CHALMERS



AI-styrd fjärrvärmereglering i befintliga kommersiella fastigheter

Hur kan implementering och uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering i befintliga kommersiella fastigheter utvecklas?

Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och Entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

ANNIE BRATT

FRANCA PHILIPSON

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK

Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2023

www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20-23

AI-styrd fjärrvärmereglering i befintliga kommersiella fastigheter

Hur kan implementering och uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering i befintliga kommersiella fastigheter utvecklas?

Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och Entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik.

Annie Bratt
Franca Philipson

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Construction Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2023

AI-styrd fjärrvärmereglering i befintliga kommersiella fastigheter

Hur kan implementering och uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering i befintliga kommersiella fastigheter utvecklas?

Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

ANNIE BRATT

FRANCA PHILIPSON

© ANNIE BRATT & FRANCA PHILIPSON, 2023

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2021

Avdelningen Construction Management

Chalmers tekniska högskola 412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag: Omslagsbilden visualiserar en smart stad med uppkopplade fastigheter.

Omslagsbild är från Gencraft och är AI-genererad

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Göteborg, Sweden 2021

AI-styrd fjärrvärme kommersiella fastigheter.

Hur kan implementering och uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering i befintliga kommersiella fastigheter utvecklas?

Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

ANNIE BRATT
FRANCA PHILIPSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Construction Management
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Bygg- och fastighetssektorn står för över en tredjedel av Sveriges energianvändning, där huvudsakligen förvaltning och uppvärmning svarar för ungefär 70 % av fastigheters totala energiförbrukning. Trots att fastigheter utgör en betydande del av världens tillgångar, är sektorn känd för att vara en utav de minst innovativa branscherna. Stabiliteten i fastighetsindustrins avkastning och svårigheterna med att genomföra omfattande omstruktureringar hindrar anpassningen till förändringar i omvärlden. Inom ramen för Agenda 2030 och de globala hållbarhetsmålen strävar alla aktörer inom byggnaders livscykel efter att använda fossilfria och effektiva energikällor. På grund av stigande elpriser och skärpta myndighetskrav ökar incitamenten för fastighetsägare att effektivisera sin energikonsumtion.

Fjärrvärme står för hälften av Sveriges värmemarknad och är ett stabilt och effektivt uppvärmningssystem som har anpassats digital över tid. Trots dessa åtgärder står världen inför en klimatkris som kräver omfattande åtgärder och förändringar. Den kombinerade effekten av minskad tillgång till olja och naturgas till följd av Rysslands anfallskrig mot Ukraina leder till stigande elpriser. Med ökade krav och regleringar inom nybyggnation och befintliga byggnader bedöms generella åtgärder vara otillräckliga för att möta behoven. Tidigare nämnda orsaker, tvingar alla aktörer att ställa om. Vidare har fastighetsägare har börjat använda sig av Artificiell Intelligens (AI) i fastigheters fjärrvärmesystem, med syftet att energioptimera.

Det här examensarbetet syftar till att öka förståelse bland svenska fastighetsägare och kartlägga faktorer som bör beaktas inför implementering av AI. Studien baseras på flermetodforskning där kvalitativa data från semistrukturerade intervjuer tillämpats, som sedan kompletterats av kvantitativa data i from av en enkätundersökning. En förstudie bestående av en litteraturstudie ligger till grund för studiens frågeställningar, som sedan har genomförts med studiens resultat. Intervjuobjekt samt

enkätundersökningar har väsentliga skillnader och likheter. Slutsatsen är att branschmognaden är låg vad det gäller AI i fjärrvärmesystem i kommersiella fastigheter.

Nyckelord: Fastighetsbranschen, Artificiell Intelligens (AI), Energioptimering, Fjärrvärme

AI-styrd fjärrvärme kommersiella fastigheter.

Hur kan implementering och uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering i befintliga kommersiella fastigheter utvecklas?

Examensarbete inom kandidatprogrammet Affärsutveckling och entreprenörskap inom samhällsbyggnadsteknik

ANNIE BRATT

FRANCA PHILIPSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Construction Management

Chalmers tekniska högskola

ABSTRACT

Over one-third of Sweden´s energy consumption is attributed to the construction and real estate sector, where management and heating account for approximately 70 % of the total energu levels in buildings. Despite poperties comprising two-thirds of global assets, the construction and real estate sector remains one of the least innovative industries. The industry´s stable returns and the challenges associated with implementing restricting hinder its adaption to changing environment. In line with Agenda 2030 and global sustainable development goals, all stakeholders in the building life cycle are striving for fossil-free and efficient energy use. Escalating electricity prices and stricter regulatory requirements have increased the incentives for property owners to optimize their energy consumption. Currently, district heating represents half of Sweden´s heating market share. District heating systems are stable and efficient heating methods that have undergone digital transformations throughout their existence. However, the planet is currently facing a climate crisis that necessitates comprehensive measures and changes. This, combined with reduced access to oil and natural gas due to Russia´s aggressive war against Ukraine, has contributed to soaring electricity prices. Given the increasing demands and legislation in new and existing constructions, generic measures are deemed insufficient. Real Estate owners has begun to utilize Artificial Intelligence (AI) in remote heating systems for commercial properties with the aim of optimizing energy consumption.

This thesis aims to enhance understanding among Swedish property owners and map out factors to be considered before implementing AI. The study is based on mixed-method research, combining

qualitative data from semi-structured interviews with open-ended techniques with supplementary quantitative data obtained through a survey to explore the industry's knowledge, experiences, and ideas regarding AI-driven remote heating control for existing commercial properties. The availability of literature was limited, but the findings confirm previous research highlighting challenges in the real estate industry. Interview subjects and survey respondents exhibit significant differences and similarities. The conclusion drawn is that the industry's maturity level concerning AI in remote heating systems for commercial properties is low.

Key words:

Real Estate, Artificial Intelligence (AI), Energy Optimization, District Heating

Innehållsförteckning

Sammanfattning **4**

Abstract **6**

Begreppslista **10**

Förord **12**

1. Inledning **13**

1.1 Bakgrund *13*

1.3. Syfte & Mål *14*

1.4. Frågeställning *14*

1.5. Avgränsningar *15*

2.Tidigare forskning **16**

2.1 Kunskapsbas *16*

2.1.2 Artificiell Intelligens 16

2.1.3 Maskininlärning och Djupinlärning – Tekniken bakom AI 16

2.1.4 Affärsmodeller och investeringskalkyler 17

2.1.5 Fjärrvärmens roll i energisystemet 17

2.2. Forskningsläge *18*

2.2.1 Proptech – Digitalisering i fastighetsbranschen 18

2.2.2. Passiva och aktiva energieffektiviseringslösningar 18

2.2.3. Fastighetsbranschen och innovationsforskning 19

3. Metod **21**

3.1 Undersökningsstrategi *21*

3.2 Undersökningsdesign *21*

3.3 Undersökningsmetod *21*

3.4 Urval av respondenter i intervjustudie *22*

3.5 Kritisk granskning av metod *23*

3.5.1 Tillförlitlighet 23

3.5.2 Överförbarhet 24

3.5.3 Pålitlighet 24

4. Resultat **25**

4.1. Implementering av AI *25*

4.2. Investeringar och affärsmodell *33*

4.3. Antaganden och uppföljningar *36*

4.4 Taxonomi *38*

5. Diskussion 40

5.1. Branschmognad *40*

6. Slutsats 45

6.1. Vidare forskning *46*

Litteraturförteckning 48

Bilaga 1 50

Begreppslista

Digitalisering - Den framväxande samhällsutvecklingen innebär att man tar till vara på de möjligheter som det digitala formatet erbjuder, med syfte att förändra och förbättra. Genom att utnyttja dessa möjligheter öppnas dörren för effektivisering och automatisering. Det är viktigt att skilja detta från begreppet digitalisering, som helt enkelt innebär att man omvandlar material från ett fysiskt, icke-digitalt format till ett digitalt läsbart format. Det resulterande digitala formatet kallas maskinläsbar information, vilket gör att det kan bearbetas av en dator.

Kommersiella fastigheter - Kommersiella fastigheter är fastigheter som används för affärsverksamhet och ekonomiskt syfte. De är avsedda för kommersiella ändamål snarare än för bostadsändamål. Exempel på kommersiella fastigheter inkluderar kontorsbyggnader, butikslokaler, köpcentrum, restauranger, hotell, industriella anläggningar, lagerlokaler etc.

IoT - IoT står för "Internet of Things" (Sakernas Internet på svenska) och syftar till en nätverksinfrastruktur där fysiska enheter, till exempel sensorer, elektroniska apparater, fordon och andra objekt, är anslutna till internet och kan kommunicera och utbyta data med varandra.

BMS-system - Building Management System är ett system för styrning och övervakning av olika tekniska system i en byggnad. Det är en datorbaserad plattform som används för att automatisera och effektivisera driften av olika system, såsom värme, ventilation, luftkonditionering, belysning och säkerhetssystem.

Agenda 2030 - Agenda 2030 är en global handlingsplan som antogs av FN:s medlemsländer i september 2015. Den officiella titeln för Agendan är "Agenda 2030 för hållbar utveckling". Syftet med Agendan är att adressera de globala utmaningarna som världen står inför och att främja hållbar utveckling på alla områden - socialt, ekonomiskt och miljömässigt - fram till år 2030.

Industry 4.0 - Industry 4.0, även känd som den fjärde industriella revolutionen, är en term som används för att beskriva den pågående digitala transformationen av tillverknings- och industrisektorn. Det innebär integrationen av avancerade digitala teknologier och kommunikationssystem i industriella processer för att skapa smarta fabriker och effektivare produktionsmetoder.

Taxonomi - EU:s taxonomi syftar till att fastställa en gemensam klassificeringsram för att bedöma och kategorisera vilka ekonomiska aktiviteter som kan anses vara miljömässigt

hållbara. Det är en del av EU:s strategi för att främja hållbarhet och övergången till en klimatneutral och resurseffektiv ekonomi.

Gröna investeringar - Gröna investeringar hänvisar till investeringar som syftar till att främja miljömässig hållbarhet och stödja övergången till en klimatneutral och resurseffektiv ekonomi.

Förord

Examensarbetet har under våren 2023 skrivits på halvfart och omfattar 15 högskolepoäng. Studien är genomförd av författarna Annie Bratt och Franca Philipsson. Det här är det avslutandemomentet för Teknologiekandidatexamen på programmet *Affärsutveckling och Entreprenörskap inom Samhällsbyggnadsteknik* på Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg. Idén om arbetet skapades ihop med fastighetsbolaget Newsec.

Vi vill rikta ett stort tack till alla intervjupersoner som vi fått möjlighet att intervjua under det här arbetet, att ni tagit er tiden och bidragit med er kunskap och erfarenheter är ovärderligt. Vi vill också rikta ett stort tack till externa handledare Mathias Wester och Johan Geiborg, som agerat stöttepelare och idésprutor under hela processen. Ytterligare ett stort tack till vår handledare Shahin Sateei, doktorand Construction Management, samt examinator Caroline Ingelhammar universitetslektor vid avdelningen för Construction Management på Chalmers Tekniska Högskola. Tack för att ni hjälpt oss med ovärderliga råd och peppande, så vi kunnat ta oss hela vägen in i mål.

Vi vill även tacka våra opponenter Rasmus Johnsson och Alfred Skördare, samt David Brunsson och Leo Iséni för gott samarbete under hela processen.

Annie & Franca

Göteborg, 2023

1. Inledning

Över en tredjedel av Sveriges energianvändning går till bygg- och fastighetssektorn där förvaltning och uppvärmning står för huvudsakligen 70 % av fastigheters totala energiförbrukning (Boverket, 2023). . Under de senaste årtiondena har världens tillgångar uppvisat en betydande ökning, och år 2020 utgjorde fastigheter två tredjedelar av den totala globala tillgångsbasen. Trots detta, är bygg- och fastighetssektorn en utav de minst innovativa branscherna (Baum, 2017). Till följd av stabila och höga avkastningar är industrin inte tillräckligt förändringsbenägen, vilket leder till att implementering av omstruktureringar är för svåra för en utveckling anpassad efter omgivningen.

1.1 Bakgrund

I linje med Agenda 2030 och de globala målen för hållbar utveckling jobbar samtliga aktörer i en byggnads livscykel för en fossilfri och effektiv energianvändning (Regeringen, 2023). Att alla aktörer i branschen jobbar för att minska sin energianvändning är inget nytt, men en effekt av skenande elpriser och hårdare krav från myndigheter, blir att fastighetsägare är mer angelägna att minska sin energianvändning. I dagsläget består uppvärmning via fjärrvärme för hälften av Sveriges värmemarknad (Akhlaghi & Carlsson, 2016).

Fjärrvärmesystem är ett stabilt och effektivt sätt för uppvärmning och har varit sen systemet började användas för över 100 år sedan. Likt andra fjärrvärmenät har Göteborgs Energis fjärrvärmenät genomgått transformationer i form av generationsanpassningar präglat av digitaliseringen under hela sin livstid. Trots detta befinner sig planeten i en klimatkris där grundliga åtgärder och förändringar krävs. Detta i kombination med reducerad tillgång av olja och naturgas till följd av Rysslands anfallskrig krig mot Ukraina har bidragit till skenande elpriser. Mot bakgrund av ökande krav och lagstiftning inom nybyggnation och befintlig byggnation bedöms det att generella åtgärder, såsom förbättrad isolering och styrning, inte anses vara tillräckliga.

Bygg- och fastighetssektorn, som tidigare har uppvisat bristfällig innovativ framgång, introduceras nu till en ny fas som benämns Industry 4.0 (Starr, Saginor & Worzala, 2020). Denna fas kännetecknas av framgång genom digital transformation av industriella principer och praxis, med målet att uppnå ökad effektivitet, flexibilitet och anpassningsbarhet. Tekniker som Internet of Things (IoT), cloud computing, beslutsautomation, maskininlärning och artificiell intelligens (AI) implementeras idag som alternativa lösningar i kommersiella fastigheter för bland annat energieffektivisering. Dessa alternativa lösningar köps ofta in som en tjänst från extern part. Systemet är uppbyggd av avancerad matematisk beräkning genom artificiell intelligens (AI) , där huvudprincipen är att samla in en mängd data från en fastighets energiförbrukning (Akhlaghi & Carlsson, 2016). Som sedan analyseras till en unik algoritm, för att

optimera varje byggnad utifrån dess specifika förutsättningar. Fördelarna med denna lösning är många, exempelvis är antalet parametrar som mäts betydligt högre med AI-styrd värmereglering, jämfört om en fastighetstekniker skulle utföra samma uppgift. Att kunna utföra fler mätningar under ett intervall ger mer kvalitativa data vilket i sin tur är värdeskapande (Mbiydzenyuy, o.a., 2021). Data som samlas in laddas upp i byggnadens digitala tvilling via molnlagring och kombineras med andra datauppsättningar som genereras från olika energileverantörer och väderprognossystem, som sedan genereras till nya uppdaterade modeller.

Investerare, ägare och långivare, bland andra professionella fastighetsaktörer som är involverade i investeringsbeslutsprocessen blir alltmer intresserade av den här typen av lösningar för fastigheters energieffektivisering. Däremot saknas kunskap, verktyg och tekniker för en grundlig ekonomisk bedömning av energirenoveringar (Bozorgi, 2015). Det innebär att värdekonsekvenser med energieffektivitet ofta ignoreras. Utan att de vet om det, kan det vara så att de redan gjort investering i grundautomationen och därmed betalar för något de kanske redan har. De har till exempel gjort investering i rumsgivare, en sensor som monterats centralt i en byggnad som ger signaler om inomhustemperaturen. Men framför allt i att stabilisera sig för att leverera informationen till algoritmer på ett enhetligt sätt. Om detta inte leder till ekonomisk återbetalning blir det svårt att motivera stabilisering och därmed nivån av algoritmanvändning i en större skala.

Stronghold Invest och dotterbolaget Newsec AB arbetar idag med nya tekniker där uppkoppling och användning av AI för energioptimering i fastigheter används. I den här studien utreds vilka faktorer fastighetsägare behöver beakta innan implementering av AI-styrd fjärrvärmereglering i kommersiella fastigheter. I samband med detta görs även en kartläggning gällande problematik vid uppföljning efter implementering.

1.3. Syfte & Mål

Syftet med examensarbetet är att utforska metoder och processer för implementering samt uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering. Målet är att analysera och belysa de faktorer som kan påverka fastighetsägares beslut angående implementering av denna teknologi.

1.4. Frågeställning

Arbetets frågeställningar är tillämpade för att kunna besvara arbetets syfte.

- Vilka faktorer bör fastighetsägare beakta inför implementering av AI-styrd värmereglering i fjärrvärmesystem i befintliga kommersiella fastigheter?
- Vilka utmaningar finns vid uppföljning av implementering av AI-styrd värmereglering i fjärrvärmesystem i befintliga kommersiella fastigheter?

1.5. Avgränsningar

Studien avgränsas till att jämföra styrsystem som används i kommersiella fastigheter, i Sverige. Detta eftersom fastighetsbolagen har i dagsläget större incitament och möjligheter att minska sina kostnader med energieffektiviseringsåtgärder än bostadsrättföreningar. I dagsläget är vattenburna värmesystem och främst fjärrvärmesystem dominerande på den svenska marknaden vilket gör att även en avgränsning kommer göras vid jämförandet av värmesystem till fjärrvärme. Vidare är ytterligare en avgränsning gjord vid att studien ej kommer undersöka AI-baserade teknikers påverkan på integritet och problematik kopplat till etiska frågeställningar.

2.Tidigare forskning

Följande avsnitt presenterar utvalda studier och publikationer på området som sedan kommer att användas i diskussionsdelen för att jämföra studiens resultat. För att ge läsaren en djupare förståelse av studiens innehåll delas avsnittet upp i två underrubriker; *Kunskapsbas* samt *Forskningsläge*.

2.1 Kunskapsbas

Under följande underrubrik kommer läsaren introduceras till berörda begrepp i studiens resultat samt generell förklaring av dess betydelse.

2.1.2 Artificiell Intelligens

Artificiell intelligens (AI) går att direkt översätta till *konstgjord intelligens,* motsatsen till biologisk intelligens. Forskare menar på att AI även kan beskrivas som *förstärk intelligens,* för att understryka att AI ska vara en förlängning av den mänskliga intelligensen (forskning.se, 2020). Artificiell intelligens har egenskaper så som *autonomi* och *adaptivitet.* Vilket innebär att funktionen har förmåga att utföra komplexa uppgifter utan styrning av användare samt förmågan att kunna förbättra sin prestation genom tidigare erfarenheter. Trots att AI är ett begrepp som använts under flera decennier och forskats flitigt om, saknas det fortfarande en accepterad definition (Grosz et al., 2016). Detta i sin tur leder till att AI har fått en stämpel av att vara ett paraplybegrepp med flera innebörder (Scherer, 2016).

2.1.3 Maskininlärning och Djupinlärning – Tekniken bakom AI

Maskininlärning har likt AI ingen bestämd definition men det betraktas som en del av AI, närmare bestämt en process som använder sig av matematiska datamodeller för att hjälpa en hårdvara utan direkt instruktion (Starr, Saginor, & Worzala, 2020). Maskininlärningen gör det möjligt för datorn att med hjälp av algoritmer att känna av och identifiera mönster. Dessa mönster används sedan för att skapa en datamodell som kan göra förutsägelser utan mänsklig involvering. Maskininlärning har varit ett vetenskapligt verktyg i flera decennier, men som först nu blivit enorm tillgång vid olika tillämpningar.



Figur 1. Uppkopplad temperaturgivare från platsbesök på Hotell Heden.

2.1.4 Affärsmodeller och investeringskalkyler

För att utvärdera lönsamheten hos en investering är det viktigt att beakta dess långsiktiga kostnader. Beroende på investeringens typ används olika metoder för att genomföra en investeringskalkyl. En sådan kalkyl kan baseras på livscykelkostnader (LCC) enligt (Upphandlingsmyndigheten, 2021). Investeringar syftar alltid till att bedöma framtida utfall. På grund av detta innebär investeringskalkyler en inbyggd osäkerhet. En faktor som bidrar till denna osäkerhet är räntan. Valet av räntesats påverkar den totala kostnaden för investeringen. En hög räntesats resulterar i ökade drift- och underhållskostnader, samtidigt som deras vikt i den totala investeringskalkylen minskar.

2.1.5 Fjärrvärmens roll i energisystemet

Fjärrvärme är en energiform som är vanligt förekommande och spelar en viktig roll i ett hållbart energisystem. Fjärrvärme innebär att värme distribueras från ett centraliserat produktionsställe via isolerade rör till anslutna fastigheter för uppvärmning av byggnader och för varmvattenproduktion (Hilebrand, 2017). Fjärrvärme har flera fördelar, det är en effektiv metod för att utnyttja restvärme från industrier och kraftvärmeverk som annars skulle gå förlorad (Mbiydzenyuy, o.a., 2021). Detta innebär att fjärrvärme kan ses som en återvinningsform av energi och därmed bidra till minskade utsläpp av koldioxid och andra föroreningar. För det andra kan fjärrvärme möjliggöra användning av förnybara

energikällor, till exempel bioenergi eller geotermisk energi, som kan producera värme på ett hållbart sätt.

Ytterligare en fördel med fjärrvärme är att den kan ge en hög grad av flexibilitet och möjlighet att optimera energisystemet (Mbiydzenyuy, o.a., 2021). Med en centraliserad produktionsanläggning och distribuerat nätverk av rör kan fjärrvärme ge möjlighet att balansera efterfrågan på värme och produktion av värme på ett effektivt sätt. Detta kan göra det möjligt att använda energikällor som annars skulle vara svåra att integrera i energisystemet, till exempel vindkraft eller solkraft (Hilebrand, 2017). Dessutom kan fjärrvärme i kombination med fjärrkyla erbjuda en möjlighet till bättre resurseffektivitet och därmed öka graden av cirkuläret i städerna.

2.2. Forskningsläge

Vidare presenteras forskningsläget berörande implementering av ny teknik i kommersiella fastigheter. De studier och forskningsartiklar som citeras har använts som belägg i kapitel *5. Diskussion.*

2.2.1 Proptech – Digitalisering i fastighetsbranschen

Andreas Baum (2017) forskare på Oxford University ämnar i rapporten *"Proptech 3.0 - Hur teknikförändringar förändrar fastighetsbranschen"* att utreda begreppet *proptech.* Baum undersöker användningen av proptech (property technology) inom fastighetsbranschen och beskriver olika applikationer och verktyg som används för att effektivisera fastighetsförvaltning och driften av fastigheter. Rapporten visar att användningen av proptech kan ge många fördelar såsom effektivare fastighetsförvaltning, ökad hållbarhet, förbättrad kundupplevelse och minskade kostnader. Resultaten visar också att användningen av proptech har ökat snabbt under de senaste åren, och att många fastighetsbolag har börjat integrera teknologi i sin verksamhet. Vidare identifierar Baum även utmaningar som måste övervinnas för att proptech ska kunna utnyttjas fullt ut, såsom bristande standarder och kompatibilitet mellan olika tekniska lösningar. Andra nackdelar inkluderar höga investeringskostnader, beroende av teknikleverantörer och risken för cybersäkerhetshot.

2.2.2. Passiva och aktiva energieffektiviseringslösningar

Forskningsartikeln *A Review on Optimal Energy Management in Commercial Buildings* (Hossain, o.a., 2023) presenteras en studie utförd av flertal forskare från olika universitet med syfte att belysa passiva och aktiva lösningar för åtgärder för energistyrning i kommersiella byggnader. Författarna beskriver hur den stigande kostanden och efterfrågan på energi har gjort det nödvändigt att utveckla innovativa metoder för energistyrning, kontroll och bevakning. För att öka byggnaders energieffektivitet samtidigt som man når minskning av energikostnader, ökad tillförlitlighet i elnäten och minskning av koldioxidutsläpp krävs intelligenta styr- och optimeringssystem för energihantering. Vidare beskriver författarna hur detta måste ske i samband med implementering av förnybara energikällor och energilagringssystem. Trots en mängd optimering- och kontrollstrategier används för att minska energiförbrukningen i byggnader återstår fortfarande flera problem olösta. Därav presenterar artikeln

en kritisk översikt av energihantering i kommersiella byggnader och en jämförande diskussion med flertal lösningar till problemet berörande fastigheters energiförbrukning. Studien jämför dessa lösningar ur olika perspektiv, så som begränsningar vad rör användarkomfort, energipolicy, dataskydd och säkerhet. Slutligen presenterar författarna framtida trender och åtgärder för att uppfylla FN:s hållbarhetsmål.

Ett återkommande tema i studien ur artikeln är att det finns en variation av åtgärder fastighetsägare och brukare kan ta vid för att påverka fastighetens totala energiförbruknings (Hossain, o.a., 2023). Artikeln har därav varit till stor hjälp i kartläggningen av åtgärder av vilket förarbete som kan göras innan implementering av AI-styrd fjärrvärmereglering. Ytterligare forskning visar att fastighetsbranschen har en historik av att vara innovationsfattig vilket nu i och med den digitala revolutionen ändras drastisk (Baum, 2017) . Det finns därav ett stort behov av att definiera dessa lösningar och kartlägga behovet.

2.2.3. Fastighetsbranschen och innovationsforskning

I sin doktorsavhandling *Digitalization and innovation in the real estate and facility management sectors - an ecosystem perspective* vid KTH redogör forskaren Olli Kytomäki fastighetsägares innovationsförmåga och granskar förståelsen för digitalisering som fenomen (2020). I många organisationer är digitalisering prioriterat och Kytomäki beskriver hur ett ökat antal produkter kan samla in och överföra digitala data som förvandlas effektivt till ett digitalt datalager. Dessa teknologier gör det möjligt för produkter och tjänster att bli smartare och förändra hur det monteras, konsumeras och upplevs. Dessutom gör den kraftigt ökande utvecklingen av digital teknik att kostnaderna för kommunikation, samarbete och samordning i organisationer har minskat. Med hänsyn till dessa organisatoriska och tekniska perspektiv kan digitaliseringen anses vara en socioteknisk förändringsprocess. Trots den betydelse som uppfinningar, utveckling och implementering av nya idéer har för samhällsutvecklingen, finns det fortfarande begränsad kunskap om hur den moderna digitala tekniken och relaterade digitaliseringsprocesser kommer att påverka organisationer, särskilt inom branscher med låg digitaliseringsgrad.

Vidare beskriver Kytomäki att forskning inte bara involverar innovation som ett fenomen på företagsnivå utan även ett utfall till följd av interorganisatoriska strukturer, som till exempel nätverk eller ekosystem (2020). Detta ekosystemperspektiv är ett sätt att konceptualisera affärslogik utifrån aktörers gemensamma mål, aktiviteter, eller annat ömsesidigt beroende, snarare än deras befintliga nätverk, positioner eller branschgränser. Kytomäki framhäver fortsatt betydelsen av ekosystemperspektivet inom bygg- och fastighetsbranschen. Han betonar att det finns överraskande lite användning av perspektivet inom denna industri, trots att den är kännetecknad av en mängd aktörer med olika roller som samverkar mot gemensamma mål i olika projekt. Det är en bransch med stort beroende mellan att samarbeta både i enskilda projekt och på systemnivå. Som tidigare nämnts, är bygg- och fastighetssektorn känd för att vara en traditionell bransch och beskrivs ofta som en miljö med låg

innovationsgrad. Det nya ekosystemperspektivet kan potentiellt göra branschen mer innovativ och antagandet av detta kan belysa det ömsesidiga beroendet mellan organisationer och hur det kan gynna innovation. Sammanfattningsvis konstaterar Kytomäki att fastighetsägarens verklighet innebär att de investerar i resurser och kapacitet för innovation genom att fokusera på nya roller, funktioner och samarbeten. Trots detta framhåller författaren att det finns utmaningar att övervinna, särskilt i form av digitala hinder (2020).

3. Metod

Nedan redogörs för arbetets undersökningsstrategi, undersökningsdesign samt undersökningsmetod. Hela studieprocessen har varit en iterativ process där ny information och data kontinuerligt har analyserats. Vidare presenteras en redogörelse för studiens intervjuobjekt samt slutligen en kritisk granskning av metoden.

3.1 Undersökningsstrategi

Utifrån studiens frågeställning, berörande implementering och uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering har flermetodsforskning tillämpats. Kvantitativa data avseende forskningsläget för algoritmer i reglerteknik ligger till grund för vidare kvalitativ undersökning vid implementering och uppföljning. En kvalitativ strategi riktar sig mot ett induktivt synsätt där studiens relation mellan teori och forskning för den här frågeställningen betonar generering av teori (Bryman & Bell, 2013). Ostrukturerade och öppna tekniker genomförs för att undersöka branschens kunskap, erfarenheter och idéer angående AI-styrd fjärrvärmereglering för befintliga kommersiella fastigheter.

3.2 Undersökningsdesign

Mot bakgrund av forskningsfrågan har studien genomförts med en anpassad undersökningsdesign, bestående av både en fallstudie samt gjord utifrån en tvärsnittsdesign, vilket innebär att studien samlar in data från mer än ett fall. Inledningsvis gjordes en litteraturstudie för att kartlägga det initiala forskningsläget. Initialt så var tanken att insamlad data från pilotprojekt skulle ligga till grund för att besvara studiens andra frågeställning. Då bristfälliga data gick att få tag i ansågs en enkätundersökning behövlig för att öka studiens validitet. Tvärsnittdesignen gjorde det möjligt att observera viktiga sambandsmönster som senare låg till grund för att besvara studiens frågeställningar (Bryman & Bell, 2013).

3.3 Undersökningsmetod

Inledningsvis genomfördes en explorativ förstudie. Vilket innebar att kvantitativa data i forma av rapporter, avhandlingar och vetenskapliga artiklar samlades in för att få en bra överblick över forskningsläget vid automatiserad reglerteknik och även bredda kunskapen om studiens nyckelbegrepp. Den kvalitativa datan samlades sedan in i form av semistrukturerade intervjuer med valda intervjuobjekt som på olika sätt varit delaktiga i implementeringen av AI-styrd fjärrvärmereglering. Att tillämpa semistrukturerade intervjuer har för syfte att få ut så mycket data som möjligt ur varje intervju, trots att intervjuobjekt haft olika roller i projekten har likande frågor ställts för att kunna jämföra resultat (Bryman & Bell, 2013). Under arbetets gång har studiens frågeställning ändrats som ett resultat av att bristfälliga data i fallstudien kunde samlas in. Trots att frågorna initialt var ställda för att besvara den tidigare frågeställningen, justerades de inte efter att en ny frågeställning formulerats. Avslutningsvis skickades en enkät ut för att samla in kvantitativa data för att kunna göra resultatets slutsatser mer

tillförlitliga. Enkäten skickades till ett representativt urval av branschpersoner, som likt intervjuobjekten varit involverade i implementeringen av AI styrd fjärrvärmereglering. Resultatet från enkäterna presenteras i *Bilaga 1*.

3.4 Urval av respondenter i intervjustudie

Urvalet för respondenterna i studien gjordes genom en inledande explorativ förstudie där syftet var att finna aktörer och företag som arbetar med digitalisering av reglerteknik. Respondenterna har blivit lokaliserade genom sökningar på nätet, aktivitet på LinkedIn, media och även genom handledares på Newsec nätverk i branschen. Sammanlagt intervjuades 13 personer som ansågs besitta spetskompetens inom sitt område. För att trovärdiga slutsatser skulle kunna dras ifrån intervjuerna tillfrågades både fastighetsägare och AI-leverantörer.

Fastighetsägare			
Datum för intervju	Företag/ organisation	Yrkesroll	Motivering till val av respondent
20230403	Balder	Sverigechef	Har övergripande inblick i fastighetsbranschen och en gedigen erfarenhet av företagande
20230403	Stronghold Invest	Chef för digitala investeringar och transformation	Ansvarig för proptechinvesteringar och har stor insyn i den tekniska revolution som ritar om fastighetsbranschen.
20230403	Stena Fastigheter	IT-arkitekt	Ansvarig för IT-lösningar, erfarenhet av utrullning av AI-lösning i fastigheter
20230404	Higab	Chef för drift och energi	Ansvarig för all drift och energistyrning i Higabs varierande bestånd. Drivande i Higabs arbete med digitalisering och insamling av data.
20230404	Corem	Teknisk Chef	Erfarenhet av att jobba med frågor om teknik och energi. Ansvarig för att Corem når satta energimål och aktivt jobba med teknisk utveckling.
20230406	Sensative	Chef för Proptech	Lång erfarenhet av affärer inom telecom industrin, teknisk utrustning i fastigheter samt fastighetsaffärer.
20230411	Vacse	Teknisk Förvaltare	Ansvarig för att ta fram och följa upp energistatistik för Vscse's bestånd. Tekniskt stöd för tekniker ute i fastigheter.
20230411	Vacse	Fastighets & Hållbarhetschef	Ansvarig för att Vacses bestånd drivs framåt, varit delaktig i implementeringen av AI-styrd reglerteknik.

20230411	Newsec	Affärsområdeschef	Gedigen erfarenhet av digitalisering i fastighetsbranschen. Arbetar aktivt med digitalisering och proptechinvetseringar

AI-Leverantör			
Datum för intervju	Företag/ organisation	Yrkesroll	Motivering till val av respondent
20230406	Vattenfall Energi	Owner for Analytics Solutions	Erfarenhet av fastighetsenergianvändning analys, energiberäkningar och energiutredningar. Projektledare för IT utveckling av energirelaterade tjänster. Delaktig vid implementering av AI-styrsystem i bostadsbestånd.
20230421	Sally AR	VD	Samhällsvetare i grund och botten, investerare och styrelseledamot i Proptechbolag. Sedan 2020 VD i Bolaget Sally AR.
20230425	Myrspoven	Affärsutvecklare	Erfarenhet av att arbeta med energilösningar för fastighetssektorn, driver digitaliseringen av fastigheter i sin roll som affärsutvecklare på proptechbolag.
20230425	Chalmers Fraunhofer	Forskare	Forskare inom olika matematiska tillämpningar. Erfarenhet av arbete och forskning inom värmesystem, varit delaktig i framtagandet av algoritmer i styrsystem.

3.5 Kritisk granskning av metod

För att fastställa studiens relevans görs en kritisk granskning av metoden baserat på *dess tillförlitlighet, överförbarhet och pålitlighet.* Slutligen presenteras ytterligare felkällor, för att läsaren ska kunna skapa sig en uppfattning av studiens validitet.

3.5.1 Tillförlitlighet

Att en kvalitativ studie anses som tillförlitlig kan uppnås genom att följa studiens uppsatta regler, samt att resultatet presenteras för de intervjurespondenter som deltagit i studien (Bryman & Bell, 2013). Intervjuobjekten som deltagit i studien fick inledningsvis en introduktion till ämnet samt varför deras kompetens varit relevant. Vidare svarade varje intervjuobjekt till dess relation till AI-styrd fjärrvärmereglering, för att författarna skulle bilda sig en uppfattning om dess intentioner med implementeringen av den nämnda tekniken. Avslutningsvis vid varje genomförd intervju frågades respondenten om det var något hen velat tillägga i sina svar. Vidare genomfördes transkribering av

intervjumaterial, där författarna sedan tog med de svar som var relevanta för att besvara studiens frågeställningar. Ett första utkast skickades för godkännande till intervjurespondenterna, som sedan kunde återkomma med invändningar. Godkännandet kan ses som en bekräftande validering, där intervjuobjektet bekräftade riktigheten i de citat som författarna uppfattade. Ytterligare ett steg som genomfördes, och som också handlar om studiens validitet, är att ett utkast av kandidatbetet skickades till författarnas externa handledare. För att ytterligare kunnat öka studiens tillförlitlighet, hade en noggrannare förstudie om valet av respondenter kunnat genomföras. Detta för att fastställa relationsbyggande aspekter mellan fastighetsägare och AI-leverantörer, utöver delägarskap.

3.5.2 Överförbarhet

När det kommer till studiens överförbarhet, behandlas innehållets förmåga att appliceras i en annan kontext (Bryman & Bell, 2013). Genom att på ett koncist sätt förklara och redogöra för studiens syfte och frågeställningar, kan läsaren skapa sig en bild av studiens överförbarhet. För att öka överförbarheten, hade en undersökning kunnat göras mer generell och rikta sig till hela fastighetsbranschen, då en stor omställning även sker där. Vidare så handlar överförbarhet även om att läsaren ska veta hur studien har genomförts. Genom att redogöra för en kritisk granskning av metod kan läsaren fastställa potentiella felkällor i studiens resultat.

3.5.3 Pålitlighet

Studiens pålitlighet är dess förmåga att styrka resultatets trovärdighet (Bryman & Bell, 2013). För att ett arbete ska anses som pålitligt, ska det vara möjligt för en utomstående individ att under hela processen kunna begära en redogörelse. I studiens resultat förklaras vad som är respondenternas utlåtande, och vad som är författarnas egna tolkningar. För att styrka resonemang som sedan presenteras i kapitel *5. Diskussion,* så görs tolkningar även utifrån aktuell forskning. Intervjuobjekten är presenterade med titel, vilket påverkar studiens pålitlighet positivt. Studien har även bestått av både fastighetsägare och AI-leverantörer, för att få båda sidorna av verksamheten. För att öka studiens pålitlighet, hade en ytterligare förstudie vid val av respondenter gjorts.

4. Resultat

I det här avsnittet presenteras teman som har framkommit genom informationen som samlats in från samtliga intervjuobjekt, vilket kompletteras med svar från den genomförda surveyundersökningen.

4.1. Implementering av AI

Gemensamt för intervjuobjekten är att alla uttalar sig om hur typen av byggnad påverkar implementeringen. *”Det är som olika ekosystem som skall anpassa sig efter ny AI-teknik”* säger ansvarig för analytiska lösningar på Vattenfall (2023) och förtydligar att fastigheters olika system är en utmaning vid implementering. Det innebär att byggnaden sätter förutsättningen för hur effektiv implementering av AI-teknik är. Det kan gälla dels klimatskal, så som isolering eller fönster, dels teknik och system. IT-arkitekt på Stena Fastigheter (2023), styrker uttalandet och säger att som ett faktum att det inte finns någon interoperabilitet, alltså förmågan att fungera tillsammans och kommunicera med annan teknik, är en utmaning. Även VD på Sally-R (2023) menar på att detta är en utav de mest betydande svårigheterna med implementeringen. Sverigechef på Balder (2023) styrker detta och säger att *”även befintlig teknik som kräver stora investeringar kan anses som ett hinder för att komma i fas”.*

Utöver kunskap och intresse för nya tekniska lösningar måste alltså fastigheter vara dimensionerade för att implementering ska vara möjlig. Detta stöder Investeringsansvarig på Stronghold (2023), som nämner att *”en utav barriärerna varför innovation är trög i industrin och utmaning med dagens teknik, inte minst AI-tjänster, är att fastigheter och dess system står över lång tid och det blir en vana att arbeta med det som finns”.* Samtliga intervjuobjekt nämner en utav de främsta möjligheterna med fastighetsbranschen är att den ligger långt efter när det gäller att använda digitala lösningar. Det finns en stor potential och det kan leda till ett skifte i arbetssätt.

> ***”****(...) AI-leverantörer har bra, gedigna välbeprövade lösningar. Problemet är snarare åtkomsten till data i fastigheterna som i sin tur beror delvis på att fastighetsägare inte behövt bry sig och därför byggt upp slutna system. Det är därför jättesvårt att komma åt data och en stor inträdesbarriär.****”***
>
> VD, Sally-R

När det gäller implementering nämner IT-arkitekt på Stena Fastigheter (2023) att grunden redan fanns på plats, då samtliga fastigheter i fråga hade automation som var standardiserade och fiberanslutning innan implementering. *”Om alla fastigheter hade haft olika tekniska lösningar hade det sett annorlunda ut”* uttrycker han. Driftchef på Higab (2023), nämner vikten av förutsättningar innan implementering av AI. *”Man måste förbereda sin anläggning väl inför detta. Allt måste vara injusterat, alla anläggningar måste fungera precis som de ska och man måste gjort sin manuella optimering nästan till 100 procent, sen kan AI läggas till.”* säger han. Forskare på Fraunhofer Chalmers (2023), överensstämmer med detta då han nämner en utav de största utmaningarna som brist på standardisering,

där det första en fastighet behöver införa är sensorer för att kunna någon typ av styrning. Han säger *”Om det inte finns struktur saknar datainsamling syfte”*.

Flera intervjuobjekt utrycker att åtgärder för att energieffektivisera en fastighet kan göras innan implementering och att stora besparingar kan göras genom att investera i äldre fastigheter.

> ***”** Alltså 90 % av fastighetsbeståndet i Sverige är ju byggt före nittonhundraåttio. De befintliga fastigheterna där man inte kan designa rätt från början, utan man måste fixa till det i efterhand. Där har man ett stort arbete att göra. Sammanfattningsvis är det äldre byggnader som är sämre isolerade, alltså att det är där energin försvinner och det är där de stora investeringarna kan göras*. **”***
>
> Forskare, Fraunhofer Chalmers

Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) ifrågasätter uppfattningen att byggnader måste ha högkvalitativ teknik och att det finns en överdriven tro på detta krav. Enligt honom är det viktigaste att det finns fjärråtkomst och möjlighet att justera fjärrvärmesystemet på distans. Trots att varje byggnad har unika förutsättningar, kan AI-tekniken anpassa sig efter varje enskild fastighet. Det innebär att fastighetsägare kan göra efterjusteringar på teknik och klimatskal eftersom algoritmen lär om sig. Teknisk förvaltare på Vacse (2023) stöder detta påstående och påpekar att det enda minimikravet från AI-leverantörer innan implementering är sensorer, internetuppkoppling och en dator med möjlighet till överstyrning. Även Forskare på Fraunhofer Chalmers instämmer med detta. Det kan således finnas en felaktig uppfattning om att det krävs betydande resurser i form av tid och pengar innan implementeringen kan ske.

Som tidigare nämnt finns det en bristande uppfattning om vilka krav och grundförutsättningar som krävs inför implementering av AI-teknik. Det kan ta tid innan förändringar i arbetssätt, affärsmodeller, kontrakt etc får fullt genomslag. Affärsområdeschef på Newsec (2023) säger att det finns två dimensioner vid brist på kunskap. Den ena är att det finns en generell bristande uppfattning om tekniska förutsättningar i en fastighet och den andra är låg kompetens att ställa rätt frågor eller kravställning till ny teknik samt leverantörer med nya lösningar. Detta är av hög relevans när det gäller implementering av AI-teknik. I den här undersökningen har nästan samtliga intervjuobjekt uttryckt att det råder brist på kunskap om teknik liknande AI. *”Det är nog den minst digitaliserade branschen efter gruvindustrin”* säger Sverigechef på Balder (2023). I dagsläget jobbar fortfarande fastighetsbranschen med att digitalisera sättet att jobba på när det gäller simpla uppgifter, till exempel process av utskick av hyresavtal. Driftchef på Higab (2023) stöder detta när han säger att till en början förstod de inte riktigt vad det handlade om. ”*Vi är inte ens halvvägs till kunskap*” säger han samt att kommunikation mellan fastighetsägare och AI-leverantör har varit det svåraste. Små enkla åtgärder kan resultera i stor effekt och för att det skall bli intressant med AI behöver man veta hur mycket energi som förbrukas. *”Hur många kan svara på vad machine learning är i en fastighet”* fortsätter han för att förtydliga bristen på

kunskap. Ett generellt hot i fastighetsbranschen och inte minst en utmaning vid utökad användning av AI-teknik, är just att branschen är traditionell och konservativ (IT-arkitekt, Stena Fastigheter, 2023).

Vidare vad det gäller beslut inför implementering, har digital driftoptimering historiskt sätt haft utmaningar i att få tillräckligt bra prognos och simulering för framtida behov (Affärsutvecklare, Myrspoven, 2023). Detta har resulterat i att till exempel inomhusklimat blir felaktigt mot vad som önskas. Vidare är det vanligaste pilotprojekt som underlag inför beslut om implementering (VD, Sally-R, 2023). Trots detta, har Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) uppfattningen om att syftet med pilotprojekt snarare är till för att lära sig funktion av tekniken och hur ett effektivt arbetssätt ska gå till samt hur samarbetet kan ske smidigast med leverantör. Vidare nämner han hur en ökad användning av AI i branschen kan i sig bidra till beslut. Om två företag har en lång historik av samarbete och en av dem implementerar AI-teknik, kan de andra till följd av förtroende för varandra, implementera i eget bestånd. Att fler stora och väletablerade aktörer i branschen använder tekniken innebär att de också till viss del validerar den. Teknisk Chef på Corem (2023) förklarar hur det tagits fram en metod för beräkningar inför beslut om implementering av AI. *”Vi gör energiprojektkalkyler som är ganska avancerade där vi beräknar exakt vad vi tror vi kommer spara och vilken avkastning det ger och då finns det ju ett investeringsunderlag”* säger han. Detta skiljer sig från vad bland annat Driftchef på Higab och IT-arkitekt på Stena fastigheter nämner om att de till stor del utförde implementering för att testa.

Det kan också vara så, med hänsyn till den nya teknik som det faktiskt är, att företag vill låta och verka mer samt lägga mer fokus på att vara attraktiva genom användning av AI-teknik, snarare än att resultat i besparingar och lägre energiförbrukning är så avgörande säger Investeringsansvarig på Stronghold (2023). Många av intervjuobjekten har nämnt att det finns en generell positiv och nyfiken inställning till AI som kan påverka beslut om implementering. Däremot nämner Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) att undvika ordet ”AI” kan ofta vara en fördel var att inte ”skrämma bort” intressenter och att det finns en ton som tyder på irritation bland aktiva i brunchen som generellt är väldigt kompetenta och duktiga. Affärsområdeschef på Newsec (2023) menar på motsatsen när han säger att för mycket fokus läggs på tekniken än på själva värdet tekniken skapar.

”Vi behöver bygga insikter och fatta kloka beslut, där kan teknologin hjälpa oss. Vi behöver ta reda på hur teknologin kan hjälpa oss, hur investerar jag i rätt förutsättningar för att möjliggöra fler automatiserade processer?”

Affärsområdeschef, Newsec

Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) och Affärsområdeschef på Newsec (2023) syftar alltså båda till att det är viktigt att ha värdeskapandet och funktionen som lösningen fyller i åtanke, men betonar de

olika. Flera intervjuobjekt instämmer med att implementering av AI teknik inte bara är ett verktyg utan även öppnar dörrar för andra typer av uppgifter, vilket i sin tur kan anses som ett hot mot arbetsroller i en organisation. VD på Sally-R (2023) stärker detta då han säger att de som arbetar med drift i en fastighet inte ser detta som en möjlighet utan snarare ett direkt hot mot de själva som individer. Vidare nämner han hur lågkonjunkturen är relaterat till fastighetsägares ökade intresse för att implementera AI-teknik. Han förklarar att om endast elpriserna hade ökat, hade tekniken inte varit intressant för dem men nu när värderingar går ner så börjar fastighetsägaren bli mer och mer intresserade av att optimera och effektivisera. Detta stämmer även överens med vad Forskare på Fraunhofer Chalmers lyfter.

”*Tidigare så har man lite ignorerat operationella delar av fastighetsägande för fastighetsmarknaden. Alltså aspekter som energiförbrukning. Anledningen till att man har kunnat göra det är för att man haft ett extremt lågt ränteläge. Utöver att förbättra sin business eller affärsmodell, så har det nästan alltid varit bättre att investera i nya fastigheter än att investera i effektiviseringar och förbättring i den nuvarande fastigheten.”*

Forskare, Chalmers Fraunhofer

Omvärldsfaktorer påverkar fastighetsägare att vilja arbeta med de bestånd de har och optimera så mycket som möjligt. Det kan alltså vara så att den ekonomiska situationen leder till ett ökat intresse för SaaS (Software as a Service) modeller och liknande lösningar. Vidare menar Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) att detta kan även medföra att det finns tid samt egna interna resurser att arbeta med snarare än att köpa och sälja fastigheter. Liknande tendenser märktes av under Covid-19-pandemin då det först misstänktes sättas stopp för fastighetsbranschen men att utfallet blev mer fokus på att driva egna projekt.

Huvudinsikter gällande **Implementering av AI**

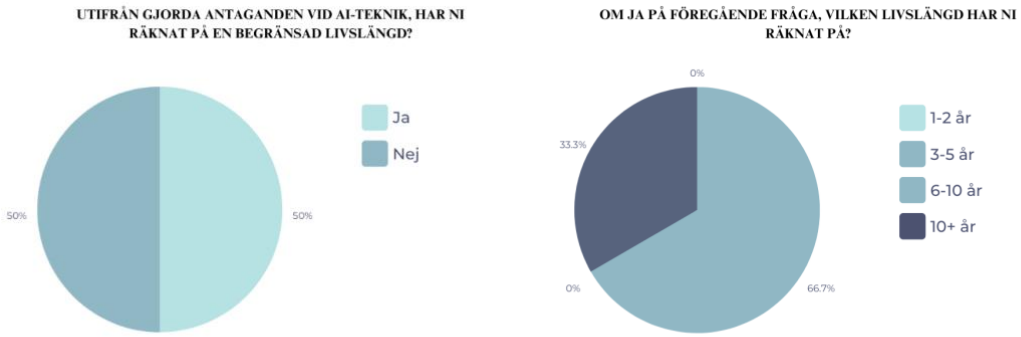
- Befintligt bestånd har unika förutsättningar som påverkar implementeringen
- Branschens tröga förändringsbenägenhet är en utmaning och en möjlighet
- Standardisering där uppkoppling och fjärråtkomst kan ses som ett minimikrav
- Bristen på kunskap hos fastighetsägare och leverantörer är ett hot för tillväxttakten
- Begreppet AI kan vara laddat beroende på individuell koppling

4.1.1. Utöka AI-teknik i befintligt bestånd

Diskussionen om varför skalningen av AI-teknik inte har skett i större utsträckning inom befintligt fastighetsbestånd har varit ett återkommande ämne i forskningen. Studien visar att fastighetsägare

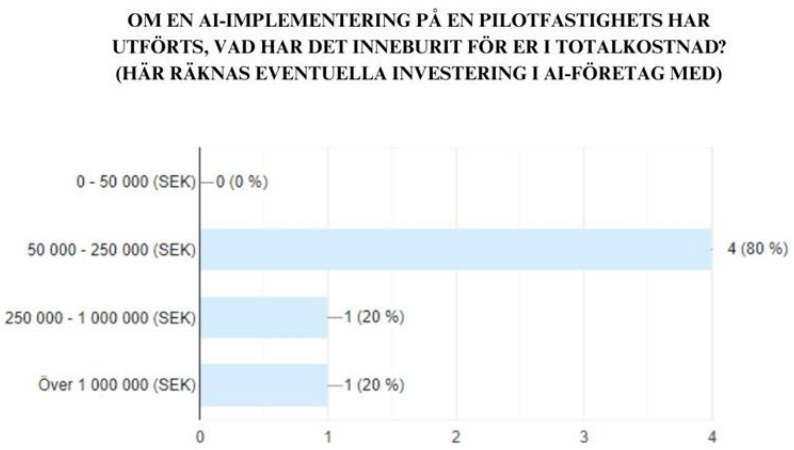
generellt har intagit en försiktig och avvaktande inställning till AI-teknik, och hittills har marknaden visat på en tveksamhet att utnyttja teknikens fulla potential. Däribland är det ett intervjuobjekt som utryckt att de aldrig kommer tjäna tillbaka den investering som gjorts vilket är en naturlig anledning till att inte skala upp i hela bestånd. Däremot finns det flera som uttryckt tvärtom, att återbetalningstiden är mellan ett till tre år vilket anses vara snabbt och effektivt i förhållande till investering och resultat Fastighets- och Hållbarhetschef på Vacse (2023). Detta resonemang styrks av studiens enkätundersökning då hälften av de svarade har räknat på en begränsad livslängd för hårdvaran, där majoriteten räknat på en livslängd om 3-5år.

Chef för Proptech på Sensative (2023) styrker detta när han förklarar att när de gjort integration med AI-optimerare har de haft en återbetalningstid på ner till ett år. *”Det är extremt bra och undrar lite varför inte alla har uppkopplade fastigheter”* Fortsättningsvis resonerar Strand hur de aktörer som inte kopplat upp beståndet förmodligen har minst kunskap.



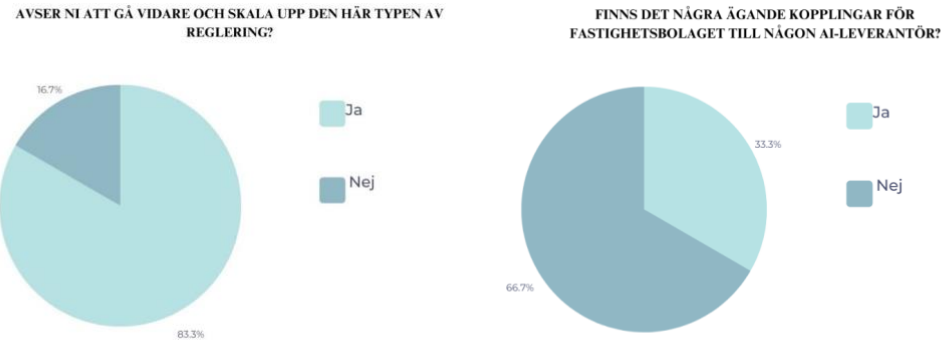
Figur 2. Illustration från studiens enkätundersökning.

Orsaken till att företag inte skalat upp i hela bestånd kan vara att pilotprojekt är pågående eller den lågkonjunktur som råder. Att företag inte har råd att investera, låna och starta nya projekt bromsar utvecklingen säger Teknisk Chef på Corem (2023). Affärsområdeschef på Newsec (2023) stöder detta och säger att investeringar kräver tuffare beslut idag än tidigare eftersom det inte finns samma likviditet. Däremot nämner han även att lågkonjunkturen leder till förändringar som resulterar i kostnadseffektivitet. Att investera nu kan alltså vara ett sätt att förebygga senare tyngre investeringar. Detta diskuteras vidare i *5. Diskussion.* Ur studiens enkätundersökning var det en del av de svarande som angav ungefär vad deras pilot har kostat företaget. Där visas en stor bred rörande vilken summa som fastighetsägaren investerat i pilotprojektet.



Figur 3. Illustration från studiens enkätundersökning.

Fortsättningsvis säger VD på Sally-R (2023) att *”den stora 10 000 kronors frågan är varför tekniken inte skalas upp i större bestånd”*. Sett till studiens enkätundersökning avser en stor majoritet att gå vidare och skala upp den här typen av reglering i hela beståndet, där en tredjedel av de svarade även har någon typ av delägarroll i en AI-leverantör.



Figur 4. Illustration från studiens enkätundersökning

Som nämnt ovan kan ett eventuellt syfte med pilotprojekt vara att lära företag hur interaktion går till, snarare än att skapa underlag för beslut om vidare implementering (Affärsutvecklare, Myrspoven, 2023). Samtidigt märks ett intresse för att skala upp tekniken i hela bestånd, men beställare behöver lära sig vad omfattningen innebär (VD, Sally-R, 2023). Han har erfarenhet av att piloter samt utvärderingar utförs men att fastighetsägare ifrågasätter huruvida de kan lita på resultat och

uppföljningar. Uppföljningarna utför utifrån fastighetsägares utvärderingar och data och därmed innebär det att det finns ett felaktigt tvivel gentemot AI-leverantörer. Att många leverantörer i dagsläget är unga bolag nämns också som en faktor i osäkerhet i att skala upp. Det kan vara så att det råder brist på förtroende hos fastighetsägare för nya bolag.

> *"Det pratas väldigt mycket, men det har inte blivit så mycket verkstad av det än. Baserat på hur mycket det snackas så känns det bara som en tidsfråga. Till slut finns det inga argument kvar till att inte köra den här typ av styrning.*
>
> VD, Sally-R

Detta motsäger sig till vad Driftchef på Higab uttrycker vad det gäller skalning på hela bestånd. *"Jag är väldigt positiv till ny teknik men vi är långt ifrån att skala upp i hela vårt bestånd."* säger han och förklarar att de har för gammal teknik och långt ifrån fullt optimerade. Däremot säger IT-arkitekt på Stena Fastigheter (2023) att de utifrån resultat från två pilotprojekt under fyra månader tog beslut om vidare implementering. Samtidigt betonar han hur optimeringen med traditionella verktyg inte kunde utökas mycket mer och därav blev AI *"Grädden på moset"*. Detta är högst relevant vid en affärsmodell som beskrivs i avsnitt *4.2. Investeringar och Affärsmodell.*

Forskare på Fraunhofer Chalmers utrycker en utmaning med skalbarheten är att varje insats sker mot enskilda fastigheter. Det vore fördelaktigt att ta upp detta i ett centralt datalager för att få någon typ av struktur. Vidare säger han att fastighetsägare strävar efter att ha kontroll själva, snarare än att en AI-leverantör inför teknik och utför allt arbete vilket innebär att det finns ett behov av en förståelse och insikt om att tekniken är ett verktyg. Han nämner även att kostnaderna för standardiseringen är en aspekt som hindrar fastighetsägare att skala upp AI-teknik i större bestånd samt komplexiteten i kommersiella fastigheter.

Affärsområdeschef på Newsec (2023) stöder detta och förklarar att det finns ett behov av en transformationsplan som möjliggör en förståelse för vad, hur och när förändringar genomförs i olika fastigheter, samt vilka nivåer av digital mognad som har etablerats eller uppnåtts. På så sätt kan fastighetsägare sträva efter att hålla en generell grundnivå i sina bestånd för att undvika hantering av olika projekt med specifika förutsättningar. Detta inträffar när hela beståndet har digitaliserats och det blir *möjligt att skapa en uppfattning om kostnader och arbetsbehov*. Chef för Proptech (2023) stöder detta när han säger att *"de flesta fastigheter i Sverige är inte uppkopplade*". När det gäller att skala upp den här typen av teknik i hela bestånd menar han att en anledning till att detta inte har genomförts, är att fastighetsägare inte har haft behovet. Generellt sett har det inte funnits krav, särskilt inte när det gäller data och dess kvalitet i fastigheter. *"Vi brukar kalla det för bästa möjliga insats, det blir så bra som det blir"*, säger han och förklarar att oavsett om AI-tekniken finns tillgänglig eller inte, kommer den inte att fungera om inte datan är tillgänglig.

Vidare förklarar Affärsområdeschef på Newsec att detta kan leda till ett bolagsperspektiv. I dagsläget går inte arbetet upp så högt i styrningar. Detta sker när hela bestånd har digitaliserats och det kan skapas en uppfattning om vad som kostar och var det finns behov att arbeta. Chef för Poptech på Sensative (2023), stöder detta när han säger *”de flesta fastigheter i Sverige är inte uppkopplade”*. Vad det gäller att skala upp i hela bestånd säger han att en anledning till att det inte utförts är att fastighetsägare inte behövt. Det har inte ställts krav i allmänhet men inte minst på data och dess kvalitét i fastigheter. *”Vi brukar kalla det för bäst effort, det blir så bra som det blir”* säger han förklarar att oavsett om AI-tekniken finns så kommer det inte funka om inte datan finns.

”En utmaning är brist på tillgång till kvalitativa data som ger en helhetsbild av fastigheten som också ger en rättvisande bild, det vill säga att man har en precision i den data man lämnar, som man kan lita på”

Chef för Proptech, Sensative

Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) menar på att det krävs att företag lär sig arbetssätt på en organisationsnivå. Det innebär ett nytt sätt att arbeta med fastighetsdrift. VD på Sally-R (2023) nämner detta som en utav de största utmaningarna i dagsläget. Att flera olika roller hålls lite isär när det gäller den här typen av frågor. Detta tyder på att leverantörerna upplever en svårighet i att hitta rätt i fastighetsbolag. Vid implementering så går ofta frågan om vilka anpassningar en byggnad behöver går tillbaka till leverantör till följd av dålig kunskap hos fastighetsägare. I stället kan leverantörer behöva gå via ett fastighetsföretags förvaltningsfirma för att få en rättvis uppfattning om hur en fastighetsdrift sker. Organisationen och kompetensen finns inte för att skala upp det i dagsläget. Forskare på Fraunhofer (2023) säger att referenscase är vanligt och därefter inleds piloter och detta tillsammans skapar grund för beslut om implementering.

Vidare kan en orsak till att företag inte utökat i större bestånd vara inställningen från fastighetsägare om *”att AI bara är en fluga*” säger Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) och fortsätter förklara att det finns en tro i fastighetsbranschen att tekniken kommer ta över arbetet och att fastigheter sedan sköter sig själv, men så är alltså inte fallet menar han.

Huvudinsikter gällande **Utöka AI-teknik i befintligt bestånd**

- Lågkonjunkturens konsekvenser har påverkan på beslut om utökning i beståndet
- Brist på uppföljning påverkar beslut om utökning negativt
- Avsaknad av behov att skala upp den tekniska lösningen, påverkar innovationstakten
- Brist på bolagsperspektiv hos fastighetsägare

4.2. Investeringar och affärsmodell

Ovan nämns hur byggnadens förutsättningar avgör hur effektiv en implementering av AI-tjänst är men det är även väsentligt att ta hänsyn till vid en affärsmodell, detta är ett återkommande tema i undersökningen. För en fastighet kan det krävas stora investeringar för att skapa möjligheten att implementera en AI-tjänst.

Det är en utmaning att sätta ett estimat på besparingar eftersom det är baserat på förutsättningar och energiprestanda innan implementering (Affärsutvecklare, Myrspoven, 2023) (Affärsutvecklare, 2023). Det är inte heller möjligt att som AI-leverantör utlova en viss besparing i varken energi, effekt eller pengar. Det finns en viss antydan på att lägre energiförbrukning går att uppnå i en avgörande utsträckning utan AI-teknik. *”Traditionellt sett kan arbete med olika dynamiska styrningar och programmering möjliggöra nästan samma funktion som AI-teknik vid olika fall”* säger han.

”Det är liksom inget nytt på det sättet. Du kan ju få ut exakt samma funktion av AI med sensorer som samlar ihop datan och sedan paketerar det och skickar signal till styrsystemet. Fördelen med AI är att den beräknar och plockar in värdedata. Den lär sig trender av hur huset mår och på sps ätt läser data hela tiden och gör optimeringar så ofta du ställer in den att göra”

Fastighets- och Hållbarhetschef, Vacse

Undersökningen tyder även på att det blir två olika investeringar, en för att anpassa byggnaden till AI-teknik och en för själva AI-tekniken (Teknisk Förvaltare, Vacse, 2023). IT-arkitekt på Stena Fastigheter (2023) nämner detta som en utmaning i affärsmodellen. Det finns en osäkerhet om hur effektiva fastighetsägare har varit historiskt med att sänka energibehovet, samt vilka åtgärder till finns att tillgå som inte involverar AI-teknik. Chef för Proptech på Senastive (2023) anser att det är en grundförutsättning att kostnaderna för att komma åt data rimliga om en fastighet ska använda sig av maskininlärning, AI eller algoritmer. Han betonar att kostnaderna för att få tillgång till data har varit för hög, dels kompetensmässigt, dels monetärt och att detta kan ha avskräckt en del aktörer. Vidare säger han att detta är ett utav de största hindren och säger att *”En perfekt IT-värld möter ickeperfekt fastighetsteknikvärld”*. Driftchef på Higab (2023) menar på att leverantörer inte tar hänsyn till tidigare investeringar i en fastighet men uttrycker även en osäkerhet om det är bästa sätt att gå till väga i en affärsmodell.

Vissa resonerar om ett system har ett visst antal år kvar i livslängd, kan det vara värt att byta ut det tidigare för att ta nytta av AI-teknik, säger Fastighets- och Hållbarhetschef på Vacse (2023),

” Det blir två olika frågor, där det ena är en investering medan de andra är tidigareläggande av planerat underhåll. Och där får man fundera på hur man är som fastighetsägare, om man tycker att det är värt att göra om det? Exempelvis om du ska investera i solceller men har 10 år kvar på taket, ja men då byter du ju ta i samband med att du installerar dina solceller. ”

Fastighets- och Hållbarhetschef, Vacse

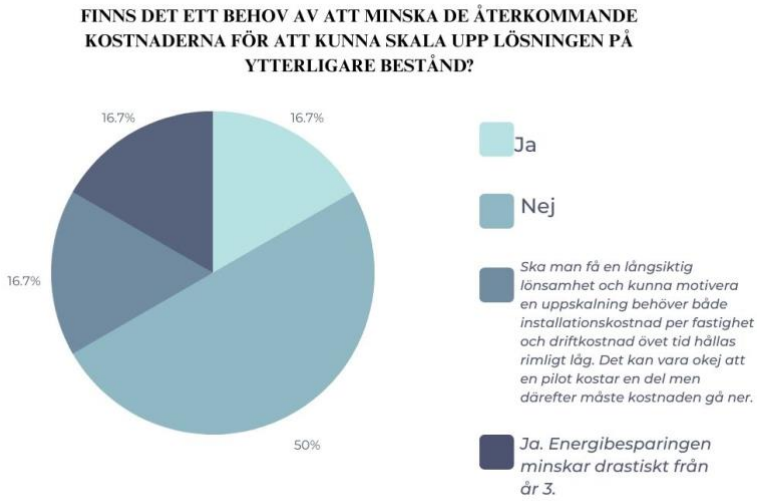
Forskare på Fraunhofer Chalmers (2023) nämner även att värdet av att standardisera och samla in data i fastigheter är oberoende av AI-tekniken. Det kan användas till väsentligt mycket mer än endast fjärrvärmestyrning och är en investering som bör genomföras oavsett om fastighetsägare planerar att implementera AI-teknik. Detta är betydelsefull information i studien men svarar inte på huruvida affärsmodellen tar hänsyn till dessa tidigare investeringar. Vidare nämner han svårigheten med att dela upp investeringarna för driftoptimering med eller utan AI-tekniken. Således är det svårt att definiera vad som kan anses som den enskilda nyttan med AI-lösningen, samt vilka besparingar som blir en effekt av andra åtgärder som görs i samband med implementeringen.

Generellt kan affärsmodell mellan leverantör och fastighetsägare vara relationsbaserad i dagsläget (Affärsutvecklare, 2023). Det arbetas gemensamt med att hitta en central finansieringsmodell samt hitta tillvägagångsätt för att utvärdera den här typen av teknik innan det verkställs. Hittills har affärsmodeller inkluderat delägande, vinstdelning och riskdelning. Detta nämner även Sverigechef på Balder (2023) som en alternativ affärsmodell. Hur upphandlingar och arbetet om detta sker kan anses vara en utmaning i utvecklingen och den ökade användningen av algoritmer, på grund av brist på kunskap och erfarenhet av sådan teknik och arbetssätt (Investeringsansvarig, Stronghold, 2023). Kontrakt, strukturer för avtal samt arbetsprocesser kan alltså vara ett hinder när det gäller innovativa implementeringar.

Vidare nämns hur organisatoriska förbättringar ingår i möjligheten för affärsmodeller att stärkas. Det kan krävas en strategi på organisationsnivå till skillnad från idag då företag ofta jobbar mot varje enskild fastighet. Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) nämner även detta som en utmaning då AI-tekniken tillåter att arbeta mer portföljbaserat och inte lika fasighetsspecifikt som idag. Tidigare nämns, i avsnitt *1.1.1. Utöka AI-teknik i befintligt bestånd*, resonemang huruvida beslut om att utöka tekniken från pilotprojekt till hela bestånd. Affärsområdeschef på Newsec (2023) styrker detta när han säger *”att tänka på bolaget och inte fastna i affärsutveckling i fastighetstekniska projekt”* är väsentligt. Vidare ifrågasätter han det arbetssätt vilket fokuserar på en specifik lösning som är teknikorienterad men kräver specifika förutsättningar och är nischad i vad den angriper för kostnader. Det ifrågasätts om det inte borde arbetas mer med en generell investering som täcker ut mer än kostnadsbesparingar, men också är lättare att implementera i sitt bestånd. *”Proptechvärlden har tappat fotfästet lite i branschen av att tänkte hur vi skapar värde”* säger han.

Undersökningen tar upp en väsentlig aspekt när det gäller affärsmodellen vilket är återkommande intäkter och kostnader (VD, Sally-R, 2023). Som leverantör är återkommande intäkter avgörande i en

affärsmodell men samtidigt arbetar de mot en bransch där återkommande kostnader är ett centralt nyckeltal. VD på Sally-R (2023) förklarar att hitta ett sätt att få ihop den balansen i dagsläget är en utmaning. Teknisk Chef på Corem (2023) säger att *”Just nu betalar vi en månadsavgift men egentligen vill vi inte jobba så”* och betonar det ekonomiska läget som en orsak till detta. Det finns en inställning till att fastighetsbranschen kommer behöva tänka om och bryta en vana om att utesluta AI-teknik på grund av återkommande intäkter (Affärsutvecklare, 2023). ”*Det kommer krävas stora investeringar om marknaden ska utesluta återkommande kostnader”* säger Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) (Myrspoven, 2023).



Figur 5. Illustration från studiens enkätundersökning

Affärsområdeschef på Newsec (2023) bland andra motsäger sig detta och förklarar hur driftnettot, som påverkas av återkommande intäkter och kostnader, är i stor uträckning påverkad av värderingar och liknande. Alltså kopplas affärsmodeller till capex (capital expenses) som sedan möjliggör för skalfördelningar i olika typer av insikter och åtgärder som kan arbeta med data. Chef för Proptech (2023) påpekar även hur en affärsmodell för tekniken förmodligen hindrar fastighetsägare att utföra implementering för det påverkar driftnettot för mycket. Däremot är återkommande intäkter är viktigt vid värdering av de nystartade bolag vilket blir kontraproduktivt. Driftchef på Higab (2023) menar på att en affärsmodell i dagsläget inte är färdig och betonar att AI-leverantörer bör anpassa denna efter fastighetsbranschen. Fortsättningsvis nämner han att en hållbar affärsmodell över tid är en högre initial engångssumma. *”Vi betalar mycket för det vi gör just nu men vi förstår ju att det utvecklingskostnader, självklart, och det får man väl betala nu. Men sen när det väl är utvecklat och klart får det vara en helt annan prismodell”* fortsätter han.

Forskare på Fraunhofer Chalmers (2023) säger att det är ett faktum att fastighetsägare inte går med den typen av affärsmodell. Fortsättningsvis förklarar han hur uppföljningen, som beskrivs i *4.3. Antaganden*

och Uppföljningar, är direkt kopplat till affärsmodellen. Om en byggnad är i sämre skick kan tekniken resultera i stora förbättringar till skillnad från en byggnad som redan är optimerad. Vidare säger han att det enda sättet att faktiskt ta reda på hur mycket en fastighet kan tjäna på AI-teknik är att utföra en implementering.

Huvudinsikter gällande **Investering och affärsmodell**

- En utmaning med att upprätta affärsmodell är osäkerhet vid besparingar för energiprestandan
- Svårt att uppskatta enskilda nyttan för AI kontra energieffektiviseringsåtgärder
- Arbetet bör gå upp i organisationsnivå
- Återkommande kostnader är ett hinder

4.3. Antaganden och uppföljningar

I studiens enkätundersökning berörande antaganden och uppföljningar har en klar majoritet om 83,3% svarat att uppföljning har utförts, se figur 7. De som svarat *Ja* på berörd fråga är även överens om att uppföljningen skett löpande från start. Däremot menar en svarande på att uppföljning pågår efter avslutad värmesäsong och att enskilda månader inte är representativa.



Figur 6. Illustration från studiens enkätundersökning

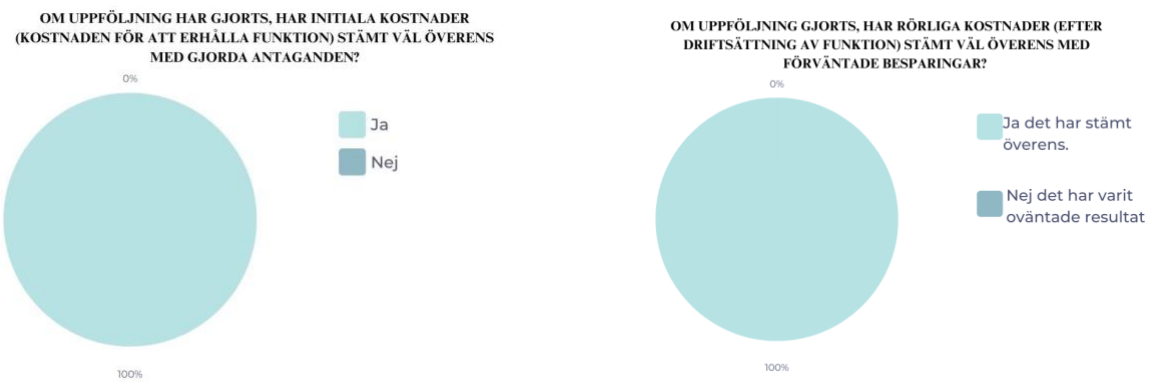
Vidare beskriver Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) (Myrspoven, 2023) att teknik i relation till lokaliteter är en viktig aspekt. Detta nämner även VD på Sally-R (2023). Kommersiella fastigheter, så som kontor och handel, innebär större luftvolym som passar bra i kombination med den här typen av teknik. Fastighets- och Hållbarhetschef på Vacse (2023) stöder detta när hon säger att det är tacksamt med öppna planlösningar. Vidare säger Teknisk Förvaltare på Vacse (2023) att en öppen planlösning med sensorer placerade utspritt i lokalen leder till ett jämnare klimat över stor yta. Skillnader i hur lokaler är utformade kan alltså vara en aspekt som utmanar uppföljning.

Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) fortsätter med att beskriva hur de lär sig att utvärdera och följa upp successivt på organisationsnivå. Däremot är utmaningen att en utvärdering sker mot något som inte har hänt, alltså hur har driften skett i en byggnad med AI jämfört med samma byggnad som använder sig av traditionella verktyg och övriga åtgärder. Det är svårt att fastställa vad utfallet hade varit i det sist nämna fallet. Detta är något som även Forskare på Fraunhofer Chalmers (2023) menar på. Den data som man önskar utvärdera avser scenariot där AI inte har implementerats, vilket är omöjligt eftersom detta scenario inte har inträffat för den specifika fastigheten. Han framhäver ytterligare en svårighet när det gäller utvärdering av denna typ av teknik. I fallet med *Chalmers Fraunhofer* är det leverantören som genomför utvärderingen, vilket inte är optimalt. Emellertid beskriver han hur man minskar denna problematik genom att fastighetsägaren genomför egen utvärdering och därefter jämför resultaten med uppföljningsåtgärderna.

” Vi vet alltså om man applicerar en förändring på ett nuvarande styrsystem så kan man tracka hur stora de förändringarna har varit och då kan man göra utvärderingar på vilken effekt som har krävt förändringar på eller i förbrukningen. Problemet med den jämförelsen är att det är sådana som jag som gör uppföljningen, det vill säga samma person som säljer produkten som utvärderar produkten. ”

Forskare, Chalmers Fraunhofer

Vidare säger Affärsutvecklare på Myrspoven (2023) att Covid-19-pandemin har utmanat uppföljningar till följd av att kommersiella fasligheter, till exempel kontorsbyggnader, inte brukades. Därmed är de senaste årens mätvärden inte rättvisa att användas i utvärderingar och jämförelser med. Det är alltså inte ovanligt att data från år 2019 används i utvärderingar vilket kan vara missvisande om andra energiprojekt och åtgärder utförts. Forskare på Fraunhofer Chalmers stöder påståendet om svårigheter att jämföra samma byggnad med och utan AI samt ta hänsyn till övriga åtgärder. Detta nämns även i *4.3. Investeringar och Affärsmodeller*. Samt att brukningen av fastigheter ser annorlunda ut idag än vad det gjorde innan pandemin vilket även kan vara en anledning till att företag har svårt att få fram kvantitativa data. Detta är något som arbetas med och modeller börjar framställas (VD, Sally-R, 2023).



Figur 7. Illustration från studiens enkätundersökning.

Huvudinsikter gällande **Antaganden och Uppföljningar**

- Rumsutformning utmanar uppföljning.
- Problematik att utvärdera utfall från samma fastighet med och utan AI.
- Covid-19-pandemin har resulterat i utmaning med uppföljningar
- De som gjort uppföljningar har fått ett väntat utfall, eller en större energibesparing

4.4 Taxonomi

Ytterligare en faktor som studiens intervjuobjekt poängterat är betydelsen av taxonomin inför beslut om implementering. Sverigechef på Balder (2023) beskriver hur både stora och små företag kommer att påverkas av det nya regelverket berörande taxonomin och hållbara investeringar. ” *Det är ju en del av själva lösningen, att man blir tvingad till att göra saker. Branschen börjar fatta att det är viktigt att ställa om och tänka på klimatet för jordens överlevnad ”* fortsätter han och menar på att regelverket och direktiven från regeringen tvingar fastighetsägare att göra åtgärder man annars inte hade övervägt. Detta är något som även Teknisk Chef på Corem (2023) intygar och menar på att det är så man når förändring. Vidare beskriver han att taxonomi kommer vara en del av lösningen framåt.

På frågan om vad som är lösningen på branschens höga energiförbrukning så är ju det helt klart kompetens och en vilja till att spara energi och tyvärr så tror jag ju att det är väldigt många fastighetsägare som tar den enklaste vägen helt enkelt och låter sina kunder betala och så behöver man

inte bry sig. Så där hoppas vi ju på att myndighetskrav och taxonomi kommer vara tillräckligt med incitament för att komma åt det.

Teknisk Chef, Corem

Det som likt många andra aktörer vill komma åt är alltså förändring gällande energiförbrukning. Detta är även något som Fastighets- och Hållbarhetschef på Vacse (2023) intygar när hon får frågan gällande en hållbar affärsmodell över tid. Hon menar på att det spelar roll vad för typ av riktning bolaget vill och försätter förklarar att vid implementering av AI-tjänsten såg på affärsmodellen ur olika vinklar. Där ena delen var i vilken takt investeringen finansiellt gick att räkna av, samt hur den på sikt kommer påverka fastighetens CO2 utsläpp. ” *Det handlar inte bara om i vilken takt man kan räkna av det, utan även om fastighetens klimatpåverkan.”*. Vidare förklarar hon att detta är en styrka hos AI-leverantörerna, att lyfta lösningens påverkan på fastighetens miljömål. Chef för Proptech på Sensitive (2023) instämmer gällande att taxonomin är en betydande faktor att fastighetsägare bör agera.

” Sen är det också så att de flesta fastigheter i Sverige är inte uppkopplade. Och när man tittar på EUS regleringar till exempel som kommer att påbörjas nu 2027, enligt EU taxonomin då så kommer man alltså behöva flytta fastigheter som har sämst energiklass till en klass upp, och det kommer hålla på från 2027 till 2023. Så om fastighetsägare liksom inser att nu måste vi göra någonting, då får man ju fundera på hur många byggnader har vi och hur många månader har vi att jobba på?

Chef för Proptech, Sensative

Fortsättningsvis menar han att anledningen för att många fastigheter inte är uppkopplade är för att fastighetsägare inte behövt investera i den typen av teknik. I samband med att taxonomin införs kommer fastighetsägare behöva se till hur många fastigheter i veckan man nu kommer behöva optimera och göra en analys över. Där menar han att det kommer bli en utmaning ” *Skalning av AI är ju en kritisk faktor för även om verktygen finns men inte datan finns, då kommer det inte funka. ”*

Huvudinsikter gällande **Taxonomi**

- Nya myndighetskrav får aktörer att agera
- Taxonomin kommer vara en del av en framtida lösning
- Fokus bör riktas på en vilja att minska sin initiala klimatpåverkan
- Lättillgängliga energidata kommer vara av hög vikt för framtida miljöarbete

5. Diskussion

Examensarbetets ämnar belysa och undersöka arbetssättet om implementering samt uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering. I diskussionsavsnittet lyfts iakttagelser gjorda ur semistrukturerade intervjuer tillsammans med kvantitativa data insamlad från enkäter, som i sin tur stöds av litteraturen.

5.1. Branschmognad

Resultatet besvarar vilka faktorer fastighetsägare bör beakta inför implementering av AI i fjärrvärmesystem i kommersiella fastigheter samt vilka utmaningar det finns vid uppföljning. Från studiens resultat kan en tolkning göras att det råder en låg mognad i branschen. Detta diskuteras nedan utifrån faktorerna; *Förståelse och kunskap på organisationsnivå*, *Standardisering* samt *Uppföljningar.*

Förståelse och kunskap på organisationsnivå

Samtliga intervjuobjekt nämner hur brist på kunskap om implementering och affärsmodeller rörande AI-styrd fjärrvärmereglering är en försvårande faktor och något man bör beakta innan genomförd implementering. Litteraturen menar på att trots innovationens betydelse för samhällsutvecklingen, finns det fortfarande för lite kunskap, och inte minst när det gäller hur organisationer förändras i branscher med låg digitaliseringsgrad (Kytomäki, 2020). En tolkning utifrån detta är att fastighetsägare borde arbeta mer med att öka förståelsen för AI när det gäller dels tekniken, dels hur ett arbetssätt på organisationsnivå ska se ut. Det läget som råder i dag vad gäller nivån på kunskap är alltså en faktor till branschmognaden. Detta säger även Driftchef på Higab (2023) som en utmaning med AI när han förklarar att det inte genomfördes några omfattande underlag inför beslut om implementering till följd av bristande förståelse för tekniken.

Vidare har majoriteten av intervjuobjekt nämnt att det finns behov att ta arbetet med implementering av AI-teknik upp till organisationsnivå, i stället för att arbeta med enskilda projekt och fastigheter. För att AI-tekniken ska integreras som ett naturligt verktyg och en integrerad del av större system är det avgörande att kunskapen höjs på organisationsnivå och att tekniken interageras som en naturlig komponent i arbetsprocesserna. Både forskning och resultat i den här studien visar på att det stämmer, att interorganisatoriska strukturer förändras till följd av innovation och angreppssätt (Kytomäki, 2020).

VD på Sally-R (2023), Investeringsansvarig på Newsec (2023), Affärsområdeschef på Newsec (2023) och Teknisk chef på Corem beskriver att ett bolagsperspektiv är väsentligt för att förbättra arbetet vid implementering av ny teknik. Ytterligare en tolkning är därav att det finns ett behov av att skapa ett arbetssätt på organisationsnivå gällande implementering av ny teknik. Risken med att fortsätta arbeta med specifika fastigheter på ett projektbaserat tillvägagångsätt, är att det blir oregelbundet och ostadigt vilket utgör ett hinder för utveckling. Om ett bolagsperspektiv finns inför implementering av AI kan

alltså mognad i branschen öka. Enligt Kytomäki, innebär innovation inom bygg- och fastighetsbranschen för närvarande en socioteknisk förändringsprocess. Detta indikerar på att det föreligger en ömsesidig påverkan mellan individer som utgör en organisation och den teknologi som dessa individer interagerar med för att uppnå organisationens mål. Dessutom framhålls vikten av att förvärva en djupare förståelse för den ömsesidiga påverkan, för att kunna utveckla effektiva organisationer. Detta ger ytterligare resonemang om huruvida branschen är i behov av balans mellan olika aktörer där med tid och erfarenhet krävs. Här görs även en iakttagelse i att intervjuobjektens olika uppfattningar om utmaningar och möjligheter är oberoende av om det är köpare eller säljare på marknaden. Det är inte så att fastighetsägare säger en sak och AI-leverantörer en annan, det är snarare så att uppfattning av erfarenhet kategoriserar vilken aktör som tycker vad.

Vidare visar resultatet en antydan på att kunskap hos AI-leverantörer är minst lika relevant. Ovan resoneras betydelsen av kunskap hos fastighetsägare, men som nämnt i resultatet har AI-leverantörer en viss inställning till fastighetsägare att de bör ändra inställning till återkommande kostnader och driftnetto (Affärsutvecklare, Myrspoven, 2023). Oavsett om mognad i branschen innebär att både köpare och säljare behöver anpassa sig för att en balans ska uppnås, kan det anses vara optimistiskt att tro att fastighetsägare ska kompromissa på driftnetto.

Standardisering och kartläggning av behov

Utifrån studiens resultat är behovet av standardisering gällande fastigheters befintliga styrsystem, en förutsättning för implementering av AI-styrd fjärrvärmereglering. Att det krävs en viss nivå av standardisering i form av uppkoppling och fjärrstyrning finns det en enighet om. Däremot skiljer sig svaren betydande om huruvida detta är en utmaning eller inte och hur det ska arbetas med.

Både Forskare och Chef för Proptech som deltagit i studien utrycker liknande uppfattningar gäller förutsättningar. De anser att standardisering före implementering är en utav de största utmaningarna. IT-arkitekt på Stena Fastigheter stöder detta och förklarar hur de innan implementering hade fiberanslutning och standardiserad automation, vilken kan ses som en faktor till att investeringen varit lyckad. Affärsutvecklare på Myrspoven, Teknisk förvaltare och Hållbarhetschef på Vacse motsäger sig detta och menar på att det är en missuppfattning att det skulle krävas omfattade åtgärder innan implementering. De menar att processen är relativt lätt samt att det kan vara smart investerar rätt så tidigt som möjligt. Detta liknar vad Andreas Baum betonar i sin rapport *"Proptech 3.0 - Hur teknikförändringar förändrar fastighetsbranschen"* att fastighetsägare bör investera i rätt teknik och samarbeta med erfarna teknikleverantörer för att skapa standardiserade tekniska lösningar som är lättare att integrera (2017). Motsägelsen i resultatet kan bero fastigheters olika förutsättningar. Anledningen till att vissa intervjuobjekt uttrycker sig positivt till standardisering, medan andra är mindre positiva,

kan tolkas som en effekt av fastigheters olika fysiska förutsättningar. Studien lyfter att en betydande faktor när det kommer till standardisering, är fastigheters fysiska förutsättningar. Egenskaper som isolering, fönster och planlösning är avgörande för hur effektivt implementeringen är. Det kan även vara så att tekniken är så pass ny, så att det behöver passera mer tid innan slutsatser om standardisering och övriga åtgärder kan uppnås.

Artikeln *A Review on Optimal Energy Management in Commercial Buildings* (Hossain, o.a., 2023) lyfter detta och betonar betydelsen av den variation av åtgärder fastighetsägare och övriga brukare kan överta för att optimera sin energiförbrukning. Kartläggningen av fastighetens behov är av betydelse för ett godtyckligt förarbete innan implementering av nytt styrsystem. Driftchef på Higab överensstämmer med detta och betonar vikten av att förbereda en byggnads förutsättning innan implementering. Vidare beskriver Hossain, o.a., betydelsen av kartläggning av behov och definiera lösningar på grund av en innovationsfattig bransch vilket överensstämmer med resultatet. En tolkning utifrån detta är alltså att, med ny teknik som möter en bristfällig industri vad det gäller digitalisering och innovation, är att det finns behov av mer tid, arbete och erfarenhet vad det gäller standardisering av fastigheter.

Uppföljningar

Ytterligare en tolkning som kan göras utifrån resultatet är att det finns en problematik gällande uppföljning efter implementering av AI-styrd fjärrvärmestyrning. Flertal intervjuobjekt nämner problematiken med uppföljningar och att detta i sin tur får effekter på huruvida man kommer att skala upp lösningen på hela beståndet och samt framtagning av affärsmodeller.

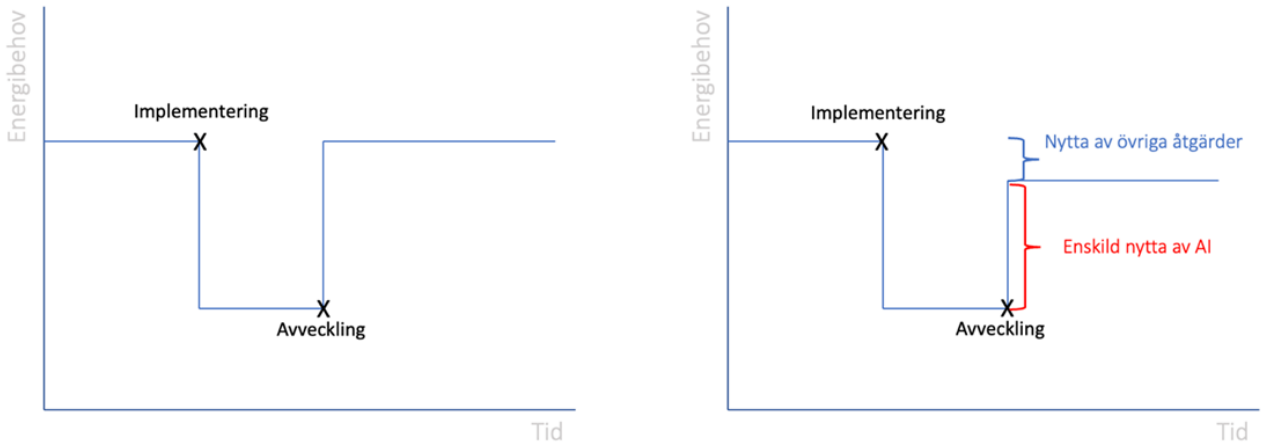
Tekniskförvaltare och Fastighets- och Hållbarhetschef på Vacse nämner relationer mellan AI och rumsutformning som en utmaning. Även Forskare på Chalmers Fraunhofer överensstämmer med detta och fortsätter förklara hur en utmaning med uppföljningar är att utvärdera mot samma fastighet utan AI-teknik. Även Affärsutvecklare på Myrspoven nämner detta och säger att användning av tidigare årsvärden inte heller är optimalt till följd av covid-19 pandemin. Därav används data från år 2019 men där finns ytterligare en svårighet eftersom kartläggning och utvärdering av övriga åtgärder och energiprojekt är viktiga att väga in. Den största fördelen med artificiell intelligens blir på så sätt samtidigt en nackdel när det kommer till uppföljningar, algoritmen lär sig utifrån tidigare data och blir smartare ju längre tid den får vara i en fastighet. En tolkning blir därav att detta problem med brist på data kommer försvinna ju mognare branschen blir för tekniken.

Fortsättningsvis belyser Forskare på Chalmers Fraunhofer problematiken om att det är parten som säljer produkten, alltså algoritmen, som utför uppföljning. Återigen görs en tolkning utifrån detta att bristande uppföljningar och därmed brist på trovärdiga data är en orsak till en trög process vad det gäller att skala upp i hela bestånd. Affärsområdeschef på Stronghold styrker detta och förklarar att fastighetsägare ofta

har dålig koll på vad det faktiskt kostar och betonar bristen på uppföljningar. Baum (2017) skriver att användning av Proptech ökat snabbt de senaste åren och att många fastighetsbolag har börjat interagera teknologi i sin verksamhet samt att en utmaning som måste övervinnas för att Proptech ska kunna utnyttjas fullt ut, är bristande standarder och kompabilitet mellan olika tekniska lösningar.

Standardisering och övriga åtgärder för att möjliggöra implementering av AI bidrar till värdeökning och minskad energiförbrukning. AI-teknik skapar en viss procent av värdeökning och minskad energiförbrukning. Däremot kan detta innebära en viss värdeökning och minskad energiförbrukning till följd av övriga åtgärder eller standardisering för att möjliggöra implementering av AI-teknik. Det blir en fråga om hur mycket av värdeökningen borde gå till AI-leverantören. Det är den enskilda nyttan av AI-tekniken som är svår att fastställa i dagsläget (se figur 2 för visualisering av två möjliga scenarion) då åtgärder för att anpassa till AI-teknik faller idag under som nytta till följd av enbart implementering av tekniken. Denna tolkning leder även till betydelsen av att möjliggöra för bättre uppföljningar för att förbättra arbetet med affärsmodell vilket i sin tur är väsentligt för branschmognad.

I figur 8 visas två möjliga scenarion för energiförbrukning i förhållande till implementering av AI-teknik. Ena utfallet visar hur energiförbrukning återgår till ursprungsnivåer vid avveckling och andra utfallet visar hur andra åtgärder resulterar i en lägre energiförbrukning trots avveckling.



Figur 8. Två möjliga scenarion tolkas vid implementering och eventuell avveckling av AI

Ytterligare en faktor som tyder på bristande uppföljningar är svårigheterna med att framställa data. Under studiens gång har frågeställning modifierats som följd av svårigheter att få tillgång till data av utfall. Det kan bero på vad som nämns ovan, att uppföljningar i dagsläget inte är tillräckliga och därmed svårtillgängliga data eller att piloter är pågående. Även detta är förmodligen även en väsentlig orsak till att marknaden inte har mognat än. Intressant är att enkätundersökningen visar på att majoriteten utför

uppföljningar men att det samtidigt är svårt att få tillgång till vad det visat på. Om det hade varit möjligt att få tillgång till tydliga uppföljningar och data på utfall hade det varit betydligt lättare att föra resonemang om övriga åtgärders inverkan, betydelsen av standardisering, kostnad och affärsmodell samt orsaker till mognad i marknad.

Framtidens fastighetsbransch

Slutligen så ställer sig studiens resultat emot vad litteraturen yrkar, att fastighetsbranschen inte är förändringsbenägen (Baum, 2017). Intervjurespondenterna menar alla på att förändring måste ske, de har tidigt insett vikten av att agera, där vissa är mer angelägna än andra (Kytomäki, 2020). Majoriteten av studiens intervjupersoner är överens om att förändringen drivs dels av omvärldsfaktorer som påverkar kostnader på exempelvis el, dels kravställning från myndigheter samt viljan av att minska branschens initiala miljöpåverkan. En tolkning ur studiens resultat är att myndighetskrav och framtida regelverk påverkar fastighetsägare att agera och investera i ny teknik. Den här typen av kravställningar ställs just nu på flera branscher, exempelvis bilindustrin som ska slussa ut bilar drivna av fossilt bränsle till 2035 (EU, 2023). Detta tvingar automobilbranschen till att agera och ta vid åtgärder som annars hade legat i framtiden. En tolkning är att detta just nu även händer i fastighetsbranschen. Fastighet och hållbarhetschef på Vacse lyfter att en styrka hos AI-leverantörerna är att förklara vilken miljöpåverkan som deras produkt har. Ytterligare en tolkning av resultatet är att säljargument som detta ökar betalningsviljan hos fastighetsägarna. Att man då i brist på andra åtgärder får en lösning som matchar kommande regelverk serverad för sig, och i samband med brist på kunskap väljer att investera.

En uppfattning är att AI har generellt bara snuddat vid dagens olika branscher och inte minst fastighetsbranschen. Att använda AI i fjärrvärmesystem i kommersiella fastigheter är en del av något större och potential för ett helt nytt och effektivt arbetssätt ser ljust ut. Undersökningen har avgränsat sig till AI i värmesystem i befintliga kommersiella fastigheter. Men resultatet har även visat att det finns annan nytta för algoritmer än endast i värmesystem. Tekniken går till exempel att applicera i ventilationssystem men den tillåter även styrbarhet i större skala, alltså att använda AI i fjärrvärmesystem är eller kommer bli en del av något större. Resultatet tyder på att AI-leverantörer kan i teorin vara med att avlasta fjärrvärmenät till följd av att de har en viss procent av en energikoncerns kapacitet uppkopplad. Det innebär att fastighetsägare kan vara med på energimarknaden. Diskussion om fastighetsägare kommer övergå till energibolag har uppkommit i undersökningen. Det är alltså så att fastighetsbolag har märkt tendenser till att generera mer intäkter på energiverksamhet snarare än hyreslokaler.

6. Slutsats

Baserat på examensarbetes resultat har slutsatser dragits med utgångspunkt från studiens frågeställningar. Det initiala syftet med studien var att besvara vad driftnettopåverkan blir med AI-styrd fjärrvärmereglering. Detta för att ett mönster av för hög prissättning av tjänsten hade indikerats av branschen. Eftersom det visade sig svårt att få tillgång till relevant data från aktörer inom fastighetsbranschen, formulerades två nya frågeställningar, där svaret på den första avsåg att ge insikt inför den andra frågeställningen.

Vilka faktorer bör fastighetsägare beakta inför implementering av AI-styrd värmereglering i fjärrvärmesystem i befintliga kommersiella fastigheter?

- **Brist på kunskap**

Studien indikerar att det finns ett behov inom fastighetsbranschen att öka förståelsen för artificiell intelligens (AI) i fjärrvärmereglering. Svar från intervjuer tyder på betydande skillnader i erfarenheter, uppfattningar och förståelse när det gäller AI-styrd värmereglering. Följaktligen bör fastighetsägare öka sin kunskap och förståelse för byggnaders förutsättningar, investeringar och affärsmodeller, arbetsmetoder, intern kommunikation, uppföljning av resultat samt tillgång till data innan de implementerar AI-lösningar.

- **Avsaknad av arbete på organisationsnivå**

Ytterligare faktor som fastighetsägare bör beakta inför implementeringen är att arbetet med AI ska kunna utvecklas organiskt. För närvarande bedrivs AI-projekt främst på enskilda fastigheter och är i stor utsträckning projektbaserade. En slutsats är därför att det krävs ökad intern kommunikation och att arbetet med implementering och affärsmodell för AI bör gå upp på organisationsnivå.

- **Byggnadens förutsättningar och standardisering**

Dessutom är det av betydelse att kartlägga en byggnads förutsättningar inför implementering av AI. Resultaten visar på att standardisering i form av uppkoppling och fjärrstyrning är en förutsättning inför implementering. Erfarenheterna av standardisering har i vissa fall varit mycket effektiva, men också kostsamma. En slutsats blir således att fastighetsägare bör överväga att standardisera beståndet inför implementering.

- **Brist på uppföljningar av utfall**

Studien påvisar även att det inte finns någon standard eller rutin för uppföljning och utvärdering efter implementering. Det kan finnas olika orsaker till detta, men en slutsats är att tekniken är relativt ny och

det krävs mer tid, erfarenhet och utveckling inom branschen för att kunna genomföra grundliga uppföljningar på ett tillfredsställande sätt.

- **Framtagning av affärsmodell**

Vidare kan en slutsats dras vid affärsmodellen som inte besvarar frågeställningen, men som är betydelsefull för fortsatt arbete av den här typen av teknik. Fastighetsägare delar åsikten om att det krävs att återkommande kostnader minskas för att kunna skala upp tekniken i större bestånd. Ytterligare ekonomiska incitament som fastighetsägare bör beakta inför implementering är kommande kravställningar för myndigheter, så som EU taxonomin, vilket på sikt bidrar till att nå fastighetsägares miljömål.

Vilka utmaningar finns vid uppföljning av implementering av AI-styrd värmereglering i fjärrvärmesystem i befintliga kommersiella fastigheter?

- **Tillgång till data av utfall**

Studiens resultat visar på att det är väsentligt med tillgång till data av utfall. Detta för att kunna använda sig av mer databaserade beslut inför implementering av AI vad gäller omfattning och affärsmodell, vilket är direkt kopplat till första frågeställningen. Som nämnt i studiens diskussion är det viktigt att kartlägga fysiska förutsättningar för fastigheten innan implementering, samt att standardisering är att föredra. Detta för att underlätta vid uppföljning av AI-styrd fjärrvärmereglering, då det är möjligt att definiera en enskild nytta av den införda algoritmen, detta illustreras av studiens författare i *figur 8.* Att det är brist på struktur och kunskap vad det gäller att arbeta med AI är ett hinder för uppföljningar. Det kan finnas olika orsaker till detta, men en slutsats är att tekniken är relativt ny och det krävs mer tid, erfarenhet och utveckling inom branschen för att kunna genomföra grundliga uppföljningar på ett tillfredsställande sätt.

Avslutningsvis är följden av ovan nämna faktorer att marknaden för AI i fjärrvärmereglering inte är mogen. Men med ett driv för att förändra fastighetsbranschen till en mer innovativ, modern och hållbar industri kan, både fastighetsägare och AI-leverantörer, genom att föra kommunikation och skapa sig en insikt i varandras verksamheter, skapa både ekonomiskt, ekologiskt och socialt värde för samhället i stort.

6.1. Vidare forskning

Till att börja med har studien visat på att marknaden för AI i fjärrvärmesystem i kommersiella fastigheter är ny och det råder skillnader i hur ett effektivt arbetssätt inför implementering,

uppföljningar och affärsmodell ser ut. Därav bör en liknande undersökning utföras om några år då branschen har haft mer tid och erfarenhet och kan jämföras med denna studie och se skillnader i mognad.

I vissa fall som studerats har fastighetsägare gjort stora investeringar och haft delägande i AI-leverantörer. Detta är viktigt att ta hänsyn till då det kan riskera att visa ett tenderat resultat. Om investeringar gjorts kan det vara mindre troligt att ett kritiskt angreppssätt på utfall och affärsmodell genomförs. Detta men även motsatsen har visat sig i undersökningen och därför kan en vidare studie relaterat till en potentiell tendens vara relevant.

Som nämnt i diskussionen finns det även mer att undersöka vad det gäller relationen mellan AI och fastighetsbranschen. AI i fjärrvärmesystem i kommersiella fastigheter är en avgränsning och det är mycket som tyder på att det är en del av något större. Dessutom är Sverige en utav de första länderna i EU att godkänna energidelning mellan fastigheter i större skala, där lagen trädde i kraft 1a januari 2022, och AI kommer vara en central del inom detta.

Litteraturförteckning

Akhlaghi, S., & Carlsson, S. (2016). *Mot fjärde generationens fjärrvärmenät - En fallstudie av möjliga lösningar i Malmö.* Hämtat från Lunds Tekniska Högskola

Baum, A. (2017). PropTech 3.0: *the future of real estate*. [Research, University of Oxford]. https://www.sbs.ox.ac.uk/sites/default/files/2018-07/PropTech3.0.pdf

Boverket. (2023, Januari 9). *Hållbart byggande och förvaltning*. Boverket.

https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-ochforvaltning/miljoindikatorer---aktuell

status/energianvandning

Bozorgi, A. (2015). *Integrating value and uncertainty in the energy retrofit analysis in real estate investment—next generation of energy efficiency assessment tools. Energy Efficiency*, *8*(5), 1015-1034.

Bryman, A., & Bell, E. (2013). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. Liber AB .

Så kan Sverige nå energieffektiviseringsmålet till 2030. (2022). www.energimyndigheten.se. https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/sa-kan-sverige-na-energieffektiviseringsmalet-till-2030/

EU. (2023). *Förbud mot försäljning av nya bensin och diselbilar.*

https://www.europarl.europa.eu/news/sv/headlines/economy/20221019STO44572/eu-s-forbud-mot-forsaljning-av-nya-bensin-och-dieselbilar

EU (2023). *Inverkan av den ryska invasionen av Ukraina på marknaderna: EU:s åtgärder*. https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/eu-response-ukraine-invasion/impact-of-russia-s-invasion-of-ukraine-on-the-markets-eu-response/

Forskning.se. (2020). *AI*. https://www.forskning.se/ai#

Hilebrand, E. (2017). *Kompletterande styrsystem för vattenburna värmesystem i flerbostadshus.* Lund: Lund Tekniska Högskola.

Hossain, J., F. A. Kadir, A., N. Hanafi, A., Shareef, H., Khatib, T., A. Baharin, K., & F. Sulaima, M. (2023). *A Review on Optimal Energy Management in Commercial Buildings.*

Kytömäki, O. (2020). *Digitalization and innovation in the real estate and facility management sectors-an ecosystem perspective* (Doctoral dissertation, KTH Royal Institute of Technology).

Lidström, A., & Lagerkvist, H. (2017). *Framtidens Fjärrvärme - Teknik ocg integrering* . Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.

Lundström, M. J. (2010). *Planering och hållbar bebyggelseutveckling i ett energi- och klimatperspektiv*

Mbiydzenyuy, G., Nowaczyk , S., Knutsson, H., Vanhoudt, D., Brage, J., & Calikus, E. (2021). *Opportunities for Machine Learning in District Heating.*

Mintah, K., Baako, K., & Wong, P. (2023). *Capitalisation rates for commercial real estate investments: evidence from Australia.*

Naturvårdsverket.(2023). *Klimatet och energins påverkan på miljön.* https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-energin/energins-paverkan-pa-miljon/.

Regeringen. (2023). *Globala målen och agenda 2030.* https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/.

Sjöstrand, J. (2015). *Fyra av nio planetära gränser överskrids.* https://www.su.se/forskning/fyra-av-nio-planet%C3%A4ra-gr%C3%A4nser-%C3%B6verskrids-1.218028.

Starr, C. W., Saginor, J., & Worzala, E. (2020). *The rise of PropTech: emerging industrial technologies and their impact on real estate.*

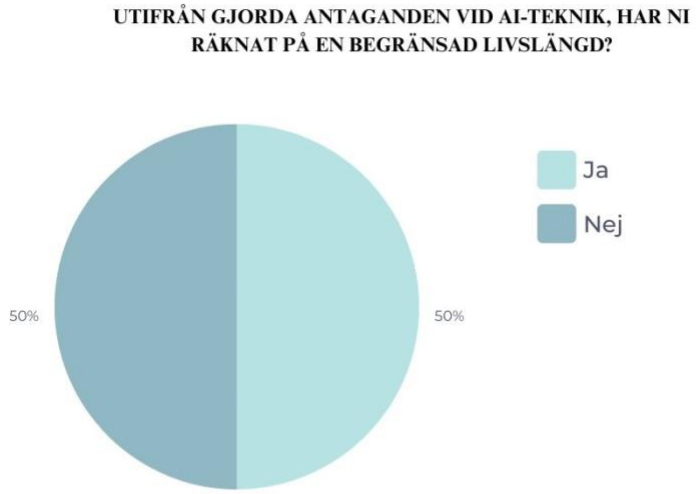
Tanveer Ahmad a b, D. Z. (2021). *Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status Quo, challenges and opportunities* :https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125834

Upphandlingsmyndigheten. (2021). *Ekonomisk hållbar upphandling*.https://www.upphandlingsmyndigheten.se/om-hallbar-upphandling/ekonomiskt-hallbar-upphandling/lcc-for-langsiktigt-hallbara-inkop/olika-typer-av-investeringskalkyler/#ekonomiska_parametrar_i_en_l_cc_berakning

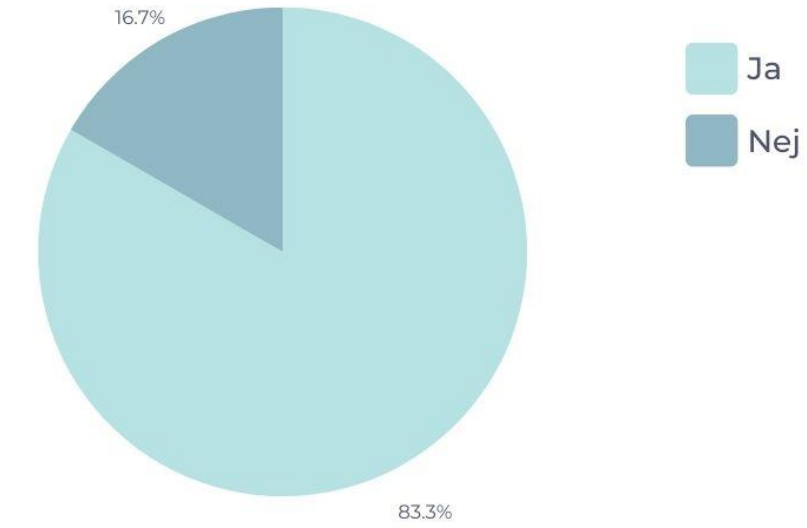
Wellholm, J. (2015). *Avvikelser mellan beräknad och faktisk energianvändning i byggnader: Fallstudie av en fastighet byggd 2012.*

Westerberg, E. (2017). *Sänkt energiförbrukning med byte av energisystem eller energieffektivisering : Ekonomisk analys av fjärrvärme, bergvärme och luft-vatten värmepump i äldre fastigheter kontra energieffektiviseringsåtgärder*. http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:miun:diva-31030

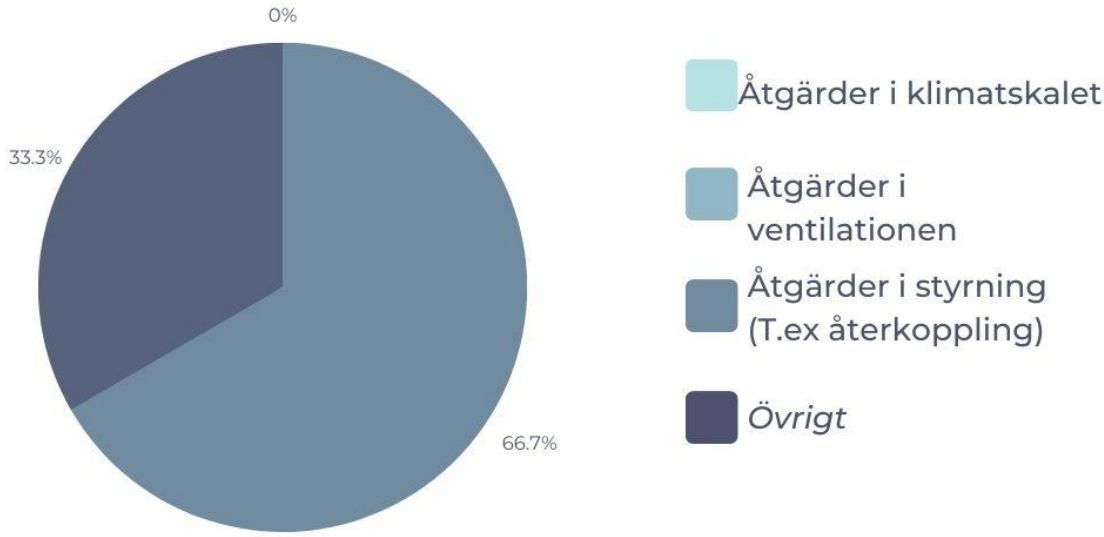
Bilaga 1 - Enkätundersökning



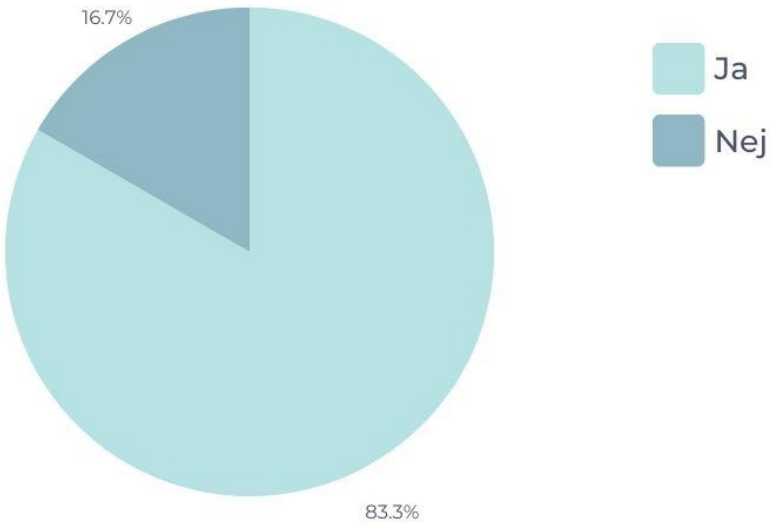
INNAN IMPLEMENTERING AV AI-STYRD REGLERING, GJORDES ANDRA ÅTGÄRDER FÖR ATT EFFEKTIVISERA ENERGIFÖRBRUKNINGEN I FASTIGHETEN?



OM JA PÅ FÖREGÅENDE FRÅGA, VILKEN TYP AV ÅTGÄRDER?



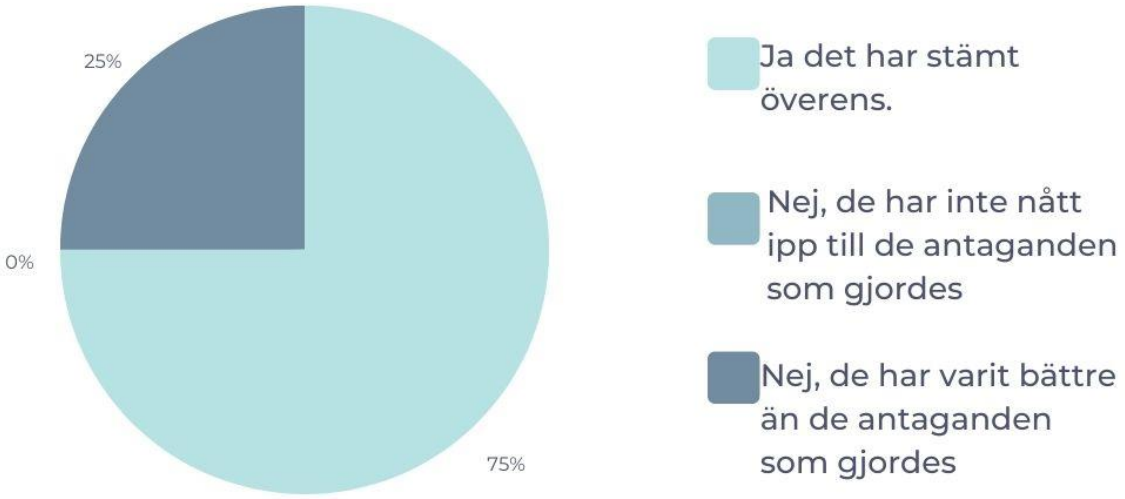
HAR UPPFÖLJNING GJORTS EFTER IMPLEMENTERING?



OM JA PÅ FÖREGÅENDE FRÅGA, NÄR HAR UPPFÖLJNINGEN GJORTS?

- Från start
- Uppföljning pågår och görs efter avslutad värmesäsong. Enskilda månader är inte representativa.
- Löpande uppföljning av energistatistik.
- Åtgärder i styrning (T.ex återkoppling)
- Löpande uppföljning av månadsförbrukning

OM JA PÅ FÖREGÅENDE FRÅGA, HUR HAR UTFALL STÄMT ÖVERENS MED ANTAGANDEN?



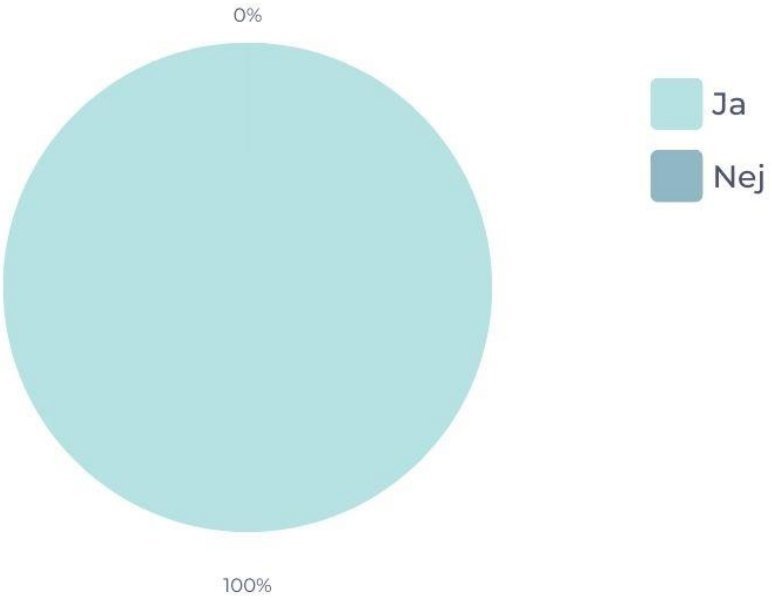
VILKA ANTAGEN HAR STÄMT VÄL MED UTFALL?

- Sänkningen avseende förbrukningen.
- Sänkningen av energianvändningen
- Energibesparingsantaganden
- Minst en energibesparing på 10%.

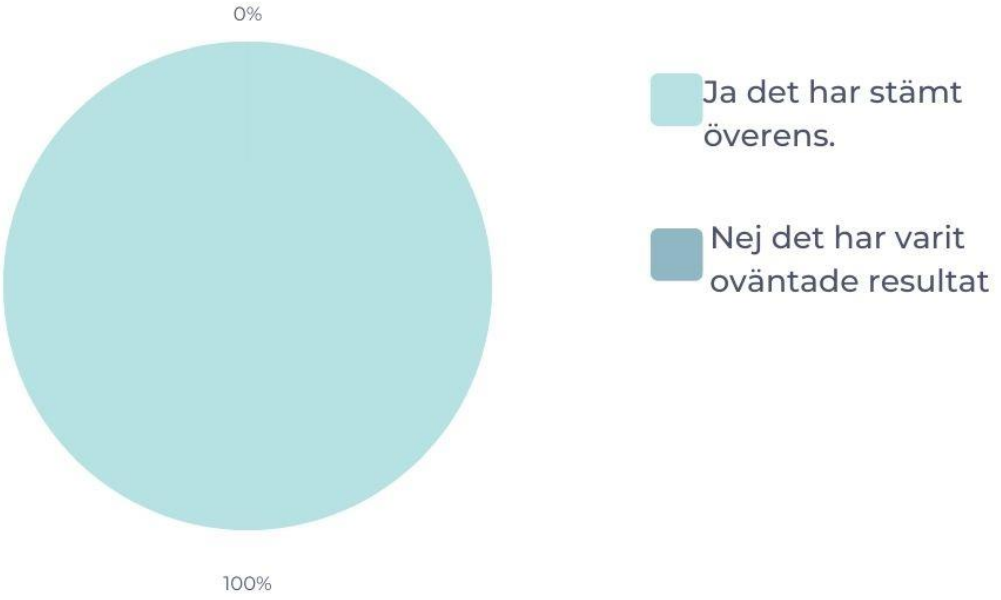
VILKA ANTAGEN HAR INTE STÄMT VÄL MED UTFALL?

- Visst bortfall i solceller då de inte alltid fungerar
- N/A

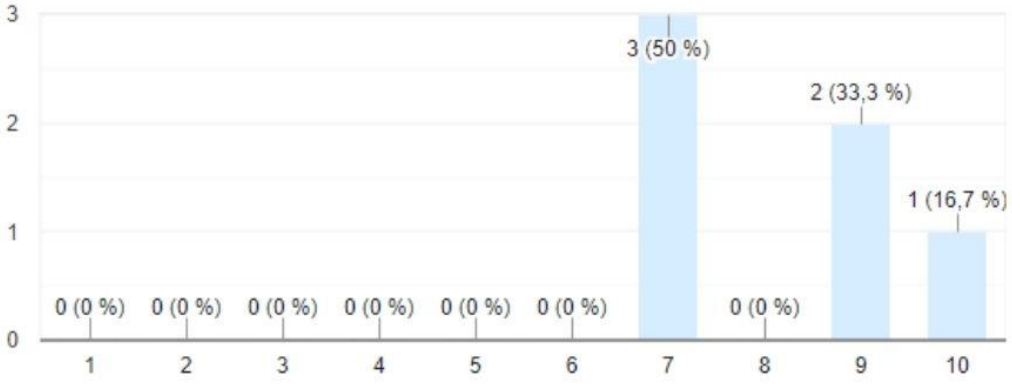
OM UPPFÖLJNING HAR GJORTS, HAR INITIALA KOSTNADER (KOSTNADEN FÖR ATT ERHÅLLA FUNKTION) STÄMT VÄL ÖVERENS MED GJORDA ANTAGANDEN?



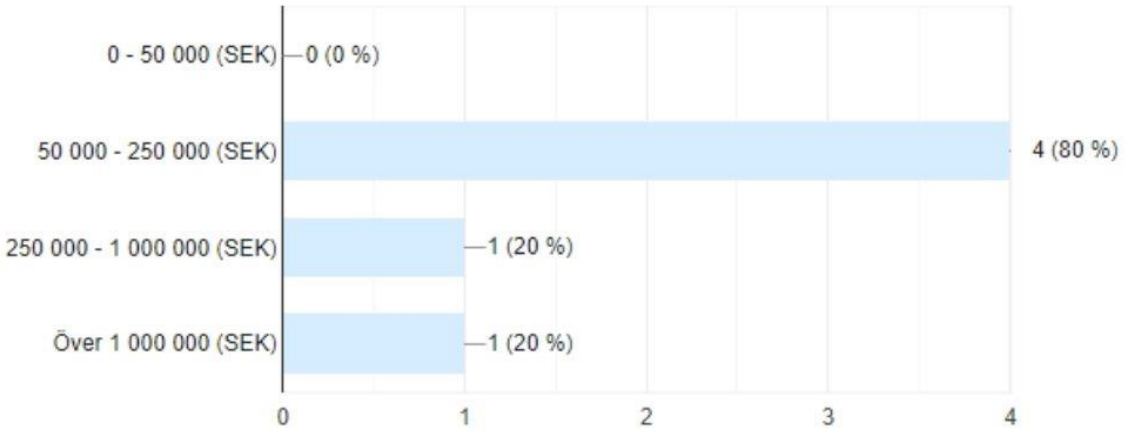
OM UPPFÖLJNING GJORTS, HAR RÖRLIGA KOSTNADER (EFTER DRIFTSÄTTNING AV FUNKTION) STÄMT VÄL ÖVERENS MED FÖRVÄNTADE BESPARINGAR?



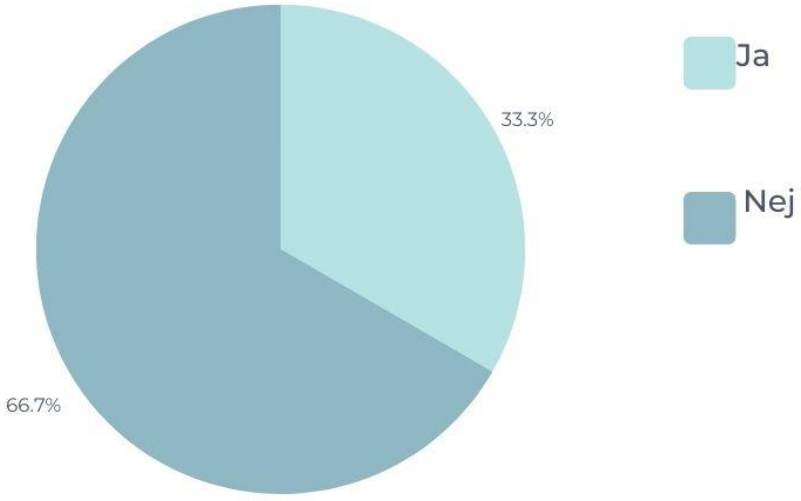
HUR VIKTIGT ÄR DET ATT UNDERLÄTTA IMPLEMENTERINGEN AV AI-TEKNIK FÖR ATT MINSKA DEN INITIALA KOSTNADEN?



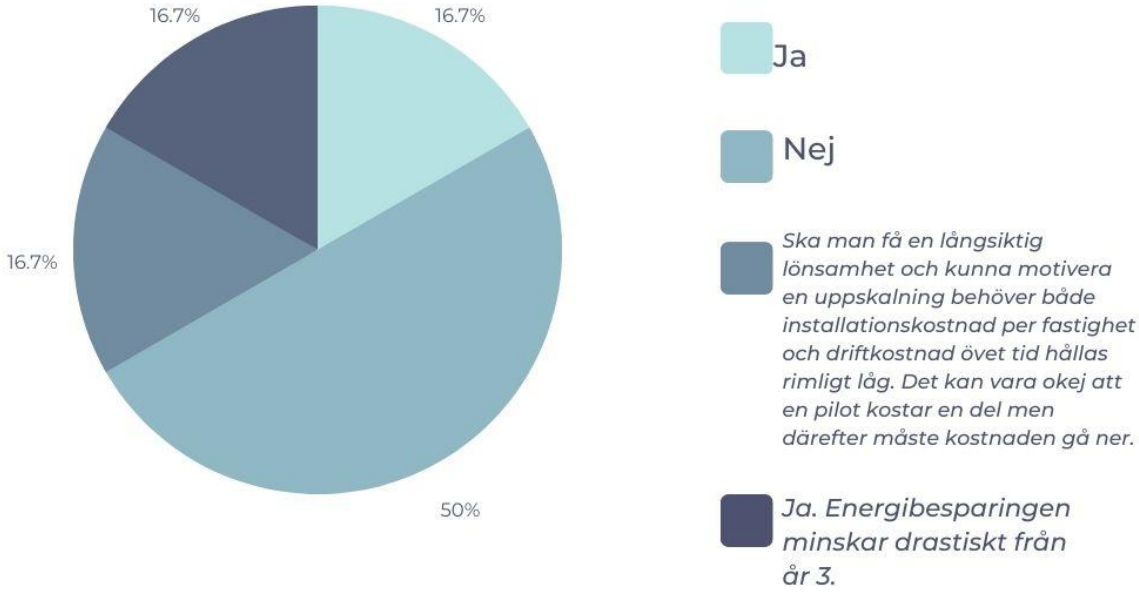
OM EN AI-IMPLEMENTERING PÅ EN PILOTFASTIGHETS HAR UTFÖRTS, VAD HAR DET INNEBURIT FÖR ER I TOTALKOSTNAD? (HÄR RÄKNAS EVENTUELLA INVESTERING I AI-FÖRETAG MED)



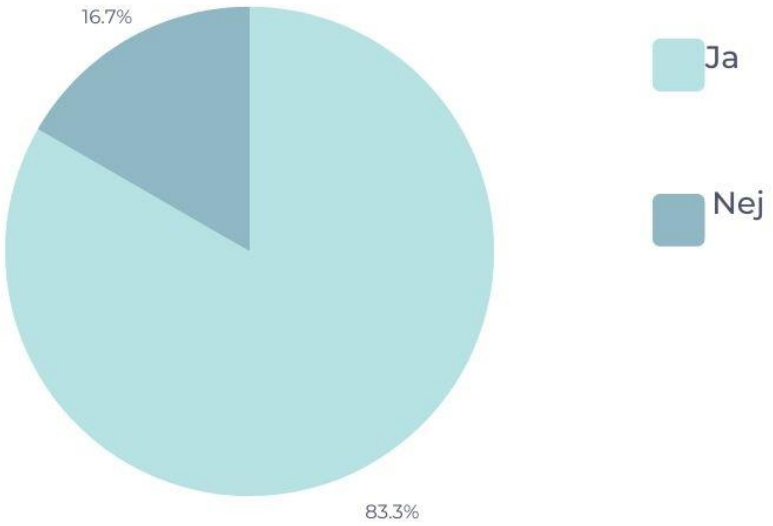
FINNS DET NÅGRA ÄGANDE KOPPLINGAR FÖR FASTIGHETSBOLAGET TILL NÅGON AI-LEVERANTÖR?



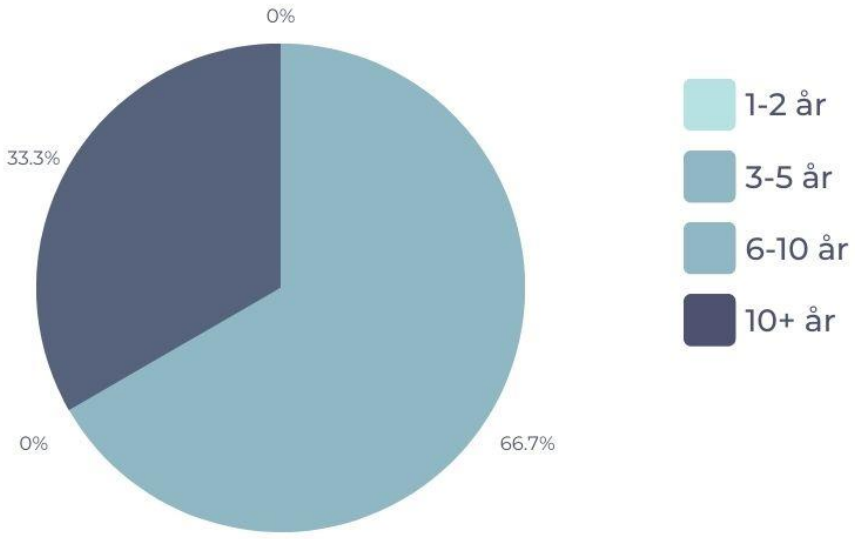
FINNS DET ETT BEHOV AV ATT MINSKA DE ÅTERKOMMANDE KOSTNADERNA FÖR ATT KUNNA SKALA UPP LÖSNINGEN PÅ YTTERLIGARE BESTÅND?



AVSER NI ATT GÅ VIDARE OCH SKALA UPP DEN HÄR TYPEN AV REGLERING?



OM JA PÅ FÖREGÅENDE FRÅGA, VILKEN LIVSLÄNGD HAR NI RÄKNAT PÅ?



INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se



CHALMERS