerbar med IoT)
- **Troligt** (5-7 respondenter anser arbetsuppgiften optimerbar med IoT)
- **Tveksamt** (1-4 respondenter anser arbetsuppgiften optimerbar med IoT)

För kategorin **Mycket troligt** antas 75 % av arbetstiden kunna sparas in, för kategorin **Troligt** 50 % och för kategorin **Tveksamt** 25 %. Detta resulterar i en besparingsmöjlighet på ca 13 000 tim/år, se Tabell 12.

Tabell 12. Beräkning av besparingsmöjligheter utifrån att arbetsuppgifter delas in i olika kategorier.

Arbetsuppgift	Arbetstid idag (tim/år)	Antal respondenter som tror arbetsuppgiften kan optimeras	Faktor	Arbetstid som kan sparas (tim/år)
Styrssystem för fastighetsdrift	3 310,67	10	0,75	2 483
Elmätare	155,20	8	0,75	116,4
Elvärmesystem	205,00	8	0,75	153,75
Roterande värmeväxlare	1 086,00	7	0,50	543
Plattvärmeväxlare	482,00	6	0,50	241
Syradosering/koldioxid	578,67	6	0,50	289,34
Luftbehandlingsaggregat	428,27	6	0,50	214,14
Byggnad invändigt	13 671,36	6	0,50	6 835,68
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystemet	40,80	5	0,50	20,4
Vätskekopplade värmeväxlare	126	5	0,50	63
Fönster, fönsterdörrar	569,63	4	0,25	142,41
Byggnad utvändigt	1 367,13	4	0,25	341,78
Yttertak, skärmtak o.d.	1 063,32	3	0,25	265,83
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	4 557,12	2	0,25	1 139,28
Överspänningsskydd	28,10	2	0,25	7,03
Brandgasfläktar	6,70	1	0,25	1,68
System för spänningsutjämning	94,50	1	0,25	23,63
Summa arbetstid som kan sparas				12 881,35
				≈ 13 000 tim/år

Beräkningarna skickas till referensgruppen som ger följande kommentarer:

Byggprojektledare 2 anser empirin vara gedigen och bra sammanställd och tycker beräkning 2 är mer specifik än beräkning 1. Anser också att det känns som intervjuerna svarar på ”ja denna uppgift går att optimera med IoT?” men inte ”hur mycket tid kan man spara med IoT?”.

Sigma 2 anser att arbetstid är bra att beräkna i ett första utredningsskede. När man vet hur mycket tid som kan sparas är det lättare att gå vidare med hur mycket pengar som kan sparas. Respondenten anser att beräkningarna är bra men är intresserad av nya möjligheter och tjänster IoT medför.

Avdelningschefen för Fastighetsavdelningen anser beräkning 2 vara mer specifik men saknar resonemang kring valda procentintervaller. Anser också att brandgasfläktar har större potential att optimeras med IoT.

Verksamhetschefen för Fastighets- och byggservice anser beräkning 2 mer intressant då den är mer specifik. Respondenten vill gärna se nyckeltal eller schabloner för hur mycket det skulle kosta per arbetsuppgift att uppnå ovanstående tidsbesparingar.

IoT-konsult från FM Technology menar att man kan justera siffrorna i beräkning 2 både upp och ner men tror slutsatsen i total besparing är rimlig. I fastigheterna företaget arbetat med är resultatet ofta en besparing på omkring 40 % av arbetstiden. IoT-konsulten påpekar vikten av att jämföra investeringskostnader och kostnadsbesparing inför en riktig satsning. Konsultens bedömning utifrån varje område redovisas i Bilaga 5.

Efter referensgruppens åsikter beslutas att beräkning 2 ger det slutgiltiga resultatet och beräkning 1 behandlas som intervallgränser för besparingsmöjligheterna (6 000-20 000 arbetstimmar/år). Resultatet blir alltså en besparing på ca 13 000 tim/år av 30 000 tim/år vilket motsvarar en besparing på ca 40 % och skulle innebära en ny årlig arbetstid för tillsynsuppgifterna på ca 17 000 timmar.

5.3 Frågeställning 3

Hur ser inställningen ut för tillämpning av Internet of Things i förvaltningsbranschen?

Fördelar och nackdelar med IoT som respondenter från fastighetsavdelningen tagit upp, samt intresse att arbeta med IoT sammanställs i Tabell 5-7.

Tabell 5 visar fördelar, flest anser besparingar i form av tid och pengar (5 stycken), bättre övervakning (4 stycken) samt färre resor (4 stycken) är fördelar med IoT. Andra fördelar är: mer översikt i fastigheterna, enklare att följa upp, kan bidra till bättre miljö m.m.

Tabell 6 visar nackdelar med IoT inom fastighetsförvaltning. Flest anser att nackdel är om man litar för mycket på tekniken (4 stycken). Andra nackdelar är: ej värdefull investering om man mäter mer än man kan följa upp, tappar lokalkännedom, kan aldrig helt ersätta en människa med teknik, säkerhet m.m.

Tabell 7 visar intresset för IoT. Flest ser intresse och nytta med IoT (4 stycken). Av övriga är det tre som anser IoT intressant men inte anser sig själva berörda av systemet och två som inte tror IoT kommer leda till förbättring för förvaltningen. Överlag visar empirin dock att sju av nio är intresserade av IoT. Intressant nog är att de två som visar minst intresse är de som skulle påverkas mest av systemet, alltså Driftteknikern och Enhetschefen. De anser den teknik de har i dagsläget tillräcklig. Underhållsingenjörerna visar däremot större intresse för systemet vilket indikerar att det kanske är där man borde implementera användningsområdena först.

Sammanfattningsvis är inställningen att implementera IoT-lösningar överlag positiv på avdelningen. Dock minst positiv hos driftservice, vilket kanske tyder på att mer information om IoT:s möjligheter behövs eller implementering på en annan del av avdelningen. Förslagsvis hos underhållsingenjörerna eftersom de kände att de kunde ha nytta av systemet och dessutom var mest intresserade under intervjuerna. På övriga delar av avdelningen finns också intresse att implementera IoT och effektivisera arbetsuppgifter där det är möjligt.

5.4 Koppling till målet

Målet med arbetet är att utreda möjligheterna till användning av Internet of Things inom drift och underhåll i förvaltningsskedet.

Frågeställningarna har bidragit till svar på arbetets mål genom att klarlägga användningsområden för IoT, nyttan i form av arbetstidsbesparingar systemet kan medföra samt branschens inställning till IoT. Att utreda möjligheterna med IoT från tre synvinklar medför en bred uppfattning av frågan.

Svaret på målet är att det finns goda möjligheter för IoT inom drift och underhåll i förvaltningsskedet. Frågeställning 1 visar att man kan använda IoT för att optimera många av driftteknikernas arbetsuppgifter. Frågeställning 2 visar raden av nytta systemet kan bidra med. Beräkningar visar en besparing på ca 13 000 arbetstimmar/år av 30 000 arbetstimmar/år, vilket motsvarar ca 40 % av arbetstiden. Frågeställning 3 visar branschens inställning till IoT. Fastighetsavdelningen ser överlag positivt på IoT vilket är grundläggande om man ska gå vidare med tekniken. Då strategin är en fallstudie kan det antas att branschens inställning överlag matchar avdelningens.

6 Diskussion och slutsatser

6.1 Resultatdiskussion

Målet med arbetet är att utreda möjligheterna till användning av Internet of Things inom drift och underhåll i förvaltningsskedet. Frågeställningarna anses korrekt formulerade för att uppnå målet. Frågeställning 1 är nödvändig för att utreda om IoT överhuvudtaget är en relevant teknik för branschen. Frågeställning 2 är också en grundläggande punkt eftersom IoT-systemen blir onödiga investeringar om de inte medför besparingar. Ju större besparingar som kan åstadkommas desto mer intressanta blir systemen. Den sista frågeställningen är också viktig för att få en inblick i möjligheterna med IoT. Är branschen inställning enhetligt positiv kan man direkt gå vidare med djupare utredningar. Är den inte det men det ändå finns potential med IoT kan det krävas mer utbildning samt utredningar om varför IoT känns inaktuellt.

Resultaten anses trovärdiga då de baseras på synpunkter både från anställda på fastighetsavdelningen och IoT-konsulter. Förutom intervjuer används dokumentanalys och litteraturstudie vilket ger triangulering i empiriinsamlingen och säkrar validiteten. Det ger också en intressant jämförelse vad olika respondenter anser. IoT-konsulterna emellan har ibland skilda och ibland gemensamma åsikter om vad IoT borde användas till. De gemensamma är troligtvis genomförbara. De skilda meningarna kan också vara intressanta att testa, däremot kanske inte fullt implementerbara med IoT.

Vid intervjuerna medverkar båda författarna och transkriberar intervjuerna separat Efter transkribering skickas intervjusammanfattningar tillbaka till respondenterna för kontroll. Detta har bidragit till hög reliabilitet.

Intervjuerna på kommunen skilde sig mellan de olika yrkesgrupperna. De som jobbar med drift har exempelvis andra åsikter än de som jobbar som underhållsingenjörer. Detta anses inte som en svaghet då det visar inställningen och motsättningen i hela branschen. Drifttekniker som är mer insatta i hur driftarbetet fungerar påverkas mest av förändringen och kan då naturligt vara mer kritiska till IoT. Då kvalitativa intervjuer görs anses respondenternas skilda åsikter inte tyda på bristande reliabilitet eftersom det inte finns något "rätt" eller "fel" gällande inställningen till IoT.

Besparingen i form av arbetstid baseras på dokumentanalys och intervjuer. För att säkra validiteten i resultatet används en referensgrupp som ger kommentarer gällande beräkningarna. Referensgruppens åsikter hanteras enligt följande:

- Beräkning 2 används som slutresultat på besparingsmöjligheter medan beräkning 1 används som indikator på rimliga besparingsintervall.
- Resonemang om valda procentintervall läggs till i början av 5.2.
- Nya möjligheter och tjänster som IoT kan medföra diskuteras i 6.4.
- Att arbetsuppgiften brandgasfläktar har större potential har inte medfört några ändringar i beräkningarna, då endast 6,7 tim/år läggs på uppgiften och denna skillnad inte skulle vara synlig i slutresultatet.
- Investeringskostnader och nyckeltal behandlas inte i arbetet då det är en av avgränsningarna i 1.4.
- Åsikten att intervjuerna svarar mer på vad som kan optimeras än hur mycket tid man kan spara behandlas enligt följande: Besparingsmöjligheterna utgår inte från exakt fakta utan erfarenheter och antaganden om vad som är sannolikt,

vilket anses tillräckligt i ett första utredningsskede. Vad IoT-konsulter anser kan optimeras stämmer troligtvis bra med verkligheten då de har stor erfarenhet inom området. Vad anställda på Fastighetsavdelningen är intresserade av att optimera påverkar vad som införs på avdelningen och därmed vilka besparingar som faktiskt görs.

- IoT-konsult från FM Technology anser resultatet från beräkning 2 rimligt vilket stärker trovärdigheten. Konsulten ger även kommentarer om driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras samt rimliga procentsatser för varje uppgift. Resultat ändras inte efter dessa åsikter men en kontrollberäkning görs i Bilaga 5. Beräkningen visar att resultatet fortfarande skulle bli en besparing på ca 13 000 arbetstimmar/år om samma arbetsgång som för beräkning 2 följs, detta stärker besparingens trovärdighet. Om beräkningen helt baseras på konsultens åsikter skulle besparingen bli ca 10 000 arbetstimmar/år. Man bör dock inte grunda beräkningarna på endast en respondents åsikt utan sammanväga alla respondents åsikter för ett mer välgrundat och nyanserat resultat.

Efter genomförd fallstudie på fastighetsförvaltningen, Jönköpings kommun anses tillvägagångssättet för insamling av riktig och bred empiri bra. Det som däremot kan ge ännu rikare resultat skulle vara att intervjua fler inom varje arbetskategori för att få ett mer välgrundat resultat.

6.2 Metoddiskussion

Metoder för datainsamling inkluderar litteraturstudie, intervjuer samt dokumentanalys.

Alla tre metoder används för att besvara första frågeställningen, vilket ger ett brett och välgrundat svar. Litteraturstudien är viktig för att kartlägga aktuellt forskningsläget, intervjuerna och dokumentanalysen anger konkret vad som är genomförbart på Fastighetsavdelningen utifrån inställningen och produkter på marknaden. Detta gör metoderna lämpade för frågeställningen.

Besparingsmöjligheterna (frågeställning 2) baseras på intervjuer och dokumentanalys. Metoderna anses ge tillförlitligt svar på frågan utifrån insamlad empiri. Resultatet kan stärkas ytterligare om fler respondenter intervjuas eller med pilotprojekt, dvs. tillämpa IoT inom någon arbetsuppgift för att få mer exakta siffror på hur mycket av arbetstiden som kan sparas in.

Intervjuer med fastighetsavdelningen används för att svara på frågeställning 3. Kvalitativa intervjuer fungerar bra för att utreda anställdas inställning till en ny teknik. Svaret anses trovärdigt utifrån insamlad empiri men kan stärkas om fler respondenter intervjuas. Med få respondenter i varje yrkeskategori är det svårt att dra slutsatser om åsikterna är kopplade till yrkeskategorierna eller till olika personligheter. Att intervjua fler personer totalt, alternativt använda enkäter till en större mängd personer, kan bidra till mer välgrundade slutsatser. Vid enkäter som datainsamlingsmetod kan man dock gå miste om information om varför respondenterna svarar som de gör. Därför anses kvalitativa intervjuer ändå vara den bästa datainsamlingsmetoden för frågeställningen.

6.3 Begränsningar

Arbetet avgränsas till att inte utreda ekonomiska faktorer såsom investerings- eller driftkostnader för IoT-system. Detta har påverkat arbetet då investeringskostnaderna ofta avgör om företag väljer införa nya system eller inte. Vilka kostnadsbesparingar som kan göras påverkar också beslutet. I detta arbete framkommer att stora tidsbesparingar kan göras, vilket kan kopplas till kostnadsbesparingar då arbetstiden är kopplad till lönekostnader. Av detta framgår att det finns möjligheter till kostnadsbesparingar lika väl som tidsbesparingar. Vad som återstår att utreda är huruvida kostnadsbesparingarna väger upp investerings- och driftkostnader. Detta avgör om det är lönsamt för företag att investera i IoT-lösningar för drift och underhåll.

Arbetet avgränsas till att inte beskriva IoT-tekniken i stor omfattning, utan fokuserar mer på dess nytta. Avgränsningen gjordes eftersom det är nyttan som avgör om det överhuvudtaget finns något värde att tillämpa IoT i fastighetsbranschen. Om det finns ett värde blir nästa steg för fastighetsägare att utreda vilka tekniska lösningar som finns tillgängliga.

Den sista avgränsningen är att endast analysera driftteknikers arbetsuppgifter under tillsynskategorin. Skötseluppgifterna kan oftast inte utföras på distans och tas därför inte med i analyserna p.g.a. arbetets omfattning. Detta har påverkat resultatet, om alla arbetsuppgifter inkluderats kunde tidsbesparingarna blivit större. Däremot är detta något som fortfarande kan undersökas.

Resultatet från frågeställning 1 anses vara generellt giltigt för drift och underhåll av byggnader, däremot inte nödvändigtvis komplett eftersom bara urval av vetenskapliga artiklar lästs och urval av respondenter tillfrågats.

Resultatet av frågeställning 2 är endast tillämpligt för ett specifikt fall eftersom det är specifika enhetstider som analyserats för Fastighetsavdelningen. Då flera fastighetsförvaltare jobbar på liknande sätt kan dock parallellen dras att det troligtvis finns besparingsmöjligheter även för andra förvaltare. Besparingspotentialen varierar med antal fastigheter och arbetsuppgifter.

Resultatet av frågeställning 3, som behandlar inställningen till IoT i fastighetsbranschen, kan inte generaliseras till hela branschen då endast en fallstudie genomförs med en grupp anställda på Fastighetsavdelningen, Jönköpings kommun. Trots att resultatet inte är allmängiltigt ger intervjuerna bra inblick i fastighetsförvaltares inställning till IoT. Denna kunskap är användbar även för andra förvaltare.

6.4 Slutsatser och rekommendationer

Denna utredning visar goda möjligheter att använda IoT inom fastighetsförvaltning. De som är skeptiska till nyttan av IoT kan här se att tekniken faktiskt kan vara lönsam sett till tidsbesparingar. I detta arbete är inte alla överens med nyttan av IoT, de mest skeptiska är de som jobbar med drift av fastigheter, vilket är viktigt att ha i åtanke.

Då förvaltningsskedet i dagsläget är det dyraste i byggnadens livscykel finns stora incitament att utreda detta vidare. Det är även viktigt så Sverige inte hamnar efter i den tekniska utvecklingen. Denna utredning bidrar till att lösa problemet med höga förvaltningskostnader genom att presentera ett möjligt sätt till effektivisering. Resultatet kan ligga till grund för vidare forskning av IoT inom svensk fastighetsförvaltning.

Slutsatser och rekommendationer av detta arbete inkluderar:

- Det finns många användningsområden för IoT, gränserna som uppkommit i detta arbete är ekonomi och hitta värde i insamlade data. Detta kan medföra nya tjänster som exempelvis dataanalytiker.
- Av ca 30 000 arbetstimmar/år som läggs på tillsyn på Fastighetsavdelningen i Jönköpings kommun kan ca 13 000 arbetstimmar sparas in. För andra förvaltarföretag blir siffrorna olika men proportionerna kan vara desamma.
- Intresset för IoT inom fastighetsförvaltning är stort dock mindre inom driftservice. Detta tyder på att man kanske borde implementera IoT på en annan sektion eller ge mer utbildning om systemen.
- Vill man gå vidare med IoT borde man först utreda ekonomiska gränser. Sedan installera ett IoT-system för antingen den mest tidskrävande arbetsuppgiften, eller för en fastighet. Det kan även vara bra att börja skapa en egen IoT-plattform.

6.5 Förslag till vidare forskning

Denna rapport har visat möjligheter att implementera IoT inom fastighetsförvaltning. Det utredningen saknar är ekonomiskt perspektiv vilket borde bli nästa steg. När ekonomiska begränsningar är kända bör mer detaljerade beräkningar av tidsbesparingar göras som kopplas till ekonomiska besparingar.

I rapporten har endast tillsynsuppgifter analyserats, men allt eftersom IoT-marknaden expanderar borde även skötsel samt tillsyn- och skötseluppgifterna ses över. Ett annat steg är att undersöka möjligheterna för implementering av IoT på andra delar av avdelningen. Exempelvis undersöka hur underhållsplanerna kan kopplas till IoT för att effektivisera underhållsingenjörernas arbete.

För fastighetsavdelningen är nästa steg att antingen effektivisera en arbetsuppgift med IoT eller utrusta en fastighet med ett fullbordat IoT-system.

Något annat som kan vara intressant för branschen och forskarvärlden är kopplingen mellan IoT och BIM samt vilka möjligheter detta kan ge upphov till.

Referenser

- Borgia, E. (2014). *The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues* (Computer Communications Volume 54). Hämtad 6 maj, 2017, från ScienceDirect:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140366414003168>
- Casini, M. (2016). Designing the third millennium's buildings. *Smart Buildings: Advanced Materials and Nanotechnology to Improve Energy-Efficiency and Environmental Performance* (s. 3-54). Hämtad 6 maj, 2017, från:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081006351000010>
- Gustavsson, B. (2004). *Kunskapande metoder*. Lund: Studentlitteratur.
- Halvorsen, K. (1992). *Samhällsvetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur.
- Kelly, S. & Sever, N. (2015). *Fastighetsförvaltning Jönköpings Kommun* [PowerPoint-presentation]. Hämtad 7 maj, 2017, från Ping Pong:
<https://pingpong.hj.se/courseId/15348/node.do?id=10771908&ts=1448865525075&u=1833747981>
- Krishnamurthy, S., Anson, O., Sapir, L., Glezer, C., Rois, M., Shub, I. & Schloeder, K. (2008). *Automation of Facility Management Processes Using Machine-to-Machine Technologies*. (The Internet of Things). Hämtad 6 maj, 2017, från SpringerLink:
https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-78731-0_5
- Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien. (2013). *Nationell agenda Internet of Things*. Hämtad 6 maj, 2017, från Vinnova:
http://www.vinnova.se/pagefiles/751290452/internet_of_things_agenda.pdf
- Lilis, G., Conus, G., Asadi, N., & Kayal, M. (2016). *Towards the next generation of intelligent building: An assessment study of current automation and future IoT based systems with a proposal for transitional design* (Sustainable Cities and Society Volume 28). Hämtad 6 maj, 2017, från ScienceDirect:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670716302414>
- Lucero, S. (2016). *IoT platforms: enabling the Internet of Things*. Hämtad 6 maj, 2017, från IHS:
<https://cdn.ihs.com/www/pdf/enabling-IOT.pdf>
- Magne Holme, I. & Krohn Solvang, B. (2012). *Forskningsmetodik: om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur.
- Mekki et al. (2016). USEE: A uniform data dissemination and energy efficient protocol for communicating materials (Future Generation Computer Systems Volume 56). Hämtad 6 maj, 2017, från ScienceDirect:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X15002952>
- Nordstrand, U. (2008). *Byggprocessen*. Stockholm: Liber.
- Olsson, H. & Sörensen, S. (2011). *Forskningsprocessen*. Stockholm: Liber.

- Oti, A. H., Kurul, E., Cheung, F. & Tah, J. H. M. (2016). *A framework for the utilization of Building Management System data in building information models for building design and operation* (Automation in Construction Volume 72). Hämtad 6 maj, 2017, från Scopus:
http://ac.els-cdn.com/S0926580516301972/1-s2.0-S0926580516301972-main.pdf?_tid=415e7554-2f1a-11e7-9ce5-00000aab0f6b&acdnat=1493717727_475b4996e8a54a1da02d1e01ccf2fafc
- Patel, B. (2014). *Are you prepared for the digital revolution in facility management?* Hämtad 6 maj, 2017, från ProQuest Central:
http://search.proquest.com/docview/1666361228?rfr_id=info%3Axri%2Fsid%3Aprim0
- Patel, R., & Davidsson, B. (2003). *Forskningsmetodikens grunder*. Lund: Studentlitteratur.
- Pradeep Kumar, H. (2016). *Multi-sensor-based occupancy monitoring for energy efficient smart buildings based on internet of things*. Hämtad 6 maj, 2017, från PQDT-Open:
<http://pqdtopen.proquest.com/doc/1780636334.html?FMT=ABS>
- Rennstam, J., & Wästerfors, D. (2015). *Från stoff till studie*. Lund: Studentlitteratur.
- Risteska Stojkoska, B. L., Trivodaliev, K. V. (2016). *A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions* (Journal of Cleaner Production Volume 140, Part 3). Hämtad 6 maj, 2017, från ScienceDirect:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261631589X>
- Vujović, V. & Maksimović, M. (2015). *Raspberry Pi as a Sensor Web node for home automation* (Computers & Electrical Engineering Volume 44). Hämtad 6 maj, 2017, från ScienceDirect:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045790615000257>
- Wu, D., Jennings, C., Terpenney, J. & Kumara, S. (2016). *Cloud-Based Machine Learning for Predictive Analytics: Tool Wear Prediction in Milling*. Hämtad 6 maj, 2017, från IEEE Xplore:
<http://ieeexplore.ieee.org/document/7840831/>
- Wu, D., Liu, S., Zhang, L., Terpenney, J., Gao, R. X., Kurfess, T. & Guzzo, J. A. (2017). *A fog computing-based framework for process monitoring and prognosis in cyber-manufacturing* (Journal of Manufacturing Systems Volume 43, Part 1). Hämtad 6 maj, 2017, från ScienceDirect:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612517300237>
- Xu, L., Zheng, X., Guo, W. & Chen, G. (2012). *A Cloud-based monitoring framework for Smart Home*. Hämtad 6 maj, 2017, från IEEE Xplore:
<http://ieeexplore.ieee.org/document/6427534/>

Yu, J., Kim, M., Bang, H-C., Bae, S-H. & Kim, S-J. (2015). *IoT as a applications: cloud-based building management systems for the internet of things*. (Multimedia Tools and Applications Volume 75, issue 22). Hämtad 6 maj, 2017, från SpringerLink: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-015-2785-0>

Bilagor

Bilaga 1	Driftteknikers arbetsuppgifter
Bilaga 2	Intervjufrågor
Bilaga 3	Intervjusammanfattningar
Bilaga 4	IoT-produkter
Bilaga 5	FM technology:s synpunkter på beräkningarna samt kontroll-beräkningar

Bilaga 1: Driftteknikers arbetsuppgifter

Från Jönköpings kommuns styrdokument för driftteknikers arbetsuppgifter.

Kategori	Benämning	Åtgärd	Antal poster	Summa arbetstid (tim/år)
Tillsyn	Brandgasfläktar	Funktionskontroll	56	6,70
Tillsyn	Byggnad invändigt	Tillsyn av invändiga utrymmen. Avvikelse noteras eller om de är av enklare art åtgärdas direkt. Fri passage och allmän ordning i utrymningsvägar kontrolleras speciellt med avseende på brandbelastning. Utrymningsvägar ska hållas fria. Tillsyn av krypgrund, kallvindar och kulvertar ingår i byggnad invändigt.	316	13 671,36
Tillsyn	Byggnad utvändigt	Tillsyn av fasader, balkonger, loftgångar, fönster, fönsterdörrar, entréer, belysning, skyltar, stuprör, räcken, yttertrappor, källarentréer, utrymningsstegar, yttertak, skärmtak inklusive galler, tillträdesanordningar, huvar, antenner och master mm. Avvikelse noteras eller om de är av enklare art åtgärdas direkt.	315	1 367,13
Tillsyn	Elmätare	Funktionskontroll och mätaravläsning.	274	155,20
Tillsyn	Elvärmesystem	Funktionskontroll av elradiatorer, värmekablar, bastuaggregat, värmebläktar, motorvärmaruttag, snösmältningsanordning, värmeslingor i mark och golvvärme. Infästningar av aggregat, anslutningsledningar, termostاتفunktion och tidur kontrolleras och justeras.	78	205,00
Tillsyn	Fönster, fönsterdörrar	Kontroll av karmar, fönsterbågar, dörrblad, glas, kitt, tätningslister, lås, vred, dörrstängare, gångjärn, fönsterkrokar, hakar, espanjoletter, uppställningsbeslag och övriga beslag, persienner, markiser ses över och kontrolleras. Justering av fönster med tillhörande detaljer utföres	312	569,63

Bilaga 1: Driftteknikers arbetsuppgifter

		vid behov så att funktionskrav uppfylls.		
Tillsyn	Försörjnings-system för flytande och gasformiga medier i byggnad	Tillsyn.	316	4 557,12
Tillsyn	Givare, mätare och styr- och övervaknings-enheter i luftdistributions-systemet	Funktionskontroll av reglercentraler, givare, mätare och styr- och övervakningsenheter.	203	40,80
Tillsyn	Högspännings-system för eldistribution	Kontrollera elanläggningen så att de elektriska materialen är i gott skick och att det inte finns några synliga skador; t.ex. strömställare, uttag, doslock, skadat / ej fastsatt kablage etc.). Kontrollera att lock och dörrar till centraler är stängda, att skyddskåpor finns på plats och att centraler inte är blockerade.	4	12
Tillsyn	Luftbehandlings-aggregat	Då utrustningen i olika fläktar varierar gäller samtliga punkter i förekommande fall. Tillsyn omfattar: Observation och kontroll av drift, obalans och oljud. Skötsel omfattar: Yttre inspektion samt kontroll och eventuell åtgärd på drivremmar, lager, motor och tider.	156	428,27
Tillsyn	Luftkylare	Tillsyn.	15	811,20
Tillsyn	Lågspännings-system för eldistribution	Kontrollera elanläggningen så att de elektriska materialen är i gott skick och att det inte finns några synliga skador; t.ex. strömställare, uttag, doslock, skadat / ej fastsatt kablage etc.). Kontrollera att lock och dörrar till centraler är stängda, att skyddskåpor finns på plats och att centraler inte är blockerade.	286	764
Tillsyn	Plattvärmväxlare	Kontroll.	109	482,00
Tillsyn	Roterande värmväxlare	Kontroll.	156	1 086,00
Tillsyn	Skyddsrum	Kontrolleras att lös skyddsrumsutrustning förvaras på sådant sätt att den inte förstörs eller försvinner.	49	12,33

Bilaga 1: Driftteknikers arbetsuppgifter

Tillsyn	Styrsystem för fastighetsdrift	Kontroll och vid behov åtgärder, inställning av värden, funktionsprovning och kommunikation mm. Tillsyn omfattar: Avläsning av utetemperatur, framledningstemperatur, returledningstemperatur, panntemperatur, bränsleförbrukning, vattenförbrukning, elförbrukning samt åtgärder för att bibehålla beslutade driftresultat.	155	3 310,67
Tillsyn	Syradosering/koldioxid	Kontrollera mätvärden och styrutrustning för klor/syra/koldioxid.	6	578,67
Tillsyn	System för spänningsutjämning	Tillsyn och kontroll av utrustning. Åskledare, jordtag, överspänningsskydd, inledningsskydd och potentialutjämningsnät.	16	94,50
Tillsyn	Utemiljö	Utföra löpande tillsyn på av SE utfört arbete för utemiljön och rapportera eventuella avvikelser etc. till LED.	249	166,00
Tillsyn	Vätskekopplade värmeväxlare	Kontroll.	23	126
Tillsyn	Yttertak, skärmtak o.d.	Tillsyn och vid behov skötsel av tätskikt,nockräcke, snörasskydd, takbrygga, takstege, skorstenar, ventilationshuvor o d. Anmärkningar dokumenteras. Arbetet ska utföras enligt gällande arbetsbeskrivning. Rengöring/rensning av takavvattning. Brandgasventilatorer funktions- och säkerhetskontrolleras, kontrollera att ventilator tätar och öppnar/stänger riktigt, (Funktionskontroll i utförs i samband med provning av övrig brandanläggning/brandsyn). Särskild arbetsbeskrivning för typ av takbeläggning se teknisk beskrivning.	314	1 063,32
Tillsyn	Överspännings-skydd	Kontroll, skadat eller förbrukat överspänningsskydd bytes.	128	28,10
Skötsel	Avfallsrum	Noggrannare städning/skurning av golv, väggar och tak eller	112	576,00

Bilaga 1: Driftteknikers arbetsuppgifter

		rengöring med högtryckstvätt eller liknande.		
Skötsel	Diatomifilter	Rengöring.	2	180,00
Skötsel	Doserings-automatikcentral med givare och styrutrustning för PH och klor	Skötsel.	6	100,00
Skötsel	Doseringsutrustning för flockningsmedel	Påfyllning flockningsmedel.	3	76,00
Skötsel	Fasader	Nedsmutsning och synliga skador får ej förekomma. Till nedsmutsning räknas ej organisk påväxt, typ alger, eller nedsmutsning p.g.a. nedfall. Klotter skall fotodokumenteras och tas bort enligt rutin.	316	2 278,56
Skötsel	Filteranläggning för bassängvatten	Skötsel.	5	417,33
Skötsel	Fönsterapparater	Rengöring och filterbyte.	4	10,50
Skötsel	Gemensamma garage och parkeringshus	Sopning/spolning (inkl. avisering till slutanvändare). I samband med spolning/borstning ska installationsdetaljer, rör/kanaler vid tak etc. dammas av med speciell noggrannhet vid rengöring på ovansida rör/kanaler och installationsdetaljer etc. Golvbrunnar och spygatter kontrolleras och rensas i samband med sopning/spolning. Svåråtkomliga ytor rengörs manuellt.	16	26,53
Skötsel	Grovhårfilter	Rengöring.	3	120,00
Skötsel	Inhägnader och inpasseringsanordningar	Rengöring av staket, plank, räcken, murar, trafiksuggor, grindar och bommar.	142	592,55
Skötsel	Klordindosering	Påfyllning av salt i anläggning för klordindosering.	6	82,67
Skötsel	Luftbehandlingsaggregat	Rengöring aggregat.	156	174,67
Skötsel	Luftdon	Rengöring.	225	3,75
Skötsel	Luftfilter och filtervakter	Byte av filteruppsättningar efter uppnått sluttryckfall. Rengöring av fläktutrymme inklusive dammsugning av filterutrymme.	154	2 995,00
Skötsel	Luftkompressor	Byte av kilrem.	26	15,50
Skötsel	Luftkylare	Rör och lameller i luftkylare rengörs. Kondensvattenavlopp	15	169,00

		och ledning från luftkylare kontrolleras. Kylbatteriers täthet och temperaturfall kontrolleras. Rörledningar till luftkylare kontrolleras m.a.p. täthet. Avluftsanordningars funktion på luftkylares vattensida kontrolleras och justeras.		
Skötsel	Luftrenare (freshmen)	Skötsel.	1	8,00
Skötsel	Spjäll till skydd mot spridning av brand och brandgas	Spjäll, brandspjälldon, spjällmotor skall, smörjas, rengöras och justeras.	86	24,75
Skötsel	Trycksandfilter	Backspolning.	4	600,00
Skötsel	Vattenspegel/ damm etc.	Tömning och rengöring av damm, ev. pumpar och filter. Påfyllning av vatten.	13	13,00
Tillsyn och skötsel	Anläggningar för avfallshantering	Kontroll av ordning och säkerhet. Kontrollera att kärl står på avsedd plats. Avfall utanför behållare läggs i behållare. Kontroll av stängning och tätning. Gällande sopschakt, sopnedkastluckor, sopkärl/sopbehållare, säckväxlare, sopkomprimator, avfallstransportanläggningar, grovsopanläggningar, containrar, riskfallsanläggning och sopsuganläggning.	99	121,00
Tillsyn och skötsel	Avfallsrum	Kontroll av ordning och säkerhet, brandbelastning beaktas särskilt. Avfall utanför sopkärl placeras i sopkärl. Sopning och uppsamling av löst skräp och/eller spolning av golv. Städning av utrymme för källsortering.	112	288,00
Tillsyn och skötsel	Bastuutrymmen	Infästningar för bastulavar kontrolleras samt kontroll av tidur/termostat. Utstickande spik/skruv i väggpanel och bastulavar justeras. Rensning av golvbrunnar.	43	28,67
Tillsyn och skötsel	Batteridrivna reserv- eller nödkraft	Funktionskontroll. System med ej underhållsfria batterier kontrolleras med avseende på syranivå. Påfyllning av syra och vatten vid behov.	4	20,00

Bilaga 1: Driftteknikers arbetsuppgifter

Tillsyn och skötsel	Belysningssystem	Tillsyn och vid behov åtgärd på belysning i invändiga utrymmen, tomt och fasader. Byte av trasiga glödlampor och lysrör i samband med tillsyn.	316	2 278,56
Tillsyn och skötsel	Brandposter	Lucka kontrolleras m.a.p. stängning/låsning samt kontrolleras läckage funktion av slangutrullning. Kontroll ventiler, rulla ut slang, spola, rulla ihop slang, kvittera och märkning.	132	61,00
Tillsyn och skötsel	Central-dammsugnings-installationer	Tömning av behållare samt rengöring/byte av filter.	7	10,00
Tillsyn och skötsel	Dagvattennät	Tillsyn med funktionskontroll enligt driftinstruktion. Nät, ledningar, pumpar/pumpgröpar, givare/mätare och infiltrationsanläggningar.	267	26,50
Tillsyn och skötsel	Diverse teletekniska säkerhetssystem	Tillsyn och testkörning av system. Nödsignal, dörrkontroll, utrymningslarm och belysning.	155	1 362,00
Tillsyn och skötsel	Driftutrymmen	Städning av utrymmen. Kontrollera att dörrar är låsta, rumstemperatur, utrymningsvägar, varningsskyltar, lås samt förvaring av nycklar med avseende på tillträde, panikreglar, nödbelysning och utrustning för jordning och kortslutning.	228	874,67
Tillsyn och skötsel	Dränvattennät	Tillsyn med funktionskontroll enligt driftinstruktion. Nät, ledningar, avskiljare, pumpar/pumpgröpar/pumpstationer, givare/mätare.	252	50,67
Tillsyn och skötsel	Enskilda utrymmen	Tillsyn av outhyrda bostäder och lokaler. I samband med tillsyn av outhyrda bostäder och lokaler ska vattenlås fyllas på, rumstemperatur kontrolleras/justeras och tappvattenställen spolats igenom.	67	134,00
Tillsyn och skötsel	Fettavskiljare	Kontroll och vid behov åtgärd beträffande nivåvakt och larmanordning. Tömning vid behov. Rengöring.	90	6,20
Tillsyn och skötsel	Fläktar	Då utrustningen i olika aggregat, fläktar varierar gäller samtliga punkter i förekommande fall. Vid besök ska driftjournal föras samt	127	166,00

		utföras tillsyn och skötselåtgärder. Tillsyn omfattar: Avläsning av mätvärden samt åtgärder för att bibehålla beslutat driftresultat. Skötsel omfattar: Yttre inspektion samt kontroll och eventuell åtgärd på drivremmar, lager, motor, frysskydd, batterier, tidur och filter. Styr- och reglerutrusning med brandskyddsåtgärder. Rengöring av fläkthjul, fläktmotor, kylluftintag, fläktkåpa och anslutningsdetaljer. Smörjning av lager. Lagerljud från fläktar, fläktmotorer och kilrepsspänningar kontrolleras.		
Tillsyn och skötsel	Förvaringsutrymmen	Genomgång av förvaringsutrymmen och omhändertagande främmande föremål. I samband med borttagning av främmande föremål sopas golvytorna samt avtorkas väggytor och installationsdetaljer.	15	30,00
Tillsyn och skötsel	Gassläcksystem	Tillsyn och test av anläggning enligt driftinstruktion.	11	11,00
Tillsyn och skötsel	Gemensamma garage och parkeringshus	Tillsyn med upplockning av skräp m.m.	16	4,25
Tillsyn och skötsel	Handbrandsläckare	Tillsyn och skötsel	1	0,10
Tillsyn och skötsel	Hissar	Drift enligt "BFS 2011:12 H12" samt: funktionskontroll av dörrar, nödstopp, nödsignal/nödtelefon. Gällande linhissar, hydraulhissar, kedjehissar, skruvhissar, trapphissar, lyftbordshissar, dokumenthissar och mathissar.	71	193,20
Tillsyn och skötsel	Inbrottslarm-system mm	Tillsyn och testkörning av system. Inbrottslarm, överfallslarm, områdeslarm och utbrytningslarm.	44	92,00
Tillsyn och skötsel	Inhägnader och inpasseringsanordningar	Tillsyn av staket, plank, räcken, murar, trafiksuggor, grindar och bommar. smörjning av rörliga delar. Nedslagning och	131	142,15

Bilaga 1: Driftteknikers arbetsuppgifter

		försänkning av spikskallar. Åtdragning av muttrar m.m.		
Tillsyn och skötsel	Jordfelsbrytare	Kontrollera elanläggningen så att de elektriska materialen är i gott skick och att det inte finns några synliga skador.	217	219,00
Tillsyn och skötsel	Kyl-/frysanläggningar	Tillsyn och skötsel enligt driftinstruktion inklusive förångare, kondensorer, kompressorer, köldbärarpumpar, kylbafflar, fläktluftkylare, givare/mätare, kyllledningar, ventiler och expansionskärl. Kontroll och vid behov åtgärd beträffande funktion och läckage etc.	103	47,67
Tillsyn och skötsel	Kylkompressor-aggregat	Tillsyn och skötsel enligt driftinstruktion inklusive förångare, kondensorer, kompressorer, köldbärarpumpar, kylbafflar, fläktluftkylare, givare/mätare, kyllledningar, ventiler och expansionskärl. Kontroll och vid behov åtgärd beträffande funktion och läckage etc.	103	340,00
Tillsyn och skötsel	Luftavfuktare	Kontroll av kondesvattenledning, försmutsning samt anslutning till avlopp. Filter rengörs. Kontroll av inställning av hygrostaten och av onormal ispåfrysning på förångare.	28	92,00
Tillsyn och skötsel	Luftkompressor	Rengör luft- och oljefilter, funktionsprovning av kompressor, säkerhetsventil och kylfläkt, kontrollera oljetryck, kompression, temperatur, flöde och kylvattentemperatur. Justeras vid behov. Kompressorers startföljd skiftas.	26	186
Tillsyn och skötsel	Luftvärmare	Rör och lameller i luftvärmare rengörs utvändigt, frysskyddsfunktion inklusive spjällfunktion kontrolleras. Kontroll av värmebatteriers täthet och temperaturfall. Rörledningar till luftvärmare kontrolleras år m.a.p. täthet. Avluftningsanordningars funktion	121	92,83

		på luftvärmarens vattensida kontrolleras och justeras.		
Tillsyn och skötsel	Lyftanläggningar	Tillsyn och skötsel enl. driftinstruktion. Gällande kranar, lyftbord, traverser, telfrar och personliftar.	59	121,20
Tillsyn och skötsel	Manuella portar	Tillsyn och funktionskontroll av portar. Eventuellt justering av dörrstängare. Vid port av typen dubbeldörr: Justering och smörjning av gångjärn och tillhörande detaljer så att portar stänger och tätar riktigt. Vid port av typen slagport: Funktions och säkerhetskontroll varvid öppningsfjäders infästningar kontrolleras och styrspår, bärskenor, armar, leder och rörliga delar rengörs och smörjs.	219	1 812,00
Tillsyn och skötsel	Maskindrivna portar	Tillsyn och provkörning av automatiska portar. Kontroll och eventuell åtgärd på kedjor, brytare mm. Smörjning. Säkerhetskontroll. Funktions och säkerhetskontroll varvid öppningsfjäders infästningar kontrolleras och styrspår, bärskenor, armar och leder och rörliga delar rengörs och smörjs. Kedjor, brytare, klämlister och oljenivå justeras.	103	184,00
Tillsyn och skötsel	Motordriven reservkraft	Utförs enligt DU-instruktion samt: Kontroll av bränslenivå, påfyllning vid behov. Reservkraftprov utförs enligt DU-instruktion.	2	2,00
Tillsyn och skötsel	Oljeavskiljare	Kontroll och vid behov åtgärd beträffande nivåvakt och larmanordning. Tömning vid behov. Rengöring.	16	1,33
Tillsyn och skötsel	Pellets-/flistransportör	Tillsyn och skötsel enligt DU-instruktion.	8	10,00
Tillsyn och skötsel	Plattvärmväxlare	Kontrollera Bypass-spjällets lufttäthet. Funktionskontroll av kondensvattenavlopp. Rengöring av värmväxlarplattor, kondenstråg, avlopp och	109	301,25

Bilaga 1: Driftteknikers arbetsuppgifter

		droppavskiljare. Kontrollmätning av temperaturverkningsgrad.		
Tillsyn och skötsel	Reningsverks-pump	Tillsyn och oljebyte i regulator för vattennivå i reningsanläggning.	6	10,67
Tillsyn och skötsel	Ridåvägg	Tillsyn och skötsel enligt DU-instruktion.	51	34,00
Tillsyn och skötsel	Roterande värmeväxlare	Kontroll av drivrem, packnings täthet, varvtalsregulator och smörjning av rotorlager. Kontrollmätning av temperaturverkningsgrad.	156	678,75
Tillsyn och skötsel	Rulltrappor och rullramper	Tillsyn och skötsel enl. driftinstruktion gällande rulltrappor och rullramper.	14	27,60
Tillsyn och skötsel	Simbassäng inomhus	Provtagning av vattenkvalitet. Resultat dokumenteras i pärm. Vattenprover från simbassäng skickas till vattenlab för analys. Kontroll av ordning och säkerhet.	3	208,00
Tillsyn och skötsel	Spillvattennät	Tillsyn med funktionskontroll enligt driftinstruktion. Nät, ledningar, avskiljare, pumpstationer, cisterner, givare/mätare och infiltrationsanläggningar inklusive pumpar.	284	41,10
Tillsyn och skötsel	Storköks-utrustning	Tillsyn och skötsel enligt DU-instruktion.	195	3 712,00
Tillsyn och skötsel	System för brand-detektering och brandlarm	Tillsyn och testkörning av system. Brandlarmsystem, branddetekteringssystem, utrymningslarmsystem, styrsystem och släcksystem.	159	404,00
Tillsyn och skötsel	System för entré-och passerkontroll	Tillsyn och testkörning av system samt smörjning/justering av elslutbleck. Ellås, kodlås, entrékontroll och passerkontroll.	169	456,00
Tillsyn och skötsel	System för ljud-och bildöverföring	Tillsyn och testkörning av system. Antennsystem och kabel.tv. Kontrollera/justera infästningar, rostangrepp etc. samt utför erforderlig rengöring.	103	20,00
Tillsyn och skötsel	Telefonsystem	Tillsyn och testkörning av system. Ellås, kodlås och entrékontroll.	168	36,00

Bilaga 1: Driftteknikers arbetsuppgifter

Tillsyn och skötsel	Telesignalsystem	Tillsyn och testkörning av system. Entrésignal, kallelsesignal, tidgivning, tidssignalering, tidregistrering, kösignal, personsökning och bokning.	71	15,50
Tillsyn och skötsel	Tvättstugor	Kontroll av ordning och säkerhet, byte/tömning av sopsäckar. Särskild arbetsbeskrivning för typ av maskiner, se teknisk beskrivning.	61	262,67
Tillsyn och skötsel	Tvättstugs-installationer	Tillsyn och skötsel enligt DU-instruktion.	19	37,00
Tillsyn och skötsel	Utvändig solskydds-utrustning	Funktionskontroll. Kontroll med avseende på infästningar. Lösa infästningar justeras.	31	34,78
Tillsyn och skötsel	UV-aggregat	Vattenlås, UV-armatur och kvartsglas (synglas) rengörs. UV lysrör byts efter 8 000 drifttimmar. Åtgärder dokumenteras i händelselogg.	2	52
Tillsyn och skötsel	Vattendimsystem	Tillsyn och test av anläggning enligt driftinstruktion.	12	13,00
Tillsyn och skötsel	Vattenspegel/damm etc.	Utkastarmunstycken och bräddavlopp kontrolleras och justeras. Filter rengörs.	13	8,67
Tillsyn och skötsel	Vattensprinkler-system	Tillsyn och test av sprinkleranläggning enligt driftinstruktion.	12	14
Tillsyn och skötsel	Vattensystem i simbassänger	Kontroll av vattenkvalitet och utrustning för badvattenrening och dosering utförs regelbundet. Badvattenreningsanläggningen ska skötas enligt DU-instruktion och Socialstyrelsens riktlinjer.	6	776,75
Tillsyn och skötsel	Ventilationskanaler	Kontroll av kanalers isolering och infästning i byggnadskonstruktion, samt kontroll av rens-/inspektionsluckors täthet. Rengöring av intagskanal.	240	931,00
Tillsyn och skötsel	Vätskekopplade värmeväxlare	Kontrollera frysskyddsfunktion, funktionskontroll av kondensvattenavlopp samt kontrolleras expansionskärl med manometerövervakning. Kontrollmätning av tempreturverkningsgrad.	23	78,75

Bilaga 2: Intervjufrågor

Intervjufrågor till IoT-konsulter:

1. Hur länge har ni inom företaget arbetat med IoT kopplat till fastighetsförvaltning?
2. Vad var det som gjorde att ni bestämde er att satsa på detta?
3. Hur många projekt har ni varit delaktiga i, där man använt IoT-lösningar för fastighetsförvaltning?
4. Vilka typer av IoT lösningar för fastighetsförvaltning erbjuder ni/kan ni rekommendera i dagsläget?
5. Hur skulle man kunna använda IoT för att effektivisera driftteknikers arbetsuppgifter?
6. Hur användarvänliga är era produkter och tjänster? /Hur användarvänliga uppfattar era kunder att IoT funktionerna är?
7. Vilka av era funktioner går att styra på distans? /Vilka IoT funktioner går att styra på distans?
8. Hur lång tid kan det ta att installera ett IoT system för fastighetsförvaltning?
9. Hur mycket underhåll kräver IoT-lösningar?
10. Vad blir nästa IoT-steg för er?
11. Hur tror ni framtiden kommer se ut, avseende IoT inom fastighetsförvaltning?

Intervjufrågor till anställda på Fastighetsavdelningen

1. Hur ser en typisk arbetsdag ut för just dig?
2. Hur känner du att arbetet med drift och underhåll fungerar idag?
3. Vilka idéer har du om hur man kan förbättra/effektivisera dina arbetsuppgifter (också drift och underhållsarbetet)?
4. Vad anser du är den mest tidskrävande arbetsuppgiften i dagsläget för dig? För drift och underhåll?
5. Hur länge har du känt till IoT och att det kan användas inom fastighetsförvaltning?
6. Baserat på bakgrunden om Internet of Things ovan, vad anser du om IoT?
7. Hur känns tanken på att vara kvar på kontoret till många av tillsynsuppgifterna och endast besöka fastigheter vid fel och speciella skötseluppgifter?
8. Vilka arbetsuppgifter från medskickad tabell (slutet av dokumentet) känner du skulle vara mest lämpade för IoT? Kryssa i 5 stycken.
9. Vilka fördelar tror du kan komma av att använda sig av IoT?
10. Vilka nackdelar tror du IoT kan medföra om man använder det på fastighetsavdelningen?
11. Hur ser ditt intresse ut för att använda dig av IoT på jobbet?

Bilaga 3: Intervjusammanfattningar

Innehåll

IoT-konsulter:

- Respondent från Tyréns
- Respondent 1 från Sigma (Connectivity)
- Respondent 2 från Sigma (IT Consulting)

Anställda på Fastighetsavdelningen:

- Drifttekniker
- Enhetschef för badservice/Styr- och regleringenjör
- Underhållsingenjör 1
- Underhållsingenjör 2
- Byggprojektledare 1
- Byggprojektledare 2
- Verksamhetschef för fastighetsförvaltning
- Datasystemsamordnare
- Energiingenjör

IoT-konsulter

Intervjuerna är uppdelade i två block. **Block 1** handlar om hur företagen arbetar med IoT idag och hur de ser på framtiden. **Block 2** handlar om IoT kopplat till driftteknikers arbetsuppgifter på Jönköpings kommun.

Respondent från Tyréns

Block 1: Tyréns har arbetet med IoT drygt 3 år och har under den tiden samarbetat mycket med en stor sensortillverkare av IoT. Företaget lägger stor vikt på att BIM och IoT ska höra ihop. Sensorerna (IoT) behöver enligt Tyréns en modell för att skapa ordning bland dem. Tack vare BIM får man en geografisk plats till IoT-sensorerna och ser vilken typ av data dessa skickar.

Eftersom BIM idag används lite inom fastighetsförvaltning tror Tyréns att IoT kan bidra till en ökad användning av informationsmodeller. De anser även att IoT inte är mogen för att vara en separat ”teknik” än. De ser även att mjukvaror ständigt utvecklas och i framtiden kommer större delen av en förvaltares arbete dokumenteras och ske digitalt.

Företaget har i dagsläget varit inblandade i ca 3 projekt baserat på BMS-system (fastighetsautomation). De har bl.a. installerat 1 000 sensorer på sitt eget kontor på 4 timmar för att mäta användning av arbetsplatser, energiförbrukning och koldioxidhalter. Ett annat projekt har varit att med hjälp av avståndssensorer mäta snödjup på tak.

I dagsläget rekommenderar företaget IoT-produkter för beläggningsmätning samt mätning av luftfuktighet, temperatur och koldioxidhalter. Larmsystem, parkeringsmätning och att styra olika hemmafunktioner rekommenderas också. Installerar man sensorer på olika komponenter kan de larma när de håller på att gå sönder. Sensorerna kan då även lagra information så att man t.ex. kan undersöka hur ofta en komponent går sönder, i framtiden kan man då arbeta mer förebyggande. Det är enligt Tyréns bara fantasin som sätter gränser då det finns ett stort utbud sensorer på marknaden. Det som är nästa steg är hur man ska använda sensorerna för att skapa

ett värde i datainsamlingen. Företaget har infört en ny tjänst, dataanalytiker vars uppgift det är att gå igenom, sortera och analysera data från sensorerna.

Företaget lägger stor vikt vid att gränssnitt ska vara lättolkade och användarvänliga och det är där fokus ligger idag. Alla funktioner ska kunna styras på distans efter installation av sensorer. Tid för installation är 4 timmar för 1000 sensorer.

Mjukvaruuppdateringar av sensorer ska ske automatiskt och för trådlösa sensorer behövs ett batteribyte var 10:e år. Sensorerna ska meddela när batteritiden håller på att gå ut. Då inga sensorer har suttit uppe i 10 år än vet man inte om detta stämmer. Säkerhetsaspekten gällande dataintrång tror Tyréns kan bli en framtida nackdel och systemen bör därför göras säkra för de företag som arbetar med känslig information.

I framtiden tror företaget att flera olika tillverkare och leverantörer kommer samarbeta för att skapa gemensamma lösningar så man bara behöver använda en App för alla lösningar. Man kommer öppna upp digitala plattformar för andra typer av sensorer t.ex. smartklockor. Företaget själva vill satsa på att kunna presentera ett färdigt paket av tjänster och produkter som går att sälja. De har även som ambition att förbättra dataanalys, hitta nya värden och parametrar för datan och utveckla nya sensorer.

Block 2: Av olika arbetsuppgifter som kan effektiviseras hos driftansvariga i Jönköpings kommun rekommenderas bl.a. snömätning på tak, mäta luftfuktighet i t.ex. kryppgrunder och vindar samt olika temperaturer. Alla olika funktionskontroller borde enligt Tyréns kunna ersättas med sensorer för att spara arbetstid. Brandskyddskontroller kan ersättas med sensorer som mäter om något står i vägen för nödutgångar och sensorer kan även sättas på brandsläckare. Man kan mäta ljusinsläpp och med hjälp av magnetkontakter kan man kontrollera om fönster och dörrar är öppna eller stängda. Det finns även sensorer som kan mäta vibrationer i fasader.

Intresset att utrusta olika kommunala förvaltningar med IoT är stort hos företaget.

Respondent 1 från Sigma (Connectivity)

Block 1: Konsultbolaget Sigma Connectivity startades 2013. 2014 började bolaget arbeta med IoT kopplat till fastighetsförvaltning, då de inledde ett samarbete med ISS Facility Services som var intresserade av att effektivisera sin verksamhet. Sedan dess har de haft runt 3–4 projekt där man använt sig av IoT inom fastighetsförvaltning.

IoT kan bland annat användas för att mäta hur olika utrymmen används (inom området smarta arbetsplatser): till exempel vilka arbetsplatser som är lediga, användningsgraden av konferensrum med mera vilket kan visas i realtid, samt temperatur, luftfuktighet och ljus i de olika utrymmena. Detta gör att man kan förstå byggnader bättre och anpassa dem utefter de behov som finns. Att mäta närvaro i rum med sensorer gör också att man får bättre koll på när de behöver städas, vilket kan effektivisera städpersonalens arbetsrutiner.

Sigma Connectivity har försökt utforma sina IoT-lösningar så att vem som helst ska kunna sätta upp ett system och tolka datan, oberoende av tidigare kunskap. Att sätta upp en sensor, registrera den i ett system och få upp den på en karta tar cirka 7 minuter. Att sätta upp ett helt system för en byggnad kan gå på en dag. Systemet går att styra på distans och har gjorts säkert med hänsyn till dataintrång, vilket anses vara en viktig aspekt att ta hänsyn till när man arbetar med IoT. Enligt företaget kräver systemet inte så mycket underhåll, det handlar mest om att byta batterier på sensorer när de tar slut. Livslängden på en sensor kan vara runt 3 år. Skickar

sensorn endast en signal per dag kan livslängden bli upp till 5 år. När livslängderna i framtiden eventuellt blir 10-50 år poängterar företaget att man borde fundera på om man fortfarande kan förlita sig på att sensorerna skickar data som de ska.

I framtiden kommer Sigma Connectivity satsa på att hitta nya och effektivare teknologier inom IoT. De har sett en ökning av intresset av IoT från förra året till detta, vilket företaget anser tyder på att affärsmöjligheterna inom området är stora. De tror att det kommer ske mycket optimeringar och effektiviseringar i fastighetsbranschen med hjälp av de nya teknikerna, vilket kommer leda till besparingar av el, energi och vatten samt att man får en bättre förståelse för hur byggnader fungerar.

Block 2: De av driftteknikers arbetsuppgifter som idag enligt Sigma Connectivity skulle vara enklast att optimera är: styrsystem för fastighetsdrift, elvärmesystem samt kontroll av värmeväxlare och luftbehandlingsaggregat. Att optimera utvändigt tillsyn av byggnader med hjälp av IoT anser företaget kan vara svårare.

Med hjälp av sensorer som mäter temperaturer och förbrukning av el, vatten med mera kan man effektivisera styrsystem för fastighetsdrift. Man kan också effektivisera olika värmesystem med hjälp av sensorer som känner av närvaro och temperatur, genom att uppvärmningen av olika lokaler anpassas utefter om någon befinner sig i lokalen eller inte. Sensorer som mäter ljusstyrka och närvaro kan användas för att stänga av lampor som är tända fast ingen är i närheten. Olika kameralösningar kan också användas för att mäta närvaro samt flöden av människor, vilket hjälper en att förstå hur byggnader används, exempelvis vid entréer och liknande. Man kan förebygga fukt i byggnader med hjälp av sensorer som mäter fuktighet. När det gäller brandskyddskontroller kan kameror eller sensorer användas för att se om det står något i vägen i utrymningsvägar. Man kan effektivisera och styra flera HVAC relaterade funktioner. I ett luftbehandlingsaggregat kan man till exempel mäta tillförseln av luft och tryck för att se om fläkten fungerar som den ska eller mäta vibrationer och ljud från aggregatet.

Att hjälpa olika kommuner att hitta rätt IoT-lösningar för just deras verksamhet ligger i företagets intresse.

Respondent 2 från Sigma (IT Consulting)

Block 1: Sigma började arbeta med IoT och tillverka olika IoT produkter runt år 2013. Bland annat sensorer men också hela ekosystemet runtomkring som krävs för att kunna agera på data och utveckla smarta tjänster.

Sigma jobbar idag mycket med facility management services, de ”mjuka” tjänsterna som exempelvis handlar om hur man utnyttjar areor i kontor och liknande. Inte så mycket med de ”hårda” tjänsterna på fastighetssidan, som är mer kopplade till drift och underhåll. Däremot jobbar Sigma en del med de hårda tjänsterna inom industri och produktion. Ofta använder man inom olika verksamhetsområden samma typer av teknologier och hårdvara för liknande användningsområden.

Inom respondentens avdelning har de varit delaktiga i över 20 projekt kopplade till IoT, de mesta inom området E-hälsa men också en del kopplat till facility management. Detta är inte forskningsprojekt utan riktiga projekt med produkter som man vet är användbara. Sigma som företag har sammanlagt levererat över 300 projekt inom området.

Det finns idag jättemånga olika leverantörer till automationssystem på marknaden (t.ex. Schneider), men Sigma har inte valt att arbeta med endast en av dessa utan jobbar istället med OPC server integration. Detta innebär att man får tillgång till all information som finns oavsett vem den kommer ifrån. Därför jobbar Sigma inte med en leverantör utan med flera. IoT handlar inte om att man ska ha specifika systemlösningar utan handlar mer om att skapa smarta miljöer och detta kan inkludera flera olika system.

Skillnaden mellan fastighetsautomation och IoT är dels att man inom fastighetsautomation är väldigt specifik vad man tittar på, vilken typ av data man vill ha fram, medans man med IoT samlar all information och därefter väljer att titta på den data som är relevant för varje tillfälle. Med IoT kan man göra analyser i realtid, även med 10 000 sensorer kan man beräkna i realtid vad som händer och agera på det.

Sigma gör idag mycket kring el och strömförbrukning för att hitta komponenter som "läcker" ström, vilket ska leda till energioptimering av fastigheter. I dagsläget finns det i detta område oftast bara tillgång till, som bäst, timvärden. Timvärdena är viktiga i sig men respondenten anser att det är för låg upplösning för att man ska kunna dra nytta av datan i förebyggande syfte eller till exempel vid felsökning av komponenter. Även att mäta energivärden ger inte tillräckligt bra resultat.

En del saker är svåra att använda IoT till. Snömätning på tak till exempel är svårt då det är flera faktorer som spelar in, det handlar inte bara om snödjupet. Snö smälter underifrån utifrån hur väl isolerat taket är. Snöns fuktighet och mängden is påverkar vikten, samtidigt är snömängden oftast inte jämnt fördelad över taken vilket innebär att man skulle behöva använda väldigt många mätpunkter. Detta leder också till att uppgiften blir svårare och dyrare att genomföra.

Då fastighetsbranschen enligt respondenten är relativt konservativ idag finns en hel del man kan optimera med IoT. Detta kan spara väldigt mycket tid och pengar. Det måste dock finnas ett värde i det man gör, det är ingen mening att börja med IoT om det inte är en förbättring.

Sigma har idag få egna IoT-produkter då de är ett konsultbolag och framförallt jobbar med tjänster kring IoT, men anser att de produkter de har är väldigt användarvänliga. Detta gäller både installation, beräkningar och realtidsanalys. Alla system skulle kunna styras på distans, det beror dock på hur djupt integrerade hårdvarorna är. Ibland kanske man bara vill ha tillgång till data men i andra fall vill man också kunna kontrollera systemen.

Hur lång tid det tar att installera ett IoT-system beror helt på vad man vill göra med systemet. Det underhåll systemet kräver kan vara att gå igenom alla sensorer efter en viss tid när det är dags för batteribyte. Batteritiden för just de sensorer Sigma tagit fram för facility management, kan ligga på 2–3 år om sensorerna skickar mätvärden en gång per sekund, eller 5–7 år om de skickar mätvärden en gång per minut. Batteritiden beror även på vilken typ av data som samlas in.

I framtiden kommer Sigma fortsätta utveckla Ericssons IoT-plattform, som de arbetar med idag. De kommer bland annat kolla på standardisering av mjukvaran till de olika enheterna och protokollen som kan nyttja den nya teknologins möjligheter. När det gäller fastighetsförvaltning tror respondenten att IoT kommer förbättra dialogen mellan fastighetsägare, kunder och byggnader i framtiden.

Block 2: När det gäller vilka av de driftansvarigas arbetsuppgifter som går att optimera med IoT menar respondenten att det framförallt är två faktorer som spelar roll. Den ena är hur mycket

tid som läggs på arbetsuppgifterna, eftersom det är detta som avgör om det finns ett värde att använda IoT. Den andra är vilka färdiga lösningar som finns på marknaden idag, eftersom det oftast är för dyrt för förvaltare att utveckla egna enheter (sensorer och liknande), och även kan kosta en del att utveckla egna plattformar.

Utav detta kommer respondenten fram till att det finns ett stort värde i att optimera byggnad invändigt och detta skulle kunna göras med bl.a. kameror i utrymningsvägar, men även fuktsensorer i krypgrunder och liknande. IoT-lösningar för styrsystem, elmätare och elvärmesystem finns redan idag. När det gäller luftbehandlingsaggregat är det många som har tillgång till data härifrån, men inte använder den på rätt sätt - här skulle alltså mycket gå att optimera.

Respondenten är tveksam till att man ska kunna optimera byggnad utvändigt. Eventuellt kan man sätta upp kameror, vilket skulle kunna vara ett hjälpmedel för att få ner antal arbetstimmar, men inte kunna ersätta besiktningarna på plats. Man skulle också kunna använda drönare som hjälpmedel och koppla dessa till computer vision teknologi. Då skulle man kunna detektera felaktigheter direkt i bilderna, men detta måste då anpassas till varje enskild del man besiktigar, vilket kan bli ganska tidskrävande i början. Arbetsuppgiften utemiljö kan också bli svår att optimera. Däremot finns det en del sensorer som används inom jordbruk för att mäta kvalitet på jordmån, detta skulle kunna användas för att optimera t.ex. bevattning och klippning av gräs.

Alla typer av mätvärden går att koppla upp mot IoT. Man skulle även kunna mäta om saker fungerar som dom ska genom att analysera strömförbrukningskurvor. För tillsyn och kontroll av utrustning måste man dock vara på plats enligt vissa lagar och regler.

Om Jönköpings kommun vill gå vidare med IoT kan det vara bra att de bygger en egen IoT-plattform, för att effektivt kunna hantera data. Det räcker inte enligt respondenten att standardisera på ett befintligt automationssystem, eftersom det finns så många olika system i olika fastigheter och denna lösning därför skulle kosta en del att underhålla. Det skulle dessutom kunna bli problematiskt ur upphandlingssynpunkt då man låser fast sig till ett specifikt företag och måste göra om mycket av jobbet om man vill byta system, till skillnad från om man skapar en egen plattform som man själv äger och kan göra egen dataanalys på. Det viktigaste att tänka på är alltid säkerheten och analys av data.

Kommunen borde ta sig an den nya tekniken genom att välja ett specifikt område, en arbetsuppgift där man kan tjäna mycket tid, och hitta fungerande lösningar till detta. Genom att sedan applicera dessa på flera fastigheter skulle man kunna spara en hel del tid och pengar. Man skulle också kunna ta en enda byggnad att testa alla möjliga olika saker på, som ett kul projekt att ta lärdom av, detta skulle dock inte ge några stora besparingar ur ett kortsiktigt perspektiv.

Anställda på Fastighetsavdelningen

Intervjuerna är uppdelade i tre block. **Block 1** behandlar arbete i dagsläget: typiska arbetsdagar för respondenterna, tidskrävande arbetsuppgifter, förbättringsförslag samt eventuella åsikter om drift och underhållsarbetet för de som inte jobbar direkt med detta. **Block 2** behandlar IoT kopplat till drift och underhåll av fastigheter: respondenternas kunskap och inställning till IoT, åsikter om att arbeta mer på distans, fördelar, nackdelar samt intresse av att arbeta med IoT. **Block 3** behandlar vilka av driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras med IoT.

Drifttekniker

Block 1: En typisk arbetsdag för driftteknikern börjar med att kolla i telefonen om det kommit in några felanmälningar från de olika verksamheterna t.ex. skola och social. Felanmälningar kan bland annat vara värmeproblem, dörrar som inte stänger, avloppsstopp, dålig luft, inget varmvatten m.m. Därefter går driftteknikern in och kolla på datorn om värme och ventilation för de olika fastigheterna fungerar som det ska. Detta är möjligt då alla fastigheter idag är uppkopplade på nätverket med tre olika styrsystem för fastighetsautomation: Siemens, INU Nordomatic och TAC. Dessa kan med hjälp av DUC:ar (dataundercentraler) och webbaserade system visa flödesbilder på vatten, värme, ventilation och kyla i realtid. Systemen skickar även larm om fel inträffar, dessa kommer direkt till driftteknikers mobiltelefoner. Utöver dessa kontroller är drifttekniker ansvariga för ronderingar i de olika fastigheterna.

Respondenten har jobbat som drifttekniker i 27 år och tycker överlag arbetet fungerar bra. Tidigare arbetade respondenten som ventilationsexpert på kommunen och hade då hand om alla fastigheter, vilket har gett goda kunskaper om dessa. Detta anser respondenten är en fördel. Även att de olika grupperna av drifttekniker idag jobbar med "egna" fastigheter som de är tilldelade anses som en fördel, då detta förbättrar kunskapen om fastigheterna. En svår uppgift för drifttekniker idag är beredskap, som en person ansvarar för varje vecka. Då är man ansvarig för alla fastigheter och ska åka ut vid larm, läckor m.m. dygnet runt vilket kan vara svårt då man endast har god kännedom om sina ordinära fastigheter.

Fastighetsautomation har man på kommunen arbetat med i 15 år och respondenten anser det är fantastiskt hur information från de olika fastigheterna kan visas i realtid. Att felanmälningar i dagsläget sker centralt via en koordinator anser dock respondenten är en försämring från när felanmälningar skedde direkt till drifttekniker. För att idag kunna specificera t.ex. vilken toalett som är trasig måste drifttekniker ändå ringa upp ansvarig i den aktuella fastigheten.

Ronderingar utfördes tidigare med hjälp av taggar för t.ex. ventilationsaggregat och elmätare vilket respondenten anser var bra för att hålla koll på att rutiner följdes. Med det nya systemet behöver man inte egentligen åka ut vilket anses dåligt då det kan förekomma slarv. Kommunens datasystem för bl.a. drift och underhåll (Pondus) anses som ett besvärligt och jobbigt program, fast enkelt att skapa egna felanmälningar i.

Block 2: Respondenten anser att man kan tjäna tid på att använda IoT till vissa saker. Bland annat till den typen av fastighetsautomation som man redan använder på kommunen idag, som fjärravläsning av vattenmätare där mätvärden automatiskt går in i flödesbilderna på datorn. I allmänhet tror respondenten dock att det krävs mycket teknik tills man kommer till ett stadium där IoT kan vara användbart.

Respondenten tycker inte det skulle vara bra att endast åka ut till fastigheterna för filterbyten och liknande eftersom man då kan förlora kunskapen om fastigheterna. Man måste även vara på plats för att upptäcka lukter, golvbrunn som står tom, lagerljud, kranar som rinner, läckor mm. Visserligen skulle man kunna använda en webbkamera för att titta på något, men respondenten tror inte man skulle se tillräckligt bra med denna. Då ser man mer på flödesbilderna. Ser ingen hjälp med att man på distans skulle kunna gå in och tända ljuset i teknikutrymmen, titta på webbkameran och se om fläkten snurrar (om t.ex. luftflödet visats vara för lågt), eftersom man redan innan vet att det är ett fel och måste åka ut ändå. Respondenten står alltså fast vid att man måste besöka fastigheterna för att se, lyssna och lukta och för att säkerställa att detta verkligen blir gjort anser respondenten att det krävs att det är en tagg ute. Att ha taggar ute som man drar varje gång man besöker fastigheterna förbättrar också uppföljningen; med fjärravlästa vattenmätare är det ingen som följer upp vattenförbrukningen. Kommunen är på gång att införa systemet med taggar igen.

Det skulle enligt respondenten vara användbart att ha en sådan funktion där man får larm om man har en vattenförbrukning natttid på exempelvis en skola, här finns det möjligheter till utveckling. Kommunen har haft projekt innan där man lagt ihop ventil som öppnar/stänger vattentillförseln med passersystem, vilket gjorde att ventilen med inkommande vatten stängdes när sista personen på skolan drog sitt kort och gick hem. Detta kunde motverka vattenläckor och ansågs som ett jättebra system. Möjligtvis skulle man också kunna göra något med kameraövervakning på skolor, för att motverka klotter, förstörelser och liknande. Detta kan bli nästa steg för kommunen.

Fördelar med IoT enligt driftteknikern är att det ger en översikt och allt blir mer övervakat. Detta är bra till nya fastigheter innan man reglerat in allt som man vill ha det, det är viktigt i detta läge att ha översikten. Även bra att man har denna översikt på datorn redan innan man åker ut; vid felanmälningar om höga temperaturer t.ex. kan man redan innan man åker ut veta om man ventilerar så mycket som det går. Nackdelar med IoT kan vara att det skapar en viss "lathet", man inte åker ut när det inte behövs. Respondenten har alltid gillat utvecklingar men tror inte det finns mycket mer att få ut av IoT.

Block 3: De av driftteknikers arbetsuppgifter respondenten tror man kan optimera med IoT och som man redan till viss del använder på kommunen idag är: elmätare, givare, mätare och styr- och övervakningsenheter, försörjningssystem (specifikt vatten), styrsystem, överspänningsskydd samt värmeväxlare (idag får de in verkningsgraden i DUC; om t.ex. remmen skulle gå av så ingen återvinning sker längre får de larm om detta). System för spänningsutjämning tror respondenten man skulle kunna utveckla och få med i DUC också.

Enhetschef för badservice/Styr- och regleringenjör

Block 1: Respondenten arbetar på halvtid som enhetschef för badserviceenheten inom fastighets- och byggservice samt på halvtid som styr- och regleringenjör. Den mest tidskrävande arbetsuppgiften som enhetschef är personalärenden. För driftteknikerna är det som tar mest tid tillsyn- och skötselronderingarna (60 % av deras arbetstid; ca 30 % går till felavhjälpande underhåll och resten till möten, administration osv). Respondenten tycker arbetet med drift och underhåll fungerar bra i dagsläget, men en förbättring skulle vara om man kunde glesa ut ronderingarna, speciellt för fastigheter långt bort då bara resan dit och tillbaka kan ta nästan en hel arbetsdag i vissa fall. På Fastighetsavdelningen började de använda ett datasystem för två år sedan för att organisera alla tillsyn- och skötseluppgifter. Systemet skickar ut arbetsordrar till drifttekniker som kan klarrapportera de uppgifter som är utförda. Detta anses som bra då det gör att man har bra koll på arbetsmängden. Respondenten anser att det idag finns en lagom arbetsmängd i förhållande till antalet anställda.

De styrsystem som man använder på Fastighetsavdelningen idag är DUC:ar (dataundercentraler), rumsstyrningar och DHC:er (datahuvudcentraler). DUC:ar och DHC:er har man använt på fastighetsavdelningen i 25-30 år, rumsstyrningar i ca 3 år. Styrsystemen möjliggör kontroll och styrning av ventilation, värme och undercentraler på distans.

DUC:ar mäter utomhustemperaturer och ställer in öppningen av värmeventiler eller ventilationsspjäll för att få önskad innertemperatur alternativt luftflöde. Man kan programmera DUC:arna så att exempelvis värmeventiler öppnas en viss procentsats vid en viss utetemperatur för att därmed uppnå önskad innertemperatur. Om innertemperaturen avviker för mycket från vad den borde vara skickas ett larm till drifttekniker som då kan åka ut till fastigheten och kontrollera systemet. I dagsläget finns DUC:ar i nästan alla kommunens fastigheter, förutom de som är så små att det inte skulle vara lönsamt. Man använder sig också av rumsstyrning i de

nyare fastigheterna, där luftflöden till specifika rum automatiskt anpassas efter temperatur och CO₂-halter i rummen. Här är det spjällen i ventilationskanalerna som öppnas och stängs vid förbestämda CO₂-halter i rummen. Även detta system larmar om något inte fungerar som det ska vilket gör att man inte behöver göra vissa ronderingar i fastigheterna som använder sig av rumsstyrning. Temperaturer, luftflöden, öppningsgrader av spjäll och ventiler, verkningsgrader på värmeväxlare med mera övervakas för 95 % av kommunens fastigheter i DHC:er. De olika parametrarna visas i realtid och kan även kontrolleras med hjälp av dessa centraler.

Block 2: Respondenten har inte hört talas om IoT innan detta, men anser att de styrsystem som man redan använder på Fastighetsavdelningen idag faller under begreppet IoT. Respondenten ser möjligheter att använda det till vissa arbetsuppgifter och menar att det hade varit speciellt användbart i de fastigheter som ligger lite längre bort.

Respondenten anser dock att det är viktigt att besöka fastigheterna ibland även om det skulle gå att sköta det mesta från kontoret i framtiden. Man behöver vara på plats för att lära känna byggnaden och människorna som brukar den, det är också viktigt att man syns så att brukarna vet att någon tar hand om fastigheten. Att det kan bli mer jobb anser respondenten man får igen i trivsel och annat.

Respondenten ser möjligheter att använda IoT för att exempelvis sätta upp kameror och mikrofoner i undercentraler, fläktrum med mera för att kunna se och höra på avstånd, speciellt i fastigheter som ligger lite längre bort. Man skulle även kunna sätta upp sensorer som mäter temperaturen i olika komponenter i äldre apparatskåp och larmar om dessa håller på att bli för varma, eller känner av om det blir blött på golvet i undercentraler. Eller mäta drifttimmar för olika komponenter och få larm i tid med att någon apparat närmar sig slutet av sin livslängd. I dagsläget byts komponenter utefter hur länge de funnits i fastigheterna, inte utefter hur lång tid de varit i drift. Respondenten ser också möjligheten att med hjälp av IoT till exempel se till att alla ljus släcks i en fastighet när siste man låser om sig, eller ha sensorer kring fönster för att känna av så de inte står öppna. Även att sätta sensorer på kortläsare som skulle kunna skicka ett larm vid för många dragningar av samma passerkort, så att en larmtekniker kan åka ut och se om det är något fel på systemet.

Fördelar med IoT enligt respondenten är att det kan förenkla tillvaron och leda till energibesparingar. Å ena sidan kan man få nöjdare kunder genom att använda IoT då man syns mindre i fastigheterna, samtidigt är det ett problem att man tappar den personliga kontakten med brukarna. Det inte får gå för långt så att man ”skapar teknik för teknikens skull”, det måste finnas ett värde i det man gör.

Block 3: När det gäller driftteknikers arbetsuppgifter, menar respondenten att följande uppgifter redan använder sig av IoT-teknik i viss utsträckning (i form av DUC:ar, rumsstyrning och DHC:er): elmätare, givare, mätare och styr- och övervakningsenheter, luftbehandlingsaggregat, samtliga värmeväxlare, styrsystem för fastighetsdrift, syradosering/koldioxid samt överspänningsskydd. Dock borde dessa åtgärder gå att optimera ytterligare. Respondenten är dock tveksam till att IoT kan användas för att effektivisera tillsyn av yttertak, brandskyddskontroller och liknande åtgärder.

Underhållsingenjör 1

Block 1: Respondenten är ofta ute i olika fastigheter för att kolla och se vad som behöver göras. Andra arbetsuppgifter inkluderar fakturahantering, skicka beställningar, skriva underlag för

arbeten som ska utföras, träffa verksamheter mm. Arbetet består sammanfattningsvis av underhållsprojekt och anpassning/ombyggnadsprojekt.

Den mest tidskrävande uppgiften för en underhållsingenjör i dagsläget är när man är ute i olika fastigheter för att se vad som behöver göras. Det kan vara långa avstånd till och mellan fastigheterna. Respondenten tycker annars att arbetet fungerar bra men utrymme för förbättring finns såklart. Framtagning av underhållsplaner t.ex. är en förbättringsåtgärd som är bra. När man är ute kan det lätt bli att man åtgärdar det man ser, men med hjälp av underhållsplanerna ser man vad som är i största behov av underhåll.

Block 2: IoT är ett nytt begrepp för respondenten men har tidigare hört talas om smarta hus. Tycker att systemet låter smart och ser en stor fördel inom installation. Känns som att man med IoT hinner åtgärda många fel innan det blir haverier. Det gör att de som använder fastigheten störs mindre av fel.

Respondenten känner att arbetet hade blivit effektivare om man varit kvar på kontoret och inte åkt ut lika ofta till fastigheterna. Det kan också bli tråkigare tror respondenten men ur kostnadssynpunkt och effektivitet känns det bra.

Fördelar med IoT enligt respondenten är att man kan få bra koll på stora delar av fastigheten och därmed eliminerar många risker. Även att ha övervakning på allt, inte bara på ventilationsaggregat. Det anses lättare att få översikt med "digitala ögon". Nackdelar är om man förlitar sig helt på det digitala, vilket enligt respondenten kan göra en utsatt. Det digitala kan aldrig helt ersätta en människa - det finns en risk för att man litar för mycket på vad systemet säger. Respondenten är intresserad av att använda sig av IoT på jobbet, det känns smart och verkar finnas många poänger med att prova det. Respondenten menar att det är bättre ju mer man kan ha koll på. Utmaningen ligger i att göra den insamlade datan användbar och lätt att förstå.

Block 3: Det som är mest optimerbart med IoT är enligt respondenten de rena installationskomponenterna (värme, ventilation och el). Det är också de systemen som är mest utsatta då det kan bli akuta fel här, t.ex. läckor. Av driftteknikers arbetsuppgifter kan byggnad utvändigt, elvärmesystem, luftbehandlingsaggregat, roterande värmeväxlare, syradosering/koldioxid samt yttertak, skärmtak och dylikt också optimeras. De svåra uppgifterna anser respondenten är fönster och fönsterdörrar; när man måste byta fönster, måla om samt ljudkrav på dörrar.

Underhållsingenjör 2

Block 1: En typisk arbetsdag för respondenten är att svara på mejl och följa upp projekt med entreprenörer. Att vara underhållsingenjör för kommersiella fastigheter skiljer sig från andra underhållsingenjörer då deras kunder både är interna och externa förvaltare. Detta leder till att respondenten blir inkopplad på en del ombyggnationer av fastigheter. Arbetsuppgifter blir att följa upp dessa projekt. Skillnad mellan drifttekniker och underhållsingenjörer är att driftteknikerna vanligtvis utför alla åtgärder som ligger under ca 10 000 kronor och underhållsingenjörerna blir inkopplade på alla större investeringar.

Den mest tidskrävande arbetsuppgiften i dagsläget för respondenten är att följa upp med entreprenörer genom platsbesök och telefonsamtal. Detta skulle kunna effektiviseras om man t.ex. hade ett IoT system för fastighetsbeståndet. Då skulle driftteknikerna få snabbare återkoppling när något går sönder, man kan då snabbare sätta in rätt åtgärder. Respondenten

tror det i framtiden är viktigt att man effektiviserar olika kritiska system t.ex. skolor, äldreboenden för att inte behöva vara beroende av att en drifttekniker upptäcker felen.

Respondenten är ny på sin tjänst men anser att det tidigare varit mycket akuta driftåtgärder vilket leder till att man inte hinner jobba så mycket med det förebyggande underhållet. I dag sker framtagning av underhållsplaner för de olika stadsdelarna. Detta tror respondenten kommer leda till förbättring då man kan få en bättre överblick av vad som ska göras och i vilken ordning. I övrigt har respondenten tankar om att digitalisering kunde hjälpa att effektivisera drift och underhållsarbetet. Efter påläsning av IoT menar respondenten att man skulle kunna åstadkomma kostnadsbesparingar på mellan 15-30 % med IoT. Detta gör att det finns stora incitament för att införa detta. Besparingar sker både i arbetstid och olika driftåtgärder när man upptäcker fel i tid. En idé skulle vara att koppla IoT till underhållsplanerna för att skapa ännu större vinster.

Block 2: Respondenten har känt till IoT inom fastighetsbranschen i ungefär 1-2 år, enbart begreppet IoT har respondenten känt till längre. Respondenten har inte kopplat nuvarande teknik där man kan få information om olika system i realtid till begreppet IoT. Respondenten tycker det är ett intressant ämne och det finns i många branscher i dagsläget. Det är på ingång i fastighetsbranschen även om det ännu inte är etablerat men har stort användarpotential inte bara i förvaltningsskedet utan även i andra skeden. Respondenten anser att IoT blir väldigt kritiskt för att hänga med i utvecklingen. Ur både fastighetsägarperspektiv och hyresgästperspektiv, båda parter har intresse av att kunna få fastighetsinformation i realtid.

Det är alltid en kvalitet att vara ute i fastigheterna. Idag är drifttekniker mer på plats medan underhållsingenjörer kan vara kvar mer på kontoret. I framtiden blir det intressant hur driftteknikers roller förändras om IoT införs, då deras kompetens ska kunna ersättas av ett system som ska kunna sköta samma uppgifter. Som underhållsingenjör deltar man i byggmöten ute på plats, respondenten tror det kommer göra stor skillnad att för detta ha information i realtid och kunna agera på det direkt.

Fördelar med IoT är kostnadsbesparingar och effektivisering av driftarbetet. Det kan minska antalet onödiga tillsynsåtgärder. Man kan automatisera kritiska försörjningssystem och behöver då inte förlita sig på enbart en persons kunskap. Ser man till hela fastighetsbranschen ser respondenten stora möjligheter till användning i produktionen, t.ex. vid gjutning av plattor. Nackdelar har respondenten svårt att se men kan t.ex. bli om man inför en IoT-lösning som mäter otroligt många parametrar men inte har möjlighet att följa upp allt, då blir det inte en lönsam investering.

Respondenten hade jättegärna använt sig av IoT på jobbet. Det är en viktig utveckling att hänga med inom. Dock menar respondenten att IoT fortfarande är väldigt nytt och antagligen en ganska dyr investering. Många företag väljer nog att vänta tills det blir en mer standardiserad lösning. När marknaden växer kommer dock priser och lösningar bli mer effektiva i fastighetsbranschen.

Block 3: Styrsystem för fastighetsdrift finns i stor omfattning idag och är väldigt viktigt vilket gör den uppgiften lämpad för optimering med IoT. Byggnad utvändigt och yttertak, skärmtak och dylikt gällande snöröjning och snömätning är också en viktig punkt att optimera. Även fönster, fönsterdörrar där man kan kontrollera om de är öppna eller trasiga samt status på balkonger gällande materialkvalitet, t.ex. genomträngd armering. Luftbehandlingsaggregat har kommunen haft problem med tidigare när driftpersonal reglerat luftflöden men verksamheterna fortfarande inte är nöjda. Att effektivisera detta är viktigt. Detsamma gäller värmeväxlare.

Byggprojektledare 1

Block 1: I en typisk arbetsdag för respondenten ingår att arbeta med förfrågningsunderlag, byggmöten och bygglov. Man löser problem som kommer upp under byggtiden t.ex. myndighetsfrågor. Den mest tidskrävande arbetsuppgiften är i dagsläget bygglov och byråkrati men respondenten menar också att det är en del av arbetet. Respondenten anser arbetet fungerar bra i dagsläget och tror även arbetet med drift och underhåll fungerar bra. Vid nybyggnation läggs vikt på att även drift och underhåll ska vara med i planering för att kunna tycka till om lösningar som är lättskötta i framtiden.

Det finns alltid förbättringsåtgärder men respondenten ser inte hur IoT skulle kunna användas till just byggprojektledares arbete. De kan dock föreskriva att denna lösning ska användas i byggnader. Respondenten menar även att det redan används till viss del idag i samband med ventilation och brand.

Block 2: Respondenten har inte hört talas om IoT innan detta. Däremot medveten om att sådan teknik existerar. Tidigare kunskap var bl.a. att man kan styra enskilda komponenter från telefoner och som det finns på fastighetsavdelningen idag att man kan styra ventilationen från kontoret. Tycker att IoT verkar bra och att det är dit vi är på väg. Vi lever i en värld där man inte längre förvånas över ny teknik och vad den kan åstadkomma.

Tanken på att sitta kvar på kontoret istället för platsbesök känns okej och praktisk. Bra att kunna styra och följa upp säkerhetsaspekter som t.ex. larm även på håll. Däremot kan man komma att mista lokalkännedom. Kostnad spelar också in, känns orimligt att installera sensorer för att se om ett fönster är i dåligt skick.

Fördelar med IoT enligt respondenten är att det kan leda till ökad kontroll och säkerhet. Man kan mäta faktorer man tidigare inte haft tillgång till. Nackdelar är om man litar för mycket på IoT, systemet kan ju ha fel. Man åker inte ut och kollar för det står att det fungerar. Tror att IoT kan leda till en förbättring för de som jobbar med drift och underhåll. Däremot besvärligt att få fler kontrollpunkter och lära sig ett nytt system. Denna typ av teknik används redan idag till olika delar och respondenten ser inte varför inte det skulle fungera lika bra till andra delar av en fastighet.

Block 3: Det mesta kan nog gå att optimera med IoT enligt respondenten men vad som görs är en kostnadsfråga. De av driftteknikers arbetsuppgifter som kan optimeras med IoT är: brand, t.ex. kolla att branddörrar är öppna. Elmätare och elvärmesystem, dessa finns redan idag men kan kanske optimeras ytterligare. Respondenten ser inte riktigt det praktiska värdet i fönsterbågar och dörrblad. Persiennier mm. kan få mervärde om de kan automatiseras då man kan se när de börjar bli dåliga. I vissa byggnader sitter persiennier dåligt till och det kan vara svårt att kontrollera dem. Svåråtkomliga saker finns det ett värde att automatisera med IoT. Material känns svårt att kontrollera enligt respondenten. Syradosering, mätning av radon och andra gaser hade varit jättebra om man kunde mäta. Tror även att IoT kan vara användbart i produktionsskedet.

Byggprojektledare 2

Block 1: En typisk arbetsdag för respondenten inkluderar att gå på möten samt svara på mejl från olika konsulter angående tidigare möten. Som byggprojektledare kan man leda flera olika byggprojekt samtidigt och ansvarar då för att samordna det hela. Den mest tidskrävande arbetsuppgiften man har är allt det administrativa kontorsarbetet.

Block 2: Respondenten har inte hört begreppet IoT tidigare men anser efter påläsning att det låter som ett spännande koncept och att det är så här man på kommunen borde jobba i framtiden. Som byggprojektledare kan man bidra till detta genom att föreskriva IoT-lösningar vid nybyggnation. Respondenten poängterar vikten av att de som ska föreskriva, projektera och arbeta med IoT-system får rätt utbildning för att kunna hitta och applicera relevanta produkter och lösningar i byggnaderna, samt lära sig integrera det nya med det gamla. Ett viktigt steg i denna process skulle kunna vara att olika leverantörer kommer och presenterar sina produkter för kommunen.

Respondenten menar att man med IoT kan spara restid genom att inte behöva åka ut till fastigheterna så ofta som man gör idag. Detta kan även vara skönt för drifttekniker, en bra fördelning skulle kanske vara om man är inne på kontoret lika ofta som ute i fastigheterna. Det är så byggprojektledaren jobbar idag.

Respondenten ser stora möjligheter till besparingar med IoT. Tror man kan spara minst hälften av arbetstiden som idag läggs på tillsynsuppgifter. IoT kan med de olika sensorerna hjälpa till att snabbt hitta fel i fastigheterna, vilket skulle leda till kostnadsbesparingar. Respondenten gissar att man i dagsläget lägger mycket tid på att lokalisera vart felen ligger, även om någon ringer och förklarar kan det ta en stund innan man hittar rätt.

Fördelar med IoT är kostnadsbesparingar i form av tid och pengar. Nackdelar är som med all annan teknik, om man börjar förlita sig för mycket på den. Respondenten menar också att allt inte går att lösa med IoT, utan att det kommer krävas manuell tillsyn också. Intresset av att använda sig av IoT på jobbet är jättestort och respondenten vill verkligen se det användas ute i fastigheterna. Det blir byggprojektledarens uppgift att sätta in systemen i byggnaderna och utbilda sig, vilket leder till mer jobb men samtidigt anser respondenten att det kan vara värt mödan.

Block 3: Av de medskickade arbetsuppgifterna tror respondenten byggnad invändigt kan optimeras gällande fria passager och tillsyn till olika utrymmen, vilket anses jätteviktigt ur brandsynpunkt. Elvärmesystem, luftbehandlingsaggregat och styrsystem för fastighetsdrift kan optimeras med liknande principer. Det kan handla om att se till så allt fungerar och få notifikationer direkt i mobilen om något är fel. Här ser respondenten stora besparingsmöjligheter. Även syradosering borde gå att optimera med IoT. Tror rent allmänt det är viktigt att titta på var man spenderar mest tid och lägga störst fokus där.

Verksamhetschef för fastighetsförvaltning

Block 1: En typisk arbetsdag för respondenten innehåller mycket möten, samla information från olika håll, svara på mejl om underhållsfrågor och driftfrågor, följa upp med detaljplaner för kommande produktion. Respondenten jobbar även mycket med ekonomi och kontakt med brukarna ute i fastigheterna. Som verksamhetschef är det mycket utvecklingsarbete, ekonomi för kommande investeringar, avstämningsmöten och planering av olika projekt. Förvaltning av fastigheter inkluderar bl.a. avtalsskrivningar, uppsägningar och besiktningar samt att svara på frågor när folk ringer och undrar något eller har klagomål. Respondenten tycker arbetet fungerar bra men det kan bli tidspressat, tiden räcker inte alltid till även om man jobbar lösningsorienterat. Att jobba under kommunen kan vara väldigt komplext då det finns så många olika lagar, förordningar och verksamheter. Kommunen är också i en tillväxtfas.

De mest tidskrävande arbetsuppgifterna i dagsläget är dels tidiga förstudier inför nybyggnationsprojekt. Då handlar det om att ”hålla ihop trådarna” vad gäller detaljplanen,

mark, olika utredningar, ramavtal och fakturering mm. En annan tidskrävande uppgift är förvaltning av verksamheter som går dygnet runt, året runt, t.ex. äldreomsorg. Då är det en utmaning att underhålla dessa verksamheter t.ex. renovera utan att det påverkar de som använder fastigheten. Där krävs det att man tänker kreativt. En annan svår utmaning är att följa upp projekten pga. olika arbetssätt och alla pappersdokument.

För att effektivisera arbetet är digitalisering viktigt. Detta kan gälla även det administrativa arbetet. Detta får dock inte ske för snabbt utan organisationen måste sätta sig innan. För arkivering finns särskilda arkiveringsregler – man måste ha säkra lösningar innan man kan lägga över allt på en dataserver. Arbetsprocesser kan även de ske digitalt, ute på internet eller intranätet, vilket ger bättre kommunikation samt att man stämmer av vad som är gjort. I dagsläget ligger en mängd arbetsprocesser på det sättet i deras nuvarande datasystem. Det finns dock idag väldigt många olika system och en form av förbättring skulle vara att sammanföra dessa. Man skulle behöva ”tigha till” organisationen och renodla arbetsprocesserna. En förbättring är att implementera processer på ett tydligt och effektivt sätt, det ska bara vara ett arbetssätt som gäller. Att minska antal instanser och mellanhänder är också en effektiviseringsåtgärd samt att beställningar borde ske online i realtid.

Block 2: Respondenten har tidigare hört begreppet IoT och lite vad tekniken kan göra men inte kopplat samman det med fastighetsförvaltning. Tycker IoT är en fantastisk lösning som borde användas så mycket som möjligt. Det måste dock finnas säkra lösningar vilket är den största utmaningen. Förvaltningen har arkiveringsregler och det gäller att kunna lagra information i molnet på ett säkert sätt. Historiken är viktig i fastighetsförvaltning, att veta vad som är gjort, vad som är sagt.

Respondenten anser att det är bra att vara på plats i olika fastigheter men anser att man borde kunna halvera detta för att göra jobbet effektivare, mindre stressigt och mer tillförlitligt. Tror att genom att arbeta mer från kontoret kan man tjäna tid i form av att inte behöva ta sig från plats a till plats b. Respondenten ser inte någon risk i att mista den sociala kontakten då det alltid kommer finnas behov av att stämma av på plats.

Respondenten nämner att trygghetslarm, passagesystem och andra larm kan optimeras med IoT. Det är mycket som inte är bra idag i dessa områden. Bra att kunna ha mer molnbaserat – viktigt att tänka på säkerheten dock! Gäller människoliv. Även en utmaning hur olika system förhåller sig mot varandra, hur de kan samverka.

En fördel med IoT kan vara att springandet minskar. Det är en personalvinst att kunna arbeta mer effektivt, konkret och ha lättare att följa upp saker. Att jobba mindre men mer effektivt bidrar också till bättre folkhälsa. IoT kan bidra till miljövinst då man slipper åka runt i fordon. Tror inte man måste oroa sig över att mista det sociala. Man får ut mer tillförlitliga data då respondenten anser att det ju alltid finns en mänsklig faktor som spelar in, samt färre systemhaverier. Den största nackdelen är säkerheten. Kommunen är en offentlig person och man måste kunna känna sig trygg i deras fastigheter. Respondenten är jätteintresserad av IoT och menar att tekniken är ett tåg som inte går eller önskas stoppas.

Block 3: Byggnad invändigt tror respondenten kan optimeras med IoT liksom alla tillsynsuppgifter invändigt som utvändigt. Anser att IoT går att tillämpa på allt men framförallt olika typer av mätningar. Kameraövervakning, mäta fukt, vind, temperatur borde man kunna göra med IoT och det kan då ge signaler när man behöver underhålla t.ex. ett fönster. Elvärme, solceller, styrsystem, försörjningssystem mm. är andra arbetsuppgifter som kan optimeras med IoT. I dagsläget finns redan fastigheter som använder denna sortens teknik och det är på väg

mer och mer. Tror att det mesta går att mäta med IoT utan att säga att en arbetsuppgift är mer lämpad än en annan.

Datasytemsamordnare

Block 1: Respondenten tillträdde tjänsten datasytemsamordnare nyligen och har innan dess arbetat som datakoordinator på avdelningen. Arbetsuppgiften går ut på att arbeta med de olika datasytemen fastighetsavdelningen använder sig av. De använder speciellt ett datasystem som heter Pondus. I Pondus finns flera olika moduler. Bland annat en modul där felanmälningar från kommunens alla 650 fastigheter kommer in, som en datakoordinator sen fördelar till de olika ansvariga, t.ex. maskinister, underhållsingenjörer och förvaltare. Det finns också en modul för tillsyn- och skötseluppgifter som delar ut olika arbetsordrar till driftansvariga. Förutom Pondus sitter respondenten med andra datasystem t.ex. ett budgetsystem.

Att använda Pondus till tillsyn och skötsel är relativt nytt på avdelningen, använts i ca 2 år och det anser datasytemsamordnaren lätt till en förbättring men anser även att man måste utveckla systemet mer. En av datasytemsamordnarens uppgifter är att ständigt utveckla systemen. Idag tittar man på vilken detaljeringsgrad man ska ha på arbetsordrarna gällande tillsyn- och skötseluppgifter. Man funderar på om den ska vara mer övergripande istället för detaljerad.

Block 2: Första gången respondenten hörde talas om IoT var vid utskick av bakgrundsinformation innan intervjun. Respondenten anser att det är en intressant teknik och menar att den är oundviklig men anser att det inte får bli för automatiserat. Vidare menar respondenten att sensorer går att använda på många olika bra sätt men de kan aldrig komma att helt ersätta mänsklig kompetens.

Som datasytemsamordnare är man mest på kontoret men vad gäller drift och underhåll kan man dra ner på tiden och antalet besök i fastigheterna. Det är dock en viktig kvalité att fastighetsavdelningen är synlig i sina fastigheter för kunderna. När man är ute i fastigheterna har man också möjligheten att fånga upp nya fel som behöver åtgärdas. Kan däremot sensorerna fånga upp även mindre fel kan ju den metoden vara ganska bra tycker respondenten.

Respondenten tror tjänsten datakoordinator (som fördelar felanmälningar) kan komma att effektiviseras med IoT.

Fördelar med IoT är att man snabbt kan fånga upp larm istället för att behöva åka ut. Man kan göra snabba åtgärder. Folk ersätts och man kan då använda de resurserna på annat håll. Det är ju dock inte så positivt för dem. Nackdelar kan då vara att det kan påverka personalen. Man måste hitta nya arbetsuppgifter till dem. Samtidigt är det viktigt att följa med i tekniken. Som datasytemsamordnare anser respondenten att man inte kommer påverkas så mycket av IoT inom drift och underhåll. Däremot anser respondenten att det är en spännande teknik och framtida utveckling.

Block 3: Av de utskickade arbetsuppgifterna tror respondenten att de som bäst kan optimeras med IoT är elvärmesystem, elmätare, givare, mätare och styr- och övervakningsenheter, platt- och roterande värmeväxlare samt styrsystem för fastighetsdrift. Dessa är mätbara faktorer och känns då som bra arbetsuppgifter att optimera med IoT. Styrsystem styrs faktiskt redan idag via en dator. De uppgifter som kan kännas svåra att optimera är byggnad invändigt och byggnad utvändigt. Detta för att de inte är mätbara utan behöver kontrolleras med synen. Detsamma gäller för fönster och fönsterdörrar som också behöver synlig tillsyn. Respondenten tycker det känns orimligt att ha många kameror till dessa uppgifter utan anser att det är bättre att åka ut i

de fallen. Även luftbehandlingsaggregat borde kunna larma med hjälp av IoT om de går sönder däremot vid mindre fel som små oljud kan komma bli svåra att larma.

Energiingenjör

Block 1: Energiingenjören arbetar mest på kontoret med energirelaterade arbetsuppgifter. Det kan t.ex. handla om att ta fram underlag till energideklarationer, göra LCC-beräkningar m.m. De fall respondenten är ute i fastigheten är för att kolla på energiprojekt som ska förbättras. Arbetet fungerar bra, folk kommer till energiingenjören om de vill förbättra något energirelaterat i fastigheterna. Den mest tidskrävande arbetsuppgiften är att ta fram underlag till energideklarationer. Det innebär energistatistik, protokoll, ritningar mm. Energiarbetet tycker respondenten är svårt att effektivisera då mycket är kontorsrelaterat och många uppgifter är unika.

Tycker drift- och underhållsarbetet verkar fungera bra för de som arbetar med detta. Det som tar mest tid för dem är att åka ut till de olika fastigheterna. Särskilt de fastigheter som ligger i utkanterna av kommunen. En effektivisering inom drift och underhåll anser respondenten skulle vara att arbeta mer med förebyggande underhåll.

Block 2: Respondenten har hört begreppet IoT tidigare men inte förstått användningsområde eller innebörd. Anser nu att IoT är framtiden med användningsområden både stora och små. Att ändra arbetssätt och vara kvar mer på kontoret och sköta arbetsuppgifter från datorn är en stor omställning för de som arbetar med drift och underhåll. Respondenten tror att man kommer börja med ett visst system och att en förändring kommer ske successivt. Detta bidrar till att man vänjer sig vid systemet.

Respondenten anser att man kan spara tid genom att vara kvar på kontoret istället för att åka ut till fastigheter, men ser ändå ett värde i att finnas på plats för att upprätthålla en god relation med ”kunden”, samt kontrollera komponenter man inte kan övervaka från kontoret.

Fördelar med IoT är tidsbesparing och onödiga resor ut till fastigheterna. Nackdelar kan vara att man är inne på kontoret för mycket. Finns en kvalitét i att vara ute i fastigheterna och enligt respondenten ska man ändå åka ut till fastigheterna för att kontrollera. Tror felmarginal och säkerhet kan bli viktiga faktorer som kan påverkas negativt av IoT. Respondenten tror att införa IoT på drift och underhåll inte kommer påverka energiarbetet så mycket. Däremot om man kan införa teknik som kan koppla upp elförbrukande enheter och övervaka och styra dem tillsammans med väderprognoser skulle detta vara intressant för att kunna spara energi.

Block 3: Mest lämpade arbetsuppgifter för tillämpning av IoT anser respondenten är de arbetsuppgifter som redan idag har digital koppling som elmätare, givare, mätare och styr- och övervakningsenheter, värmeväxlare av olika slag och styrsystem. Tror att det även borde gå att koppla IoT till fasader och liknande arbetsuppgifter men har i dagsläget svårt att se hur man kan göra det på ett effektivt sätt. Fukt- och temperaturmätning samt kameror kan man använda sig av i dagsläget men respondenten anser att man ändå behöver se med egna ögon. De svåraste uppgifterna är de okulära kontrollerna som byggnad utvändigt. Även om man använder sig av kameror känns det svårt att ersätta det mänskliga ögat.

Bilaga 4: IoT-produkter

Exempel på IoT-produkter från Schneider Electric, Siemens och Sigma.

Tillverkare/Återförsäljare	Produkter
Schneider Electric www.schneider-electric.com	Sensorer för mätning av: • Temperatur • Luftfuktighet • Luftkvalitet (CO, CO₂) • Luftflöden • Luft- och vattentryck • Elförbrukning • Närvaro Aktuatorer för kontroll av ventiler (vattenflöden) och spjäll (luftflöden) Olika typer av videokameror <i>Företaget har en stor mängd produkter relaterade till fastighetsautomation, för vidare info se deras produktkatalog</i>
Siemens www.siemens.com	Sensorer för mätning av: • Temperatur • Luftfuktighet • Luftkvalitet (CO₂) • Luft- och vattenflöden • Luft- och vattentryck • Närvaro • Solstrålning Aktuatorer för kontroll av ventiler (vattenflöden) och spjäll (luftflöden) <i>Företaget har en stor mängd produkter relaterade till fastighetsautomation, för vidare info se deras produktkatalog</i>
Sigma www.iot.sigma.se	Sensorer för mätning av: • Fukt • Vibrationer • Närvaro • Damm, smuts och lukt

Respondenternas åsikter

Tabell 2: Vilka arbetsuppgifter respondenter anser är bäst lämpade till IoT

Benämning	Summa arbetstid (tim/år)	Antal kommunanställda som tror att arbetsuppgiften:		Antal IoT-konsulter som tror att arbetsuppgiften:		Summa antal personer som tror att arbetsuppgiften:	
		kan optimeras med IoT	kan vara svår att optimera med IoT	kan optimeras med IoT	kan vara svår att optimera med IoT	kan optimeras med IoT	kan vara svår att optimera med IoT
	Totalt: 29 536	Antal tillfrågade: 9		Antal tillfrågade: 3		Antal tillfrågade: 11	
Styrsystem för fastighetsdrift	3 310,67	7		3		10 /	
Elmätare	155,20	6		2		8 /	
Elvärmesystem	205,00	5		3		8 /	
Roterande värmeväxlare	1 086,00	6		1		7 /	
Plattvärmeväxlare	482,00	5		1		6 /	
Syradosering/koldioxid	578,67	5		1		6 /	
Luftbehandlingsaggregat	428,27	4	1	2		6 /	1
Byggnad invändigt	13 671,36	3	2	3		6	2
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributions-systemet	40,80	4		1		5 /	
Vätskekopplade värmeväxlare	126	4		1		5 /	
Fönster, fönsterdörrar	569,63	3	2	1		4	2
Byggnad utvändigt	1 367,13	3	2	1	2	4	4
Yttertak, skärmtak o.dyl.	1 063,32	3	1			3	1
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	4 557,12	2				2 /	
Överspänningsskydd	28,10	2				2 /	
Brandgasfläktar	6,70			1		1 /	
System för spänningsutjämnning	94,50	1				1	1

Bilaga 5: FM Technology:s synpunkter på beräkningarna samt kontrollberäkningar

Högspänningssystem för eldistribution	12						
Luftkylare	811,20						
Lågspänningssystem för eldistribution	764						
Skyddsrum	12,33						
Utemiljö	166,00				1		1

Vilka besparingar i form av arbetstid skulle man kunna åstadkomma genom att tillämpa Internet of Things inom fastighetsförvaltning, avseende drift och underhåll?

Hur stora tidsbesparingar man kan åstadkomma beror först och främst på hur mycket pengar man vill och kan investera i nya IoT-lösningar. Eftersom detta arbete inte undersöker de ekonomiska konsekvenserna av att tillämpa IoT inom fastighetsförvaltning, redovisas ett resultat med förutsättning att ekonomin inte är en begränsning.

Möjliga tidsbesparingar beräknas på två olika sätt. Vid det första sättet beräknas tre olika värden för tidsbesparingar, på grund av den stora osäkerheten rörande hur mycket av arbetstiden för respektive uppgift som kan sparas in. Dessutom beräknas besparingarna enligt fastighetsavdelningen och konsulterna separat och sätts sedan ihop till ett resultat inom ett större tidsspann. Vid den andra beräkningen delas arbetsuppgifterna in i kategorier beroende på hur troligt det är att de kan optimeras. Detta utgår från hur många respondenter som trott att man kan spara tid på uppgiften. Alla resultat avrundas till jämna tusental.

Beräkning 1: För de arbetsuppgifter som kan optimeras enligt intervjuer med fastighetsavdelningen samt Sigma och Tyréns beräknas tre värden för möjliga tidsbesparingar. Det lägsta innebär att man kan spara in 25 % av arbetstiden, det mellersta 50 % och det högsta 75 %.

Av tabell 2 framgår att 16 av 22 arbetsuppgifter kan optimeras med IoT enligt de anställda på fastighetsavdelningen. Summan av all arbetstid för dessa uppgifter är runt 27 000 tim/år. Detta ger ett lägsta värde på runt 7 000 tim/år, ett mellersta på runt 14 000 tim/år och ett högsta på runt 20 000 tim/år.

Om man istället baserar tidsbesparingarna på de arbetsuppgifter de IoT-konsulter menat att man kan optimera med IoT, får man en sammanlagd arbetstid för dessa uppgifter på runt 22 000 tim/år. Detta ger ett lägsta värde på runt 6 000 tim/år, ett mellersta på runt 11 000 tim/år och ett högsta på runt 17 000 tim/år.

Utav detta framgår att det lägsta värdet ligger mellan 6 000–7 000 tim/år, det mellersta mellan 11 000–14 000 tim/år och det högsta mellan 17 000–20 000 tim/år, se beräkningar i tabellerna nedan.

Tabell 3: Arbetsuppgifter som respondenter från fastighetsavdelningen tror man kan optimera med IoT.

Arbetsuppgift	Arbetstid idag (tim/år)
Styrsystem för fastighetsdrift	3 310,67
Elmätare	155,20
Elvärmesystem	205,00
Roterande värmeväxlare	1 086,00
Plattvärmeväxlare	482,00
Syradosering/koldioxid	578,67

Luftbehandlingsaggregat	428,27
Byggnad invändigt	13 671,36
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystem	40,80
Vätskekopplade värmeväxlare	126
Fönster och fönsterdörrar	569,63
Byggnad utvändigt	1 367,13
Yttertak, skärmtak o.dyl.	1 063,32
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	4 557,12
Överspänningsskydd	28,10
System för spänningsutjämning	94,50
Summa:	27 185,10
25 %	6 796,28
50 %	13 592,55
75 %	20 388,83

Tabell 4: Arbetsuppgifter som respondenter från Tyréns och Sigma tror man kan optimera med IoT.

Arbetsuppgift	Arbetstid idag (tim/år)
Styrsystem för fastighetsdrift	3 310,67
Elmätare	155,20
Elvärmesystem	205,00
Roterande värmeväxlare	1 086,00
Plattvärmewäxlare	482,00
Syradosering/koldioxid	578,67
Luftbehandlingsaggregat	428,27
Byggnad invändigt	13 671,36

Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystem	40,80
Vätskekopplade värmeväxlare	126
Fönster och fönsterdörrar	569,63
Byggnad utvändigt	1 367,13
Brandgasfläktar	6,70
Summa:	22 027,46
25 %	5 506,87
50 %	11 013,73
75 %	16 520,60

Beräkning 2: Ett annat sätt att beräkna tidsbesparingar är att dela in arbetsuppgifterna i olika kategorier beroende på hur troligt det är att man kan spara mycket tid på dem. De tre kategorier som används är:

- **Mycket troligt** (8-11 av 11 respondenter menar att arbetsuppgiften kan optimeras med IoT)
- **Troligt** (5-7 av 11 respondenter menar att arbetsuppgiften kan optimeras med IoT)
- **Tveksamt** (1-4 av 11 respondenter menar att arbetsuppgiften kan optimeras med IoT)

För kategorin **Mycket troligt** beräknas 75 % av arbetstiden kunna sparas in, för kategorin **Troligt** 50 % och för kategorin **Tveksamt** 25 %. Denna beräkning resulterar i en besparingsmöjlighet på runt 13 000 tim/år, se tabell nedan. Detta värde ligger inom det mellersta värdet för beräkning 1 (11 000-14 000 tim/år).

Tabell 5: Beräkning av besparingsmöjligheter utifrån att arbetsuppgifter delas in i olika kategorier.

Arbetsuppgift	Antal personer som tror att arbetsuppgiften kan optimeras	Arbetstid idag (tim/år)	Faktor	Arbetstid som kan sparas (tim/år)
Styrsystem för fastighetsdrift	10	3 310,67	0,75	2 483
Elmätare	8	155,20	0,75	116,4
Elvärmesystem	8	205,00	0,75	153,75

OK

100%

OK

T

Summa (Mycket troligt):				2 753,15	
Roterande värmeväxlare	7	1 086,00	0,50	543	0k
Plattvärmeväxlare	6	482,00	0,50	241	0k
Syradosering/koldioxid	6	578,67	0,50	289,34	0k
Luftbehandlingsaggregat	6	428,27	0,50	214,14	0k
Byggnad invändigt	6	13 671,36	0,50	6 835,68	0,25
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystem	5	40,80	0,50	20,4	0,75
Vätskekopplade värmeväxlare	5	126	0,50	63	0,75
Summa (Troligt):				8 206,56	
Fönster och fönsterdörrar	4	569,63	0,25	142,41	?
Byggnad utvändigt	4	1 367,13	0,25	341,78	?
Yttertak, skärmtak o.dyl.	3	1 063,32	0,25	265,83	?
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	2	4 557,12	0,25	1 139,28	0k
Överspänningsskydd	2	28,10	0,25	7,03	0,75
Brandgasfläktar	1	6,70	0,25	1,68	0,75
System för spänningsutjämning	1	94,50	0,25	23,63	?
Summa (Tveksamt):				1 921,64	
Totalsumma:				12 881,35	

Kontrollberäkning

FM Technology:s åsikter behandlas på två sätt. Först görs ytterligare en beräkning för att se hur stor besparingen blir om man helt behandlar de olika arbetsuppgifterna efter dennes åsikter. Då fås en besparing på 30 % vilket motsvarar drygt en besparing på 1 000 arbetsdagar/år som man kan omfördela till andra uppgifter. Denna besparing är dock 10 % lägre än examensarbetets resultat. Beräkning redovisas i tabell 1

Tabell 1: Visar beräkning två enbart med FM Technologies synpunkter, ger ett resultat på 9 000 arbetstimmar/år, vilket motsvarar 30 % av den totala arbetstiden

Arbetsuppgift	Arbetstid idag (tim/år)	Faktor	Arbetstid som kan sparas (tim/år)
Elmätare	155,20	1,0	155,20
Styrsystem för fastighetsdrift	3 310,67	0,75	2 483
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystemet	40,80	0,75	30,6
Vätskekopplade värmeväxlare	126	0,75	94,5
Elvärmesystem	205,00	0,75	153,75
Överspänningsskydd	28,10	0,75	21,08
Brandgasfläktar	6,70	0,75	5,03
Luftbehandlingsaggregat	428,27	0,50	214,14
Plattvärmewäxlare	482,00	0,50	241
Syradosering/koldioxid	578,67	0,50	289,34
Roterande värmewäxlare	1 086,00	0,50	543
Fönster, fönsterdörrar	569,63	0,25	142,41
Byggnad utvändigt	1 367,13	0,25	341,78
Yttertak, skärmtak o.d.	1 063,32	0,25	265,83
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	4 557,12	0,25	1 139,28
Byggnad invändigt	13 671,36	0,25	3 417,85
System för spänningsutjämning	94,50	0,25	23,63
Summa			9421
Resultat			≈ 9 000 tim/år

Då övriga beräkningar i detta examensarbete bygger på sammanvägningar av olika respondenters åsikter görs även en sammanvägning med FM Technology:s åsikter tillsammans med övriga

Bilaga 5: FM Technology:s synpunkter på beräkningarna samt kontrollberäkningar

respondenter. Då erhålls en besparing på ca 13 000 arbetstimmar per år vilket motsvarar 40 %. Detta matchar exakt med beräkningen i rapporten. Vilket stärker dess trovärdighet. Beräkning visas i tabell 2.

Tabell 2: Visar beräkning två med FM Technologies åsikter sammanvägd tillsammans med övriga respondenter, ger en besparing på 13 000 arbetstimmar/år vilket motsvarar 40 %

Arbetsuppgift	Arbets tid idag (tim/år)	Antal respondenter som tror arbetsuppgiften kan optimeras	Faktor	Arbets tid som kan sparas (tim/år)
Styrsystem för fastighetsdrift	3 310,67	11	0,75	2 483
Elmätare	155,20	9	0,50	77,6
Elvärmesystem	205,00	9	0,50	102,5
Roterande värmeväxlare	1 086,00	8	0,50	543
Plattvärmeväxlare	482,00	7	0,50	241
Syradosering/koldioxid	578,67	7	0,50	289,34
Luftbehandlingsaggregat	428,27	7	0,50	214,14
Byggnad invändigt	13 671,36	6	0,50	6 835,68
Givare, mätare och styr- och övervakningsenheter i luftdistributionssystemet	40,80	6	0,50	20,4
Vätskekopplade värmeväxlare	126	6	0,50	63
Fönster, fönsterdörrar	569,63	4	0,25	142,41
Byggnad utvändigt	1 367,13	4	0,25	341,78
Yttertak, skärmtak o.d.	1 063,32	3	0,25	265,83
Försörjningssystem för flytande och gasformiga medier i byggnad	4 557,12	3	0,25	1 139,28
Överspänningsskydd	28,10	2	0,25	7,03
Brandgasfläktar	6,70	2	0,25	1,68
System för spänningsutjämning	94,50	1	0,25	23,63
Summa arbetstid som kan sparas				12 791,3
				≈ 13 000 tim/år