

Sammendrag

Denne oppgaven har arbeidet med utgangspunkt i hypotesen «Internet of Things kan bidra til å effektivisere FDVU av eksisterende næringsbygg og potensielt øke verdiskapingen for eiendomsselskaper». Formålet med oppgaven har vært å bidra til ny kunnskap innenfor fagområdet, samt skape en bedre forståelse for mulighetene IoT utgjør innen Facility Management. Oppgaven har hatt et avgrenset fokus på eksisterende bygninger og «harde» Facility Management tjenester.

Studiet er gjennomført med et induktivt og eksplorativt forskningsdesign ettersom temaet for oppgaven har vært lite utforsket tidligere. Innledningsvis ble det gjennomført en litteraturstudie som avdekket et stort fokus på energieffektivisering ved bruk av IoT innen forskning. Det ble deretter foretatt 5 dybdeintervjuer med en ekspertgruppe innenfor eiendoms teknologi, og 6 dybdeintervjuer gjennom en casestudie av eiendomsselskapet Norwegian Property ASA.

Resultatene av studiets datainnsamling avdekket 4 overordnede bruksområder, disse er; *automatisering av manuelle driftsoppgaver, energieffektivisering gjennom økt innsikt, prediktivt vedlikehold og smart feilsøking, og innsikt i inn klima*. De overnevnte bruksområdene ble deretter forsøkt sammenlignet med eksisterende FDVU-praksis hos Norwegian Property med formål å illustrere mulig alternative arbeidsprosesser støttet av IoT. Dette ble vurdert opp mot et rammeverk for digital modenhet som beskriver hva som kreves for en vellykket adaptasjon.

Gjennom forskningsprosessen ble det også avdekket tre barrierer for implementering av IoT innen FDVU av nærings eiendom. Disse er; verdibarrierer, kompetansebarrierer og holdningsbarrierer. Fellestrekket for alle barrierene er at kunnskap er helt nødvendig for at barrierene skal kunne adresseres. Ved å øke kunnskapsnivået i bransjen og i driftsorganisasjoner er det mulig å skape en større forståelse og nysgjerrighet knyttet til hvilke muligheter som ny teknologi representerer. Oppgaven konkluderer avslutningsvis med å bekrefte hypotesen og antyder at Internet of Things kan benyttes innenfor flere bruksområder knyttet til FDVU av eksisterende nærings eiendom. Det vektlegges samtidig avslutningsvis at funnene ikke utelukker andre bruksområder og det bør vurderes som indikasjoner på fremtidig potensial for videre forskning.

Abstract

This thesis has worked from the hypothesis «*Internet of things could contribute to more effective operations and maintenance of existing commercial real estate and potentially increase the value creation for real estate companies*». The purpose of the thesis has been to contribute to increasing knowledge within the field of FM and the O&M business related to implementing new technologies such as IoT. The study has been limited to focusing on hard FM services that covers the building's technical equipment and operations.

The project has been carried out with an inductive and explorative research design. This research design was chosen since the subject is relatively new and the existing research on this topic is fairly limited. Included in the research design has been a literature study that showed a strong focus on energy efficiency in different articles. In addition to the literature review it was completed 5 in depth interviews with a selected group of experts within the field of technology and FM. Followed by six in depth interviews included in the case study of the commercial real estate owner and operator Norwegian Property ASA.

The results from the thesis showed four possible areas of implementation for IoT within O&M. These were, *automation of manual O&M tasks, energy efficiency through data driven insights, predictive maintenance and smart fault detection and indoor climate*. These results were then compared with the existing O&M routines at NPRO to show alternative processes through the use of IoT technology. The results also include three main barriers for succeeding with a digital transformation of this kind. These are value barriers, competence barriers and attitude barriers. All barriers have in common that increased knowledge within an O&M organization could contribute to better understanding and lower levels of skepticism towards new technology and should be addressed in the future.

The thesis concludes by confirming the hypothesis and imply that Internet of Things as several ways of improving the existing O&M practice describes through the case study. Still, it is important to note that the findings prove as an indication and future research is suggested to further increase the knowledge of how IoT could be deployed to improve current O&M practices.

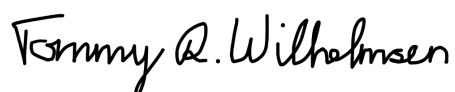
Forord

Denne masteroppgaven representerer avslutningen på den 2-årige mastergraden i Eiendomsutvikling og -forvaltning ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim våren 2021. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og har emnekode AAR 4992 Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning.

Masteroppgaven har gitt meg muligheten til å fordype meg i tre av mine største faglige interesser. Facility Management, FDVU av næringseiendom og teknologi. Kombinert utgjør de en flerfaglig og kompleks sammensetning som besitter mange muligheter. Disse mulighetene er forsøkt belyst gjennom denne oppgaven, og det er samtidig indentifisert noen utfordringer. Det er forsøkt tatt en pragmatisk tilnærming til oppgavens hypotese gjennom å benytte et reelt casestudium, og det er forfatterens håp at oppgaven bidrar til økt forståelse innenfor fagfeltet og bransjen generelt. Det har vært en utrolig krevende og lærerik prosess som jeg er takknemlig for å ha kunne gjennomføre.

Jeg ønsker å takke mine veiledere Svein Bjørberg og Carmel Lindquist for gode råd gjennom dette arbeidet. Jeg ønsker også å rette en stor takk til informantene i oppgaven, og spesielt Norwegian Property for deres interesse og bidrag til gjennomføring av oppgaven gjennom å stille med informanter og informasjon tilgjengelig. Videre vil jeg avslutningsvis takke gode venner for uvurderlige råd underveis, og min kollokviegruppe for både god motivasjon og faglige diskusjoner gjennom en periode preget av nedstengning og hjemmekontor.

Oslo, 1. Juni 2021



Tommy R. Wilhelmsen

Innholdsfortegnelse

Figurer	vi
Tabeller	vi
Forkortelser/symboler	vii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Formål og hypotese	4
1.3 Avgrensninger	4
2 Teori	6
2.1 Facility Management	6
2.1.1 Roller og ansvarsområder innen FM	8
2.1.2 Hard og Soft FM	11
2.1.3 Hard FM	11
2.1.4 Vedlikeholdsstrategier	13
2.2 Digitalisering innen FM	14
2.2.1 Digitalt veikart 2.0	14
2.2.2 Det digitale landskapet	14
2.2.3 Digitalt kunnskapsnivå innen FM	16
2.2.4 Digitale modenhetsnivåer	17
2.2.5 Digital bygningsdrift	19
2.3 Den fjerde industrielle revolusjon	20
2.3.1 Data er den nye oljen	21
2.4 Internet of Things: Historie og utvikling	22
2.5 Internet of Things: Systemarkitektur	23
2.5.1 Sensornivået	24
2.5.2 Transport og nettverksnivået	25
2.5.3 Prosesseringsnivået	26
2.5.4 Applikasjonsnivået	26
2.5.5 Forretningsnivået	27
2.5.6 Oppsummering IoT	27
3 Metode	28
3.1 Samfunnsvitenskapelig metode	28
3.2 Kvalitativ og kvantitativ metode	29

3.3	Forskningsdesign	30
3.3.1	Induktiv metode	30
3.3.2	Eksplorativ studie	31
3.4	Valg av metodisk tilnærming	31
3.4.1	Valg av kvalitativ metode	31
3.4.2	Litteraturstudie	33
3.5	Casestudiet	34
3.5.1	Presentasjon av case	35
3.5.2	Semi-strukturerte dybdeintervjuer	37
3.5.3	Forskningsetikk og juridiske forhold	40
3.6	Dataanalyse	41
3.6.1	Vurdering av datakvalitet	41
3.6.2	Reliabilitet	41
3.6.3	Validitet	42
4	Presentasjon av funn	44
4.1	Informanter fra ekspertgruppen og intervjufunn	44
4.1.1	Intervjutema 1: Bruksområder for IoT innen FDVU av næringseiendom	46
4.1.2	Intervjutema 2: Hvordan kan eiendomsselskaper benytte IoT?	55
4.1.3	Intervjutema 3: Barrierer for implementering av IoT	63
4.2	Funn fra casestudiet	66
4.2.1	Intervjutema 1: Eksisterende FM praksis	66
4.2.2	Intervjutema 2: Digital modenhet	73
5	Diskusjon	76
5.1	Bruksområder for IoT innen FDVU	76
5.2	Hvordan kan eiendomsselskaper benytte IoT til å forbedre sin FDVU praksis?	78
5.3	Barrierer for å lykkes med implementering	89
6	Konklusjon	94
7	Avsluttende refleksjoner	96
7.1	Forslag til videre studier	97
8	Referanseliste	98
	Vedlegg 1: Forespørsel om deltagelse i forskningsprosjektet	103
	Vedlegg 2: Intervjuguide ekspertgruppen	106
	Vedlegg 3: Intervjuguide casestudiet	107

Figurer

Figur 1: FMs påvirkning på energi og utslipp gjennom driftsfasen	2
Figur 2: Oversikt over områder innen FM.....	8
Figur 3: Illustrasjon av roller innen FM.	9
Figur 4: Illustrasjon av ulike organisasjonsnivåer innen FM.	10
Figur 5: Oversikt over nye teknologier innen FM.	15
Figur 6: Oversikt over FM aktørers kjennskap til nye teknologier.	17
Figur 7: Modell for digitale modenhetsnivåer.	18
Figur 8: Hovedbestanddeler i digital bygningsdrift.....	20
Figur 9: Systemarkitektur for et IoT system.....	24
Figur 10: Ulike nivåer som inngår i et IoT system.....	27
Figur 11:Forskningsdesignfor masterstudiet.	33
Figur 12: Snarøyveien 36 og Verkstedhallen.	35
Figur 13: Brukergrensesnitt for et tradisjonelt ventilasjonsanlegg.....	54
Figur 14: Utdrag fra IC-meter brukergrensesnitt hos NPRO.....	54
Figur 15: Avviksdeteksjon gjennom trendanalyse fra informant 3.	57
Figur 16: Sensorbasert søppeltømming basert på behov.	59
Figur 17: IoT sensorer for bevegelse som beskrevet ovenfor.....	60
Figur 18: Visualisering av trenddata fra et casestudie gjort av informant 3.....	61
Figur 19: Prosessillustrasjon eksisterende praksis for service ventilasjon.	69
Figur 20: Prosessillustrasjon for eksisterende praksis for avvikshåndtering.....	71
Figur 21: Prosess ved leietakerklage på inneklima.....	72
Figur 22: Oversikt digitale verktøy og prosesser i NPRO.....	75
Figur 23: Prosessillustrasjon for avvikshåndtering i NPRO.....	82
Figur 24: Prosess for fast ventilasjonsservice.....	82
Figur 25: Prosess for datadrevet prediktivt vedlikehold.....	83
Figur 26:Prosess ved leietakerklage på inneklima.....	87
Figur 27: IoT basert prosess for klage på inneklima.	88

Tabeller

Tabell 1: Oversiktstabell for ulike sensortyper.....	25
Tabell 2: Oversikt over søkeord	34
Tabell 3: Utvalg av informanter til ekspertgruppen.	39
Tabell 4: Utvalg av informanter fra casestudiet.	39
Tabell 5:Oversikt over funn; Bruksområder for IoT innen FDVU av næringseiendom.	55
Tabell 6: Eksempler på bruk av IoT fra ekspertgruppen.	62
Tabell 7: Oppsummering av intervjutema 3: Barrierer fra ekspertgruppen.	65
Tabell 8: Oppsummering intervjutema 1: Eksisterende FM praksis i NPRO.	73
Tabell 9: Oversikt over funn; Bruksområder for IoT innen FDVU av næringseiendom.	76
Tabell 10: Oversikt over bruksområder, eksempler og praksis fra resultatkapittelet.	79
Tabell 11: Barrierer for IoT.	89
Tabell 12: Forslag til videre studier.....	97

Forkortelser/symboler

NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
IoT	Internet of Things
FDVU	Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling
NPRO	Norwegian Property
FM	Facility Management
BNL	Byggenæringens Landsforening
RFID	Radio Frequency Identification

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

På globalt nivå er FNs bærekraftsmål mot 2030 blåkopien for hvordan verden skal oppnå en mer bærekraftig utvikling og øke levestandarden til flest mulig mennesker. Bærekraftsmålene består av 17 ulike mål for fremtidig utvikling, der Paris avtalen presiserer at målet er å holde global temperaturøkning til under 1,5 grad ut dette århundret (United Nations, 2015).

Bærekraftsmålene er et sentralt og overordnet tema som preger alle deler av samfunnet, og det handler om hvordan vi kan utnytte jordens ressurser på en mer effektiv måte. Bygg, anlegg og eiendomsnæringen (heretter omtalt som BAE-næringen) omtales gjerne som 40% næringen og står for omtrent 40% av verdens energiforbruk, 30% av råvareforbruket og 33% av utslippene av klimagasser (Huovila *et al.*, 2009).

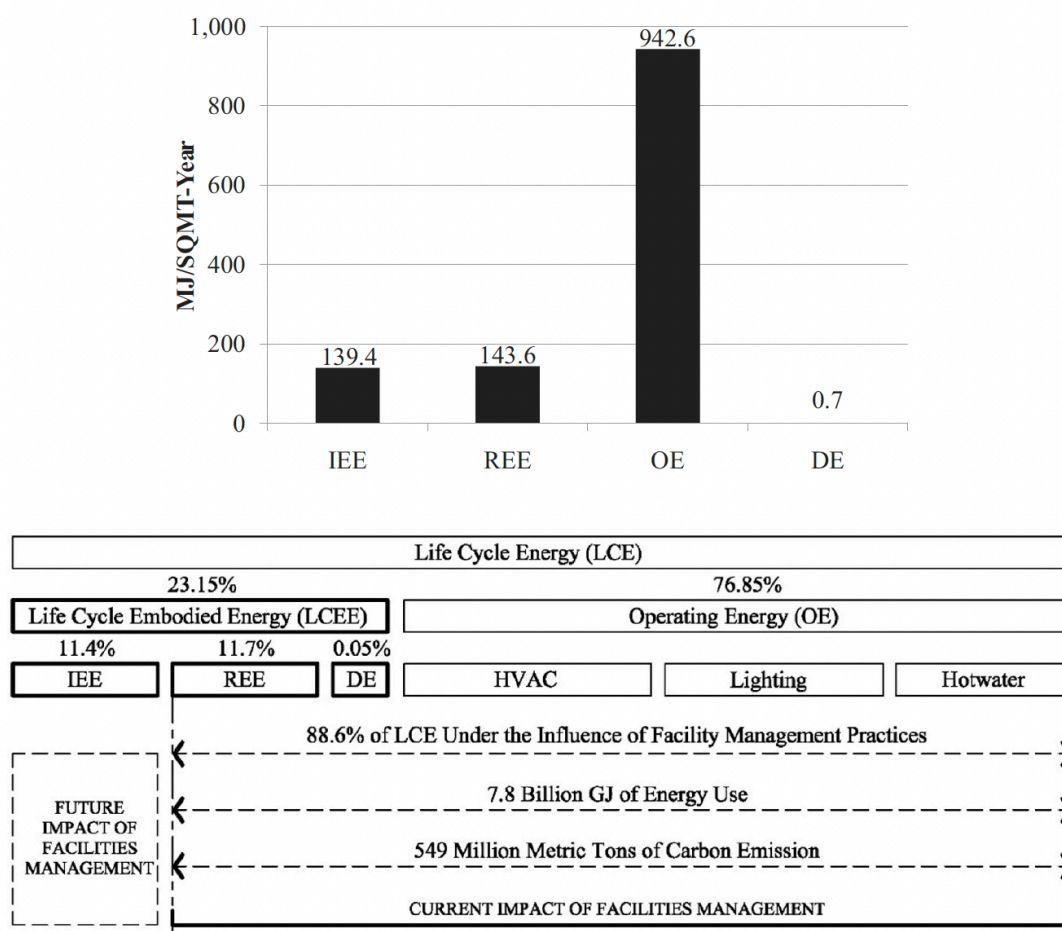
Punkt 128 i det opprinnelige bærekraftsdokumentet «The future we want» er rettet spesielt mot viktigheten av økt energieffektivitet i fremtidens industri. Her blir BAE-næringen implisert ettersom FN beskriver et behov for energieffektivisering innen byutvikling, bygninger og transport, samt produksjon av varer og tjenester (United Nations, 2012). Fokuset på eiendomssektoren har i senere år også fått fokus fra World Green Building Council, (2019) i form av en rapport som oppfordrer til handling rettet mot bærekraftstiltak.

For eiendomssektoren med fokus på næringseiendom handler denne trenden om å bruke minimalt med ressurser til å levere et best mulig utleieprodukt til brukerne av byggene. Dette krever mer kunnskap og tilpasningsdyktige systemer enn det som finnes i dag. Norsk Eiendom fastslår gjennom sin veiledning for digital eiendomsledelse at digitalisering vil kunne bidra til effektivisering gjennom redusert tidsbruk og kostnader samt minimere antall feil (Norsk Eiendom, 2017).

Eiendomssektoren vil fremover også påvirkes av EUs taksonomi. EUs taksonomi er et rammeverk rettet mot finansnæringen for å kvantifisere og dokumentere bærekraftsparametere. Dette vil påvirke alle gårdeiere gjennom at deres fremtidige lånebetingelser vil kunne påvirkes

positivt hvis de klarer å oppfylle kravene som stilles (Norsk Eiendom, 2020). Dette gjør det spesielt interessant å utforske potensialet IoT utgjør for overnevnte utfordringer.

Facility Management (heretter omtalt som FM) er den profesjonen innen næringseiendom som har størst påvirkning på overnevnt energi og ressursforbruk i løpet av en bygnings levetid. Det operative ressursforbruket står for 80-90% av energiforbruket til et byggverk sett i et livsløpsperspektiv. Ved å påvirke en så stor andel av det totale forbruket utgjør forbedringer innen dette feltet et stort potensial (Ramesh, Prakash and Shukla, 2010). Energiforbruket har også en direkte påvirkning på klimagassutslipp ettersom produksjon av energi skaper utslipp. Størrelsen på klimagassutslippene i forbindelse med produksjon avhenger av produksjonskilden i hvert enkelt land. FM har uansett stor påvirkning på både energiforbruk, annen ressursforbruk og CO2 avtrykket fra eiendommer og dette kan ses av figur 1 som viser energiforbruket i driftsfasen sammenlignet med andre faser av byggverket levetid (Dixit *et al.*, 2016).



Figur 1: FMs påvirkning på energi og utslipp gjennom driftsfasen (Dixit *et al.*, 2016).

Reduksjoner av ressursforbruk kan ifølge Norsk Eiendom komme som følge av økt grad av digitalisering. Norsk Eiendom peker på at bruksfasen av eiendommer og oppfølgingen av byggene gjennom denne fasen har stort potensial for automatisering og økt grad av digitalisering av flere oppgaver (Norsk Eiendom, 2017). Automatisering er aktuelt ettersom Norge er et høykostland. Byggenæringens Landsforening peker i denne sammenhengen på at bruk av digitale verktøy for å automatisere er en god måte å oppnå internasjonal konkurransekraft for bransjen (Byggenæringens Landsforening, 2020). Digitalisering trekkes også frem av NHO og ISS Facility Services i deres rapporter på fremtidige trender innen bransjen og som en av de globale megatrendene som vil prege næringslivet fremover (ISS World Services, 2011; Næringslivets Hovedorganisasjon, 2015). IoT er en sentral digital trend på tvers av bransjer og det er ønskelig å studere om IoT kan ha potensial for automatisering og bidra til økt konkurransekraft for bransjen.

Litteraturstudier peker samtidig på at det er begrenset med forskning på ny teknologi innen bruksfasen av eiendommer og at denne delen av byggverkets livssyklus burde tillegges mer fokus fremover (Wong, Ge & He, 2018). Denne oppgaven søker derfor å rette søkelyset mot en ny teknologi og mulig anvendelse innen bruksfasen av eksisterende næringsbygg der målet er å bidra til å nå bærekraftsmålene og øke konkurransekraften til norske eiendomsselskaper.

Målet med å studere Internet of Things (heretter omtalt som IoT) innenfor FM og den norske eiendomsbransjen er derfor å bidra til lavere klimagassutslipp og økt konkurransekraft for eiendomsselskaper. Teknologi har i følge Norsk Eiendom, (2017) et vesentlig potensial for effektivisering knyttet til tradisjonelle oppgaver innenfor bruksfasen til et næringsbygg. FM har stor påvirkning på både energiforbruk og kostnadsnivået for drift av næringsseiendom, så dette utgjør en naturlig driver for eiendomsselskaper til å utforske disse mulighetene. Ved å studere FM leveransen som en helhet kan alle overnevnte og globale trender adresseres gjennom oppgavens hypotese og forskningsspørsmål som presenteres videre.

1.2 Formål og hypotese

Gjennom dette studiet søkes det å utforske og forstå potensialet IoT utgjør for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (heretter omtalt som FDVU) av eksisterende næringsbygg i Norge. Dette innebærer kartlegging av fokusområder for IoT innen eiendomsforvaltning og identifisering av tekniske og organisatoriske muligheter for effektivisering. Bruk av teknologi til effektivisering vil som nevnt ovenfor kunne bidra til reduserte kostnader og økt kvalitet på driftsoppgaver (Norsk Eiendom, 2017). Studien er gjort ved å kartlegge strategiske bruksområder i samarbeid med en ekspertgruppe og et norsk eiendomsselskap for å utforske potensialet IoT utgjør for å klargjøre eksisterende næringsbygg for det 21. århundre.

Sett i lys av klimamålene som fremkommer av Paris avtalen har eiendomsbransjen et særegent ansvar for å bidra til mer effektiv ressursbruk ved å skape innovative løsninger gjennom bruk av ny teknologi. Den pågående pandemien har også økt endringstakten og forventningene som stilles til forvaltere av næringsbygg. For å utforske denne tematikken er det formulert følgende hypotese:

«Internet of Things kan bidra til å effektivisere FDVU av eksisterende næringsbygg og potensielt øke verdiskapingen for eiendomsselskaper»

For å belyse denne hypotesen er det videre utarbeidet følgende forskningsspørsmål som bryter ned det overordnede temaet i mer operative spørsmål:

1. Hvilke bruksområder finnes for IoT innen FDVU av næringseiendom?
2. Hvordan kan eiendomsselskaper benytte IoT til å forbedre sin FDVU praksis?
3. Hvilke barrierer finnes for implementering av IoT innen næringseiendom?

1.3 Avgrensninger

Studiet ble gjennomført med en svært åpen tilnærming til hypotesen. Bakgrunnen for denne fremgangsmåten var at temaet var lite utforsket og det var ikke ønskelig å utelukke gode bruksområder eller vinklinger. Avgrensningene som fantes fra begynnelsen, var knyttet til selve temaet og hypotesen. Det ble tidlig planlagt å fokusere på eksisterende bygninger og FDVU praksis sett fra perspektivet til et eiendomsselskap. Det har videre blitt fokusert på driftsfasen av livsløpet til et næringsbygg. Motivasjonen for dette fokuset er redegjort for i 1.1 Bakgrunn.

Videre avgrensninger i oppgaven ble innført basert på funnene fra litteraturstudiet og dybdeintervjuer med informantene. Det har vært en induktiv forskningsprosess, ledet av funnene som fremkom gjennom studiet. Dette endte med en avgrensning knyttet til «Hard FM» tjenester som vil gjennomgås mer detaljert i teorikapittelet. Det har grunnet oppgavens omfang ikke vært mulig å gå i detalj innenfor alle bruksområdene, og det har heller blitt prioritert å vurdere potensialet for IoT innenfor FDVU som en helhet.

En videre sentral avgrensning er gjort ved å knytte funnene til eiendomsselskapet Norwegian Property og deres driftsprosesser og eiendommer. Dette er gjort for å sette funnene mer i system og gi mer sammenheng til diskusjonen. Det er også naturlig at informantene prater om ting de kjenner til fra sitt eget arbeid. Hvorvidt dette medfører mindre generaliserbare funn, vil diskuteres mer i metodekapittelet under punkt 3.3.1. Det er også gjort en avgrensning ved å utelukke det organisatoriske perspektivet knyttet til endringsledelse. Dette er sentralt for enhver endringsprosess som involverer mennesker, men på bakgrunn av omfang ble dette utelatt her.

Det er heller ikke inkludert en diskusjon knyttet til personvern. Dette kunne blitt relevant i mange scenarioer der det er snakk om å samle data om brukeratferd. Ved overvåking av bevegelse kan mange mennesker føle seg overvåket, men siden denne oppgaven fokuserer hovedsakelig på infrastruktur og driftsoppgaver er det mindre relevant. Det er verdt å nevne at de i de tilfeller det er snakk om input knyttet til brukeratferd er sensorleverandørene flinke til å opprettholde GDPR regelverket gjennom anonymisering.

2 Teori

Gjennom dette kapitlet presenteres et teoretisk rammeverk som skal underbygge og belyse oppgavens tematikk og hypotese. Oppgaven søker å utforske potensialet IoT utgjør for eiendomsforvaltning av eksisterende næringsbygg. Basert på dette er det gjort et utvalg av relevant teori, herunder en introduksjon til Facility Management som fagfelt, og litteratur knyttet til digitalisering innen Facility Management. Deretter vil det presenteres litteratur for konseptet IoT for å skape et bedre grunnlag for oppgavens diskusjon.

2.1 Facility Management

Det kan virke åpenbart at bygninger har behov for løpende vedlikehold og oppfølging, men det fulle omfanget av dette ansvaret, kjent som sammenkoblingen av arbeidsprosesser, mennesker og teknologi er ofte mer ukjent. Fagområdet som dekker disse oppgavene omtales gjerne som FM. Det finnes flerfoldige definisjoner på hva FM er, men etter ISO 41011:2017 defineres det som *«En organisasjonsfunksjon som skal integrere mennesker, steder og prosesser innenfor et bygd miljø med formål å forbedre livskvalitet, samt øke produktiviteten til kjernevirksomheten»* (International Organization for Standardization, 2017a, s.1).

FM utgjør med dette fagfeltet som dekker alt av støttefunksjoner som integrerer bygninger og mennesker slik at organisasjonene som okkuperer en bygning skal få et best mulig resultat i form av velvære og produktivitet for sine ansatte (International Organization for Standardization, 2017b).

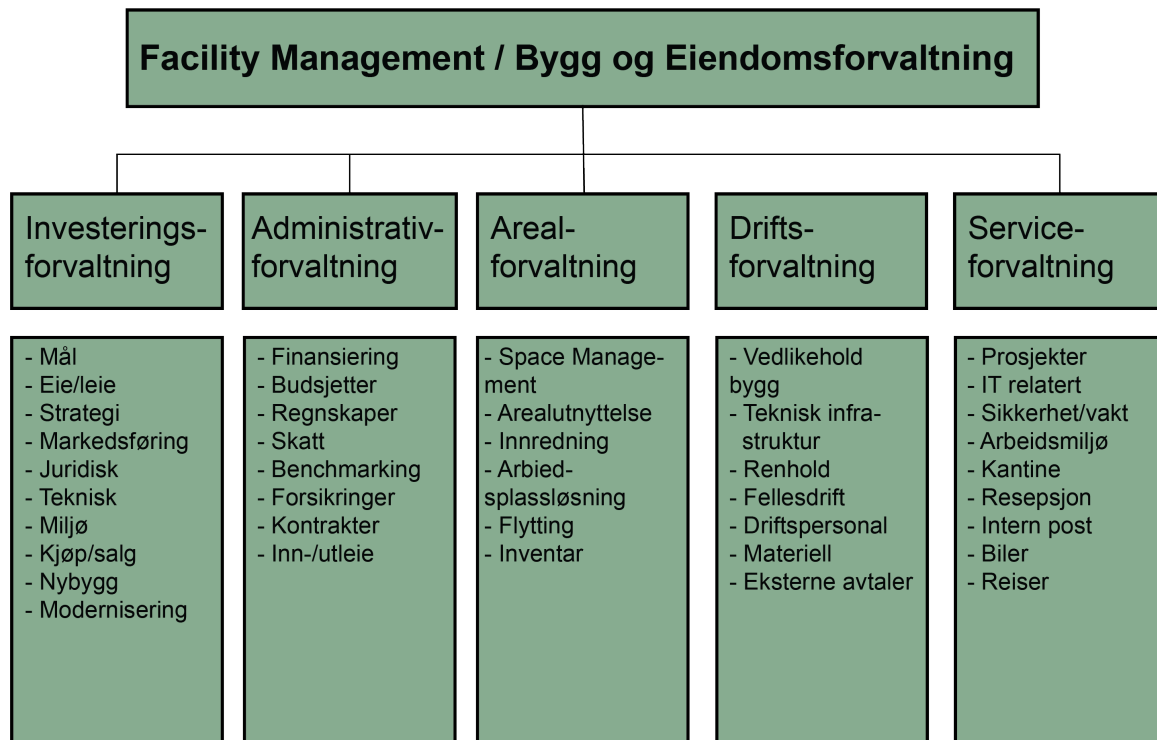
FM som funksjon har utviklet seg mye gjennom de siste 20 årene. En driver for denne utviklingen har vært stadig økende ytelseskrav i tekniske forskrifter og en økende kompleksitet i tekniske anlegg innenfor næringsseiendom. Ved at kompleksiteten til bygningssystemene øker, så øker også kostnaden knyttet til FDVU. Kombinert med samfunnets økte fokus på bærekraft, stilles høyere krav til bygningers levetid, samt minimering av ressursforbruk. Innenfor fagfeltet Facility Management ligger også ansvaret for FDVU. Historisk sett har denne rollen utviklet seg fra å være en enkel støttefunksjon i form av en vaktmester som utfører forefallende arbeid, til egne FDVU bedrifter med særegen kompetanse på alt fra bygningssystemer til leveranse av

relevante bygningstjenester som trengs for at en organisasjon skal fungere optimalt (Haugen, 2020).

FM kan derfor beskrives som en multidisiplinær profesjon som krever forståelse for både arbeidsprosesser, mennesker, organisasjoner og inngående kunnskap om forvaltning av bygninger. Med andre ord er FM ansvarlig for å tilby alle tjenester knyttet til en bygning som er nødvendig for at den skal kunne benyttes av en bedrift. FM setter også brukeren i fokus når det kommer til leveransen av disse tjenestene (Haugen, 2020).

Flere av disse tjenestene er noe mange tar for gitt og inkluderer blant annet elektrisitet, strømtilgang, lys, varme, rengjøring, inneklima, nettverk og serveringstjenester (Haugen, 2020). Dette er faktorer som er med på å påvirke hvor godt en arbeidsplass fungerer. Siden summen av alle disse tjenestene utgjør et vesentlig ansvar er det ofte en strategisk beslutning for bedrifter å leie lokaler med alt inkludert versus det å kjøpe en egen bygning og sitte med ansvaret for FDVU selv (Atkin & Brooks, 2015).

Hovedformålet ved god gjennomføring av FM er å tilrettelegge for at brukerne av bygget har gode forutsetninger for å gjennomføre sitt arbeid. Samtidig har eieren av bygget gjerne et ønske om å sikre økonomisk lønnsom drift av en eiendom samtidig som man opprettholder bygningsmassens verdi gjennom vedlikehold (Haugen, 2020). Videre brytes dette ned i fem hovedområder som kan ses av figur 2. Disse områdene omfatter investeringsforvaltning, økonomisk/administrativ forvaltning, arealforvaltning, driftsforvaltning og serviceforvaltning. For denne oppgaven blir spesielt driftsforvaltning og serviceforvaltning vektlagt (Jensen, 2001).



Figur 2: Oversikt over områder innen FM, basert på Jensen, (2001).

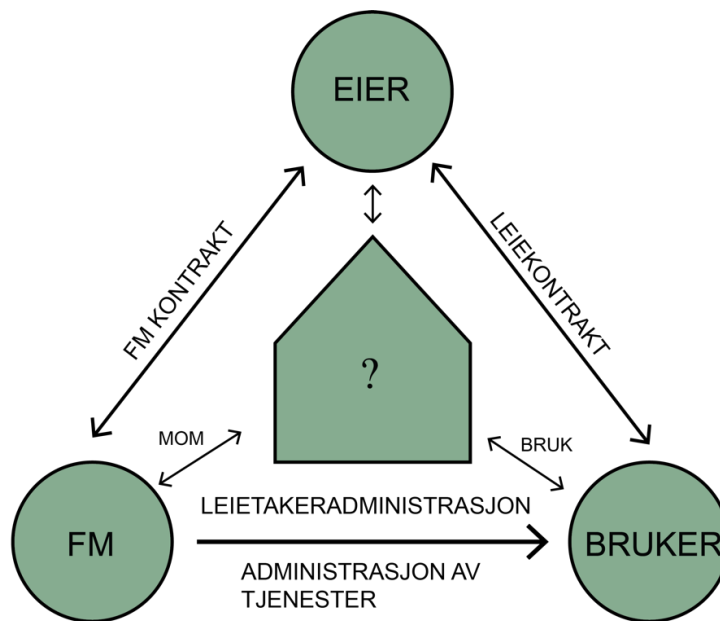
2.1.1 Roller og ansvarsområder innen FM

Fordelingen av roller og ansvarsområder innen FM kan ses fra to perspektiver, roller innenfor en organisasjon og hovedroller som er mer overordnet. Byggets eiere og investorer drives av andre perspektiver enn for eksempel brukere og eiendomsforvaltere. Eiendomsforvaltning kan derfor sies å være et samspill mellom de ulike prioriteringene (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet & SINTEF, 2007).

Hovedroller innen FM

Eieren av en eller flere bygninger har det overordnede ansvaret og beslutningsmyndigheten for eiendommen. Det omfatter gjerne økonomisk og finansielle vurderinger, rettslig ansvar og et strategisk overordnet ansvar. Forvalterrollen innebærer gjerne ansvaret for de operative oppgavene knyttet til drift og vedlikehold av eiendommen. Forvalterrollen blir dermed en forlengelse av eieren og er ofte en rolle som enten kjøpes inn eksternt eller tilhører organisasjon. Denne rollen kan ha varierende grad av ansvar avhengig av organisasjonen den tilhører og plasseres gjerne under det taktiske og operative nivået, men kan i noen situasjoner også ha strategisk ansvar (NOU 2004:22, 2004).

Brukerrollen knyttet til eiendommen er en henvisning til alle som bruker bygningen. Dette er i hovedsak leietakerne når det gjelder næringsbygg. Leietaker har gjerne en skriftlig avtale knyttet til leieforholdet som regulerer ansvarsområder og krav brukerne har til eiendommen (NOU 2004:22, 2004). De tre rollene kan ses illustrert av figur 3.



Figur 3: Illustrasjon av roller innen FM oversatt fra (Haugen and Klungseth, 2017).

Roller innenfor en FM-organisasjon

Innenfor FM er det også på organisasjonsnivå ulike roller og ansvarsområder. Haugen har basert på dette utarbeidet en modell som deler disse inn i strategisk, taktisk og operasjonelt nivå. Sett fra et FM-perspektiv benyttes modellen til å forklare ansvarsfordelingen knyttet til alle FDVU-aktiviteter som gjennomføres i en organisasjon. Det finnes variasjoner i rollefordelingen blant ulike organisasjoner, men hovedtrekkene knyttet til oppbygningen er gjentakende og illustreres av figur 4 nedenfor (Haugen, 2020).



Figur 4: Illustrasjon av ulike organisasjonsnivåer innen FM (Haugen, 2020).

Øverst er strategisk nivå som gjerne er representert gjennom eiendomssjefer eller direktører for FDVU, avhengig av størrelse på organisasjonen. Strategisk nivå tar normalt beslutninger knyttet til langsiktig strategi og utvikling av eiendommen. Dette innebærer normalt beslutninger knyttet til langsiktige vedlikeholdsinvesteringer, nybygging, ombygginger, salg eller leieforhold, samt politiske og økonomiske beslutninger (Haugen, 2020).

Videre finner vi taktisk nivå som fungerer som en forlengelse av strategisk nivå i form av oppfølgingen av de strategiske valgene. Denne rollen omtales gjerne som forvalterrollen og kan være organisert på ulike måter. Oppgavene kjennetegnes gjerne av organisering, planlegging og oppfølging av alle daglige FDVU oppgaver. Rollen kan også innebære prosjektansvar, tjenesteleveranseansvar, brukerkontakt, resultatansvar for eiendommer og energioppfølging. Taktisk nivå består gjerne av stillinger av typen drifts- og vedlikeholdssjef og her tas avgjørelser knyttet til hvordan FDVU oppgaver skal utføres (Haugen, 2020)

På operativt nivå finner vi rollene som har ansvar for utførelsen av de planlagte FDVU oppgavene, herunder forefallende arbeid, vedlikeholdsarbeid, vaktmestere, driftsteknikere, renholdere, håndverkere, fagarbeidere eller annet servicepersonell. Kompetansekravet til rollen som tidligere var vaktmester har økt hyppig og driftspersonell som i dag fyller rollen under

operativt nivå i moderne næringsbygg må gjerne ha fagkompetanse eller erfaring knyttet til tekniske anlegg (Haugen, 2020).

2.1.2 Hard og Soft FM

FM som profesjon består som beskrevet ovenfor av en sammensatt leveranse av ulike tjenester. Begrepet «Facility» med henvisning til et sted det utføres arbeid inkluderer gjerne kombinasjonen av en bygning, og de medfølgende tjenestene som leveres for at det skal bli et fullverdig arbeidsmiljø. Vi kan skille mellom tjenester til bygningen, tjenester til arbeidsplassen og prosessene, og tjenester til menneskene. Dette leder frem til konseptet med «harde» og «myke» FM tjenester (Wilson, 2018).

Harde og myke tjenester skilles normalt ved at harde tjenester er knyttet til bygget rent fysisk. Dette innebærer bygget i seg selv, fasade, tak, oppvarmingssystemer, lys, rør, brannsikkerhet, ventilasjon og annet mekanisk og fysisk utstyr som trengs for å at et bygg skal fungere. Myke tjenester rettes mer mot brukerne av bygget, menneskene. Det kan innebære catering og kantineservering, vakt hold, arbeidsplassutforming og renhold med mer. Både harde og myke tjenester må ses i sammenheng for å levere en fungerende eiendom (Kanell, no date).

2.1.3 Hard FM

Tekniske anlegg eller installasjoner omfatter alt utstyr som er fysisk integrert i en bygning. Formålet med de tekniske anleggene er å levere ønsket inneklima for brukerne av bygget og regulere styringen av disse. Tekniske anlegg inkluderer normalt blant annet sanitæranlegg, oppvarmingsanlegg, ventilasjonsanlegg, kjøleanlegg, elektriske anlegg, transportanlegg, gassdistribusjonsanlegg, brannvarslings og slukkesystemer, adgangskontroll og sikkerhetsanlegg. Oppfølgingen av alle disse anleggene og ansvaret for at de fungerer best mulig faller under området «Hard FM» (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet & SINTEF, 2007). Disse tekniske systemene utgjør også en vesentlig kostnadspost ved bygget og spesielt knyttet til energiforbruket. For å sørge for mest mulig optimal drift og vedlikehold av disse systemene er driftsorganisasjonen avhengig av presis og god data (Atkin & Brooks, 2015).

Graden av automatisering henger tett sammen med oppnådd inneklima og energiforbruk i bygget. Dette påvirkes av samspillet mellom bygningens utforming, oppsettet av de klimatekniske installasjonene, og automatiseringen av utstyret mot det faktiske bruksmønsteret

til brukerne av bygget (Cano *et al.*, 2014). Systemet må vurderes som en helhet for å oppnå mest mulig optimal styring. Det er også viktig å bemerke at det som blir prosjektert og den faktiske tilstanden endres over tid. Derfor er det nødvendig å innregulere og oppdatere funksjonene ettersom bygget brukes (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet and SINTEF, 2007). Cano, Ubeda, Skarmet og Zamora (2014) viste gjennom sine eksperimenter at selv topp moderne sentral driftsovervåknings-anlegg har et forbedringspotensial knyttet til energibesparelser på opp mot 20% ved bidrag fra IoT baserte smarte bygningsstyringssystemer (Cano *et al.*, 2014).

Overnevnte tekniske installasjoner som faller under kategorien «Hard FM» er normalt avhengig av en form for styringssystem for å fungere. På samme måten som vi har lysbrytere for å skru på lys i boliger, har næringsbygg ulike former for bygningsautomasjon. Bygningsautomasjon er et samlebegrep for styringssystemene som medfølger for å kontrollere tekniske installasjoner. For at de tekniske systemene skal fungere som tiltenkt er det behov for overvåkning av komponenter, samt styring og regulering av de ulike funksjonene (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet & SINTEF, 2007).

Det har gjennom de siste tiårene foregått en kontinuerlig utvikling av bygningsystemene i moderne bygninger. Automatisering innen lysstyring, ventilasjon, varme, kjøling, brannovervåkning og adgangskontroll blir stadig vanligere. Automatisering av bygningsfunksjoner bør ses som en kontinuerlig prosess som kan støttes av digitale verktøy. Det er samtidig viktig å erkjenne at bak hver automatisering ligger en driftsoppgave. Bak automatisk styrte persienner finnes en serviceavtale, en jevnlig oppfølging av vedlikehold og styring av elektroniske systemer fra driftspersonell (Ebbesen *et al.*, 2018).

Disse bakenforliggende driftsoppgavene kan sies å være i stor endring knyttet til kompetansekrav hos driftspersonell. Der det tidligere var behov for driftspersonell som dro ut til den fysiske bygningen og sjekket persienner, settes det nå større krav til digital kompetanse og styring av bakenforliggende systemer. Automatisering forventes derfor ikke å overta alle driftsprosesser, men derimot å endre innholdet og bli en integrert del av den digitale bygningsdrift og FM tilbudet. Driftsorganisasjonen kan ved en vellykket overgang til digitale driftsprosesser og digitale bygninger oppnå en svært effektiv tidsbruk og en høyere kvalitet på FM leveransen. Automatisering kan på denne måten erstatte tidkrevende oppgaver som manuell inspeksjon til fordel for mer verdiskapende oppgaver (Ebbesen *et al.*, 2018).

2.1.4 Vedlikeholdsstrategier

Vedlikehold er en sentral del av FM leveransen. Dagens standard for utføring av vedlikehold er normalt en av to strategier. Reaktiv, eller akutt vedlikehold handler om å utføre vedlikehold av bygningskomponenter etter at det er ødelagte eller har hatt en funksjonsstopp. Det er ved denne strategien oppdagelse av feilen som utløser en vedlikeholdsoppgave. Mer normalt er det i dag å benytte en form for preventivt vedlikehold der man basert på erfaring lager en kalenderstyrt vedlikeholdsplan for når det skal utføres jevnlig vedlikehold og service for å forsøke og unngå nedetid samt bidra til lengst mulig levetid for alle komponenter (Atkin & Brooks, 2015).

Begge strategiene har ifølge (Cheng *et al.*, 2020) noen utfordringer ved seg. Reaktivt vedlikehold involverer driftsstans og kan ikke forutse fremtidige feil. Preventivt vedlikehold tar ikke hensyn til komponentenes faktiske driftsstatus og slitasje, noe som gjør det umulig å forutse fremtid tilstand. Resultatet er gjerne at vedlikehold gjøres for ofte eller for sjeldent, og det finnes ingen fasit på om det gjennomføres korrekt.

For å adressere disse vedlikeholdsstrategiene har (Cheng *et al.*, 2020) satt frem et ambisiøst rammeverk for å kombinere bygningsinformasjonsmodellering (BIM) og IoT nettverk med tradisjonelle FM systemer og nyere analysemetoder som maskinlæring basert på algoritmer for å oppnå prediktivt vedlikehold på komponenter i tekniske installasjoner. Målet for denne type løsninger er å bedre kunne forutse komponenters tilstand i sanntid og basert på løpende data fra de ulike tekniske anleggene kunne utføre service/vedlikehold på riktig tidspunkt og unngå nedetid som går utover brukerne av bygget. Denne type vedlikeholdsstrategier baserer seg normalt på data fra IoT sensorer og viser til et potensial for kostnadsbesparelser innenfor vedlikeholdssegmentet (Cheng *et al.*, 2020).

Prediktivt vedlikehold kan også omtales for tilstandsbasert vedlikehold. Det handler i enkle trekk om å utføre vedlikehold på utstyr når det trengs, verken før eller etter. Dette kan være krevende å utføre i praksis og bygger på avansert dataanalyse og kontinuerlige vurderinger av komponenters tilstand basert på sensor data (Tekna, 2020).

2.2 Digitalisering innen FM

Digitalisering trekkes jevnlig frem som en sentral faktor i utviklingen av FM som profesjon. Det er også en av de mest fremtredende megatrendene som preger samfunn og næringsliv som helhet (Næringslivets Hovedorganisasjon, 2015). Digitalisering kan forventes å gi både utfordringer og store muligheter til mange av aktørene i FM markedet. Siden FM består av en stor mengde sammensatte oppgaver blir det opp til de ulike aktørene å forberede seg på den digitale utviklingen på tvers av strategisk, taktisk og operasjonelt nivå (Ebbesen *et al.*, 2018).

2.2.1 Digitalt veikart 2.0

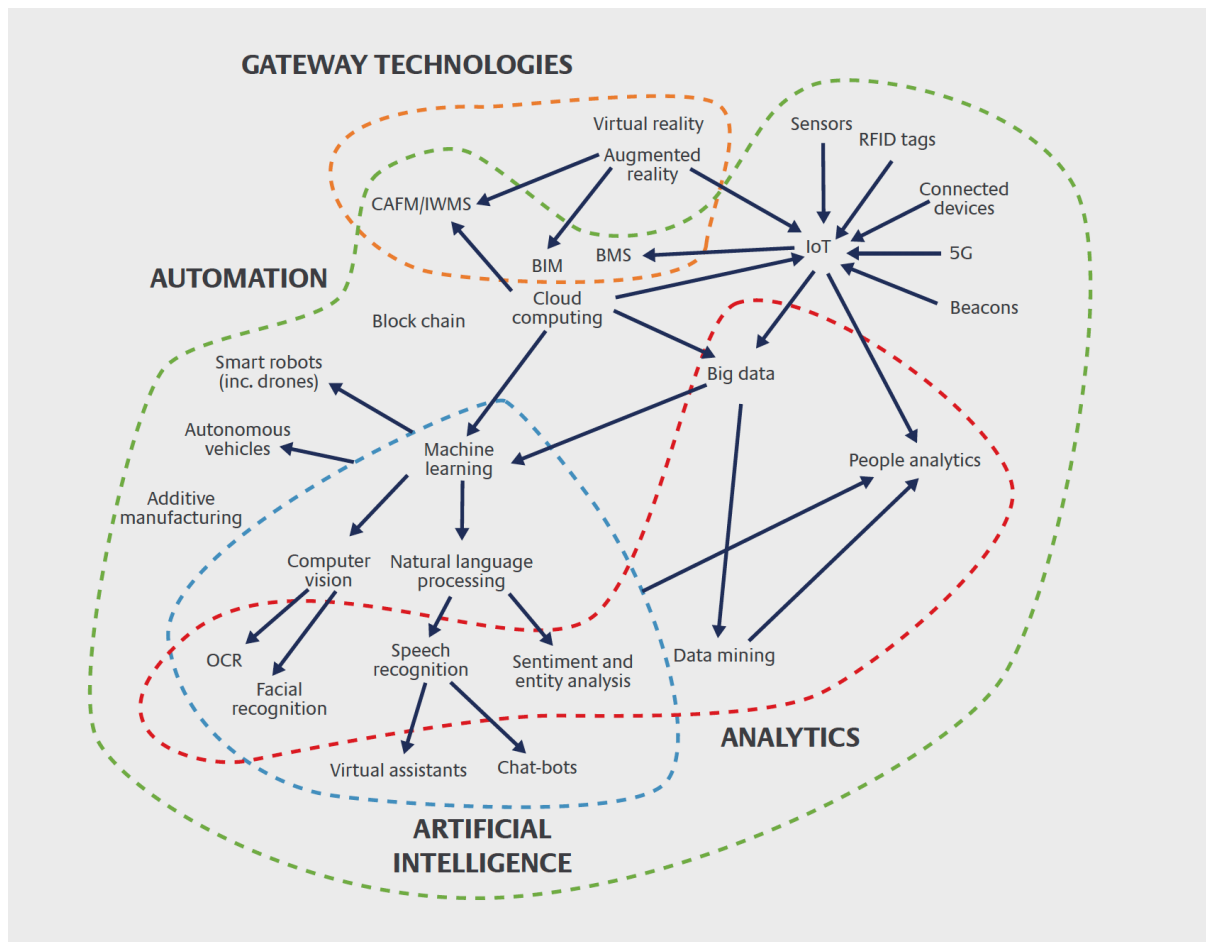
Byggenæringens Landsforening (heretter omtalt som BNL) har som et resultat av det økende fokuset på digitalisering utarbeidet et veikart som skal bidra til at aktører innen eiendomsbransjen inkluderer digitalisering i sine strategier (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2014). Den nyeste versjonen av dette initiativet heter «Digitalt veikart 2.0» og er en oppdatert utgave av det originale digitale veikartet. Behovet for en oppdatering kom raskt ettersom den digitale utviklingen skjer i høyt tempo. Digitalt veikart 2.0 har som mål å bidra med informasjon og råd til ledere innen bransjen (Byggenæringens Landsforening, 2020).

Digitalt veikart 2.0 viser til at Norge har et høyt kostnadsnivå, og ettersom det blir et stadig mer internasjonalt konkurransemarked så er digitalisering et viktig verktøy mot økt konkurransekraft. BNL understreker videre viktigheten av å ta en forretningsmessig tilnærming til digitalisering, og at digitale verktøy bør anses som et verktøy mot bedriftens øvrige strategiske målsetninger og ikke fungere som et mål i seg selv (Byggenæringens Landsforening, 2020).

2.2.2 Det digitale landskapet

British Institute of Facilities Management, som nå er kjent som Institute of Workplace and Facilities Management (IWFM), presenterte i 2018 en undersøkelse av fremtredende nye teknologier innenfor FM. Rapporten kartlegger det teknologiske landskapet og undersøker sammenhengen mellom ulike teknologier. Rapporten skiller mellom «inngangsteknologier» som omfatter teknologi som benyttes i stor grad i dag, eksempelvis tradisjonelle «building management systems» (BMS systemer), eller «Building information models» (BIM) som er et noe nyere tilskudd. Disse inngangsteknologiene åpner videre dørene for forbedringer innenfor

tre hovedområder; automatisering, kunstig intelligens og analyser. Figur 5 viser sammenhengen mellom et utvalg sentrale teknologier, og hvilke av hovedområdene de forventes å tilføre verdi (Ellison & Pinder, 2018).



Figur 5: Oversikt over nye teknologier innen FM (Ellison & Pinder, 2018).

Figur 5 ovenfor illustrerer flere sammenhenger og hovedområder. Det første hovedområdet er knyttet til automatisering og effektivisering av tidkrevende og repetitive oppgaver. Automatisering er målet for mange av de kartlagte teknologiene som søker å digitalisere ulike operasjonelle prosesser. Robotikk og sensorer er spesielt fremtredende innenfor dette feltet. Kunstig intelligens som eksempelvis maskinlæringsverktøy basert på data fra sensortechnologi, forventes å tilføre ulike operasjonelle aktiviteter økt innsikt (Ellison & Pinder, 2018).

IoT faller også under kategorien automatisering og henger sammen med mange ulike teknologier. IoT, som vil gjennomgå mer detaljert senere, utgjør et sammenkoblet nettverk av fysiske ting som kan muliggjøre mer effektiv drift og forvaltning. Knyttet til FM vurderes gjerne automatisering av driftsprosesser som sentralt og IoT forventes å påvirke effektiviteten

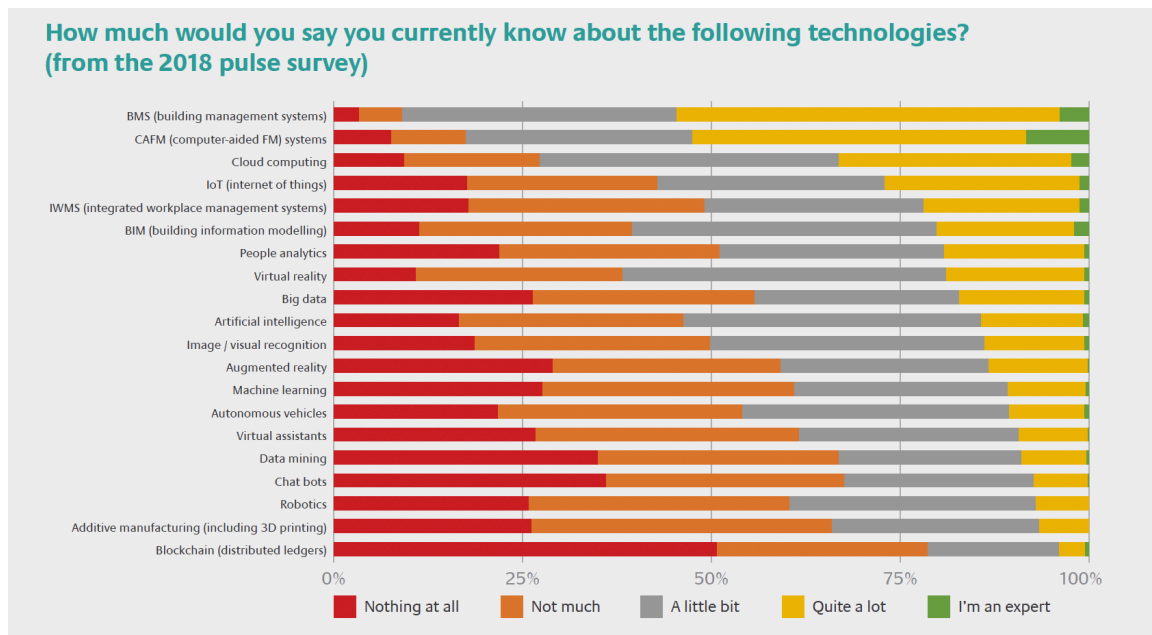
innenfor dette området (Araszkievicz, 2017). Maskinlæring er også en teknologi som faller under dette domenet og som kan få stor påvirkning på FM som profesjon. Maskinlæring kan eksempelvis bidra på veien mot prediktivt vedlikehold basert på sensor data (Ellison & Pinder, 2018).

Det siste området som vektlegges er analyser. Analyser handler i denne forbindelse om å se mønster og logiske sammenhenger i komplekse datasett. Sensorer og nettverksbaserte løsninger gir mulighet til å samle mye data om omverdenen, og dette kan ved riktig anvendelse siles inn til beslutningsst ttene informasjon. Dette er et svært sentralt område innen ulike nivåer av eiendomsforvaltning (Ellison & Pinder, 2018).

Det blir stadig mer normalt å ha tekniske ansvarlige/eiendomssjefer med ansvar for et større antall bygg. Samtidig blir bygningssystemene gradvis mer komplekse og samlet stiller dette større krav til god datahåndtering for å kunne presentere presis informasjon som gjør det mulig med effektiv drift av flere bygninger internt i en portefølje. Etersom det kommer flere datapunkter og sensorer i bygningene vil også analysene gi bedre innsikt i byggets prestasjoner og gjøre det enklere å oppdage feil (Ellison & Pinder, 2018).

2.2.3 Digitalt kunnskapsnivå innen FM

En forutsetning for at aktørene innen FM skal lykkes med adoptering av ny teknologi er kunnskap og forståelse. FM som fagfelt kan sies å være i kontinuerlig utvikling, og kravene som stilles til digital kompetanse blir stadig større ettersom ny teknologi blir en del av hverdagen til både bedrifter og mennesker (Araszkievicz, 2017). Teknologi forventes å få stadig større påvirkning, og siden kunnskap er identifisert som en nøkkelfaktor for en vellykket overgang så er det interessant å vurdere dagens kunnskapsnivå innenfor FM. Institute of Workplace and Facilities Management gjennomførte en undersøkelse blant aktører innenfor FM markedet knyttet til i hvilken grad de kjente til moderne teknologier. Resultatet kan ses av figur 6 (Ellison & Pinder, 2018).

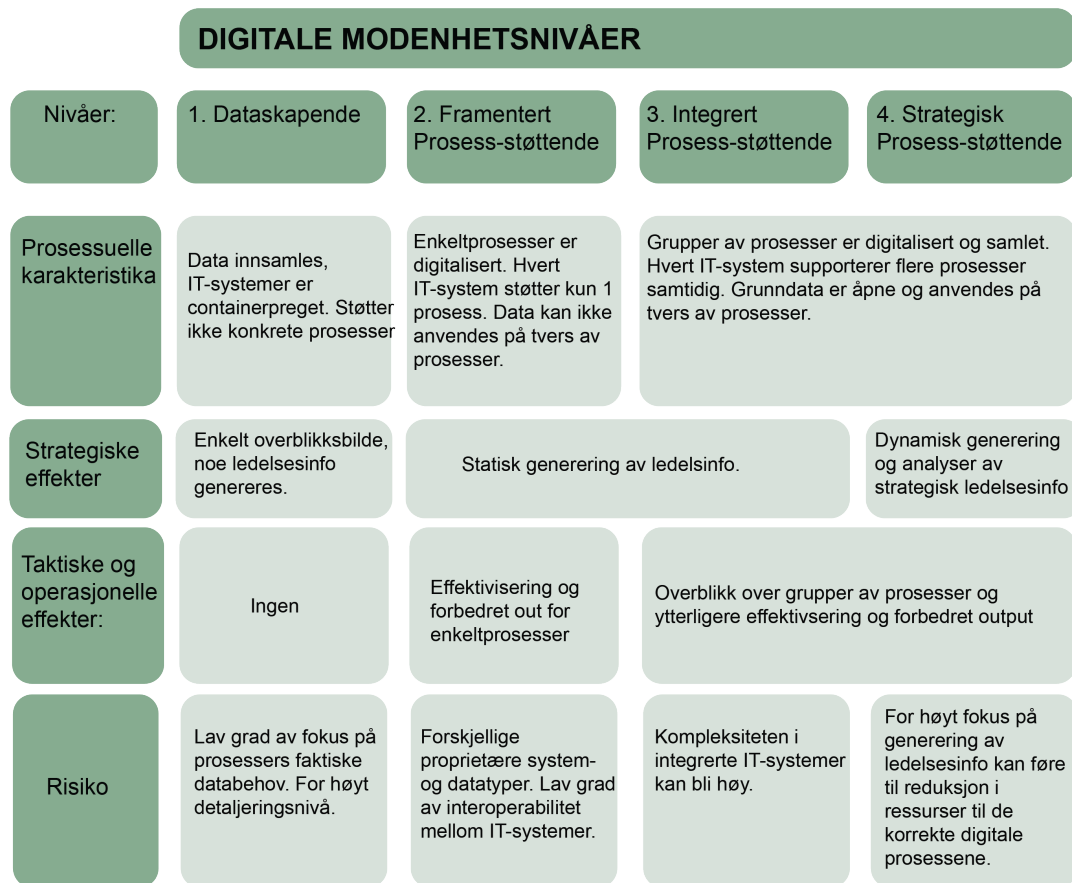


Figur 6: Oversikt over FM aktørers kjennskap til nye teknologier (Ellison & Pinder, 2018).

Resultatet fra figur 6 viser at den generelle kompetansen blant profesjonelle FM aktører knyttet til ny teknologi, jevnt over lav. Respondentene uttaler å ha mest kunnskap om allerede eksisterende systemer av typen BMS eller CAFM (Computer Aided FM). Dette er interessant siden teknologi trekkes frem som en av de mest sentrale trendene innenfor FM og det blir derfor fremtredende at heving av kompetanse innenfor profesjonen bør stå sentralt for å lykkes (Ellison & Pinder, 2018).

2.2.4 Digitale modenhetsnivåer

Eiendomsbransjen har de siste årene sett økende adopsjon av digitale verktøy. Det som tidligere var forbeholdt spesialister og teknologer har med årene blitt mer tilgjengelig. Det startet med digitalisering av enkle operasjonelle prosesser og dokumenter. Ofte i form av FDVU dokumentasjon og har utviklet seg videre gjennom taktisk og strategisk nivå til å utgjøre en helhetlig digitaliseringsstrategi. Gjennom boken «FM som digital forandringsagent» introduseres en modell for å plassere organisasjoners modenhet knyttet til digitale verktøy. Modellen har som mål å belyse teknologisk modenhet og ferdigheter innad i FM organisasjonen. Dette gir et godt utgangspunkt for å kommunisere nåværende nivå og sette mål for videre utvikling. Modellen skiller mellom fire ulike modenhetsnivåer som gjennomgås videre (Ebbesen *et al.*, 2018).



Figur 7: Modell for digitale modenhetsnivåer (Ebbesen *et al.*, 2018).

Nivå 1: Dataskapende

Nivå 1 karakteriseres ved at digitale prosesser i hovedsak omfatter innsamling av data knyttet til eiendom eller økonomi. Innsamlingen av data skjer gjerne isolert og det oppbevares i ulike lukkede systemer. Det er på dette nivået vanlig å se verktøy som Excel eller andre programmer med lav grad av automatikk. Nivået kjennetegnes videre av at dataen som samles inn er omfattende og dermed vanskeligere å benytte i beslutningssammenheng. Det er ikke alltid at data som samles inn på dette nivået understøtter konkrete prosesser, men ligner mer på tradisjonell rapportering (Ebbesen *et al.*, 2018).

Nivå 2: Fragmentert prosess-støttende

Nivå 2 karakteriseres ved at enkeltstående operasjonelle prosesser er blitt digitalisert uten en helhetlig strategi. Det er normalt på dette nivået at det benyttes egne IT systemer (eksempelvis FDVU-WEB eller CAFM) til å utføre konkrete driftsoppgaver. Resultatet av at det benyttes spesifikke systemer for ulike oppgaver er at det gjerne blir mange IT systemer å forholde seg til, og det er normalt at disse systemene er proprietære og ikke kommuniserer seg mellom.

Dermed er det ikke mulig å utveksle data på tvers av IT systemer og nivået kjennetegnes av lav grad av interoperabilitet. Det kan på dette stadiet oppnås noe grad av effektivisering sammenlignet med nivå 1, men den fulle effekten av synergier uteblir (Ebbesen *et al.*, 2018).

Nivå 3: Integrert prosess-støttende

Nivå 3 kjennetegnes av at de enkeltstående prosessene fra nivå to er blitt sammenkoblet i grupperinger med konkrete mål for å understøtte ulike driftsoppgaver. Det er utformet IT-systemer som kan anvendes på tvers av driftsoppgaver og informasjonsdeling mellom de ulike IT-systemene. Dette stadiet kjennetegnes av høy grad av interoperabilitet og medfører gjerne en vesentlig effektivisering og forbedring av driftsprosesser sammenlignet med nivåene under. En utfordring ved dette nivået er kompleksiteten knyttet til å implementere slike IT-systemer. Dette kan ofte være både ressurs og kompetansekrevende (Ebbesen *et al.*, 2018).

Nivå 4: Strategisk prosess-støttende

Nivå 4 skiller seg fra nivå 3 spesielt knyttet til generering av beslutningsdata og ledelsesverktøy. Dette modenhetsnivået muliggjør kontinuerlig oppdaterte ledelsesrapporter og digitale verktøy som genererer analyser og innsikt. På dette modenhetsnivået er det en risiko for at fokuset med de digitale ressursene blir flyttet fra utelukkende operasjonelle driftsprosesser over til andre formål. Strategisk nivå har gjerne mest makt i organisasjonen og kan påvirke informasjonsinnsamlingen til å bedre støtte sine beslutningsprosesser, noe som kan gå på bekostning av det operasjonelle nivået (Ebbesen *et al.*, 2018).

2.2.5 Digital bygningsdrift

Digital bygningsdrift kan sies å bestå av tre hovedbestanddeler, digitale driftsprosesser, digitale fysiske bygninger og digitale virtuelle bygninger. Områdene kan både ses som uavhengige, og bidra til verdiskaping hver for seg. Digitale driftsprosesser består at data og dokumentinformasjon som understøtter bygningsdrift. Det omhandler også digitale styringssystemer som har som formål å støtte driftspersonell i daglig arbeid. Digitale fysiske bygninger er knyttet til den fysiske infrastrukturen i bygningen, gjerne med fokus på ventilasjon, kjøling, oppvarming, lys og vannforbruk. Digital overvåking av disse funksjonene knyttet til forbruk er relativt etablert gjennom tradisjonelle sentralstyringsanlegg. Utviklingen videre går fra overvåking til aktiv kontroll og tilpasning basert på brukernes behov og

bruksmønster i bygningen. Sensorteknologi kna muliggjøre denne type løsninger (Ebbesen *et al.*, 2018).

Figur 1: Hovedbestanddelene i digital bygningsdrift



Figur 8: Hovedbestanddelene i digital bygningsdrift (Ebbesen *et al.*, 2018).

Den digitale virtuelle bygningen utgjør det siste trinnet i digital bygningsdrift. Det er verdt å merke at dette stadiet ofte ikke tilfører spesielt merverdi før det er oppnådd et visst digitalt nivå på de to foregående punktene. Dette er fordi digitale tvillinger, BIM modeller eller annen digital representasjon, krever digitale driftsprosesser og digital infrastruktur i bygget for å kunne tilføre verdi. Nettopp fordi driftsorganisasjonen må ha digital kompetanse og digitale rutiner for best mulig integrering. Ebbesen argumenterer for at digitaliseringen av bygningsdrift bør foregå i en gitt rekkefølge. Gjennom først å digitalisere driftsprosessen, arbeidsoppgave for arbeidsoppgave. Etterfulgt av å digitalisere den fysiske bygningen med tydelige mål om effektivisering. Hvis begge disse stegene er på plass kan det til slutt vurderes en virtuell bygning (Ebbesen *et al.*, 2018).

2.3 Den fjerde industrielle revolusjon

Den fjerde industrielle revolusjonen beskriver en digital utvikling som er med på å prege utviklingen innen mange bransjer i det 21. århundre. Begrepet stammer opprinnelig fra arbeidet til en nasjonal tysk arbeidsgruppe for å posisjonere Tyskland som en ledende aktører innen fremtidens produksjonsindustri. Rapporten «Securing the future of German manufacturing industry, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0», beskriver hva de vurderer som den siste industrielle revolusjon som skapes i skjæringspunktet mellom den digitale og fysiske verden. Dette oppstår ved at hverdagslige gjenstander kobles sammen gjennom internett og skaper en sammensmelting av to verdener i form av «Internet of things». (Kagermann & Whalster, 2013).

Rapporten viser spesielt til muligheter innenfor automatisering og effektivisering av manuelle oppgaver, som vil kunne frigjøre mer tid til kompleks problemløsning blant arbeidstakere. Det påstås videre at dette kan skape fleksible organisasjoner som gir en bedre harmoni mellom jobb og fritid. Rapporten legger videre vekt på hvordan effektivisering av ressursforbruk innenfor mange bransjer er nødvendig for å nå klimamålene. Dette gjelder også eiendomsbransjen som er en bransje med stor påvirkning på ressursforbruk og klimagassutslipp. Mulighetene i den fjerde industrielle revolusjon utgjør dermed mange muligheter i tiden fremover (Kagermann & Whalster, 2013).

2.3.1 Data er den nye oljen

Den fjerde industrielle revolusjonen bygger på innsamling av data og et stadig vanligere uttrykk innen teknologiverdenen er at «Data er den nye oljen». Dette uttrykket ble videre presisert av IBMs CEO til at «Big Data er den nye oljen», og uttrykket brukes til å formidle den store verdien som ligger i Big Data, og hvordan data er en sentral ressurs i å drive informasjonsteknologien fremover (Hirsch, 2014).

Big Data som begrep er noe vagt og kan omfatte så mangt. Essensen av begrepet er derimot å benytte nye verktøy og teknikker på digital informasjon som har en størrelse langt utenfor det som tidligere var normalt. Det beskriver gjerne data med en gitt størrelse, hastighet og variasjon, der spesielt størrelsen på datasettet henviser til begrepet Big Data (Whyte, Stasis and Lindkvist, 2016). Tolkningen av enorme og komplekse datasett, analyser og visualisering har vokst frem som et eget fagfelt. Big Data teknikker er foreløpig mest kjent for å skape verdi innen bransjer som sosiale medier, markedsføring og salg. Etterhvert har det også drevet fremgang innenfor forskning, helse, produksjonsbedrifter og idrett (Perrons & Jensen, 2015).

Artikkelen til (Perrons & Jensen, 2015) diskuterer utnyttelsen av Big Data innen olje- og gass sektoren. De sammenligner oppfattelsen av verdien i data mellom olje- og gass bransjen med andre ledende bransjer innen utnyttelse av Big Data. Ledende bransjer anser Big Data som en verdifull ressurs, der olje- og gass bransjen tradisjonelt kun har sett på data som informasjon som beskriver en gjenstand og ikke som noe verdifullt i seg selv. Videre trekker artikkelen frem at hvis man ser bort fra alt støyet, så er målet med Big Data å ta bedre beslutninger (Perrons & Jensen, 2015).

Et annet interessant funn av erfaringene, gjort fra andre bransjer rundt Big Data, er at dataen bidrar til ny innsikt og forståelse. Den nye innsikten kommer ikke som en bekreftelse av eksisterende teorier. Nye analyseverktøy benyttet på store datasett har bidratt til at man kan se sammenhenger som man tidligere ikke visste eksisterte. Konklusjonen er dermed at olje- og gass sektoren, og andre sektorer som ikke har utnyttet potensialet i data vil kunne finne nye verdier ved å begynne å behandle data som noe verdifullt (Perrons & Jensen, 2015).

2.4 Internet of Things: Historie og utvikling

De siste årene har anslagene for økonomisk påvirkning knyttet til IoT vært enorme. McKinsey rangerer IoT som den disruptive teknologien som forventes å bli mest verdifull gjennom de neste fem årene. Anslagene har gitt et spillerom fra 3.9 til 11.1 trillioner dollar av ny årlig verdiskaping innen 2025 (Ménard, no date). Dette skjer som et resultat av et eksponentielt økende antall enheter og fysiske gjenstander som kobles til internett. Men hvor startet dette, og hva er årsaken til den store entusiasmen?

Internett har etter hvert blitt en så integrert del av vår hverdag at det sjelden reflekteres over hvordan utviklingen ledet hit. Helt siden internett først ble introdusert i 1989 har utviklingen vært eksponentiell. I 1990 ble den første «tingen» koblet på internett, John Romkey gjorde det mulig å skru av og på et toastjern over internett. På starten av 2000-tallet utgjorde inntoget av Radio Frequency Identification (heretter omtalt som RFID) at utviklingen tok et nytt steg. RFID er en teknologi basert på radiofrekvenser som gjør det mulig å lage små brikker som kan sende signaler. IoT defineres og forklares på ulike måter, og i sin enkleste form handler det om å koble sammen tre ting; mennesker, datamaskiner og gjenstander (Suresh *et al.*, 2014). Begrepet IoT vil bli beskrevet mer detaljert under delkapittel 2.5

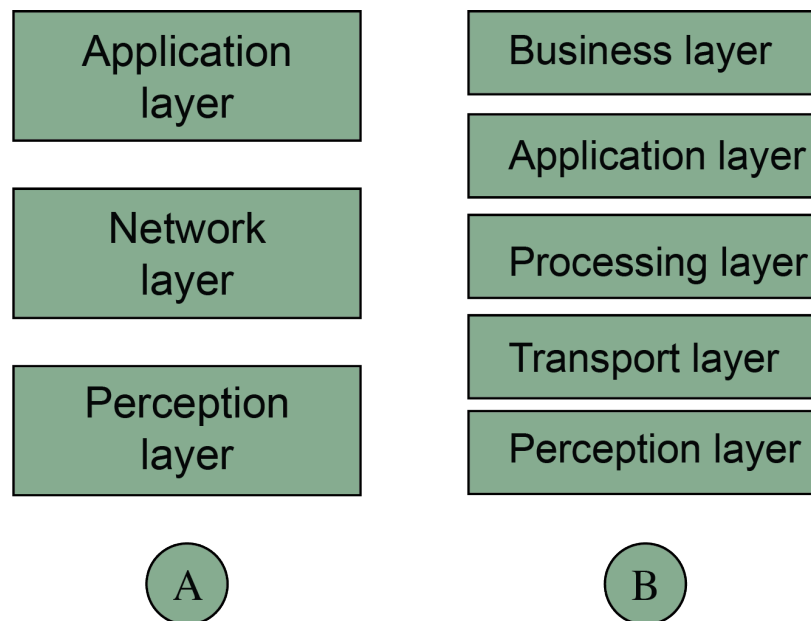
Konseptet «Internet of Things» ble først benyttet av Kevin Ashton i 1999 som overskrift på en PowerPoint-presentasjon han gjorde knyttet til å sammenkoble RFID brikker og internett slik at vanlige gjenstander kan kommunisere over nett. Etersom begrepet har blitt utvidet til å omfatte en serie konsepter er det stadig mer relevant med et tilbakeblikk på visjonen Ashton satt frem for «Internet of Things». Nemlig at datamaskiner, og i forlengelse internett, er helt avhengig av mennesker for å få informasjon (Ashton, 2009).

Den største andelen av informasjon tilgjengelig på internett er samlet inn og produsert av mennesker. Dette er helt essensielt fordi mennesker har begrenset med tid og kapasitet til å stadig samle inn informasjon om alt som skjer rundt oss. Her skapes muligheten for at sensorer og «ting» kan samle inn denne informasjon isteden. Ved tilkobling av hverdagslige gjenstander til internett for å samle nyttig informasjonen kan vi benytte datakraft til å skape en ny forståelse av våre omgivelser, og på denne måten koble sammen den fysiske og virtuelle verden (Ashton, 2009).

2.5 Internet of Things: Systemarkitektur

IoT er mer enn bare tilfeldige gjenstander koblet til internett og applikasjoner som viser grafer og forbruk. IoT muliggjør datainnhenting i stor skala og verdi skapes først når denne informasjonen benyttes til å løse forretningsmessige problemstillinger. IoT kan som et eksempel bruke maskinlæring til å forutse når feil på ventilasjonsanlegg er i ferd med å oppstå før det faktisk skjer (Sethi & Sarangi, 2017). IoT gjør det mulig å levere sanntidsinformasjon til brukere av en bygning knyttet til deres daglige gjøremål for å gjøre arbeidsdagen mer tilrettelagt (Minoli, Sohraby & Occhiogrosso, 2017). Etersom stadig flere sensorer blir å finne i næringsbygg, og mer informasjon samles inn om verden rundt oss til fordel for bedre operasjonelle beslutninger, er det viktig å forstå hva som muliggjør disse scenarioene og hvordan dette relaterer til dagens bygningssystemer og løsninger.

Det finnes ingen universal definisjon rundt hvordan systemarkitekturen til et IoT system ser ut. Ulike definisjoner er fremmet, og den mest overordnede definisjonen består av tre nivåer som benyttet av Sethi & Sarangi, (2017) og Jia *et al.* (2019). Disse kan ses av Figur 9, og består av et sensornivå, et nettverksnivå og et applikasjonsnivå. Sensornivået består av fysiske gjenstander som kan oppfatte sin egen tilstand og hva som skjer i omgivelsene rundt seg. Nettverksnivået skal koble disse sensorene til andre smarte gjenstander, nettverk og servere. Nettverksnivået samler, prosesser og sender data fra sensorene videre til applikasjonsnivået. På applikasjonsnivået blir dataene behandlet og presentert til brukeren for å oppnå et gitt formål. Formålet med en applikasjon kan variere fra smarte hjem til smarte byer eller helseløsninger (Sethi & Sarangi, 2017).



Figur 9: Systemarkitektur for et IoT system (Sethi & Sarangi, 2017).

Tre-lags oppbygningen som ses av figur 9, modell A fanger essensen av et IoT system, samtidig benyttes det ofte flere nivåer for å forklare nyanser som oppstår i forbindelse med forskning på IoT. Det er nødvendig med flere nivåer for å forstå ulike problemstillinger som oppstår innenfor de overnevnte nivåene og dette avhenger av hvilken fagretning det forskes på. Det er derfor fremmet ulike systemarkitekturer i litteraturen, blant disse en fem-nivå-systemarkitektur som kan ses av figur 9 (Sethi & Sarangi, 2017). Det finnes også forslag som inneholder fra syv nivåer og opp til 11 nivåer (Minoli, Sohraby & Occhiogrosso, 2017). For denne oppgavens formål er det ikke hensiktsmessig å redegjøre for alle disse og heller ikke dataprotokoller eller ulike typer databehandling. Det vil tas utgangspunkt i en fem-lags inndeling som kan ses av figur 9, modell B. Disse nivåene vil i det følgende gjennomgå mer detaljert.

2.5.1 Sensornivået

Sensornivået er på mange måter den viktigste delen av et IoT system. En sensor er et bredt begrep om alle fysiske enheter som har kontekstbevissthet, det innebærer at den må kunne samle inn informasjon om sine omgivelser og være i stand til å tolke om disse endrer seg. Fellesbegrepet sensorer brukes om veldig mange ulike enheter, og det kan variere fra en lokasjonssensor (GPS), bevegelsessensorer, trykksensorer og temperatursensorer, for å nevne noen. Typiske IoT sensorer er små av størrelse, rimelige og bruker lite strøm. De er på den

andre siden begrenset av sin lagringskapasitet og levetid. En oversikt over ulike sensorer og funksjoner kan ses under av tabell 1 (Sethi & Sarangi, 2017).

Oversiktstabell for ulike sensortyper	
Temperatursensor	Touch sensor
Bevegelsessensor	Fargesensor
Akselerometer	Fuktighetssensor
Infrarød sensor	Vippesensor
Press-sensor	Strøm- og nivåsensor
Lysensor	Røyk-, gass- og alkoholsensor
Ultrasonic sensor	Gyrosensor

Tabell 1: Oversiktstabell for ulike sensortyper.

En sensor består av både hardware og software. Målet er gjerne å samle inn data som skal brukes til et formål. Software delen av en sensor er gjerne det som gjør at det omtales som en «smart» enhet. Sensorer er igjen gjerne koblet til en aktuator. En aktuator er en enhet som benyttes for å gjøre en fysisk endring, et arbeid. Eksempelvis samler sensorene inn informasjon om at alle har forlatt et kontor, applikasjonsnivået sender en kommando om at lysene skal skrur av, og det er aktuatoren som faktisk skrur av lyset. På samme måte er det en aktuator som åpner og stenger for vann i rørsystemene. Aktuatorer er dermed sentrale enheter for å utføre en endring basert på den informasjonen som samles inn. Det finnes ulike typer aktuatorer basert på hvilken energi de bruker for å utføre arbeid. De mest vanlige er drevet av elektronikk, hydraulikk eller pneumatisk. (Elizalde, 2020).

2.5.2 Transport og nettverksnivået

Etter at sensordataene er blitt samlet inn, aggregert og prosessert i første omgang må de transporteres videre. Dette gjøres normalt gjennom en form for nettverkskommunikasjon. Nettverkskommunikasjonsnivået omfatter sammenkoblingen av en sensor til internett og transporteringen av rådata som sensorene samler inn (Jia *et al.*, 2019). Det er mest vanlig at denne kommunikasjonen er trådløs da dette medfører lavere installasjonskostnader og en større grad av fleksibilitet. Nettverkskommunikasjonsnivået bærer preg av et stort utvalg av ulike standarder og løsninger. Valg av riktig kommunikasjonsmekanismer utgjør dermed en sentral del av ethvert IoT system (Elizalde, 2020).

Valg av nettverkløsninger koker gjerne ned til tre faktorer; rekkevidde, datamengde og energiforbruk. Dette gir valget mellom løsninger av typen WAN (Wide Area Network), LPWAN (Low Power Wide Area Network) og LAN (Local Network). Slik løsningene er satt sammen i dag er det ingen av løsningene som kan levere alle tre faktorene. Dette innebærer at hvis løsningen har behov for å sende store mengder data både langt og raskt så vil dette bruke mye energi og gi kortere batterilevetid. Men hvis man ønsker lang rekkevidde og lang batterilevetid, vil en kun ha mulighet til å sende mindre datamengder (Waeren, 2019).

2.5.3 Prosesseringsnivået

Prosesseringsnivået står for håndtering av dataen som sendes gjennom transportnivået og inkluderer flere ulike databehandlingsteknikker. Skylagring er blitt en stadig mer etablert del av vår digitale arbeidshverdag og utgjør infrastrukturen i et IoT system. Skybaserte plattformer har som mål å håndtere innsamling av data fra sensorer ved at dette sendes til skybaserte lagringstjenester. Siden IoT sensorer kan generere enorme datamengder må det gjøres prioriteringer knyttet til hva som faktisk er nyttig informasjon (Elizalde, 2020).

Hypptigheten for opplasting av data må også vurderes ettersom det er ulike krav knyttet til hvor ofte denne prosessen skal finne sted. En av de mest sentrale fordelene med å benytte skybaserte plattformer er muligheten for å benytte analyseverktøy. I denne sammenheng betyr det muligheten til å generere store datasett for å se etter trender, lage fremtidsprognoser og benytte maskinlæring for å gjøre ting mer effektivt. Det er her muligheten ligger til å skape ny innsikt og forståelse av bygninger, hvilket utgjør verdien i et IoT system (Elizalde, 2020).

2.5.4 Applikasjonsnivået

Basert på data som er innsamlet gjennom stegene beskrevet ovenfor, utgjør applikasjonsnivået den mest kjente delen av et IoT system. Applikasjonene som utvikles er gjerne det sluttbrukerne får tilgang til og får benytte daglig. Dette kan være en nettbasert løsning, en applikasjon på telefonen eller en kombinasjon av flere ting. Disse applikasjonene skal benytte data til å tilby en tjeneste eller skape en verdi for brukere. Brukerne av applikasjonen kan være både leietakere, eiendomsforvaltere, driftspersonell eller gårdeier. En sentral forståelse og plan for hva applikasjonen skal oppnå eller hvilket problem den skal løse er derfor helt sentralt for å lykkes med en implementering. Det kan utvikles mange applikasjoner innenfor en bransje,

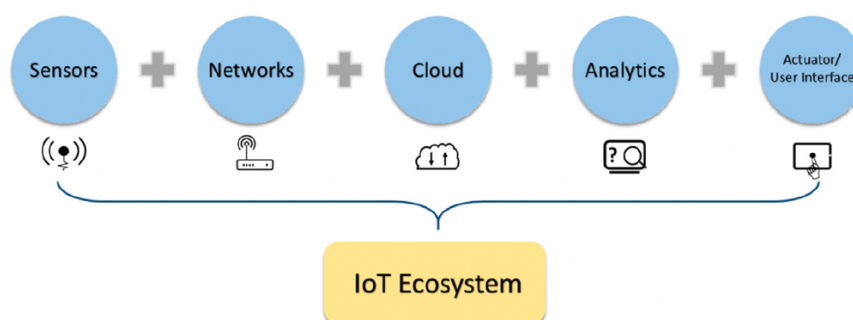
eksempelvis applikasjoner for avfallshåndtering, energirapportering og en applikasjon for rutineoppgaver innen FM (Wu *et al.*, 2010).

2.5.5 Forretningsnivået

Forretningsnivået innen et IoT system kan gjerne ses på som ledelsen av IoT. Under dette nivået finner vi ledelsesaspektene knyttet til valg av applikasjoner og hvordan dette skal knyttes mot organisasjonens forretningsmodell og ønsket effekt. Applikasjonene søker som beskrevet å løse en forretningsmessig problemstilling eller skape en form for verdi. Forretningsnivået styrer sammensetningen og investeringene som gjøres i ulike applikasjoner og vurderer fortløpende om de oppfyller ønskede krav. Dette nivået er sentralt for å sy alle de overnevnte nivåene sammen til en helhetlig løsning som støtter om bedriftens strategi og forretningsmessige mål (Wu *et al.*, 2010).

2.5.6 Oppsummering IoT

Samlet utgjør alle de overnevnte nivåene ett IoT system. IoT er dermed ikke kun en sensor, men et nettverk av sensorer satt i system for å utgjøre et økosystem som skal løse forretningsmessige utfordringer. Økosystemet forsøkes utformet slik at det er mulig å kontinuerlig koble til nye sensorer ettersom de tilføres. Figur 10, viser de ulike nivået som utgjør økosystemet (Jia *et al.*, 2019)



Figur 10: Ulike nivåer som inngår i et IoT system (Jia *et al.*, 2019).

3 Metode

Gjennom dette kapittelet vil det redegjøres for metodiske valg og vurderinger som er gjort for å belyse hypotesen knyttet til bruk av IoT innen eiendomsforvaltning. For denne oppgaven, og innen samfunnsvitenskapen generelt, er målet å bidra med ny forståelse og kunnskap for temaet. Videre til det presenteres sentrale forskningsprinsipper innen samfunnsvitenskapelig metode, en introduksjon til kvalitative og kvantitative metoder og en redegjørelse for valgt metode for oppgaven. Kapittelet vil også vektlegge forskningsetikk, reliabilitet og validitet for studien.

3.1 Samfunnsvitenskapelig metode

Samfunnsvitenskapelig metode har som overordnet hensikt å bidra med kunnskap til menneskets forståelse av sine omgivelser. Vitenskap som disiplin er derfor i stor grad basert på å utforske og eksperimentere med omverdenen. Dette innebærer også i stor grad evnen til å lære av sine feil. Ved å sette frem teorier, teste teoriene og lære av svarene som fremkommer (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016). For som Karl Popper sa;

«The history of science, like the history of all human ideas, is a history of . . . error. But science is one of the very few human activities—perhaps the only one—in which errors are systematically criticized and fairly often, in time, corrected. This is why we can say that, in science, we learn from our mistakes and why we can speak clearly and sensibly about making progress» (Popper, 1968).

Samfunnsvitenskapelig metode er med det ikke bare en søken etter å bekrefte teorier, men også å avkrefte teorier. For å kunne diskutere teorier kreves en beskrivelse av etablert praksis for hvordan man innen samfunnsvitenskapelig forskning går frem for å tilegne seg ny og troverdig informasjon gjennom datainnsamling, analyse og tolkning. For at arbeidet skal kunne regnes som empirisk forskning og bidra til utvikling innen fagfeltet er det nødvendig å følge sentrale prinsipper for samfunnsvitenskapelig metode. De mest grunnleggende kjennetegnene på samfunnsvitenskapelig metode er systematikk, grundighet og åpenhet rundt forskningsprosessen. Dette skal føre til at innsamling av informasjon, analyse og tolkning gjennom oppgaven bidrar til en dypere forståelse av temaet (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016, s.25-26).

Samfunnsvitenskapelig metode skiller seg fra naturvitenskapelig metode på et sentralt punkt. Samfunnsforskningens studiefelt inkluderer mennesker, og menneskers oppfatning av virkeligheten rundt seg. Dette medfører at innen samfunnsforskningen er det nødvendig å delta i større grad enn å observere et fenomen utenfra. Ved gjennomføring av denne oppgaven er det en kontinuerlig interaksjon med mennesker med ulike bakgrunn og ulike meninger knyttet til temaet som undersøkes. Derfor er det sentralt i samfunnsvitenskapelig metode å redegjøre for en strukturert prosess for håndtering av denne informasjonen (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016, s.25-26).

3.2 Kvalitativ og kvantitativ metode

Det skilles normalt innen samfunnsvitenskapelig metode mellom kvalitativ og kvantitativ fremgangsmåte. Johannessen, Tufte og Christoffersen forklarer forskjellen på et overordnet nivå som at kvantitativ forskning kartlegger at noe skjer, mens kvalitativ forskning beskriver hvorfor noe skjer. Dette medfører at kvantitative forskningsmetoder gjerne arbeider med stort tallbasert materiale og innebærer metoder som spørreundersøkelser, strukturerte utspørringer eller meningsmålinger. Formålet med kvantitativ metode er å kunne bevise eller motbevise at et fenomen eksisterer eller teste en konkret hypotese innenfor statistiske rammer (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.95).

Kvalitativ forskningsmetode er derimot mer rettet mot forståelsen av hvorfor noe skjer. Dette tar fokuset bort fra konkrete årsakssammenhenger og undersøker mer hvordan mennesker oppfatter og tolker en situasjon. Vanlig datamateriale innenfor kvalitativ forskning er derfor ofte kategorisk og gjerne tekst. Metoder som normalt anvendes innen kvalitativ forskningsmetode er blant annet dokumentanalyse, intervjuer eller observasjon. Kvalitativ metode forsøker også i større grad å forklare sosiale sammenhenger innenfor avgrensede områder (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.95).

Kvalitative og kvantitative metoder har begge ulike styrker og svakheter. Det er gjerne oppgavens hypotese eller problemstilling som styrer hvorvidt det er hensiktsmessig å benytte enten kvalitativ, kvantitativ eller en kombinasjon av begge metoder gjennom forskningsprosjektet. Videre følger denne oppgaven forskningsdesign og redegjørelse for valg av metode.

3.3 Forskningsdesign

Forskningsdesignet har som mål å planlegge hvordan definerte forskningsspørsmål skal besvares. Det kan med andre ord fungere som en beskrivelse av fremgangsmåten for forskningsprosjektet. Forskningsdesignet omfatter dermed alt som kan knyttes til undersøkelsen av hypotesen. En masteroppgave går normalt over ett semester, tilsvarende omkring 20 uker. Dette gjør at forskningsundersøkelsen kan betegnes som en tverrsnittsundersøkelse. En tverrsnittsundersøkelse er en undersøkelse av et fenomen over en avgrenset tidsperiode eller i et gitt øyeblikk (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016).

Undersøkelsene i en masteroppgave gir derfor kun innblikk i hypotesen innenfor denne tidsavgrensede perioden på 20 uker og det må utvises forsiktighet med å trekke konklusjoner som fastslår trender over tid. Spesielt for denne tverrsnittsperioden er en vedvarende pandemisituasjon som kan være med å påvirke fenomener og personer som deltar i studien. Dette vil redegjøres for mer detaljert under valg av metode (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.69-71). Forskningsdesignet anbefales å inneholde en beskrivelse av hvordan data genereres, analyseres, kilder for datagrunnlaget, og diskusjon av utfordringer knyttet til oppgavens gjennomføring (Saunders, Lewis & Thornhill, 2016).

3.3.1 Induktiv metode

Tjora (2019) står bak rammeverket «Stegvis-deduktiv induktiv» metode som redegjør for forskjellen mellom deduktiv og induktivt forskningsdesign. Modellen forklarer hvordan deduktiv metode har sitt utspring i teori som benyttes for å tolke og analyse et datagrunnlag. Induktivt design beveger seg motsatt retning ved å starte med en datainnsamling og gjennom seks steg lage teori og videre konsepter basert på prosjektets datagrunnlag. (Tjora, 2019). For dette masterprosjektet er det valgt et induktivt forskningsdesign. Dette er gjort på grunnlag av hypotesens utforming og oppgavens eksplorative fremgangsmåte. Det er etter forfatterens kjennskap lite teorigrunnlag for å understøtte oppgavens tematikk og det må derfor utforskes gjennom først å genere data og deretter forsøke å skape konsepter.

Tjoras modell bygger på innhenting av rådata og videre prosessering av dette datagrunnlaget. Dette gjøres ved rådata innsamles gjennom litteraturstudie og dybdeintervjuer. Disse vil videre kodes, noe som innebærer grupperinger av data gjennom et digitalt verktøy som vil redegjøres

for i mer detalj. Kodingens formål er å gi en sammenstilling av et stort datagrunnlag som legger fundamentet for videre diskusjon som kan lede frem til generaliserbare teorier (Tjora, 2019).

3.3.2 Eksplorativ studie

Studiet er gjennomført som en eksplorativ eller utforskende studie. En eksplorativ studie er spesielt godt egnet for hypoteser eller problemstillinger som er åpent formulert. Dette gjelder for denne oppgavens hypotese som søker å belyse et nytt tema. Eksplorative studier kjennetegnes videre av at de stiller spørsmål rundt «hva» og «hvordan» noe fungerer. Dette er egnet for denne oppgaven siden målet er skape ny forståelse for en tematikk rundt IoT innen FM som tidligere er lite belyst. Dette gjelder også når det er begrenset med forskningsgrunnlaget på temaet (Saunders, Lewis & Thornhill, 2016).

Det er naturlig å velge en eksplorativ studie for oppgavens forskningsdesign siden IoT innen FM er i rask utvikling, og det er ukjent hvilken retning bransjen vil ta. Det er dog en kjent forventning om at denne type teknologi kan skape endring innen eksisterende praksis. Eksplorative studier har også en fordel av å være en fleksibel fremgangsmåte som åpner for at forskningen blir til underveis ettersom datagenerering gir ny innsikt og det oppnås dypere forståelse av temaet (Saunders, Lewis & Thornhill, 2016).

3.4 Valg av metodisk tilnærming

Dette delkapittelet vil redegjøre for metodisk tilnærming for gjennomføring av denne masteroppgaven. Det inkluderer en presentasjon av valgt forskningsdesign, framgangsmåte ved gjennomføringen av de ulike metodene for datainnsamling og en diskusjon av utfordringer ved studiet.

3.4.1 Valg av kvalitativ metode

Ved utforming av forskningsdesign tas det hensyn til hva, hvem og hvordan studiet skal gjennomføres med utgangspunkt i valgt hypotese. Oppgavens hypotese er;

«Internet of Things kan bidra til å effektivisere FDVU av eksisterende næringsbygg og potensielt øke verdiskapingen for eiendomsselskaper»

Hypotesen bygger på en utforskende formulering rundt «hvordan» IoT kan benyttes innen næringsseiendom og har hovedfokus mot FDVU, samt økt verdiskaping. Siden hypotesen søker å belyse mulige endringer i eksisterende praksis for FDVU, og dette involverer i stor grad mennesker og deres interaksjon med teknologi så fremstår det naturlig å benytte en kvalitativ tilnærming. En kvalitativ tilnærming gir muligheten til å belyse hypotesen ved bruk av flere ulike design metoder (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.27-28).

Oppgavens forskningsspørsmål lyder om følger;

- 1. Hvilke bruksområder finnes for IoT innen FDVU av næringsseiendom?*
- 2. Hvordan kan eiendomsselskaper benytte IoT til å forbedre sin FDVU praksis?*
- 3. Hvordan kan IoT bidra til ny verdiskaping hos eiendomsselskaper?*

Overnevnte forskningsspørsmål er med på å bestemme hvilke metoder som er mest aktuelle for studien. Basert på dette er det uformet en to-delt fremgangsmåte der forskningsspørsmål 1 søkes besvart gjennom en kombinasjon av litteraturstudier og dybdeintervjuer med en utvalgt ekspertgruppe. Forskningsspørsmål 2 søker derimot belyst hovedsakelig gjennom dybdeintervjuer med ekspertgruppen og ved en casestudie av NPRO. Spørsmålsformen «hvilke» er i følge Yin (2018) spesielt relevante for bruk av litteraturstudie og dybdeintervjuer for å kunne belyse temaet på tvers av bransjer og innenfor eget fagfelt. Spørsmålsformen «hvordan» er utforskende og bygger normalt på kvalitative forskningsdesign ettersom de søker å forklare sosiale fenomener og inkluderer gjerne prosessbeskrivelser som er relevant i denne oppgaven (Yin, 2018).

Dette studiet har basert seg på en innledende litteraturstudie, etterfulgt av 11 dybdeintervjuer. Fem av disse er å anse som eksperter på temaet IoT og eiendomsforvaltning, mens seks personer tilhører casestudiet som vil presenteres senere. Prosessen har i stor grad vært induktiv og det har medført at forskningsdesignet har vært under kontinuerlig utvikling ettersom datagenereringen har medført økt forståelse for temaet og behovene for å få videre belyst oppgavens hypotese. Figur 11 presenterer forskningsdesignet og de ulike stadiene vil gjennomgå i påfølgende avsnitt.



Figur 11:Forskningsdesignfor masterstudiet.

3.4.2 Litteraturstudie

Litteraturstudie gjennomføres innenfor samfunnsvitenskapelig forskning for å tilegne seg en dypere forståelse av valgt tema og utgjør på denne måten en grunnstein for formuleringen av de riktige spørsmålene for å besvare hypotesen. En litteraturstudie kan gi hypotesen kontekst og forståelse, såfremt som plassere forskningen innenfor fagfeltet det tilhører på en hensiktsmessig måte. Litteraturstudier er derfor en vanlig metode å benytte innledningsvis i forskningsprosjektet for å avdekke hva som finnes av eksisterende forskning og kartlegge målsetningen for studiet (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.105).

Det finnes flere muligheter for gjennomføring av litteraturstudier og det er ingen fasit på fremgangsmåte. Derimot er det viktig å ha en strukturert prosess som både kan etterprøves og underbygge valgt fremgangsmåte, samt gi innsikt i hvilke vurderingskriterier som er benyttet i utvelgelse av relevant litteratur. Det er anbefalt å ta utgangspunkt i valgt hypotese og definere tydelige søkeord og kriterier for utvelgelse. Dette blir stadig mer sentralt ettersom mengden tilgjengelig litteratur på de vanligste søkemotorene for forskning vokser raskt (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.106).

En utfordring metodisk for oppgaven har vært knyttet til å finne relevante akademiske artikler som treffer hypotesen godt. Siden temaet fokuserer på en disruptiv teknologi i rask utvikling er det forsøkt identifisert artikler som er oppdaterte. Samtidig er det vektlagt at IoT ikke er en ny

teknologi i seg selv, derimot er bruk av denne teknologien innenfor eiendomsbransjen mindre kjent. Artikler som har forutsett utviklingen på et tidlig stadie og lagt premissene for begreper og gjeldende praksis har blitt vurdert som relevante.

Litteraturstudiet har foregått nærmest kontinuerlig gjennom forskningsprosessen med et naturlig større tidsbruk i begynnelsen av oppgaven. Samtidig har det vært nødvendig å gjennomføre enkeltsøk underveis i prosessen og benytte mer spissede søk ettersom det har kommet frem ny innsikt og forfatteren har tilegnet seg ny kunnskap om temaet. Det er gjennom hele forskningsperioden etterstrebet å benytte kilder fra dens opprinnelige kilde, noe som innebar bruk av bakoversøk fra artikler som henviser til andre artikler.

Tema	Søkeord
Facility Management	«Facility Management» «Digitalization and Facility Management»
Internet of Things	«Internet of things and Facility Management» «IoT and Facility Management» «Internet of things architecture» «IoT smart building»

Tabell 2: Oversikt over søkeord

3.5 Casestudiet

En casestudie er en empiriske metode som innenfor et avgrenset tidsrom studerer sosiale og virkelighetsnære prosesser. Casestudier er dermed godt egnet for å skape ny forståelse rundt fenomener som utspiller seg i virkeligheten. Som en motsetning forsøker eksperimenter å gjennomføre kontrollerte forsøk som utelukkende studerer et valgt fenomen. For casestudier er dette mindre uklart og benyttes gjerne for å gi mer nyanser basert på flere ulike kilde i datagenereringen. For å sikre troverdigheten til casestudiet er det viktig å beskrive og redegjøre for forskningsprosessen og valgt fremgangsmåte (Yin, 2018).

3.5.1 Presentasjon av case

Det er gjennomført en casestudie av eiendomsselskapet Norwegian Property ASA (heretter omtalt som NPRO). Informasjonen som presenteres rundt caset har fremkommet gjennom dybdeintervjuer og nettbasert informasjon som er tilgjengelig på Norwegian Property sine sider, samt interne dokumenter fra NPRO.



Figur 12: Snarøyveien 36 og Verkstedhallen (Kvalvåg, 2014; Norwegian Property, no date b).

NPRO er et norsk børsnotert eiendomsselskap som ble opprettet i 2006. NPRO har sitt hovedvirke knyttet til tre næringsklynger, Aker Brygge, Fornebu og Nydalen. Selskapet er et spesialisert og helintegrert eiendomsselskap med fokus på å eie, utvikle og forvalte næringseiendom. NPRO eier og driver ca. 500 000 kvm fordelt på 29 eiendommer. Selskapets portefølje har en anslått markedsverdi på 23,7 milliarder kroner. NPRO er et helintegrert eiendomsselskap som innebærer at de har funksjoner som økonomi/finans, marked/utleie, kommersiell FDV og administrative oppgaver internt i selskapet (Norwegian Property, no date a).

Alle Norwegian Property's eiendommer er å anse som «eksisterende næringseiendom». Dette innebærer at de p.t. ikke har noen nybygg i sin portefølje. Mange av eiendommene er bygget før år 2000 og dette gir et godt utgangspunkt for å vurdere oppgavens hypotese knyttet til bruk av ny teknologi i eksisterende bygningsmasse. En vesentlig andel av eiendommene i porteføljen har gjennomgått en form for modernisering eller ombygging til mer moderne standard, men det vurderes fortsatt som relevant for å belyse oppgavens hypotese.

Bakgrunn for valg av case

NPRO ble valgt som case på bakgrunn av flere aspekter. For det første viste NPRO stor interesse knyttet til å utforske hypotesen allerede fra tidlige samtaler, samtidig som de gjorde det tydelig at prosjektet kunne få tilgang på nødvendig personer og dokumenter knyttet til datainnsamling. Videre har NPRO et utvalg av eiendommer som er vurdert som representativt for et stort antall næringseiendommer i Norge, hva gjelder kontor og retail virksomhet.

NPRO har også en vesentlig del av FM leveransen og FDVU ansvaret in-house, noe som innebærer at de har rutiner og prosesser for oppfølging av disse oppgavene. Dette var ønskelig siden hypotesen er knyttet til både effektivisering av prosesser og den fysiske infrastrukturen i bygget. Det gir også NPRO et naturlig incentiv til å utforske oppgavens tema.

Avgrensninger ved case

Oppgavens hypotese er formulert rundt hvordan IoT kan bidra til mer effektiv eiendomsforvaltning. Det er i denne sammenheng derfor viktig å understreke at ulike bygninger, til ulike formål, benyttet av ulike organisasjoner og mennesker har forskjellige krav til eiendomsforvaltningen. Dette avhenger også av forvaltningsselskapets FM strategi og kompetanse. Dette vil være med på å begrense hvor generaliserbar funnene fra caset potensielt kan være ovenfor andre aktører i bransjen eller for andre bygg og det kan være at enkelte funn blir case-spesifikke. En vesentlig andel av tjenestene som NPRO leverer er veletablerte eiendomstjenester som går igjen på tvers av selskaper innenfor bransjen og som derfor kan bidra til økt overføringsverdi i funnene.

Ved et lengre tidsperspektiv kunne det vært ønskelig å gå mer i dybden på enkelte tjenester knyttet til spesifikke eiendommer. Dette er i begrenset grad utført i oppgaven da det å sette seg inn i all teknisk og organisatorisk informasjon, med formål å vurdere effektiviseringspotensial,

er både tid og ressurskrevende. Det vil istedenfor gis anbefalinger for videre forskning avslutningsvis basert på erfaringene gjort i dette studiet.

3.5.2 Semi-strukturerte dybdeintervjuer

Kvalitative intervjuer tilrettelegger for en samtale der intervjuobjektet kan dele sine meninger, holdninger og erfaringer innenfor temaet som studeres. Det er en metodeform som muliggjør et dypere innblikk i hvordan verden ser ut gjennom øynene til personen som intervjues. Knyttet til oppgavens tema er det hentet frem ulike perspektiver blant eksperter på området, samtidig som oppgaven søker å belyse behov og utfordringer innenfor tradisjonell eiendomsforvaltning. Intervjuformen en-til-en er benyttet gjennom oppgaven for å kunne gi detaljerte beskrivelser av fenomenet man undersøker (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.147).

Saunders, Lewis & Thornhill, (2016) viser til at semi-strukturerte intervjuer gjerne er anvendt for eksplorative studier. Dette bygger på at denne intervjuformen kan gi innsikt i oppgavens tema gjennom svar på utvalgte spørsmål samtidig som det åpnes for at intervjuobjektet kan trekke intervjuet i ulike retninger basert på egen kompetanse (Saunders, Lewis and Thornhill, 2016). Det forberedes et utvalg spørsmål i forkant av semi-strukturert intervjuer som ble oversendt informanter i forkant. Selve intervjuformen var dog mer ustrukturert, og det ble vektlagt flyt i samtalen for å oppnå en tillitt mellom intervjuer og intervjuobjekt. Siden temaet for oppgaven er eksplorativt var det viktig å la spesielt ekspertgruppen styre retningen for intervjuene i noe større grad enn for casestudiet.

Utvalgsstrategi for intervjuobjekter

Formålet ved å gjennomføre kvalitative intervjuer er å belyse oppgavens hypotese best mulig. Dette innebærer at intervjuobjektene som ble valgt har stor innvirkning på kvaliteten av informasjonen som fremkommer av intervjuene. For å genere mest mulig kunnskap, forståelse og beskrivelse av oppgavens hypotese er derfor utvalget av intervjuobjekter gjort basert på en utvalgsstrategi. En utvalgsstrategi tar normalt utgangspunkt i en målgruppe for datainnsamlingen, og velger deretter personer fra denne målgruppen (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.116-117).

Det ble gjort følgende vurderinger knyttet til kompetanse og relevans for utvelgelse av informanter til denne oppgaven. Intervjuobjektene ble delt i to hovedgrupper, hvor gruppe 1

bestod av eksperter på IoT innen eiendomsforvaltning, mens gruppe 2 bestod av intervjuobjekter knyttet til casestudiet fra ulike nivåer i organisasjonen. Det var her ønskelig med minst en representant fra strategisk, taktisk og operasjonelt nivå.

Kriterier for gruppe 1:

1. Jobber med ny teknologi, fortrinnsvis IoT innenfor næringseiendom
2. Har selv deltatt eller har førstehåndserfaring fra IoT prosjekter innen næringseiendom

Kriterier for gruppe 2:

1. Jobber med eiendomsforvaltning hos Norwegian Property på enten operativt, taktisk eller strategisk nivå.
2. Har en tilknytning til eiendomsforvaltningen ved ett eller flere av casebyggene
3. Representerer ett av nivåene; Strategisk, taktisk eller operasjonelt.

Rekruttering av intervjuobjekter

Prosessen knyttet til rekruttering av intervjuobjekter har foregått kontinuerlig fra planleggingen av masteroppgaven startet sommeren 2020 frem til avsluttet datainnsamling i midten av april 2021. Rekrutteringen har i all hovedsak vært gjort gjennom direkte kontakt med aktuelle personer som innehar roller og kompetanse som er vurdert relevant for å belyse valgt hypotese. Denne fremgangsmåten omtales gjerne som rekruttering gjennom direkte kontakt eller personlig rekruttering (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.123). Det er blitt benyttet mail, telefonsamtaler og det sosiale mediet LinkedIn for rekruttering av informanter tilhørende gruppe 1. NPRO har vært en sentral sparringspartner og gjennom casestudiet stilt relevante personer og informasjon til rådighet, noe som har bidratt til en dypere forståelse og tilgang på informasjon.

Intervjuguide

For gjennomføringen av intervjuene ble det utformet og benyttet flere intervjuguider. I hovedsak var det en intervjuguide for intervjugruppe 1 og en annen for intervjugruppe 2. Hver intervjuguide ble noe tilpasset intervjuobjektets rolle og forutsetninger for å belyse ulike deler av hypotesen. Intervjuguiden tok utgangspunkt i hypotesen og forskningsspørsmålene. Basert på dette ble det utarbeidet deltemaer og spørsmål som la grunnlaget for de semi-strukturerte intervjuene. Denne gjennomføringen med delvis strukturerte intervjuer gav et godt grunnlag, en flytende samtale som åpnet for naturlige innspill og fleksibilitet for intervjuobjektet (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.149).

Dokumentering

Det er viktig for datainnsamlingen at intervjuene dokumenteres og klargjøres for senere analyse. Det er også en nødvendighet å gjøre opptak ved gjennomføring av 11 intervjuer for å kunne huske hva som blir sagt og for å kunne bearbeide stoffet i mer detalj (Johannessen, Tuft & Christoffersen, 2016). For denne oppgaven er det benyttet lyd og videoopptak gjennom Microsoft Teams for samtlige intervjuer, med godkjenning fra intervjuobjektet. Opptakene ble i etterkant transkribert i sin helhet og analysert for videre diskusjon. Opptakene vil bli slettet etter at masterprosessen er avsluttet.

Utvalg for intervjuer

Gruppe 1: Ekspertgruppen

Informant	Organisasjon	Tidspunkt	Sted
1	Malling & Co Techonologies	08.03.2021	Microsoft Teams (Digitalt)
2	Energy Control/Proptech Bergen	22.02.2021	Microsoft Teams (Digitalt)
3	ClevAir	23.02.2021	Microsoft Teams (Digitalt)
4	WINNIO	09.03.2021	Microsoft Teams (Digitalt)
5	Energima	09.03.2021	Microsoft Teams (Digitalt)

Tabell 3: Utvalg av informanter til ekspertgruppen.

Gruppe 2: Casestudie av en gårdeier og forvalter

Informant	Nivå	Organisasjon	Tidspunkt	Sted
6	Strategisk nivå	Norwegian Property	25.03.2021	Microsoft Teams (Digitalt)
7	Taktisk/operativt nivå	Norwegian Property	22.03.2021	Microsoft Teams (Digitalt)
8	Taktisk/operativt nivå	Norwegian Property	15.04.2021	Fysisk møte
9	Strategisk nivå	Norwegian Property	25.03.2021	Microsoft Teams (Digitalt)
10	Operativt nivå	Norwegian Property	19.03.2021	Microsoft Teams (Digitalt)
11	Taktisk nivå	EFS Eiendom (Rådgiver til NPRO)	18.03.2021	Microsoft Teams (Digitalt)

Tabell 4: Utvalg av informanter fra casestudiet.

3.5.3 Forskningsetikk og juridiske forhold

All forskningsaktivitet som kan få konsekvenser for andre mennesker bør vurderes basert på etiske retningslinjer. Forskningsetiske retningslinjer blir aktuelle når prosjektet direkte berører mennesker. Dette skjer normalt gjennom datainnsamlingen og er aktuelt for intervjuprosessen ved denne oppgaven. Det finnes nasjonale forskningsetiske retningslinjer vedtatt av den Nasjonale forskningsetiske komite, og for denne oppgaven er det vektlagt de tre hovedområdene forfattet av Per Nerdrum (1998) som senere er gjenbrukt av (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016). Disse er;

1. Informantens rett til selvbestemmelse og autonomi
2. Forskerens plikt til å respektere informantens privatliv
3. Forskerens ansvar for å unngå skade

Punkt 1 er forsøkt ivaretatt gjennom å avklare intervjuobjektets ønske om å delta i forskningsprosjektet, samt informere både muntlig og skriftlig rundt hva dette innebærer og hvordan informasjonen som fremkommer av intervjuet vil behandles. Samtykket gis muntlig og skriftlig. Skriftlig ble det sendt ut en personvernserklæring godkjent av NSD (Norsk senter for forskningsdata) som redegjør for håndtering av data og personvern i forskningsprosjektet (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016).

Punkt 2 ble forsøkt ivaretatt gjennom dialog med intervjuobjektene. Det ble også sendt ut intervjuguide i forkant av alle intervjuene, slik at informantene hadde anledning til å lese igjennom spørsmålene og vurdere hvordan de ønsket å besvare disse. Det ble også avklart innledningsvis i intervjuene hvorvidt informanten ønsket å forbli anonym eller kunne henvises til ved navn og stillingstittel (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016).

Punkt 3 relateres spesielt til medisinsk forskning eller andre eksperimentelle prosjekter. Det ble forsøkt vurdert hvorvidt datainnsamlingen kunne komme noen til skade, enten ved sårbare temaer eller lignende. Dette ble ikke vurdert som spesielt relevant for dette prosjektet da oppgavens tema ikke berører noen personsensitive temaer (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016).

3.6 Dataanalyse

En vesentlig del av forskningen er selve tolkningen av data. Tolkningen av data omtales også som datanalyse og for kvalitative metoder omhandler det bearbeidingen av tekst (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.29). Ifølge (Tjora, 2019, s.27) er det gjennom datanalysen at forskeren har mulighet til å trekke ut det viktigste av materialet og presentere det til leseren. Det er også i denne fasen at struktur blir spesielt viktig for å skape gode konsepter.

For å gjennomføre datanalysen i dette prosjektet er alle intervjuene blitt transkribert, og det er blitt benyttet koder og datanalyseverktøyet Nvivo for bearbeidelsen. Koder ble benyttet med en induktiv fremgangsmåte etter (Tjora, 2019) sitt SDI rammeverk. Målet med kodingen var derfor å hente ut essensen av intervjuene, kutte ned på det totale omfanget av tekst for deretter å kunne samle funnene i form av konsepter (Tjora, 2019). Siden intervjuguidene tok utgangspunkt i forskningsspørsmålene, skapte dette overordnede temaer for intervjuene. Utover dette så ble prosessen med tolking i stor grad styrt av innholdet i selve intervjuene. Det medførte at koding startet med de overordnede intervjutemaene og ved gjennomgang av intervjuene ble det fortløpende opprettet nye undergrupper.

3.6.1 Vurdering av datakvalitet

Grunnleggende i all forskning er spørsmålet om dataens pålitelighet. For å kunne redegjøre for troverdigheten til en forskningsprosess benyttes normalt to kriterier, reliabilitet og validitet (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.36). Disse kriteriene er bredt anvendt innenfor forskningsfeltet og kommuniserer hvilke tiltak som er gjort for å sikre påliteligheten til studien. (Tjora, 2019) peker også på transparens i forskningsprosessen som sentralt ved vurdering av datakvalitet. Åpenhet rundt prosessen og funnene vil gjøre det enklere for leseren å vurdere og etterprøve funnene i forskningen.

3.6.2 Reliabilitet

Reliabilitet er en oversettelse av det engelsk uttrykket «reliability» som betyr pålitelighet. Reliabilitet er dermed et mål på hvor pålitelig funnene fra forskningen er. Pålitelighet innen forskningssammenheng består av redegjørelse for forskningens nøyaktighet (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.36). Reliabiliteten til en oppgave styrkes gjerne av transparens ved at leseren gis innsikt til hvordan funnene har fremkommet, som her er presentert ved oppgavens forskningsdesign. Dette er en logisk sammenheng, da det er enklere for mennesker

å stole på et resultat hvis de vet hvor resultatet kommer fra. Tjora omtaler denne prosessen som den interne logikken til forskningsprosjektet (Tjora, 2019, s.146).

For dette forskningsprosjektet er det i hovedsak benyttet dybdeintervjuer og litteraturstudie for innhenting av data. Gjennom litteraturstudiet ble det vurdert aktuelle søkeord, et utvalg av relevante databaser, en individuell vurdering av hver enkelt artikkel knyttet til relevans for oppgaven og troverdighet basert på antall siteringer artikkelen hadde. Det har på denne måten blitt forsøkt utøvd kildekritikk for å sikre relevante kilder til oppgavens teoridel.

Den største andelen data kommer fra dybdeintervjuene, både tilhørende og utenfor casestudiet. En vanlig metode for økt reliabilitet er å gjenta en undersøkelse for å vurdere om det gir samme resultat. Dette medfører en utfordring for reliabiliteten til intervjuene siden det er svært vanskelig å etterprøve eller gjennomføre på nytt og at det gir samme resultat. Intervjuet fungerer nemlig som et samspill mellom intervjuer og intervjuobjekt, og denne dynamikken vil være annerledes ved ulike personers tilstedeværelse (Johannessen, Tuft & Christoffersen, 2016).

For å forsøke å skape mest mulig nøyaktige data ble det for de ulike gruppene benyttet nærmest like intervjuguider. Det ble kun gjort enkelte tilpasninger basert på spørsmål knyttet til selve rollen til intervjuobjektet. Intervjuene ble gjennomført som semi-strukturerte intervjuer, dette gjør at hvert enkelt intervju kunne bli styrt av hvilken retning samtalen tok underveis. Det kan derfor stilles spørsmål rundt hvorvidt disse tilfeldighetene påvirker forskningens reliabilitet. Det ble også diskutert definisjoner av IoT med intervjuobjektene og hva som menes med eksisterende næringsbygg med intervjuobjektene slik at misforståelse knyttet til dette skulle unngå å svekke oppgavens reliabilitet.

3.6.3 Validitet

Validitet er komplementært til reliabilitet og beskriver sammenhengen mellom forskningens design og hvilke funn som fremkommer. Begrepet omtaler forskningens gyldighet. Data i forskning er ikke selve virkeligheten, men en representasjon av virkeligheten. Dette fremmer spørsmålet om hvor god og gyldig representasjonen er (Johannessen, Tuft og Christoffersen, 2016, s.66). Det beskriver med andre ord om funnene i prosjektet faktisk er svar på det man søker å belyse. Validiteten til et prosjekt kan styrkes gjennom en tydelig transparens på hvilke metoder som er benyttet (Tjora, 2019, s.144).

For dybdeintervjuene i denne studien er det gjort flere grep for å øke validiteten. Det må fortsatt erkjennes at til tross for dette finnes det svakheter. Det er først og fremst benyttet en intervjuguide som ble oversendt i forkant av intervjuene, intervjuguiden er vedlagt oppgaven slik at spørsmålene som er stilt kan ses. Spørsmålene i guiden var gjerne direkte knyttet til oppgavens forskningsspørsmål for å få mest mulig gyldige svar.

Gyldigheten til svarene ligger derfor mer på troverdigheten og tolkningen til intervjuobjektet. Der det eksempelvis ble spurt om bruksområder for IoT og ekspertgruppen forteller om det de mener er relevante bruksområder. Videre er det kompetansen og erfaringen til ekspertgruppen som skaper den gyldigheten og troverdigheten til deres svar. Derfor ble det utarbeidet kriterier for utvelgelse av informantene som kan ses av avsnitt 3.5.2.

Validiteten til studien kan derimot svekkes av at det finnes ulike oppfatninger og tolkninger av temaene innenfor oppgaven. Dette gjelder både for IoT, FM og hvilke typer eksisterende bygg som blir diskutert. Alle tre begrepene inneholder et vesentlig rom for tolkning, og selv om det ble søkt å gjøre presiseringer underveis kan ulike oppfatninger hos informantene ha medført en svekket validitet. Her ble det forsøkt benyttet «face validity» underveis i prosessen, eller sunn fornuft knyttet til om det var en opplevd lik forståelse av det som ble diskutert (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s.67).

4 Presentasjon av funn

Gjennom resultatkapittelet vil funnene gjort ved kvalitativ datainnsamling presenteres. Resultatene er en sammenstilling av de ulike metodene benyttet i forskningsprosessen. Funnene presenteres med utgangspunkt i forskningsspørsmålene og det skilles mellom funn fra casestudiet som inkluderer intervjuer, dokumentanalyse og funnene fra intervjuene med ekspertgruppen. Gjennom resultatdelen vil det presenteres funn som bidrar til å belyse hypotesen og som legger grunnlaget for analyse og diskusjon som følger.

Hypotesen er forsøkt belyst ved å intervjuer en ekspertgruppe innenfor eiendomsteknologi og eiendomsforvaltning, i kombinasjon med dybdeintervjuer fra casestudiet som omfatter gjeldende praksis innenfor FDV. Formålet med denne kombinasjonen er å kartlegge arbeidsprosesser og «nåsituasjonen» fra casestudiet og videre benytte innspillene fra ekspertgruppen for å diskutere hvordan disse potensielt kan endres ved bruk av IoT.

Intervjuobjektene i ekspertgruppen ble stilt åpne, men teknologisk rettede spørsmål og fikk med dette anledning til å komme med egen innsikt. Det ble derimot vurdert som mer effektivt i intervjuene for casestudiene å fokusere på utfordringer, beskrivelse av daglige gjøremål innenfor FDVU og kartlegge kostnader som kan være interessant for forbedring hos casestudiet. Informantene fra casestudiet var ikke forventet å ha forkunnskaper knyttet til IoT, så det ble vurdert lite hensiktsmessig å spørre direkte om det. Funnene fra casestudiet er derfor mer en beskrivelse av områder og prosesser som informantene har vurdert som områder med forbedringspotensial, de har ikke tatt stilling til hvorvidt IoT kan løse disse problemene.

4.1 Informanter fra ekspertgruppen og intervjufunn

Ekspertgruppen består av personer med relevant arbeidserfaring og kompetanse knyttet til IoT og som samtidig har sitt daglige virke innenfor eiendomsbransjen. Deres bakgrunn gjør at de har gode forutsetninger for å diskutere oppgavens hypotese i detalj og forstå potensielle utfordringer og muligheter som befinner seg innen området.

WINNIO

Winnio er et spesialisert rådgivningsfirma med spisskompetanse på smarte bygg, bygningsautomasjon, IoT plattformer samt løsninger knyttet til industri 4.0 innenfor eiendomsbransjen. Selskapet har sitt opphav i Sverige, men opererer globalt og informanten vurderer seg selv som blant de fremste ekspertene i verden innenfor rådgivning knyttet til smart bygningsautomasjon og IoT innen eiendomsbransjen (WINNIO, no date).

Malling & Co Technology

Malling og Co Technology er endel av eiendomshuset Malling & Co. Malling & Co er et komplett eiendomshus, som tilbyr rådgivningstjenester innenfor alle områder av næringsseiendom, rettet mot å hjelpe oppdragsgivere med å få det meste ut av sine eiendommer. Med utgangspunkt i en økende etterspørsel etter teknologisk rådgivning knyttet til Proptech (eiendomsteknologi) har de opprettet datterselskapet Malling & Co Technology (Eiendomshuset Malling & Co, no date).

ClevAir

ClevAir er et norsk teknologiselskap med uttalt ambisjon om å bidra til lavere klimagassutslipp og en mer bærekraftig fremtid gjennom smartere styring av næringsseidommers tekniske anlegg med hovedfokus på ventilasjonsstyring. Informanten fra ClevAir forteller at deres mål er ikke smarte bygg, men autonome bygg som i større grad har muligheten til å tilpasse sine tekniske anlegg til faktisk bruksmønster med et minimum av menneskelig involvering (ClevAir, 2021).

Energy Control/Proptech Bergen

Energy Control og Proptech Bergen henger tett sammen. Energy Control søker å være dels rådgiver, dels softwareutvikler av energistyringssystem, samt at de tester ny teknologi fortløpende i det de omtaler som sin «living lab». Bedriften er et norsk selskap med ledende kunnskap innenfor smart energistyring og IoT innen eiendomsbransjen. Informanten som deltar i denne studien har sin ekspertise på IoT og gjennom deres living lab har de testet over 10.000 IoT sensorer for å kunne ha førstehånds kunnskap om hva de anbefaler sine kunder (Energy Control, no date).

Energima

Energima er en norsk totalleverandør av tjenester innenfor ventilasjon, varme- og kjøleanlegg til næringsbygg. De håndterer alt fra prosjekteringsfasen av nybygg til rehabiliteringer og rådgivning til eksisterende næringsbygg med hensyn til energieffektivisering og rapportering. De har sin ekspertise på VVS anlegg med lang erfaring fra bransjen. I senere år har de også tatt steget inn i teknologiverdenen og utviklet et eget softwaresystem som skal fungere som «byggets operativsystem». Dette er en strategisk satsing fra Energima siden bransjen stadig tar i bruk ny teknologi, samt at selskapet er i en posisjon til å kombinere ekspertise på tekniske anlegg med utvikling av en skreddersydd programvare for næringsbygg (Energima, no date).

4.1.1 Intervjuteama 1: Bruksområder for IoT innen FDVU av næringseiendom

Alle informantene i ekspertgruppen ble stilt spørsmål knyttet til hva de mener er de mest sentrale bruksområdene for IoT innen FDVU av næringseiendom. Siden informantene har noe ulik erfaringsbakgrunn og representerer ulike selskaper har de også litt ulik tilnærming til IoT. Samtidig ble et utvalg av bruksområder nevnt flere ganger og diskutert av flere av informantene, disse bruksområdene vil presenteres i detalj videre.

Automatisering av manuelle driftsoppgaver

Gjennom intervjuene med ekspertgruppen ble det trukket frem et potensial for IoT knyttet til automatisering. Spesielt to av informantene vektla mulighetene for å gjøre eksisterende rutinebaserte driftsoppgaver mer kostnadseffektivt gjennom automatisering ved bruk av IoT sensorer.

Informant 1 forteller at en sentral driver for fokuset på automatisering er knyttet til kostnaden for arbeidstimer i Norge som et høykostland. Manuelle driftsoppgaver omfatter gjerne de daglige gjøremålene på operativt nivå innenfor FM og styres normalt gjennom bedriftens interne FDV systemer. Disse oppgavene varierer i innhold fra eiendom til eiendom, samtidig som det overordnet handler om å sørge for at bygget fungerer for sin hensikt og at både lovpålagte og egen initierte internkontroller følges. Informant 1 har i sitt daglige virke fokusert på å eksperimentere med sensorer som erstatning for ulike manuelle oppgaver, noe som eksemplifiseres nærmere under kapittel 4.1.2.

Informant 2 viser til at deres bedrift har testet over 10.000 IoT sensorer for ulike formål, og ett av disse formålene er automatisering av manuelle driftsoppgaver. Automatisering er etter informantens syn mest aktuelt for gjentakende, relativt enkle oppgaver. Et eksempel som trekkes frem av informant 2 er rutinemessige avlesninger som gjøres i tekniske rom. Dette kan innebære ukentlig trykkavlesning for sprinkelanlegg eller vannrørene før det kvitteres for hånd ved fysisk tilstedeværelse at jobben er gjort.

Informant 1s organisasjon har en innovativ tilnærming der de søker å identifisere operative driftsoppgaver som krever vesentlig med tidsbruk og dermed utgjør et potensial for kostnadsbesparelse. Det pekes her også på at i større byer, herunder Oslo, er vakthold og manuelle inspeksjoner tidkrevende oppgaver. Vakthold er en tjeneste som i sentrale områder gjerne tradisjonelt har krevd høy grad av tilstedeværelse og gjerne på ugunstige tidspunkter av døgnet, noe som medfører økte lønnskostnader. Her trekkes IoT oppkoblede overvåkningssystemer frem som et mulig alternativ og informant 1 har benyttet løsninger for smartere overvåkning til å nedbemanne på fysisk tilstedeværelse.

Ved spørsmål om hvordan en gårdeier kan tenke rundt automatisering fortalte informant 1, basert på egen erfaring, om deres visjon der alle oppgaver som ikke er lovpålagte i en normal arbeidshverdag på operativt nivå kan erstattes av sensorer. Vaktmestere eller driftsteknikere har normalt ansvaret for byggets fellesarealer og byggets tekniske anlegg. Det anslås av informanten at ca. halvparten av oppgavene til denne rollen er lovpålagte, disse blir med andre ord vanskelig å erstatte. Derimot er interne oppgaver mer mottakelig for automatisering. Eksempel på manuelle oppgaver på operativt nivå er visuell kontroll av utstyr, der driftspersonell visuelt ser, hører og føler etter feil på et bestemt tidspunkt. Kontroll av rømningsveier, slukkeutstyr, sprinkelventiler, brannsentraler og avlesning av ulike anlegg gjøres gjerne manuelt i dag.

Informant 1 forteller videre at de ønsker en situasjon der det er sensorer som forteller om det har vært en lekkasje, om det er vann i kjelleren, om et sluk er tett eller om en ulyd er i ferd med å oppstå i teknisk rom. Ved avvikende temperaturer skal et overordnet system utløse en alarm som gjør at driftsteknikere kan reagere på behov og ikke følge en kalenderstyrt oppfølgingsliste. Med dette mener informanten at driftspersonell kan unngå å gå rundt å kontrollere rom eller arealer der alt fungerer. IoT enheter som er koblet på komponenter skal gjøre denne rapporteringen kontinuerlig.

«Mitt mål er å lage en IoT infrastruktur som i større grad behovsstyrer vaktmesteren slik at vi kan prise inn i fremtidige driftsavtaler med vaktmestertjenester til kun minimumsnivå. Kun de lovpålagte oppgavene, som gjerne på ett bygg utgjør ca- 25% vaktmesterstilling. Mens alt annet er behovsstyrt.» - Informant 1 fra ekspertgruppen

Energieffektivisering gjennom økt innsikt

Utgangspunktet for energieffektivisering innenfor næringsbygg er individuelt for hver enkelt eiendom. Fokuset rettes derfor mot overordnede trender. Energieffektivisering i ulike former trekkes frem av samtlige informanter og har naturlig nok stort fokus innen bransjen. Dette drives av at energi gjerne er blant de største kostnadspostene i et næringsbygg knyttet til FDVU, og til tross for at store deler av denne kostnadsposten tillegges leietakerne i form av felleskostnader så vil effektivisering innen dette området medføre et lavere kostnadsnivå for energieffektive eiendommer.

Energifokuset innen IoT drives ifølge informant 3 samtidig av økt fokus på bærekraft og energisertifiseringer. Dette etterspørres nå, ifølge informanten, i stor grad både av leietakere og gårdeiere. Det vil ettersom den nye EU taksonomien trer i kraft kunne medføre forbedret lånevilkår hos bankene for eiendommer som innfrir kriteriene. Dette medfører et økt fokus på teknologi som tidligere ikke ble tillagt like mye oppmerksomhet og er enda et incentiv for energieffektivisering som bruksområde.

«Men nå kommer den nye storslegga fra EU, som er EU taxonomy som medfører at hvis ikke bygget ditt er blant de 15% mest effektive så får du dyrere lån. Så dette vil jo medføre et valg mellom å energieffektivisere, eller betale dyrere lån.» - Informant 3

Informant 2, 3 og 5 har spesielt fokus på IoT enheter og systemapplikasjoner som kan bidra til bedre kartlegging av byggets bruksmønster og tilpassing av tekniske bygningssystemer til å kjøre mest mulig optimalt. Et fokus som alle tre informantene trekker frem, er samkjøringen av tekniske systemers bruksmønster med byggets faktiske bruksmønster. Avvik mellom hvordan teknisk forvaltning har satt opp bygningssystemene og hvordan brukerne faktisk benytter fasilitetene kan medføre ekstra kostnader knyttet til eksempelvis overventilering, eller oppvarming og kjøling av tomme lokaler. Dette omtales ifølge informant 5 som å gå fra å styre basert på hvordan man «tror» bygget brukes, til hvordan det «faktisk brukes». Informanten

peker videre på at det er normalt å stille inn driftsanlegg veldig statisk og gjøre antagelser for hvor mange som vil oppholde seg i et gitt areal. De mener nå at disse antagelsene vil bli erstattet av data for hva som faktisk hender.

Identifisering av avvik eller feil i eksisterende bygningssystemer som medfører unødvendig energibruk blir videre trukket frem som et viktig punkt av informant 3. Dette muliggjøres av bedre innsikt i tekniske anlegg gjennom bruk av sensorer og oppkobling av driftskomponenter til internett. Informant 3 som har ekspertise på Software systemer mot VVS (Varme, ventilasjon og sanitærteknikk) kan fortelle at de uten unntak har oppdaget feil ved eksisterende oppsett etter installasjon av egen programvare. Dette begrunnes ved at nettbaserte løsninger har muligheten til å benytte algoritmer, trendanalyser, maskinlæring og nye sensor data til å gi innsikt som ikke finnes i tradisjonelle SD-anlegg. Resultatet av dette er en dypere innsikt i den faktiske bruken av VVS systemer og kombinert med rett kompetanse trekker de frem at tiltak basert på denne type data gjerne har gitt store besparelser. Informanten kan vise til «use-cases» der de har oppnådd opptil 67% energireduksjon gjennom smart innsikt og styring.

«Det som har skjedd de siste 20 årene. Hver kompressor, hvert ventilasjonsanlegg har fått mer intelligens i seg selv, så hvis du tenker overordnet på det så har utstyret på bunnivået blitt mer og mer intelligent. Sentralt driftsanlegg (SD-anlegget) er nå mer et brukergrensesnitt for å gjøre feilsøking og kjøre litt kalenderstyring. Nå handler det mer om å orkestrere alle de smarte enhetene som allerede er i bygget» - Informant 3

Ifølge informant 3 vil bedre datagrunnlag fra alle komponentene i tekniske anlegg gjøre det mulig å benytte analyseverktøy for å oppdage feil som tradisjonelle SD-anlegg ikke klarer å oppdage. Feil trenger ikke bare være i forbindelse med driftsstans, det kan også være uhensiktsmessig drift som medfører overforbruk av energi. Ved å tilføre internett- og kommunikasjonsegenskaper til enkeltkomponenter kan anleggene selv rapportere sin tilstand fremfor at driftsteknikere må fysisk ut for å kontrollere tilstand. Informanten forteller videre hvordan de eksempelvis har oppdaget hull i en ventilasjonssjakt basert på målt prestasjon sett opp mot ET-kurve og prosjektert nivå eller varme og kjøling som kjører samtidig. Alt dette uten å være fysisk til stede på bygget. ET-kurve er en graf for å illustrere forholdet mellom utetemperatur og forventet energibruk i bygget.

Basert på sine funn mener informant 3 at rollen til det tradisjonelle SD-anlegget, og i forlengelse etablerte driftsrutiner, er i ferd med å endres basert på mer moderne toppsystemer. Jobben til SD-anlegget er ifølge informanten i ferd med å bli mer en grafisk fremstilling enn et faktisk styringsverktøy. Toppsystem i denne sammenhengen er en skybasert plattform som styrer alle undersystemene fra et brukergrensesnitt. Dette muliggjør ifølge informanten også kontroll og læring på tvers av en bygningsportefølje der systemet kan bruke data fra et bygg til å utløse tiltak på et annet. Med dagens systemer er det ikke mulig å dele denne type data på tvers av bygg.

Ifølge informant 2 er det vanlig for dem å oppdage flere åpenbare feil ved å benytte sensorer til å få kontroll på helheten i bygget. Informanten viser til eksempler der det har blitt gjort spesielle tilpasninger i styring på SD-anlegget for særegne arrangementer som en firmafest, eller et seminar. Disse innstillingene kan fort bli stående og bidra til økt energiforbruk også i ettertid av arrangementet. Informanten har også opplevd SD-anlegg med feil tidssoner som medfører at anleggene starter til oppgitt tidspunkt, men det tidspunktet gjelder på andre siden av verden.

«Andre enkle feil vi ofte ser i tidlig fase er at et bygg har hatt overtid eller en kveldsfest slik at de tekniske systemene er blitt overstyrt til å stå på lenger, og slik blir det stående å gå også i etterkant.» -Informant 2

Informant 5 peker på en utfordring knyttet til å generalisere og skape autonome modeller for energiflyt i et bygg. Dette er basert på at det er en stor grad av kompleksitet og svært mange ulike energisystemer som skal forsøkes kobles sammen. Detaljgraden og strukturen på energimålere og sensorer varierer også veldig. Samtidig kan informanten utdype at de har forsøkt å lage modeller som kan fungere for alle typer eksisterende næringsbygg for å visualisere sammenhenger i tekniske systemer.

Informant 5 forteller videre at samling av data i en skybasert løsning gir muligheten for en gårdeier med flere bygg å arbeide med energieffektivisering på tvers av porteføljen uten å måtte være fysisk til stede på hver eiendom, slik at man kontinuerlig kan sammenligne forbruksnivåer og raskere oppdage avvik. Dette er en løsning på en annen utfordring som trekkes frem av informanten, nemlig hvor ansvarsområdet for energioppfølgingen ligger i dag. Energioppfølgingen ligger i casestudiet hos hver enkelt driftsteknikker og deres arbeidshverdag er allerede fylt med operative oppgaver. Det finnes mange rapporteringssystemer for energi

allerede, det som trekkes frem av informantene her er mer aktive systemer som legger på maskinlæring og algoritmer for å tolke og gi innsikt i energidata mer aktivt enn å vise de frem i grafer. Innsikten forventes å generere avviksalarmen og en mer dynamisk forståelse av energiflyten, fra hvilke deler av bygget og på hvilke tidspunkter det benyttes fremfor et overordnet forbruk.

Prediktivt vedlikehold og smart feilsøking

Vedlikehold, feilsøking, kontroll, og forståelse for teknisk infrastruktur i en eiendom er et område som normalt krever en stor andel tid fra taktisk og operativt nivå hos gårdeier. En prosess for feilsøking utløses ifølge informant 1 ved at leietakere, driftspersonell eller tjenesteleverandører oppdager et avvik eller en indikator på avvik knyttet til eiendommen. Dette kan eksempelvis være parametere for inneklime, for varmt, for kaldt, eller lyd og lukt. En slik oppdagelse etterfølges normalt av en prosess for feilsøking og identifisering av potensielle feil som videre søkes rettet. Hvorvidt denne prosessen går raskt, har stor påvirkning på leietakerens tilfredshet. Evnen til å ha god innsikt i eiendommens systemer og tjenester er avgjørende for effektiv feilsøking.

Bedre innsikt i byggets funksjoner og dermed bedre forutsetninger for å oppdage og utrede feil gjentas hos samtlige informanter i ekspertgruppen gjennom ulike eksempler. Informant 5 peker på en økende trend der dagens SD-anlegg ikke har funksjonalitet eller mulighet til å dele data fra bygget med andre bygningssystemer. Deres eget system har mulighet til å utløse alarmer både basert på enkle terskelverdier, men også predikert nivå for hver komponent. Dette innebærer ifølge informanten at de basert på historisk data vet hvordan en komponent er forventet å oppføre seg og eventuelle avvik på dette kan utløse en alarm i systemet.

«Det finnes en rekke eksempler på komponenter som feildrives eller har havarert uten at dette har blitt fanget opp av klassiske alarmer basert på brudd på terskelverdier. Dette kan være langvarig pendling eller feildrift, med følger som unødig slitasje på utstyr og store energisluk.»

- Informant 5

Informant 3 forteller videre hvordan innsikt, visualisering og modellering kan bidra til mer effektiv feilsøking og tilrettelegge for prediktivt vedlikehold. De forsøker å samle dette i en løsning som skal gi bedre innsikt i tekniske anlegg. Ved å orkestrere alle de smarte enhetene i bygget til å fungere bedre sammen, og samtidig la de rapportere sin egen tilstand inn i et

toppsystem, kan man på et tidligere tidspunkt oppdage eventuelle avvik som gir behov for service eller feilsøking.

«Vi har ikke onboardet en eneste kunde uten å finne feil i anleggene. Dette handler om feil driftsorganisasjonen ikke vet eksisterer.» - Informant 3

Informant 3 trekker frem den pågående pandemien som en annen driver for prediktivt vedlikehold. Covid-pandemien har ifølge informanten medført en drastisk endring i arbeidsrutiner hos den norske arbeidsstokken og det forventes at denne endringen vil vedvare også i årene fremover. Tradisjonelt har bruksmønsteret i næringsbygg og spesielt kontorbygg gjerne vært svært forutsigbare fra år til år. Dette har medført at kalenderstyrt og erfaringsbasert vedlikehold og serviceavtaler har fungert godt i de fleste tilfeller. Potensialet for prediktivt vedlikehold fremkommer i større grad ettersom bruken av eiendommene varierer stort fra måned til måned.

«Er det sånn at man har nye bruksmønster med covid? Kanskje er det sånn at man har egne dager når det er lockdown med hjemmekontor og at man kan se at man der stenger ned byggene.» - Informant 2

Prediktivt vedlikehold kan ifølge informant 11 gjennomføres for interne oppgaver eller ovenfor tjenesteleverandører gjennom serviceavtaler og SLAer for repetitive oppgaver. En SLA (Service Level Agreement) er en avtale som presiserer avtalte nivåer for innkjøpte tjenester. Tjenester som ble trukket frem som aktuelle for prediktivt vedlikehold fra ekspertene var knyttet til en kombinasjon av service på teknisk utstyr, renhold og kantinedrift. Informant 11 forteller at disse tjenestene er blant de største kostnadspostene for en gårdeier og dermed utgjør et fokus for effektivisering.

Avhengig av gårdeierens forvaltningsstrategi og deres grad av outsourcing av tjenester kan man forvente et sted mellom 15-50 ulike serviceavtaler for et næringsbygg. Samtlige av disse tjenestene inneholder en beskrivelse av serviceintervaller som tradisjonelt er satt basert på erfaring og føre-var prinsippet. Informantene vurderer potensialet for å erstatte disse erfaringsbaserte intervallene med mer databasert styring. Dette innebærer identifisering av datapunkter innen de ulike serviceavtalene som kan utløse vedlikehold eller service på riktig tidspunkt. Resultatet av dette igjen vil kunne være lavere vedlikeholdskostnader.

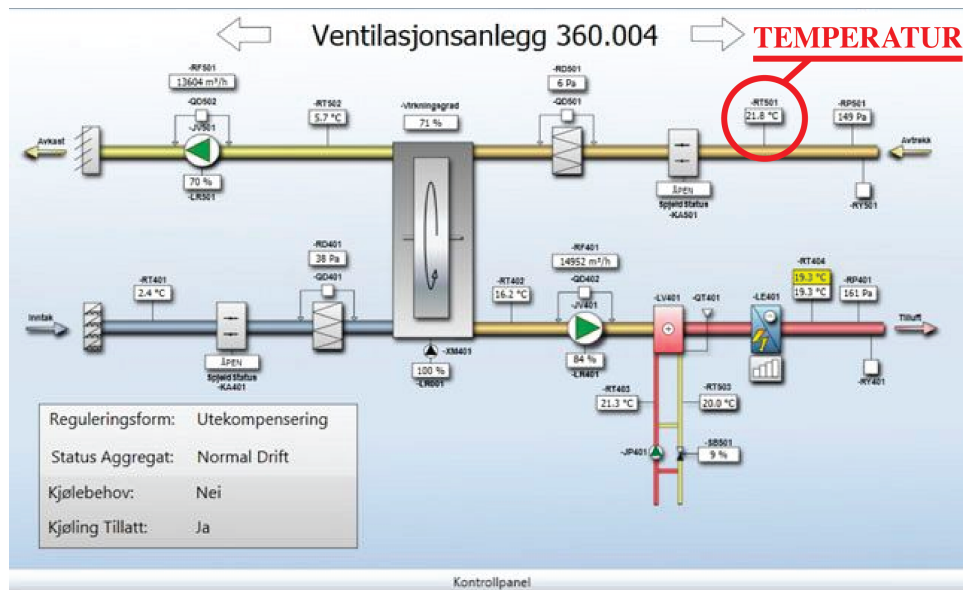
Innsikt i inneklima

Vi bruker stadig mer tid innendørs, dette har medført en økende trend av fokus på inneklima i næringsbygg. Det er normalt at aksepterte nivåer for inneklima presiseres gjennom leiekontraktene, og blant informantene trekkes også inneklima frem som en sentral driver og bruksområde for IoT. Fokus på inneklima inkluderer både styring av tekniske anlegg, måling, rapportering og oppfølging av inneklima ovenfor leietakere.

Inneklima er i fokus blant alle informantene og det trekkes frem av informant 4 at dette har med 3-30-300 regelen for FDVU å gjøre. Der 3 tilsvarer kostnaden knyttet til energi, 30 kostnaden til alle tjenester for eiendommen og 300 utgjør kostnader hos bedriften knyttet til deres ansatte. Dette medfører ifølge informant 4 at fokus på å øke produktiviteten til en bedrift (300 andelen) gjennom optimalt inneklima og fasiliteter som tilrettelegger best mulig for godt arbeid kan få stor effekt på deres prestasjoner.

Informant 1 trekker frem inneklima som det området, sammen med energieffektivisering som gis mest fokus blant startups og teknologibedrifter. Her trekkes også den norske sensorprodusenter Airthings frem som en fremtredende aktør. Informant 2 forteller videre at fokuset på inneklima har to nyttige aspekter fra et driftsperspektiv. For det første så er det viktig for leietakernes trivsel, men avvik i inneklima fungerer også som en indikator på at det tekniske bruksmønsteret ikke samsvarer med det faktiske bruksmønsteret. Informant 1 forteller også at det erfaringsmessig er inneklima som utløser flest klager eller henvendelser fra leietakere, spesielt siden dette er parametere der personer gjerne har individuelle preferanser som kan variere mye.

«Videre så ser vi at inneklima er viktig, man bruker mye tid inne. Det gir en bevissthet til leietakere, men det gir også en indikasjon på om det tekniske bruksmønsteret samsvarer med det virkelige bruksmønsteret.» - Informant 2



Figur 13: Brukergrensesnitt for et tradisjonelt ventilasjonsanlegg (ITBaktuelt, 2015).

Figur 13 viser hvordan brukergrensesnittet i et tradisjonelt SD-anlegg ser ut. Her leses avtrekksluft av i sanntid og dette benyttes av informantene til å gi et øyeblikksbilde av inneklimate i et kontorlokale. Denne temperaturen leses normalt av på morgenen først og fremst. For å kunne gjøre analyse knyttet til inneklimate er det nødvendig med andre verktøy muliggjort av IoT sensorer. Et utdrag fra IoT sensoren informanten på operativt nivå benyttet kan ses under av figur 14. Der vises mer detaljert historikk fra flere dager, og det er også mulig å generere trend-grafer.

Temperature °C - Week 21 (24.05 - 30.05)		(24.05 - 30.05)			
May	24	25	24	25	
Time:	Monday	Tuesday	Monday	Tuesday	
00:00 - 01:00	21.6 °C ●	21.7 °C ●	424 ppm ●	419 ppm ●	
01:00 - 02:00	21.6 °C ●	21.6 °C ●	422 ppm ●	420 ppm ●	
02:00 - 03:00	21.5 °C ●	21.6 °C ●	422 ppm ●	418 ppm ●	
03:00 - 04:00	21.5 °C ●	21.6 °C ●	423 ppm ●	420 ppm ●	
04:00 - 05:00	21.5 °C ●	21.5 °C ●	422 ppm ●	421 ppm ●	
05:00 - 06:00	21.5 °C ●	21.5 °C ●	422 ppm ●	420 ppm ●	
06:00 - 07:00	21.7 °C ●	21.6 °C ●	418 ppm ●	420 ppm ●	
07:00 - 08:00	21.9 °C ●	21.7 °C ●	422 ppm ●	432 ppm ●	
08:00 - 09:00	22.0 °C ●	21.8 °C ●	421 ppm ●	440 ppm ●	
09:00 - 10:00	22.1 °C ●	21.8 °C ●	422 ppm ●	446 ppm ●	
10:00 - 11:00	22.2 °C ●	21.9 °C ●	427 ppm ●	443 ppm ●	
11:00 - 12:00	22.4 °C ●	21.8 °C ●	424 ppm ●	445 ppm ●	
12:00 - 13:00	22.6 °C ●	21.9 °C ●	426 ppm ●	441 ppm ●	
13:00 - 14:00	22.7 °C ●	22.1 °C ●	425 ppm ●	431 ppm ●	
14:00 - 15:00	22.8 °C ●	22.1 °C ●	422 ppm ●	445 ppm ●	
15:00 - 16:00	22.9 °C ●	22.1 °C ●	425 ppm ●	439 ppm ●	
16:00 - 17:00	22.9 °C ●	22.1 °C ●	423 ppm ●	425 ppm ●	
17:00 - 18:00	22.8 °C ●	22.4 °C ●	421 ppm ●	436 ppm ●	
18:00 - 19:00	22.6 °C ●	22.5 °C ●	421 ppm ●	469 ppm ●	
19:00 - 20:00	22.4 °C ●		424 ppm ●		
20:00 - 21:00	22.1 °C ●		419 ppm ●		
21:00 - 22:00	22.0 °C ●		419 ppm ●		
22:00 - 23:00	21.8 °C ●		419 ppm ●		
23:00 - 24:00	21.8 °C ●		421 ppm ●		

Figur 14: Utdrag fra IC-meter brukergrensesnitt hos NPR0.

Oppsummering: Bruksområder for IoT innen FDVU av næringseiendom
Automatisering av manuelle driftsoppgaver
Energieffektivisering gjennom økt innsikt
Predikativt vedlikehold og smart feilsøking
Innsikt i inneklima

Tabell 5:Oversikt over funn; Bruksområder for IoT innen FDVU av næringseiendom.

4.1.2 Intervjutema 2: Hvordan kan eiendomsselskaper benytte IoT?

Det andre intervjutemaet for ekspertgruppen var knyttet til hvordan IoT kan benyttes innenfor FDVU av næringseiendom. Det er for dette temaet viktig å understreke at ingen av informantene eller bransjen generelt har noe «fasit» på dette spørsmålet ettersom det er eksplorativt og lite utforsket. Svarene innenfor dette temaet kommer derfor gjerne i form av eksempler, mulig tenkte scenarioer eller med utgangspunkt i løsninger ekspertgruppen kjenner til eller har utviklet selv.

Informantene i ekspertgruppen er enstemmige rundt at all ny teknologi, herunder også IoT, må benyttes for å løse et konkret problem. Det er med deres ord ikke opp til teknologiselskapene å tenke seg til hva en løsning kan gjøre, det er eiendomsselskapene som må definere sine utfordringer før de investerer i teknologi som kan bidra til å løse disse utfordringene. Bruksområdene som ble identifisert i forrige kapittel vil nå komplementeres med ekspertgruppens eksempler og erfaringer. Det understrekes at funksjonaliteten som beskrives er knyttet til eksisterende næringsbygg, og til tross for at noen av disse funksjonene finnes i nybygg i dag så er tiltakene her basert på intervjuobjektens vurdering av hva som er standard blant næringsbygg.

Automatisering av manuelle driftsoppgaver

Tilknyttet spørsmålet om å indentifisere bruksområder ble informantene også spurt om eksempler på hvordan IoT kunne benyttes innenfor de bruksområdene som ble diskutert. For automatisering av manuelle driftsoppgaver forteller informant 1 om følgende eksempler.

Informant 1 forteller om bruk av inneklimasensorer til å kontrollere tomme bygg for frostsikring. Her har de benyttet utvalgte grenseverdier på under 10 grader som utløser en arbeidsordre hos vaktmester til å kontrollere arealet. De har også undersøkt mulighetene for å benytte akustiske sensorer til å oppdage ulyder i tekniske rom, og nye kameraer for å kontrollere

blokkeringer av rømningsveier. Alt dette koblet mot et arbeidsverktøy som driftsorganisasjonen benytter. Dette er som et alternativ til at vaktmesteren med jevne mellomrom måtte kjørt bil til eiendommen for å gjøre en visuell kontroll og måling.

Informant 3 sier at avlesning av sprinkelanlegg og rutinemessige oppgaver er mulige bruksområder. Det vektlegges også at dette handler om en endring i tankegang rundt at bygget er til for brukerne, og at bygget må kunne tilpasse seg brukerne. Herunder bør det ifølge informanten vurderes hvor flesteparten av arbeidstimene på operativt nivå benyttes, og deretter søke å finne sensorer som kan erstatte disse manuelle oppgavene.

Informant 1 forteller også om bruk av ulike typer sensorer knyttet til vakthold og behovsstyring av driftsoppgaver. Bakgrunnen for dette er kunnskapen om at vaktmestere gjerne går kontrollrunder der de sjekker rutinebaserte oppgaver, uavhengig av det faktiske bruksmønsteret på bygget. Dette eksemplifiserer informanten ved at de den siste perioden har hatt store bygningsarealer som ikke har vært benyttet av leietakere, men som uansett følges opp av de samme driftsrutinene.

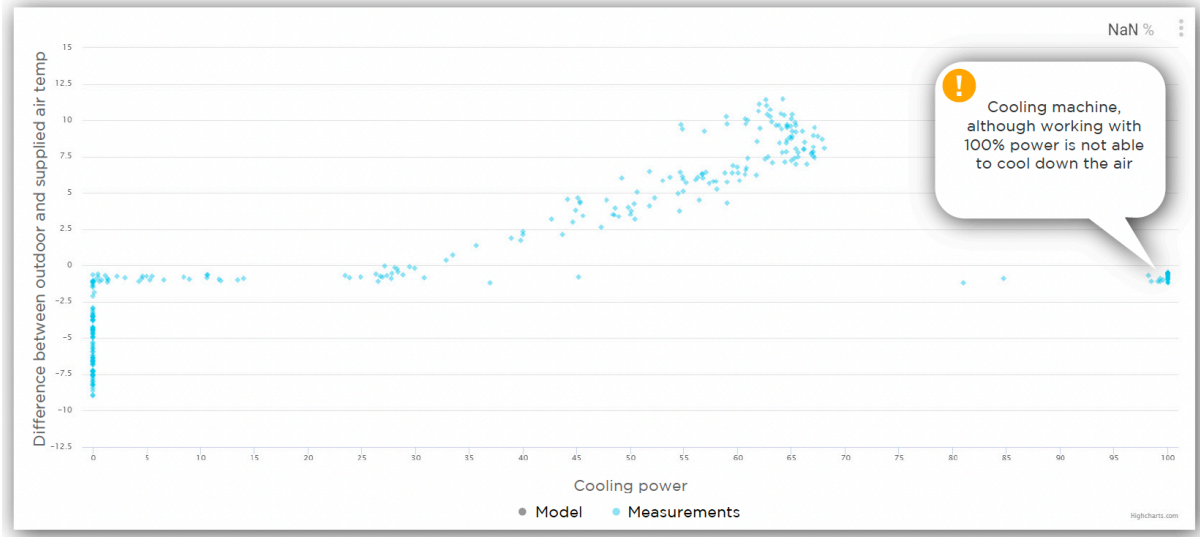
Videre trekker informant 1 frem et eksempel hvor automatisering gjøres for et utvalgt område i dag. Det er gjort på en eiendom med stor pågang av mennesker og et vesentlig antall dører av ulike typer som krever vedlikehold og oppfølging for å opprettholde tiltenkt funksjon. Der har de benyttet IoT baserte kameraer som kan rapportere og analysere antall mennesker som benytter døren. Alternativt kunne døren selv vært tilkoblet internett. Her telles det antall ganger døren blir benyttet og denne dataen sendes inn i et bakenforliggende system for analyser som kombineres med dørens FDV dokumentasjon. Deretter genereres det en arbeidsordre når korrekt antall repetisjoner for døren har nådd nivået som FDV instruksjonen indikerer service.

Energieffektivisering gjennom økt innsikt

Informant 3 forteller om rollen til det tradisjonelle SD-anlegget og hvordan dette forventes å endres mot toppsystemer og autonome bygg som kan styres mer sentralt. Dette er en trend som søker å bidra til økt innsikt i de tekniske anleggene og bedre styring av komponenter. Resultatet forventes å være mer energieffektiv drift av tekniske anlegg. Dette bygger på å benytte sensorer til å faktisk kontrollere om de tekniske anleggene fungerer som planlagt, dette er ifølge informanten nemlig sjeldent tilfellet. Tradisjonelt er det også krevende å gjøre denne typen

kontroll ved overtagelse av en eiendom. Basert på erfaringene til informanten vil det finnes feil i alle bygg de møter, så spørsmålet er hvordan finne og utbedre disse feilene.

Cooling machine - check



Figur 15: Avviksdeteksjon gjennom trendanalyse fra informant 3 (ClevAir, no date).

Informant 5 forteller om hvordan deres system kan kobles til eksisterende bygg, og eventuelt komplementeres med IoT sensorer for å skape en modellert energiflyt for flere bygninger og samle dette i et toppsystem. Dette er en måte å oppdage avvik fra prosjekterte nivåer. Ved å modellere hva som er forventet prestasjon og sammenligne med faktiske data. På denne måten kan gårdeier fra ett brukergrensesnitt oppdage avvik, samtidig som systemet selv forsøker å optimalisere styringsrutinene basert på klassiske maskinlæringsalgoritmer i kombinasjon med egenutviklede algoritmer. Eksempelet bygger på at det er mulig å se forventet energiforbruk ned på komponentnivå, og her oppdages det normalt avvik som kan utbedres til mer effektiv drift. Informanten forteller videre at de forbereder løsningene sine til å kunne motta bruksdata fra eksempelvis tilstedeværelsessensorer.

Informant 3 trekker frem hypotesen som gjorde at de startet utviklingen av sin løsning. Det pekes på at de fleste bygg er ulike, men overordnet så de et potensiale for å bruke kunstig intelligens og verktøy basert på bedre datasett til å orkestrere bygningers styringssystem på en måte som var mer energibesparende. Informanten forteller videre at hovedoppgaven fremover blir å orkestrere ulike tekniske funksjoner slik at de kan fungere mest mulig optimalt sammen.

Systemet som skal styre dette må kunne ta imot informasjon som værmelding, solinnstråling, antall personer i bygget og lignende for å kunne tilpasses deretter.

«Vår hypotese i 2016 var at vi kunne gjøre det mer effektivt enn at en montør reiste rundt på bygg for å justere temperatur, og at vi kan bruke kunstig intelligens og lignende verktøy for å kjøre bygninger mer effektivt.» -Informant 3

Informant 2 eksemplifiserer deres tilnærming til å gi bedre innsikt i tekniske anlegg med mål om å oppnå energieffektiviserende tiltak. Informanten forteller at det finnes SD-anlegg med lignende funksjonalitet, men at prisen for å oppgradere hele infrastrukturen i bygget er så stor at det sjelden gjøres. Alternativet de foreslår for eksisterende bygningsmasse er å etterinstallere enkle IoT sensorer for å skape innsikten som finnes i de mest moderne næringsbyggene i dag. Det handler ifølge informanten her om å gjøre det beste ut av de anleggene man har ved å tilføre bedre innsikt.

Videre ble det stilt oppfølgingsspørsmål rundt hva som skiller overnevnte fremgangsmåter fra de ulike løsningene som finnes på markedet i dag. Det understrekes her at det er svært mange ulike variasjoner blant eksisterende næringsbygg, og svarene er gitt på generelt grunnlag.

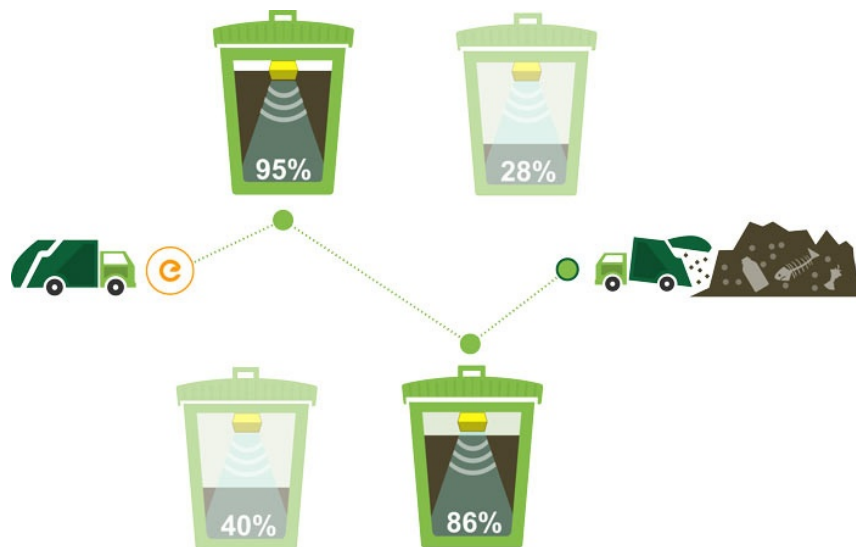
Informant 3 sin bedrift leverer et toppsystem som fokuserer på å gi porteføljeoversikt, der SD-anleggene gjerne er stasjonere og kun tilgjengelige på en enkelt pc på eiendommen. Toppsystemet som informanten snakker om, gir full oversikt over alle enheter i alle byggene i en portefølje. En sentral del av systemet deres er egenutviklede algoritmer som skal være med å styre ventilasjonsanlegget og varme/kjøling til å ta bedre beslutninger knyttet til energiforbruket. Dette omtaler de som å orkestrere byggets funksjoner bedre.

Informant 3 forteller om det de opplever som standard på litt eldre eksisterende bygg og som kalles lokal styringsautomatikk. Lokal styringsautomatikk kan ifølge informanten fungere greit i mange tilfeller, men siden styringen er i et lukket system er det for eksempel ikke mulig å tilpasse dette til værmeldinger eller antall personer i bygget. Ventilasjonen klarer heller ikke å tilpasse sin bruk i forhold til varme/kjølingen i rommet. Informanten vurderer det som normalt at alle anlegg starter rundt 6 om morgenen og kjører konstant på 80% hele dagen til klokken 18 om kvelden. Her mener de at det finnes et vesentlig forbedringspotensial for mange bygg.

Prediktivt vedlikehold og smart feilsøking

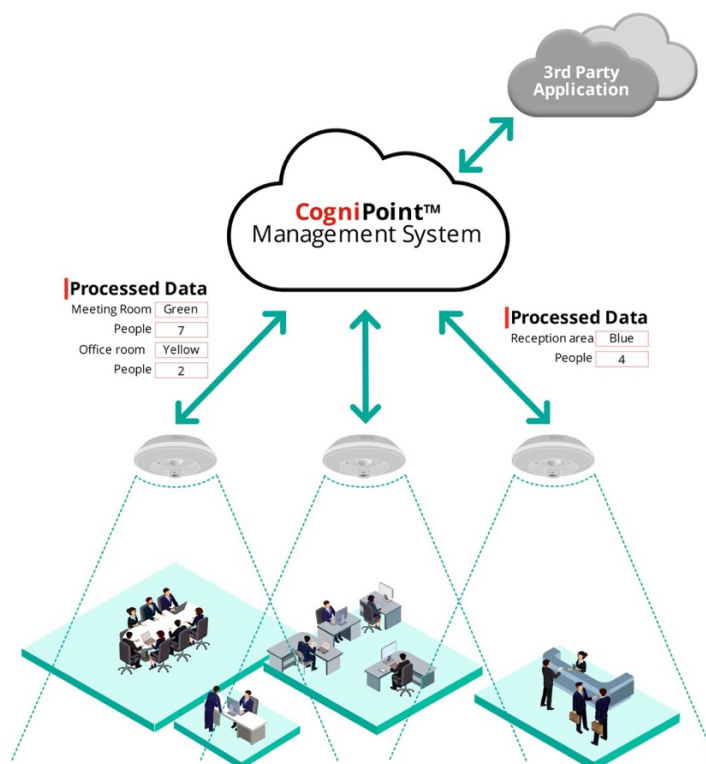
Informant 5 forteller om hvordan deres system basert på IoT data har anledning til å benytte algoritmer ned på komponentnivå for tekniske anlegg. Dette gjøres ved å samle data fra ulike sensorer i anleggene, for å så generere historiske data knyttet til eksempelvis luftmengde. Videre sammenlignes dette med prosjektert og historisk nivå, og basert på denne dataen er det mulig å oppdage avvik som kan generere alarmer som sendes til valgt driftspersonell for videre oppfølging. Informant 5 har erfaring med å definere hva som er «korrekt komponentdrift» i sine systemer, og ved å måle kontinuerlig tilstand kan avvik fra korrekt drift oppdages før driftsstans oppstår.

Et eksempelprosjekt som ble trukket frem av informant 1 er påvirkningen av værdata på antall mennesker i bygget, og hvordan dette endrer behovet for hyppigheten på renovasjonstjenester. Informant 1 var initiativtaker for et testprosjekt med en stor renovasjonsaktør knyttet til å behovsstyre søppeltømming basert på IoT sensorer. Renovatøren kunne vise til interne datasett der 90% av tømmingene de gjorde var på feil tidspunkt, enten var det for lite søppel eller så var søppeldunkene altfor fulle. Dette innebar at bare 10% av søppeltømminger faktisk ble gjort på riktig tidspunkt.



Figur 16: Sensorbasert søppeltømming basert på behov (Perchard, 2017).

Informant 1 eksemplifiserer bruk av IoT ved overvåkningskameraer som kommuniserer til et overordnet system. Her har de benyttet logikk for å telle antall passeringer gjennom dørrer som utgjorde en vesentlig kostnad ved eiendommen. Denne dataen kombinert med FDV dokumentasjon gjør at de nå kan utføre behovsstyrt vedlikehold på dørene. Det som for mange kan høres ut som en liten forbedring knyttet til vedlikehold av dører får i dette tilfellet større omfang. Spesielt siden dører som ikke fungerer normalt kan utløse vekterutrykninger som igjen medfører påløpte kostander ved nattetid. Det kan også i ytterste konsekvens gjøre at uvedkommende kan ta seg inn på eiendommen. Dørvedlikeholdet i dette området var en utfordring ifølge informanten, og de benyttet sensorer til å løse utfordringen på en effektiv måte. En type sensor som kan brukes til dette formålet er illustrert av figur 17.



Figur 17: IoT sensorer for bevegelse som beskrevet ovenfor (Pointgrab, no date).

Innsikt i inneklima

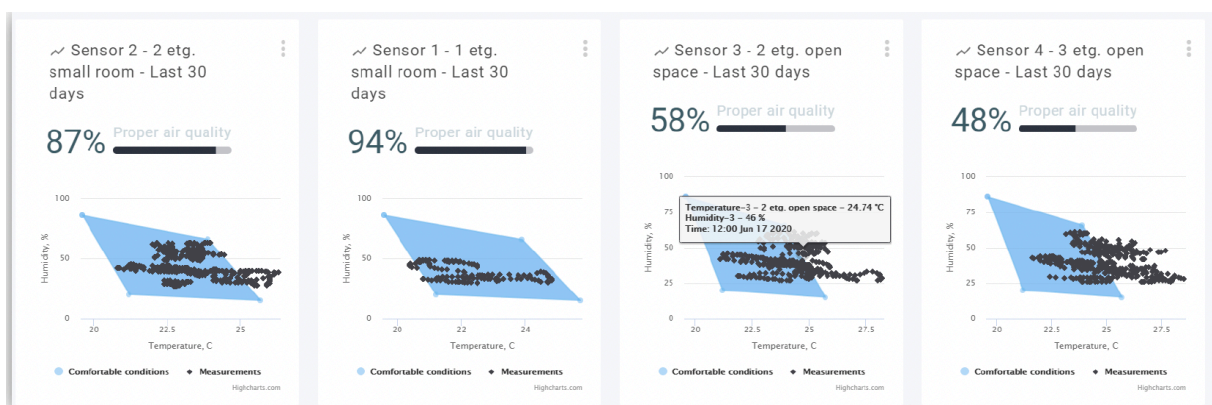
Inneklima var ifølge flere av informantene blant de hyppigst diskuterte områdene innen IoT, samtidig som det var den tjenesten som leietakere oftest klager på. Dette gjør at inneklima ifølge informant 5 er essensielt for god kontroll og leietakeroppfølging. Ved å ha kontinuerlig kontroll på inneklimaet vil driftsorganisasjonen kunne oppdage avvik som gjerne er et symptom på driftsfeil, samtidig som de i større grad kan kommunisere til leietakere den faktiske tilstanden i

arealet. Informanten mener dette vil kunne bidra til et bedre forhold til leietaker ved at man viser at det er kontroll på inneklimate og at det leveres i henhold til kontrakt.

«*Monitorering av sensorer for inneklimate og aktivitet i sanntid er essensielt for god driftskontroll av ethvert bygg, og spesielt viktig for leietakere og opp mot klimatabell og kontrakt.*» - Informant 5

Informant 1 var med på et prosjekt der de laget den første integrasjonen mellom den norske sensorleverandøren Airthings og et FDV system. Airthings er en leverandør av sensorer for måling av inneklimate, og informant 1 forteller at selv om målinger av temperatur, CO2 og partikler gir nyttig innsikt, så løser de ingen utfordring i seg selv. Derfor har de i sine eksperimenter koblet disse målingene mot driftsorganisasjonens arbeidsverktøy slik at målinger som overskrider valgte terskelnivåer utløser en handling. Denne handlingen kommer, som informanten forteller, i form av en generert arbeidsordre for å følge opp målingen som avviker.

Inneklimate kan ifølge informant 2 og 5 også være et område som kan justeres etter det faktiske bruksmønsteret til bygget. Det er ifølge informant 2 ikke nødvendig å levere helt perfekt inneklimate til et areal som står tomt, eksempelvis gjennom ferieavvikling, helger eller på natten. For å vite om det er mennesker i lokalene baserer de seg på IoT sensorer for opphold. Her har de eksperimentert med mer tilpasset grad av nattsinking av temperatur og luftmengder. Denne type tiltak må ifølge informanten baseres på faktisk bruk av bygget.



Figur 18: Visualisering av trenddata fra et casestudie gjort av informant 3 (ClevAir, no date).

Informant 5 har også denne funksjonaliteten i sin egen løsning. Informanten understreker videre at bare det å ha full kontroll på ulike inneklimatestere i et lokale, nå-verdier, settpunkter, trender og lignende kan være med å gi driftsorganisasjonen bedre kontroll. De vil også kunne respondere raskere og mer presist på henvendelser om avvik og dermed spare tid og gi en bedre leietakeropplevelse.

Oppsummering av intervju tema 2: Eksempler på bruk av IoT fra ekspertgruppen	
Bruksområder for IoT	Eksempler fra ekspertgruppen
Automatisering av manuelle driftsoppgaver	<ol style="list-style-type: none"> 1) Integrasjon mellom inneklimatestere som kan utløse en arbeidsordre i FDV systemet til driftsorganisasjonen slik at det følges opp med tiltak. 2) Frostsikring med IoT sensor fremfor manuell kontroll 3) Rutinemessige avlesninger fra teknisk rom, eksempelvis fra sprinkelanlegget.
Energieffektivisering gjennom økt innsikt	<ol style="list-style-type: none"> 1) Plassere IoT sensorer på kritiske enheter for å kontrollere om de faktisk styres slik som ønsket. 2) Kontrollere komponenters faktiske energiforbruk mot historisk og prosjektet forbruk for å oppdage avvik. 3) Etterinnstallering av IoT sensorer på eksisterende ventilasjonsanlegg for å få oversikt over det faktiske bruksmønsteret sammenlignet med teknisk bruksmønster. 4) Benytte oppkobling mot et toppsystem som gir porteføljeoversikt og kan implementere 3.parts informasjon fra eksempelvis værd data eller sensorer for antall mennesker i lokalet.
Prediktivt vedlikehold og smart feilsøking	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bruke sensorer eller eksisterende kabling til å koble enkeltkomponenter innenfor tekniske anlegg til et toppsystem. Deretter kan normal funksjon for hver enkelt komponent overvåkes og forventet tilstand predikeres og avvik oppdages før driftsstans. 2) Prediktivt vedlikehold baseres videre på en digital representasjon av alle underkomponenter i bygget. 3) Søppeltømming basert på faktisk behov. Erfaringstall viser at 90% av tømninger skjer på feil tidspunkt og etter faste rutiner uavhengig av bruk i bygget. 4) Faste kontrollrunder trenger ikke gjennomføres hvis bygget er tomt og kan kontrolleres av sensorer.
Innsikt i inneklimatestere	<ol style="list-style-type: none"> 1) Integrasjon mellom inneklimatestere som kan utløse en arbeidsordre i FDV systemet til driftsorganisasjonen slik at det følges opp med tiltak. 2) Bedre kontroll og rapportering av inneklimatestere mot leietaker kan være med å bidra til økt tilfredshet.

Tabell 6: Eksempler på bruk av IoT fra ekspertgruppen.

4.1.3 Intervjuteema 3: Barrierer for implementering av IoT

Intervjuteema 3 søker å belyse mulige barrierer for å benytte IoT innen FDVU av næringsseiendom. Det ble identifisert tre typer barrierer for både gårdeiere og teknologileverandører. Disse er verdibarrierer, kompetansebarrierer og holdningsbarrierer og vil videre beskrives mer detaljert.

Verdibarrieren

Verdibarrierene som trekkes frem av informant 2 og 3 handler om forståelse av kostnadsfordelingen og motivasjonen til både gårdeier, teknologiselskaper og leietaker. Dette er ifølge informant 2 en utfordring som nye leverandører av teknologi må forstå for å kunne lykkes med sine innsalg. Det er en erkjennelse av at alle investeringer for gårdeiere må ha en tydelig ROI (Return on investment). ROI handler om hva gårdeier får igjen for en potensiell investering, enten i form av ny verdi eller lavere kostnader. Informant 3 støtter denne barrieren og har selv opplevd utfordringer knyttet til at gårdeier må ta investeringen, mens leietaker får fordelene i mange tilfeller.

«På slutten av dagen er ofte investering i ny teknologi for gårdeier en finansiell investering på samme måte som aksjer eller andre finansielle papirer. Så for at IoT skal komme seg inn i bransjen så er det veldig viktig å kunne vise til en tydelig ROI.» - Informant 2

Informant 4 peker på en mangel på forståelse mellom teknologiselskapene og eiendomsselskapene. Informanten mener at teknologiselskapene vet for lite om sine kunder, og at de, satt litt på spissen forsøker å selge kunstig intelligens til noen som bruker penn og papir som sitt arbeidsverktøy. Eksisterende bygninger har i mange tilfeller mangel på strukturert datainnsamling. Dette medfører ifølge informanten at teknologiselskapene sine innsalg på bruk av kunstig intelligens gjerne blir overfladisk og ikke alltid resonnerer like godt hos gårdeiere. Informanten etterlyser en tydeligere kommunikasjon av hvilken verdi de nye løsningene faktisk skaper for gårdeier. Det handler om å forstå kundens situasjon og tilpasse verdibudskapet deretter.

«Den største utfordringen vi har hatt er at det er gårdeier som tar investeringen på dette, mens det er leietakeren som får gevinsten i form av lavere energikostnader. Hvorfor skal gårdeier

investere 2 millioner i å oppgradere et anlegg hvis det er leietaker som får lavere strømregning?» - Informant 3

Kompetansebarrieren

Kompetanse og kunnskap om ny teknologi trekkes frem av informant 4 som en barriere mot å lykkes med overgang til IoT teknologi. Informanten forteller om skikkelig motbakke i bransjen frem til 2019. Før dette hadde ifølge informanten svært få hørt om IoT eller Proptech. Etersom kundene nå gradvis har fått økt kunnskap om Proptech, og det nye taksonomi reglementet fra EU, så vil dette kunne medføre et økt press på digitalisering for å nå kravene til å kvalifisere for lavere lånekostnader.

Informant 3 har også opplevd utfordringer rundt forståelse for sin løsning i samtaler med ulike driftsorganisasjoner. Informanten forteller at de var avhengig av å møte gårdeiere som hadde ansatt en egen digitalt ansvarlig for at de skulle klare å forstå hvilket potensial som lå i deres løsning. De forsøkte å selge en softwareløsning bygget på avanserte styringsalgoritmer, og ble møtt med spørsmål om løsningen deres kunne justere temperatur opp og ned. Informanten mener denne digitale kompetansen utgjør en barriere og at bransjen må ha økt fokus på dette, derunder ha egne digitalt ansvarlige som tar ansvar for den digitale reisen.

Informant 4 forteller at kompetansebarrierer etter deres syn også er helt naturlig. Som IT spesialister forventer de ikke at driftspersonell skal kunne mye om deres fagfelt. Informanten er opptatt av at driftspersonellet skal kunne beskrive sine daglige rutiner, sine utfordringer og oppfattelser. Basert på beskrivelsene av disse utfordringene så kan ekspertene på IoT utforme de passende løsningene i samarbeid med driftsorganisasjonen.

«Jeg vil ikke at driftspersonellet skal bli verdensmester i IoT, det er min og leverandørens oppgave. De skal føle seg komfortable med å beskrive hvordan de jobber.» - Informant 4

Holdningsbarrieren

Holdninger til ny teknologi og nye løsninger kan fort utgjøre forskjellen på om noe er gjennomførbart eller ikke. Informant 3 forteller om ulike møter der de har forsøkt å implementere nye løsninger og blitt møtt med stor skepsis fra driftsorganisasjoner. Dette tror de handler om at mange driftsorganisasjoner har drevet med faget sitt lenge og har en stolthet

knyttet til at arbeidet de gjør er av god kvalitet. Denne stoltheten kan ifølge informanten føre til kritiske holdninger rundt nye løsninger som søker å forbedre deres eksisterende praksis.

«En kunde kom til oss med holdningen: Vi har holdt på med ENØK i 10-15 år, og dere mener at dere klarer å gjøre noe bedre?» -Informant 3

Informant 4 har en lignende oppfattelse av holdninger i bransjen, samtidig som det understrekes at det er variasjoner og noen selskaper er mer interesserte i endring enn andre. Informant 4 vektlegger det naturlige faktum at eiendomsbransjen historisk sett har vært lønnsom og de eiendommene som fortsatt leverer et solid overskudd har ingen naturlige konkurransedriver for å investere i ny teknologi hvis det ikke kan gi noe garanti for lavere kostnader.

«De siste årene har ikke gårdeiere brydd seg så mye. Det finnes ingen driver for dem, de tjener fortsatt penger.» -Informant 4

Oppsummering av intervjutema 3: Barrierer fra ekspertgruppen	
Barrierer for IoT	Eksempler fra ekspertgruppen
Verdibarrieren	<ol style="list-style-type: none"> 1) utfordringer knyttet til forståelsen av leie/eie problematikken der gårdeier tar kostnaden for en fordel leietakeren drar nytte av. Teknologiselskaper må ha en forståelse for denne motivasjonen og kommunisere en tydelig ROI ovenfor gårdeier. 2) Teknologiselskaper må tilegne seg en mer inngående forståelse av sine kunder og deres behov. Mangel på datagrunnlag og digital modenhet i eiendommer kan gjøre det vanskelig å implementere moderne systemer.
Kompetansebarrieren	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kjennskap til IoT blant eiendomsselskaper og driftsorganisasjoner. 2) Det er naturlig at eiendomsselskaper ikke er IT eksperter eller motsatt, samarbeid trekkes frem som sentralt. 3) Forståelse for nye digitale løsninger kan økes ved å ha en egen digitalt ansvarlig. 4) Økt kunnskap om Proptech, EU taksonomi vil bidra til videre satsing på digitalisering.
Holdningsbarrieren	<ol style="list-style-type: none"> 1) Skepsis til at nye løsninger kan forbedre eksisterende praksis utgjør en holdningsbarriere 2) Økonomiske incentiver for gårdeier kan være med å endre disse holdningene.

Tabell 7: Oppsummering av intervjutema 3: Barrierer fra ekspertgruppen.

4.2 Funn fra casestudiet

Gjennom casestudiet ble det tatt utgangspunkt i bruksområdene identifisert av ekspertgruppen knyttet til forskningsspørsmål 1 og 2. Innenfor bruksområdene fra litteraturstudiet og ekspertgruppen finnes det i NPRO ulike arbeidsprosesser i dag. Disse prosessene ble forsøkt beskrevet gjennom casestudiet, slik at de i oppgavens diskusjonsdel kan vurderes endret ved bruk av IoT. Denne rekkefølgen ble også valgt slik at det kan vurderes om det er samsvar mellom utfordringene ekspertgruppen forsøker å løse, og de daglige utfordringene driftsorganisasjonen opplever.

4.2.1 Intervjutema 1: Eksisterende FM praksis

Intervjutema 1 tar utgangspunkt i funnene fra ekspertgruppen og litteraturstudiet. Her ble det identifisert potensielle bruksområder for IoT innen næringseiendom, det ble også understreket at det kan være en manglende forståelse for hvilke utfordringer driftsorganisasjonen faktisk har. Dette intervjutemaet søker derfor å beskrive eksisterende praksis knyttet til ekspertgruppens bruksområder hos NPRO.

Automatisering av manuelle driftsoppgaver

Ekspertgruppen trakk gjentatte ganger frem automatisering av manuelle driftsoppgaver som et sentralt bruksområde for IoT. Det ble samtidig erfart at under intervjuene med taktisk og operativt nivå var inntrykket noe ulikt. På spørsmål knyttet til hvilke oppgaver de har i sin arbeidshverdag som er spesielt tidkrevende eller manuelle, fremkom ingen konkrete eksempler.

Det ble derimot nevnt av informant 10 knyttet til beskrivelse av deres daglige gjøremål at hver dag starter med en sjekk av SD-anlegget, etterfulgt av en fysisk kontrollrunde i alle tekniske rom. Dette utgjorde for den aktuelle eiendommen omkring 30-45 minutter med visuell kontroll hver morgen. Kontrollen bestod av å lytte og se etter ulyder eller symptomer som kan gi indikasjoner på at noe er feil. På denne runden gjøres også manuelle avlesninger på trykk i vannsystemet. Samtidig forteller informanten at større feil oppstår svært sjelden de første 10 årene av byggets levetid, men ettersom installasjonene blir eldre kan ulyder forekomme hyppigere.

Informanten forteller at senere på dagen inngår også en kontrollrunde for sjekk av nødlys, brannalarm, og at rømningsveier er intakt og fungerer slik de skal. Disse oppgavene styres

normalt av FDV-weben og deres vedlikeholdsplan. Til tross for at informanten ikke eksplisitt vurderer disse oppgavene som manuelle eller rutinebaserte, så er det indikasjoner på at sensorteknologi og IoT kan bidra til mindre tidsbruk og mer effektiv kontroll av denne typen arbeidsoppgaver.

Energieffektivisering gjennom økt innsikt

Informant 6 forteller hvordan selskapet arbeider med energieffektivisering på strategisk nivå. Selskapet rapporterer på avfall, energiforbruk og fjernvarme innenfor energi. For dette benyttes et energioppfølgingssystem som leser av og viser oversikt over de ulike eiendommene med en dags forsinkelse. Utfordringen ifølge informanten har vært å få vedlikeholdt systemet og at det benyttes hyppig nok. Det er noe som må arbeides aktivt med og der tror de at det finnes et potensial for forbedring.

Informant 7 og 8 tilhører det taktiske nivået i selskapet, og informant 7 har det overordnede ansvaret for energioppfølgingen i selskapet. Informant 7 trekker frem at det er gjennomført ulike tiltak for energieffektivisering som installasjon av varmpumpe på en eiendom og at de har løpende prosjekter for andre oppgraderinger gående.

Når det gjelder den daglige energioppfølgingen ligger dette ansvaret hos den individuelle driftsteknikker på daglig basis. Taktisk nivå gjør mest rapportering mot energi/miljø og arbeider ikke daglig med den løpende innsikten i tekniske anlegg. Informant 8 forteller at i en hektisk hverdag kan det være krevende å sette av nok tid til å sitte å analysere forbruk og se etter avvik. Dette medfører at deres fokus er på å opprettholde funksjonen til de ulike anleggene fremfor å lete etter forbedringer. Informant 7 forteller også at det skjer endringer blant målinger rundt i porteføljen som gjør at det kan være krevende å holde energioppfølgingssystemet oppdatert. Det medfører at noen eiendommer ikke har helt fullstendige målinger, hvilket gjør det krevende å oppgave avvik som ikke utløser driftsstans.

Informant 10 som representerer det operative nivået i bedriften følger normalt opp energiforbruket selv gjennom deres EOS system. Her leses forbruket jevnlig av. Dette forteller informanten at må leses av manuelt og det er deres oppgave å se etter avvik eller trender på grafene som kan utløse mistanke om overforbruk. De har mulighet til å legge inn manuelle varslinger på eksempelvis vannforbruk om natten, men dette er ikke blitt gjort. Informanten

trekker frem at det er krevende å lage varslinger siden det er mange faktorer som spiller inn på de ulike forbrukene.

Informant 6 trekker også inn automatisering av energirapportering som en tidkrevende prosess. Leietakere blir ifølge informanten stadig mer opptatt av kontroll på eget ressursforbruk i forbindelse med internrapportering og klimasertifiseringer. Dette stiller krav til at gårdeier har kontroll og innsikt i forbruket og kan dele data på en effektiv måte med leietaker. Ifølge informanten har dagens praksis et vesentlig forbedringspotensial der en slik henvendelse utløser manuell oppfølging i dag. Spesielt siden informasjonen ikke er lett nok tilgjengelig.

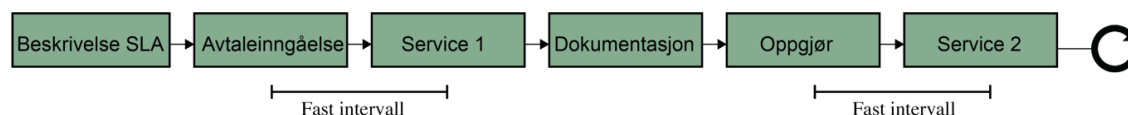
Prediktivt vedlikehold og smart feilsøking

Ifølge informant 7 inngås serviceavtaler med leverandører eller spesialiserte bedrifter for alle komponenter som er viktig for eiendommene deres. De holder oversikten over disse avtalene ved å benytte et FDV-system. Funksjonen til serviceavtalen er å sørge for jevnlig vedlikehold og at komponenten som avtalen omfatter skal fungere etter hensikt. For noen komponenter er også serviceavtalen en del av en internkontroll som kan være både lovpålagt for kritiske enheter eller initiert av NPRO selv.

For alle tekniske installasjoner som er kritiske for byggets drift er det ifølge informanten på plass serviceavtaler som sikrer rutinemessig service og oppfølging gjennom året. Dette sikrer også hjelp i form av akuttoppdrag ved funksjonsstans. Serviceintervallene oppgis å være erfaringsbaserte, kalenderstyrt og like fra år til år uavhengig av bygget bruksmønster. Informant 7 stiller seg positiv til spørsmål om prediktivt vedlikehold med noen forbehold. Informanten er opptatt av at kost/nytte forholdet ved å bevege seg fra tradisjonelle avtaler til behovsstyrte må være på plass.

Det fremkommer her at flere av serviceavtalene de har jevnlig, spesielt på automatikk og ventilasjon er svært kostbare, det vil derfor være en vesentlig besparelse hvis de kan gjennomføre disse sjeldnere uten at det går på bekostning av funksjon. Her presiserer informanten at de søker å levere riktig kvalitet. Det er mulig å gjennomføre service veldig ofte for å sikre optimal drift, men dette blir svært kostbart. Det er mulig å ha service hver måned, men det er ikke nødvendigvis behov. Dette overføres til at de selv ønsker å sette parameterne som skal styre den predikerte servicen i samråd med leverandøren.

Informant 7 beskriver en tradisjonell utførelse av serviceavtale etter illustrasjon fra serviceleverandør og informant 5. Her illustreres gangen fra inngått avtale til jevnlig oppfølging og service basert på erfaring og sunn fornuft. Informanten forteller hvordan de fikser akutte feil så raskt som mulig, men at planlagt vedlikehold gjøres basert på en vurdering de gjør av tilstanden til de ulike anleggene fortløpende.



Figur 19: Prosessillustrasjon eksisterende praksis for service ventilasjon.

Informant 6 som representerer selskapets strategiske perspektiv forteller at riktig servicenivå på de store tjenestekontraktene utgjør en vesentlig kostnadspost for selskapet. Servicenivå kan innebære hyppighet på ulike tjenester, behov for antall personer eller hvordan oppfølging gjøres. Eksempel på en slik vurdering er om det er behov for fem vektere på nattestid, eller om det holder med to stk. Disse vurderingene gjøres basert på erfaring og diskusjoner internt og som informanten forteller kan det være krevende å få god nok innsikt i hva som er riktig tjenestenivå.

«For meg er det viktig å levere riktig kvalitet på en mest mulig kostnadseffektiv måte. Jo mindre ressurser vi bruker på et område, jo lavere blir kostnaden, men samtidig går det en grense der hvor opplevd kvalitet blir så dårlig at leietakeren blir misfornøyd. Så utfordringen er å finne den balansen på hvor mye ressurser skal vi sette inn for å finne riktig kvalitetsnivå.» - Informant 6

På større kontrakter og prosjekter forteller informant 6 at de alltid søker etter smartere løsninger for gjennomføring og for å hente ut potensialet i kontrakter. Informanten forteller at sist de gjorde en slik kalibrering av tjenestenivå på avtalene oppnådde de rundt 20% besparelse på kostnad uten at det gikk på bekostning av kvalitet. Dette handlet om å få tjenesten tilpasset det faktiske behovet. Informant 9 legger også til at ved større ombyggingsprosjekter er det eksisterende datagrunnlaget fra bygget avgjørende for risikoen de har knyttet til gjennomføring.

Informantene ble videre stilt spørsmål rundt deres praksis for vedlikehold av «Hard FM» tjenester, avvikshåndtering og feilsøking når feil oppstår for å kartlegge hvordan dette utføres i

praksis. Informant 7 tok utgangspunkt i en rutine de gjennomfører ved overtagelse av nye eiendommer, en rutine som også kan gjøres på et senere tidspunkt for å få kontroll og oversikt over de tekniske anleggene.

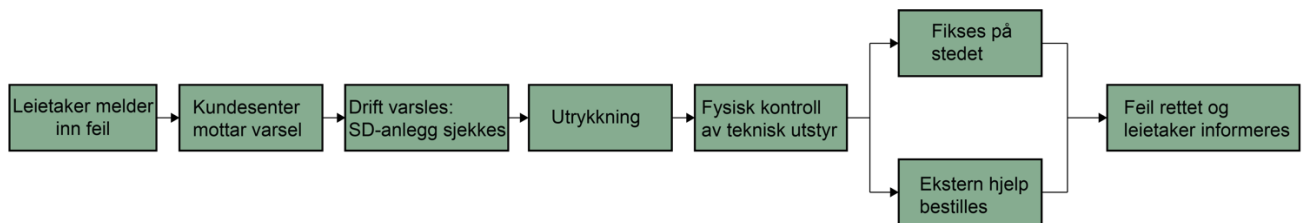
Rutinen består ifølge informanten av å gjøre ekstra grundige kontroller av innstillingene som er satt i SD-anlegget, etterfulgt av at de går fysisk ut til komponentene for å kontrollere at det tekniske bruksmønsteret samsvarer med virkeligheten. Informanten kan fortelle at dette er med på å si noe om tilstanden til de ulike anleggene og utgjør et grunnlag for både fremtidig vedlikehold og avvikshåndtering. På denne måten oppdager de mange feil som kan medføre avvik i eksempelvis inneklime ved at det blir for varmt eller for kaldt. Et tilfelle kan være at de ser at SD-anlegget skal levere fjernvarme, men ved fysisk kontroll er 2/3 radiatorer i et område defekt. Dette er informasjon som fremkommer av den fysiske kontrollen og som ikke kan leses av SD-anlegget.

På generelt grunnlag forteller informantene på taktisk nivå at avvik oppdages i hovedsak gjennom innmeldte klager fra leietakere i kombinasjon med funn de gjør selv. Prosessen med avvikshåndtering starter gjerne ved at det kommer en mail fra leietaker som bemerker et avvik eller en direkte feil. Dette starter en feilsøkningsprosess som utgjør en vesentlig del av arbeidshverdagen på taktisk og operativt nivå. I denne forbindelse skiller informantene mellom akutte avvik som leietakere melder inn og avvik som oppdages og planlegges rettet som en del av den mer langsiktige vedlikeholdsplanen.

Fra en klage meldes inn til driftspersonell så starter feilsøkningsprosessen med sjekk av SD-anlegget. Gjennom SD-anlegget kan det ses etter feilmeldinger knyttet til driftsstans på kritiske deler av anlegget eller lese av temperaturer i ulike soner, dette er spesielt relevant knyttet til avviksmeldinger i forbindelse med inneklime som er de mest hyppige avviksmeldingene. Denne avlesningen i SD-anlegget gir første indikasjon på om avviket er reelt. Neste steg i prosessen er å rykke ut til arealet klagen er oppdaget og gjennomføre en fysisk kontroll.

«I og med at vi bruker bygget og blir kjent med bygget så pleier vi å si at det tar ca. 1 års tid å kjenne bygget som sin egen bukselomme, og det er viktig. Da føler man med gang det er noe galt, du merker det.» - Informant 7

Ved klager på inneklimate sjekkes anleggene fysisk ved å holde hender over radiatorer, kjølevifter, og det benyttes et håndholdt måleverktøy for lufttemperatur. Hvis det oppdages et faktisk avvik så fortsetter feilsøkingen videre. Eksempelvis forteller informantene om en kald radiator, der de fortsetter feilsøkingen og sjekker røret som leverer varmen ned til radiatoren, så videre tilbake til hovedrøret for fjernvarmen og til slutt hovedstokken for varmeleveransen inn til bygget. Langs denne veien av feilsøking er det flere ventiler og mulige feilområder. Hvis det oppdages en feil kan en av to ting skje ifølge informantene, enten er det en enkel feil som kan rettes umiddelbart, alternativt har de avtaler med leverandører som kalles inn på et akutt serviceoppdrag. Serviceleverandøren og informant 5 har utarbeidet følgende prosessbeskrivelse på akuttoppdrag, som vil diskuteres nærmere i diskusjonsdelen.



Figur 20: Prosessillustrasjon for eksisterende praksis for avvikshåndtering.

Gjennom intervjuene forklarer informantene også hvordan tilstedeværelse og en «følelse» av hvordan bygget fungerer som sentrale aspekter i deres hverdag. De understreker videre at de i stor grad er avhengig av innspill fra leietakere på feil før en feilsøking prosess begynner, og når denne prosessen først er begynt medfører den ofte at det oppdages flere avvik som kan rettes.

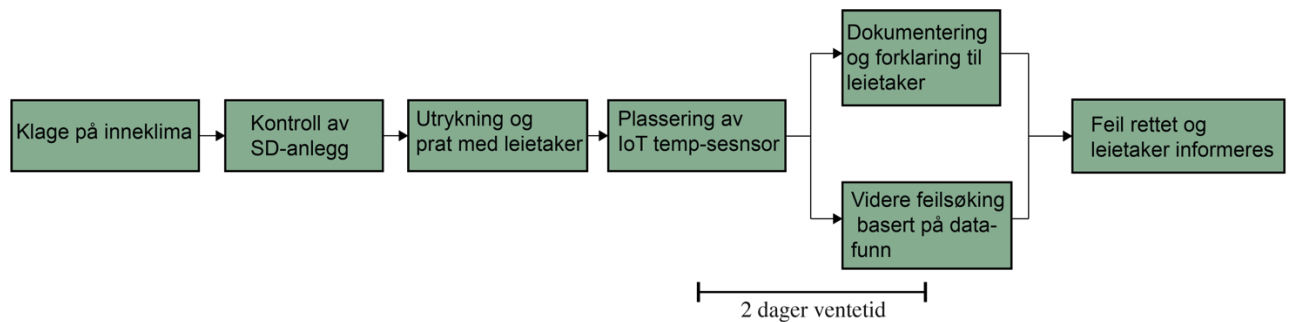
Innsikt i inneklimate

Det ble diskutert oppfølging av inneklimate med informantene som tilhører driftsorganisasjonen i caset. Det fremkommer av informant 7, 8 og 10 at klager på inneklimate er normalt og ved fullt operativt bygg kan det ofte komme en klage om dagen. Denne klagen blir som forklart av prosessen ved feilsøking ovenfor behandlet ved en fysisk oppfølging. Som informant 10 kan fortelle blir de fleste leietakere fornøyd hvis endringen enten rettes eller om det kan dokumenteres at temperaturer er som avtalt.

«De fleste (leietakere) slår seg til ro med det når vi kan dokumentere at ting er som avtalt.»

Ifølge informant 7 kan også avvik i inneklime være forårsaket av feil prosjektering og dimensjonering på teknisk utstyr fra bygget var nytt. Dette er vanskeligere å oppdage enn rene tekniske feil, siden alt fungerer og det samtidig kommer klager på avvik. Her er driftsorganisasjonen i dag ifølge informanten avhengige av at leietakere gir beskjed om denne type avvik for at det skal kunne oppdages.

Informant 10 beskriver en enkelt IoT enhet som de benytter ved klage på inneklime. Dette er en trådløs og mobil temperaturføler. Ved klager på inneklime så plasseres normalt denne enheten ut i det aktuelle arealet og det logges parametere knyttet til temperatur og Co2 nivå over 1-2 dager. Dette utgjør grunnlaget for videre feilsøking og dokumentasjon ovenfor leietakeren. Historikken leses av fra et skybasert brukergrensesnitt. Prosessen for denne type klage kan ses av figur 21.



Figur 21: Prosess ved leietakerklage på inneklime.

Oppsummering intervjutema 1: Eksisterende FM praksis i NPRO

Bruksområder for IoT fra ekspertgruppen	Eksisterende praksis fra casestudiet
Automatisering av manuelle driftsoppgaver	1) Det fremkom ingen funn knyttet automatiserbare driftsoppgaver fra casestudiet.
Energieffektivisering gjennom økt innsikt	1) Ansvar for energioppfølgingen ligger hos den enkelte driftsteknikker og det erkjennes tidvis manglede oppfølging. 2) Hovedfokus er å opprettholde kontinuerlig drift og det er liten tid til overs for analyser, dette er for tidkrevende. 3) Manuell avlesning/oppfølging og rapportering av ulike energiparametere er tidkrevende og manuelt. 4) Dagens innsikt er knyttet til energioppfølgingssystemet og SD-anlegget.
Prediktivt vedlikehold og smart feilsøking	1) Erfaring og sunn fornuft trekkes frem som parametere som styrer vedlikeholdet av mange tjenester. 2) Feilsøking utløses enten av feil i SD-anlegg eller ved klage fra leietaker. 3) Feil kan ha eksistert uten oppdagelse i mange år før det gjøres manuelle kontroller. 4) Det inngås serviceavtaler for alle kritiske komponenter og disse styres basert på kalender, erfaring og forhandlinger. 5) Data fra faktisk bruksmønster kan bidra til en mer presis innkjøpsprosess knyttet til å få riktig nivå og hyppighet på tjenestene.
Innsikt i inn klima	1) Det er normalt med noen klager på inn klima da dette er subjekt til individuelle preferanser. Det antas at inn klimaet er godt hvis det ikke kommer klager. 2) På gjentagende klager rykkes det ut og plasserer en måler som samler et lite datasett som videre presenteres leietaker. 3) Gjennom SD-anlegget kan det leses av temperatur på avtrekksluften.

Tabell 8: Oppsummering intervjutema 1: Eksisterende FM praksis i NPRO.

4.2.2 Intervjutema 2: Digital modenhet

Det ble stilt spørsmål under caseintervjuene rundt hvilke digitale verktøy som var sentrale i driftsarbeidet. Her ble det forsøkt kartlagt hvordan de digitale verktøyene støtter arbeidsprosesser og hvilken digital modenhet dette utgjør for organisasjonen. Videre presenteres en oversikt over systemer. Dette er gjort ettersom det er nødvendig å kjenne til dagens modenhet for å kunne bygge videre mot å implementere nyere løsninger.

Alle informantene på taktisk og operativt nivå trekker frem SD-anlegget som sitt fremste arbeidsverktøy. Dette begrunnes med at sentralstyringen av de tekniske anleggene og opprettholde normal drift er den viktigste oppgaven på operativt- og taktisk nivå innenfor harde FM tjenester. Det er for en av informantene opprettet en daglig rutine der dagen starter med en gjennomgang av SD-anlegget lokalt til stede på eiendommen.

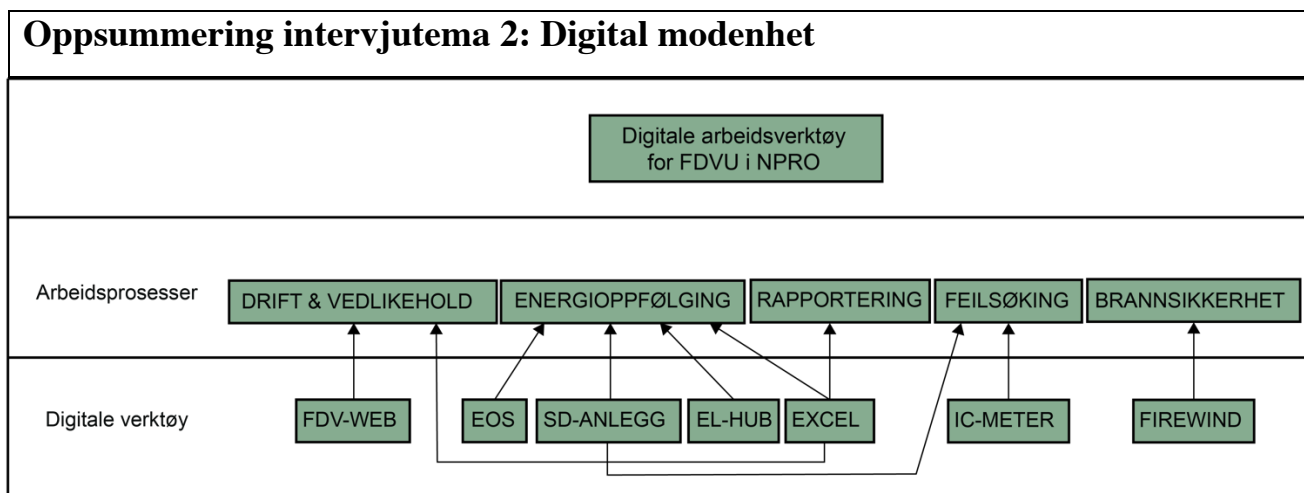
De har ifølge informant 10 anledning til å sjekke SD-anlegget via fjernstyringsprogrammet Teamviewer, men utenom dette er det nødvendig å være fysisk til stede på eiendommen for å få tilgang. Den daglige gjennomgangen består av en overordnet sjekk på om det har oppstått feilmeldinger, det sjekkes temperaturer og kontrolleres at de mest kritiske komponentene i VVS systemet ser ut til å fungere. Varmegjenvinningsgrad sjekkes også for tegn da eventuelle avvik på ventilasjonsanlegget kan oppdages av unormale verdier her.

SD-anlegget har ifølge informantene på deres eiendommer forhåndsdefinerte parametere for når feilmeldinger skal slå ut, men det vurderes også individuelt om det kan være noen indikatorer på feil basert på temperaturverdier de kan lese av SD-anlegget. Denne sjekkrunden etterfølges normalt av en fysisk gangrunde innom hvert teknisk rom på bygget, en rutine som normalt tar fra 30-45 minutter. Ved sjekk av teknisk rom høres det etter ulyder på motorer eller lignende og det gjøres også en visuell kontroll av at rommet.

Informant 6 kunne fortelle videre at det er mange underliggende systemer som benyttes i det daglige arbeidet. Det er avdelingens FDV systemer der alle driftsoppgaver, serviceavtaler, vedlikeholdsplaner, internrapporter og lignende lagres. Informant 10 forteller videre at FDV systemet har dokumentasjon for driftsoppgaver som er laget slik at nyansatte raskere skal kunne utføre oppgaver uten opplæring. De benytter også Superoffice Service for håndtering av servicesaker, eget energioppfølgingsystem for rapportering og SharePoint på interne sider for deling av dokumenter. El-hub og Excel benyttes også inn i energirapporteringen og for å holde oversikt over målere. Videre forteller informanten at telefon og mail er mye brukt. Videreutvikling og kontinuerlig forbedring av systemene, samt økt grad av utnyttelse av disse i organisasjonen er et fokus hos informant 6.

Ifølge informant 7 kontrolleres SD-anlegget basert på egen erfaring. Dette betyr at enkelte verdier, som eksempelvis varmen på fjernvarmevannet de får levert sjekkes litt nøyere da det er kjent for å utløse noe problematikk. Både for ventilasjon og varme kan temperaturen

kontrolleres mot en ET (energi-temperatur) kurve manuelt, men dette gjøres ikke daglig. Manuell avlesning betyr at informanten ser en temperatur, eksempelvis avtrekksluften og så åpner ET-kurven for å se hvordan dette samsvarer med dagens utetemperatur. Avvik som eventuelt oppdages på disse punktene utløser en manuell feilsøking i selve SD-anlegget der man ser om feilen har forplantet seg videre. Det er videre vanlig for prosessen å rykke ut for å kontrollere at det som oppgis i SD-anlegget, stemmer overens med den fysiske virkeligheten.



Figur 22: Oversikt digitale verktøy og prosesser i NPRO.

5 Diskusjon

Oppgavens hypotese lyder som følger; «*Internet of Things kan bidra til å effektivisere FDVU av eksisterende næringsbygg og potensielt øke verdiskapingen for eiendomsselskaper*».

Gjennom dette kapitlet vil de kvalitative funnene fra resultatene sammenstilles med det teoretiske rammeverket og diskuteres opp mot hypotesen og forskningsspørsmålene. Kapitlet vil deles inn i tre hoveddeler for å diskutere følgende forskningsspørsmål:

1. *Hvilke bruksområder finnes for IoT innen FDVU av næringseiendom?*
2. *Hvordan kan eiendomsselskaper benytte IoT til å forbedre sin FDVU praksis?*
3. *Hvilke barrierer finnes for implementering av IoT innen næringseiendom?*

5.1 Bruksområder for IoT innen FDVU

Gjennom forskningsprosessen ble det indentifisert et utvalg bruksområder for IoT innenfor FDVU av næringseiendom. For denne delen av diskusjonen vil bruksområdene ses mot det teoretiske rammeverket før de ulike bruksområdene vil diskuteres mer detaljert under kapittel 5.2.

Det er viktig å bemerke at IoT som fenomen i teorien kan koble alle tenkelige gjenstander til internett, og spørsmålet som følger er dermed hvilken nytteverdi skal dette gi? Ekspertgruppen søkte å diskutere bruksområder som de mente kunne tilføre en ny verdi i form av kostnadsbesparelser eller effektivisering av eksisterende FDVU rutiner. Informantene i casestudiet beskrev deretter sine forvaltningsrutiner med hensyn på disse bruksområdene og dette utgjør grunnlaget for å vurdere om hypotesen kan bekreftes.

Bruksområder for IoT innen FDVU av næringseiendom
Automatisering av manuelle driftsoppgaver
Energieffektivisering gjennom økt innsikt
Prediktivt vedlikehold og smart feilsøking
Innsikt i inneklima

Tabell 9: Oversikt over funn; Bruksområder for IoT innen FDVU av næringseiendom.

Bruksområdene som kan ses av tabell 9, og som ble identifisert av ekspertgruppen samsvarer i stor grad med funnene gjort av Institute of Workplace and Facilities Management. Undersøkelsen deres pekte spesielt på automatisering og mer avanserte analyseverktøy som sentrale teknologiske utviklinger som kunne få påvirkning på FM i årene fremover (Ellison & Pinder, 2018). Kunstig intelligens ble også trukket frem i undersøkelsen, og selv om dette ikke omtales i detalj av ekspertgruppen så er potensialet for å benytte denne type teknologi også til stede.

Alle bruksområdene som er diskutert henvender seg til tjenester som tilhører kategorien «Hard FM» som beskrevet av (Wilson, 2018). En fellesnevner for alle bruksområdene er at de er avhengige av god data som samles fra bygget enten ved å koble eksisterende komponenter på nett eller tilføre nye sensorer. Argumentet om at god FDVU er avhengig av god data støttes av (Atkin & Brooks, 2015) og gjelder spesielt for å kunne videreutvikle FM som profesjon. Det understrekes også av (Haugen, 2020) at FM allerede har utviklet seg mye de siste årene, at det stadig stilles større krav til driftsorganisasjonene og at data er sentralt i denne utviklingen.

Alle bruksområdene bygger også på en felles forutsetning. Bruksområdene krever en større grad av innsikt, en større grad av forståelse, og en større grad av automatikk enn det dagens praksis er bygget rundt. Alt dette avhenger av data. Sentralt for IoT og for oppgavens hypotese er teorien om at bedre datagrunnlag som utgangspunkt for beslutninger og styring av en eiendoms FDVU vil gi bedre resultater sammenlignet med dagens praksis. Dette handler om verdien av Big Data som omtalt av (Perrons & Jensen, 2015).

Gode rutiner for utnyttelse av data er en grunnstein for god eiendomsdrift og utnyttelse av de overnevnte bruksområder. Dette ble påpekt av (Perrons & Jensen, 2015) som en aktuell utfordring innen olje- og gassbransjen og basert på funnene i denne oppgaven tyder det på at de samme utfordringene finnes knyttet til FDVU av næringseiendom. Ekspertgruppen snakker hyppig om data som grunnlag for nye bruksområder. Det vektlegges derimot lite fokus av informantene i casestudiet knyttet til deres eksisterende praksis. Dette kan tyde på at det finnes et potensial for å bedre utnytte datainnsamling innenfor bruksområdene funnet i oppgaven. For å oppsummere forskningsspørsmål 1 er det funnet fire bruksområder etter dybdeintervjuer med en ekspertgruppe, og funnene samsvarer godt med det teoretiske rammeverket.

5.2 Hvordan kan eiendomsselskaper benytte IoT til å forbedre sin FDVU praksis?

Forskningsspørsmålet søker å diskutere bruksområdene for IoT innenfor FDVU av næringsseiendom. (Ellison & Pinder, 2018) peker på at IoT kan bidra til økt grad av automatisering, større datainnsamling basert på nye sensorer som muliggjør økt innsikt gjennom nye analyseverktøy, samt en endring i tradisjonelle bygningsautomasjonssystemer. Det handler ifølge ekspertgruppen om å bevege seg i retning autonome bygg, eller selvstyrende bygg. De aktuelle bruksområdene som kan ses av tabell 10 vil videre gjennomgås ved at eksisterende praksis beskrives først, og det vil videre diskuteres en alternativ fremgangsmåte basert på teori og eksempler fra ekspertgruppen.

Bruksområder for IoT	Eksempler fra ekspertgruppen	Eksisterende praksis fra casestudiet
Automatisering av manuelle driftsoppgaver	<ol style="list-style-type: none"> 1) Integrasjon mellom inneklimasensorer som kan utløse en arbeidsordre i FDV systemet til driftsorganisasjonen slik at det følges opp med tiltak. 2) Frostsikring med IoT sensor fremfor manuell kontroll. 3) Rutinemessige avlesninger fra teknisk rom, eksempelvis fra sprinkelanlegget. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Det fremkom ingen funn knyttet automatiserbare driftsoppgaver.
Energieffektivisering gjennom økt innsikt	<ol style="list-style-type: none"> 1) Plassere IoT sensorer på kritiske enheter for å kontrollere om de faktisk styres slik som ønsket. 2) Kontrollere komponenters faktiske energiforbruk mot historisk og prosjektet forbruk for å oppdage avvik. 3) Etterinnstallering av IoT sensorer på eksisterende ventilasjonsanlegg for å få oversikt over det faktiske bruksmønsteret, sammenlignet med teknisk bruksmønster. 4) Benytte oppkobling mot et toppsystem som gir porteføljeoversikt og kan implementere 3.parts informasjon fra eksempelvis værdata eller sensorer for antall mennesker i lokalet. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ansvar for energioppfølgingen ligger hos den enkelte driftsteknikker og det erkjennes tidvis manglede oppfølging. 2) Hovedfokus er å opprettholde kontinuerlig drift og det er liten tid til overs for analyser, dette er for tidkrevende. 3) Manuell avlesning/oppfølging og rapportering av ulike energiparametere er tidkrevende og manuelt. 4) Dagens innsikt er knyttet til energioppfølgingssystemet og SD-anlegget.

<p>Prediktivt vedlikehold og smart feilsøking</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Bruke sensorer eller eksisterende kabling til å koble enkeltkomponenter innenfor tekniske anlegg til et toppsystem. Deretter kan normal funksjon for hver enkelt komponent overvåkes og forventet tilstand predikeres og avvik oppdages før driftsstans. 2) Prediktivt vedlikehold baseres videre på en digital representasjon av alle underkomponenter i bygget. 3) Søppeltømming basert på faktisk behov. Erfaringstall viser at 90% av tømminger skjer på feil tidspunkt og etter faste rutiner uavhengig av bruk i bygget. 4) Faste kontrollrunder trenger ikke gjennomføres hvis bygget er tomt og kan kontrolleres av sensorer. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Erfaring og sunn fornuft trekkes frem som parametere som styrer vedlikeholdet av mange tjenester. 2) Feilsøking utløses enten av feil i SD-anlegget eller ved klage fra leietaker. 3) Feil kan ha eksistert uten oppdagelse i mange år før det gjøres manuelle kontroller. 4) Det inngås serviceavtaler for alle kritiske komponenter og disse styres basert på kalender, erfaring og forhandlinger. 5) Data fra faktisk bruksmønster kan bidra til en mer presis innkjøpsprosess knyttet til å få riktig nivå og hyppighet på tjenestene.
<p>Innsikt i inneklima</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Integrasjon mellom inneklimasensorer som kan utløse en arbeidsordre i FDV systemet til driftsorganisasjonen slik at det følges opp med tiltak. 2) Bedre kontroll og rapportering av inneklima mot leietaker kan være med å bidra til økt tilfredshet. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Det er normalt med noen klager på inneklima da dette er subjekt til individuelle preferanser. Det antas at inneklimaet er godt hvis det ikke kommer klager. 2) På gjentagende klager rykkes det ut og plasseres en måler som samler et lite datasett som videre presenteres leietaker. 3) Gjennom SD-anlegget kan det leses av temperatur på avtrekksluften.

Tabell 10: Oversikt over bruksområder, eksempler og praksis fra resultatkapittelet.

FDVU har et svært bredt omfang av tjenester og ansvarsområder, og denne oppgaven har derfor fokusert på «Hard FM» tjenestene knyttet til eksisterende næringsbygg. Hard FM tjenester har ifølge (Haugen, 2020) fått et økende ansvar innenfor eiendomssektoren som et resultat av økt bærekraftfokus og tøffere krav fra leietakere. FDVU har utviklet seg fra en enkel støttefunksjon til et komplekst og sammensatt fagfelt som har stor påvirkningskraft på ressursforbruket til næringsbyggene. Etersom kravene til FDVU øker, og det forventes mer effektiv oppfølging av bygningssystemer og tjenester så er det nødvendig å utforske nye måter å løse kjente oppgaver på. Ekspertgruppen i kombinasjon med casestudiet har kartlagt ulike arbeidsprosesser og

bruksområder der ny datainnsamling og utnyttelse av potensial som ligger i bruk av IoT innen FDVU av næringseiendom.

Automatisering av manuelle driftsoppgaver

Resultatene fra datainnsamlingen viser at det finnes et stort antall driftsoppgaver på det operative nivået som er manuelle, kalenderstyrte og som ifølge informantene kan utgjøre omkring halvparten av oppgavene en vaktmester har i et næringsbygg. Det trekkes frem eksempler knyttet til visuell kontroll av teknisk rom, komponenter eller utstyr, samt manuelle avlesninger av målerstand, trykk eller generell kontroll av arealer. Ebbesen *et al.* (2018), Ellison & Pinder (2018) og ekspertgruppen trekker frem automatisering av denne typen oppgaver som sentrale bruksområder for IoT. Plassering av sensorer som kan gjøre enkle avlesninger og sende informasjon digitalt slik at driftspersonell slipper å gjøre manuelle avlesninger, utgjør et potensial for tidsbesparelse.

For å kunne gjennomføre en automatisering av denne type driftsoppgaver kreves det at to sentrale forutsetninger er oppfylt. Eiendommen og driftsorganisasjonen er avhengig av å gå fra et digitalt modenhetsnivå 1-2, opp til nivå 3 ifølge (Ebbesen *et al.*, 2018). Det er ikke mulig å hente ut eller utveksle den nødvendige informasjonen fra eiendommen hvis bygget og driftsorganisasjonen ikke har denne digitale modenheten. Nivå 3 kjennetegnes av at enkeltstående prosesser fra nivå 2, eksempelvis oppfølging av kalenderstyrte FDVU oppgaver er blitt sammenkoblet i ett toppsystem. Det kreves en høy grad av digital interoperabilitet for at nye sensorer skal kunne kobles til eksisterende systemer og dermed kunne bidra med ny datainnsamling, utløse arbeidsordre når det er behov, eller lese av målinger rundt i bygget. Nivå 3 kjennetegnes også av at ulike digitale verktøy kan dele data seg i mellom. Dette står i kontrast til det som omtales om silobaserte eller lukkede styringssystemer som finnes i mange næringsbygg i dag (Haugen, 2020).

Videre er det behov for en IoT infrastruktur i bygget som muliggjør denne digitale modenheten og ny datainnsamling. En IoT infrastruktur består i sin enkleste form av de tre nivåene beskrevet av (Sethi & Sarangi, 2017), et sensornivå, et nettverksnivå og et applikasjonsnivå. I praksis betyr dette som beskrevet av ekspertgruppen at det kan velges mellom å forsøke å koble eksisterende komponenter på nett, eller i mange tilfeller tilføre nye IoT sensorer til den valgte eiendommen. De fleste leverandører av IoT sensorer i dag leverer en pakke bestående av sensorene, en gateway med internett-tilkobling og en skytjeneste for datainnsamling. Disse

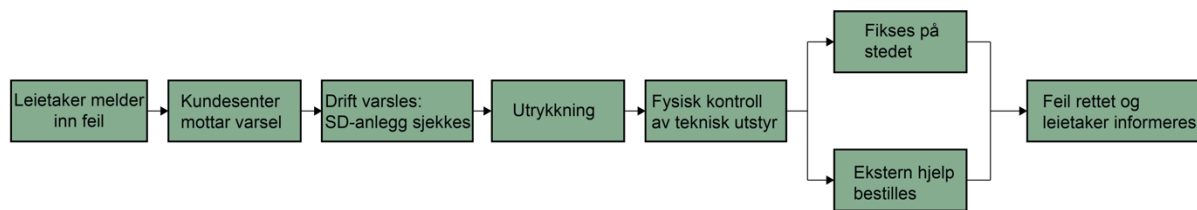
løsningene er bygget med åpne filformater, noe som gjør det mulig å koble hver enkelt løsning inn i ett overordnet toppsystem som blir driftsorganisasjonens brukergrensesnitt. På denne måten kan man velge en løsning for avfallshåndtering, en løsning for visuell kontroll av teknisk rom, for så å koble disse løsningene sammen i ett toppsystem som gir brukerne ett brukergrensesnitt å forholde seg til.

Det er i diskusjoner om å automatisere flest mulig oppgaver viktig å trekke frem poenget til (Ebbesen *et al.*, 2018) knyttet til at bak hver automatiserte oppgave vil det fortsatt finnes en tilhørende driftsprosess. Hvis en manuell måleravlesning skiftes til digital rapportering så vil ikke driftsprosessen forsvinne, derimot vil den transformeres til en mer digital oppfølging og kontroll. Fra eksempelet med frostsikring, der manuell kontroll av et areal ble erstattet med inneklimasensorer slik at vaktmesteren ikke behøvde å reise ut til den valgte eiendommen. Dette medførte også en endring i driftsprosess fra at det ble utført manuell kontroll i selve arealet, til at det nå kontrolleres digitalt hva status for området er.

Prediktivt vedlikehold og smart feilsøking

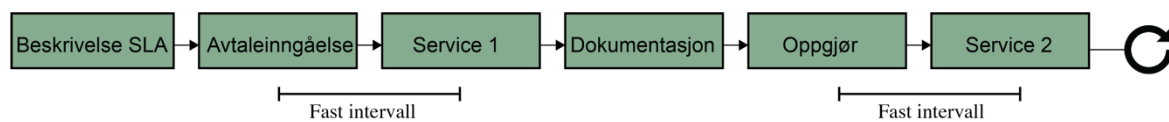
Forskningsprosessen har gitt indikasjoner på at prediktivt vedlikehold er et sentralt bruksområde for IoT. Cheng *et al.* (2020), gav gjennom sin forskning et eksempel på hvordan man kan gå fra preventivt, til prediktivt vedlikehold basert på sensordata muliggjort av IoT. Første steg handler om å etablere datainnsamling for de tjenestene der man ønsker å benytte prediktivt vedlikehold, neste steg er å benytte analyseverktøy, maskinlæring og algoritmer til å gjøre trendanalyser av disse datasettene og over tid generere stor nok innsikt til å kunne forutse når kritiske driftskomponenter viser tegn på at de er i ferd med å bli ødelagt.

For å vise hvordan dette kan endre eksisterende FDVU praksis beskrev driftsorganisasjonen i casestudiet et normalt akuttoppdrag som oppstår ved at det kommer en feilmelding i NPRO. Deres vedlikeholdsstrategi kan beskrives som preventiv der de følger opp og planlegger for fast vedlikehold gjennom egne kontroller og serviceavtaler med leverandører. En feilmelding som sendes inn av en leietaker utløser en rask feilsøkingsprosess som involverer et antall ressurser hos NPRO. Figur 23, illustrerer prosessen som starter med at leietaker melder feil, involverer normalt kundesenteret hos NPRO som gir beskjed til korrekt person i driftspersonalet. Disse vil videre rykke ut for å sjekke arealet fysisk før de gjør en vurdering om det er behov for ekstern hjelp.



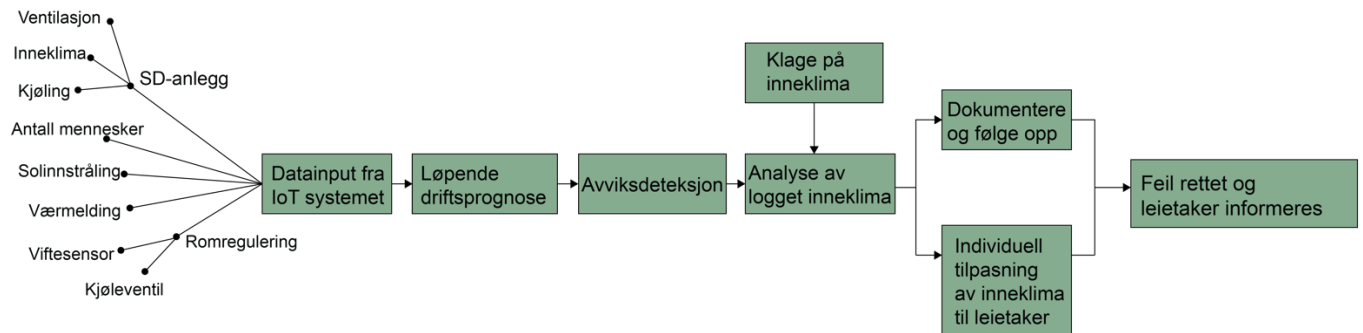
Figur 23: Prosessillustrasjon for avvikshåndtering i NPRO.

Den andre prosessen som er aktuell for prediktivt vedlikehold er beskrevet i resultatdelen og knyttes til planlagt service som avtales gjennom serviceavtalene. Prosessen styres av serviceavtalen som er inngått med leverandøren på den enkelte tjeneste, ventilasjonsservice i dette eksempelet. Avtalen er satt opp basert på erfaring og kalenderstyres ved faste mellomrom. Denne type vedlikehold gjøres derfor basert på erfaring og tar ikke hensyn til komponentenes faktiske tilstand eller bruksmønsteret til bygget. Ventilasjonsfilter som ifølge informantene utgjør en vesentlig kostnad byttes etter disse intervallene som kan ses av figur 24.



Figur 24: Prosess for fast ventilasjonsservice.

Nedenfor kan en alternativ prosess for prediktivt vedlikehold ses illustrert av figur 25. Illustrasjonen bygger på innspill fra informant 5 og deres system for økt innsikt i FDVU. Essensen av denne måten å jobbe på er at avgjørelser knyttet til vedlikehold kun gjøres basert på data om faktisk driftstilstand. Det er ønskelig å oppdage og utbedre feil før leietaker klager på avvik. Denne prosessen bygger på et digitalt modenhetsnivå 3 etter Ebbesen *et al.* (2018), og at det er etablert en IoT infrastruktur som beskrevet i kapittel 2.5. Her samles det inn datapunkter fra ulike kritiske enheter knyttet til «Hard FM» og dette prosesseres gjennom et toppsystem. Her pålegges denne dataen algoritmer for å oppdage avvik.



Figur 25: Prosess for datadrevet prediktivt vedlikehold basert på innspill fra informant 5.

Det foreligger fortsatt en serviceavtale for vedlikehold som utgangspunkt, men i dette tilfellet henter systemet inn datapunkter fra ventilasjonsanlegget ved bruk av IoT sensorer og oppkobling av eksisterende komponenter. Det blir dermed mulig for systemet å ta inn flere faktorer i beregningen. Eksempelvis benyttes filtertrykk til å si noe om hvor mye hvert filter er benyttet. Denne kan kombineres med trykkfall ved ulike viftepådrag, luftmengde, partikkelmålinger, fuktighet, vær og temperaturer. Ved å samle all denne dataen i ett system og generere historikk så er det mulig å bestille service kun når det er nødvendig og ikke nødvendigvis etter faste intervaller.

Etter (Ebbesen *et al.*, 2018) tilsvarer dette nivået av datainnsamling fra ulike kilder inn i ett toppsystem, modenhetsnivå 3. Modenhetsnivå 3 kjennetegnes som nevnt av stor grad av samspill mellom systemer for å støtte en konkret prosess. Dette er nødvendig for å kunne samle inn data fra ulike kilder, herunder temperatur, vær, antall mennesker i bygget, filtertrykk og viftepådrag. Informant 5 sin bedrift som har testet denne løsningen kunne vise til et eksempel med reduksjon i hyppigheten på filterbytte med 40% basert på behovsstyring. Dette tar ikke med i betraktningen besparelser i tid for oppfølgingen, som i NPRO sitt tilfelle gjøres mer manuelt.

Energieffektivisering gjennom økt innsikt i tekniske anlegg

Utgangspunktet for energieffektivisering innenfor næringsbygg er svært individuelt for hver enkelt eiendom. Det er derfor rettet søkelys mot overordnede trender og gjentakende potensial som nevnes av ekspertgruppen eller som diskuteres blant informantene i casestudiet. Energieffektivisering ble trukket frem gjentatte ganger av nærmest samtlige informanter. Dette

drives av et økt fokus på bærekraft både fra gårdeier og leietakere, behov for rapportering knyttet til miljøsertifiseringer og et kostnadsfokus.

NOU 2004:22 (2004) viser til at ulike roller; eier, forvalter og bruker innenfor FDVU gjerne har ulike drivere og motivasjoner. I dette tilfellet er fokuset på energieffektivisering, drevet av bærekraft, felles for alle rollene. Dette medfører et ekstra stort fokus på energi, men samtidig kreves det samhandling mellom de ulike rollene. Kombinert med EU taksonomien forventes økt fokus og i forlengelse effektivisering av energiforbruk også i årene fremover (Norsk Eiendom, 2020).

Energiforbruk er også svært målbart sammenlignet med andre bruksområder, det er derfor et naturlig sted å starte når det gjelder tiltak som kan spare kostnader og bidra til lavere klimagassfotavtrykk. En naturlig utfordring som ble diskutert av informantene var hvorvidt IoT kunne bidra med innsikt som ikke dekkes av det tradisjonelle SD-anlegget som allerede har koblet temperatursensorer i de fleste rom. Her fremkom det flere nye funksjonaliteter som skiller seg vesentlig fra eksisterende praksis i energiarbeidet fra casestudiet. Cano *et al.* (2014) viser gjennom deres eksperimenter at selv moderne SD-anlegg har et forbedringspotensial opp mot 20% knyttet til styring som gir mer effektivt energiforbruk ved bidrag fra IoT baserte smarte systemer.

Det første punktet som ble trukket frem av flere av informantene var å forsøke og oppnå en samkjøring mellom tekniske anlegg og faktisk bruksmønster i bygget. For å klare dette er systemene avhengig av en form for data på hvordan brukerne av bygget benytter fasilitetene, og om de faktisk er til stede (Cano *et al.*, 2014). Toppsystemer som er basert på åpne kommunikasjonsprotokoller kan motta sensordata knyttet til opphold og tilpasse styringssystemene til denne informasjonen.

Noen SD-anlegg har oppholdsstyring for ventilasjon eller såkalt behovsstyrt ventilasjon, men dette er gjerne basert på en bevegelsessensor som kun måler tilstedeværelse/ikke tilstedeværelse. Her kan ulike typer IoT sensorer i større grad gi innsikt i hvordan brukerne beveger seg og interagerer med kontoret. Dette er samtidig et punkt som kan bli mer aktuelt ettersom pandemien medfører mer hjemmekontor og variasjon i bruk av lokaler. Dette gir god indikasjon på energibesparelser når det muliggjøres selvstyring basert på input-data fra sensorer.

Et annet punkt som fremkommer av resultatene, er å samle inn et bredere datagrunnlag for hvordan de tekniske anleggene faktisk benyttes. Det er mulig å generere denne type datasett fra flere bygg inn i ett og samme system, noe som gjør det enklere å sammenligne enklere på tvers av eiendommer og etter hvert utvikle en predikert ytelse basert på prosjekterte og historiske ytelsesnivåer. Dermed kan systemet oppdage på egenhånd om det er avvik i energiprestasjon på en enkeltkomponent og melde fra om dette for videre utbedring.

Eksempelvis kan en motor til styring av spjeld i ventilasjonen ha låst seg, den vises fortsatt i SD-anlegget og det er derfor svært vanskelig å oppdage uten en visuell kontroll om at den ikke lenger justerer luftmengden. Resultatet er at viftene må jobbe hardere og sender en konstant luftstrøm istedenfor en regulert mengde som prosjektert. Ved å tilføre denne spjeldmotoren internettilkobling og la den generere driftsdata inn i et toppsystem, for deretter å sammenligne energiforbruket med prosjektert nivå og historisk forbruk for akkurat denne komponenten, kan det utløses en avviksalarm for kun denne enheten hvis den bruker for mye energi. På denne måten kan det oppdages og utbedres flere feil rundt i anleggene. En av informantene som arbeidet med denne type løsninger kunne fortelle at de ikke har opplevd en eneste installasjon uten å finne feil av denne typen. Dette viser hvordan IoT kan forenkle feilsøking i eksisterende praksis og i forlengelse bidra til mer energieffektiv driftsstyring.

Det neste punktet handler om visualisering og innsikt i de tekniske anleggene. Her tas det utgangspunkt i at det eksisterende SD-anlegget skal få styre bygningssystemene som normalt, men det søkes å forstå eventuelle feilinnstillinger bedre. Dette kan i mange tilfeller oppnås uten ekstra sensorer, men ved å koble opp eksisterende komponenter, delsystemer og systemer til et digitalt toppsystem. Det trekkes frem av flere av informantene at selve visualiseringen av dataen kan utgjøre en forskjell i seg selv. Tradisjonelle SD-anlegg er ikke utformet som verktøy for innsikt, analyser og energieffektivisering. Hovedfunksjonen til SD-anlegget, tradisjonelt sett, er å styre og gi feilmeldinger for de tekniske anleggene. Det er mange tekniske utfordringer knyttet til å hente ut data fra eksisterende systemer som benytter kommunikasjonsprotokoller uten standarder. Samtidig representerer to av informantene i ekspertgruppen bedrifter som er på vei til å lykkes med dette for mange ulike tilfeller.

Muligheten i nyere systemer til å lage en digital tvilling av bygget og visualisere faktisk forbruk gir driftsorganisasjonen og eksterne rådgivere helt andre forutsetninger for å kunne oppdage

mulige tiltak knyttet til energiforbruk. Det fremkommer at det er normalt å benytte et EOS system ved siden av SD-anlegg for energioppfølging. EOS systemet som ble benyttet i casestudiet var en ren form for rapportering og visualisering i form av grafer og tilfører ingen moderne analysefunksjonalitet. Dette kommer igjen tilbake til å skaffe et bedre datagrunnlag som ved en systemisert fremvisning gir driftsorganisasjonen bedre forutsetninger til å oppdage forbedringer.

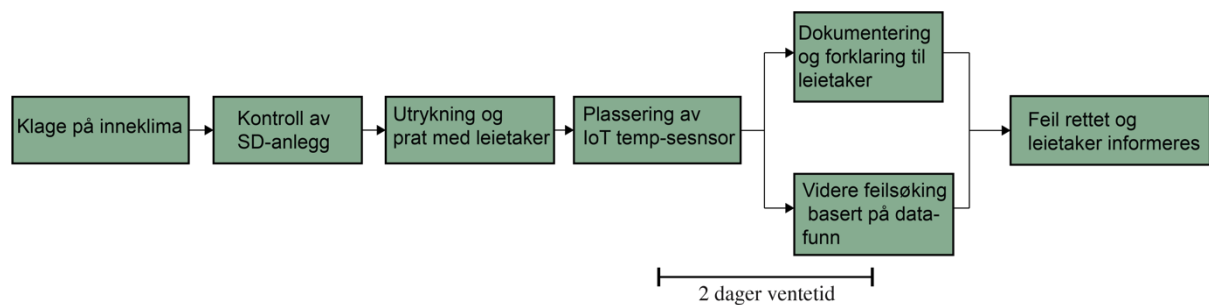
Innsikt i inneklima

Inneklima ble trukket frem av flere informanter i ekspertgruppen som et viktig bruksområde for IoT. Dette er fordi vi mennesker benytter stadig mer tid innendørs, både på arbeid og fritid. Det har derfor stor effekt på vår helse og produktivitet hvilket inneklima vi oppholder oss i. Dette har bidratt til et økende fokus hos bedrifter på å ha gode arbeidsforhold. Helse og velvære, herunder inneklima trekkes også frem som en av de globale megatrendene som forventes å påvirke FM i årene fremover (ISS World Services, 2011). Samtidig trekker informantene i NPRO frem inneklima som området de mottar mest klager/henvendelser på i sitt daglige arbeid. Inneklima er noe de fleste har et forhold til og det er gjerne stor grad av individuelle preferanser. Det er også normalt med kontraktsfestede krav gjennom leiekontrakten rundt hva som er akseptable nivåer for temperatur, luftmengder og dagslys. Dette er med på å senke terskelen for å melde avvik til driftsorganisasjonen.

(Ellison & Pinder, 2018) har analyseverktøy og «People Analytics» som sentrale områder for IoT og dette omfatter bedre måling og rapportering av inneklima. Som det fremkommer av forskningsfunnene knyttet til eksisterende praksis for håndtering av klager på inneklima så fungerer slike henvendelser gjerne som et symptom på tekniske feil. Avvik i ønsket inneklima oppstår med andre ord som et resultat av at de tekniske systemene ikke fungerer optimalt eller at det er andre forhold i arealet som gjør at inneklimaet avviker fra akseptabelt nivå.

Slike avvik utløser som nevnt tidligere tidkrevende feilsøkningsprosesser og kundeoppfølging for å løse problemet. Det medfører målinger, fysisk kontroll og oppfølging av leietaker. En mulig prosess for dette hos NPRO kan ses av figur 26. Dette er oppgaver som delvis kunne vært erstattet ved bedre kontroll av inneklimaet gjennom sensorer i lokalet. På denne måten kunne man raskt redegjort for om det finnes et faktisk avvik. Ved å sende denne dataen inn i overnevnt toppsystem er det også mulig å kombinere inneklima med informasjon fra værmeldinger, antall

personer som oppholder seg i arealet og de bygningstekniske styringssystemene for å kunne se helheten knyttet til det faktiske inneklimate.

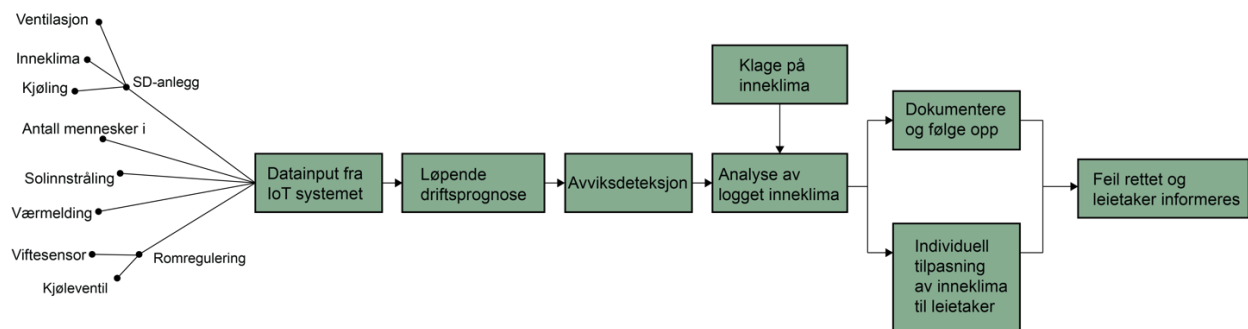


Figur 26:Prosess ved leietakerklage på inneklimate.

Normalt måles inneklimate fra SD-anlegg på avtrekksluften fra lokalet når det kommer inn i ventilasjonssjakten. Dette er upresist på mange nivåer, for det første er det kun lufttemperatur og det er lufttemperatur under taket i rommet. Temperaturen som brukerne opplever er lavere ned i lokalet, påvirkes av trekk og strålingstemperatur og omtales som operativ temperatur. SD-anlegget har ingen mulighet til å vise hvordan solinnstråling eller en lufttrekk gjennom lokalet påvirker brukerne. Denne usikkerheten på hva som faktisk er temperatur fører til at driftspersonalet må rykke ut til det faktiske arealet for å foreta nye målinger ovenfor leietaker. Dette er mulig å forstå i større grad ved bruk av eksterne sensorer. For å kunne oppnå dette steget er det nødvendig for NPRO å gå fra nivå 2-3 i den digitale modenheten beskrevet av (Ebbesen *et al.*, 2018).

Det fremkommer også fra informantene i casestudiet at det er viktig ovenfor leietakere å kunne dokumentere og rapportere faktisk inneklimate opp mot prosjekterte og avtalte nivåer hvis det oppstår klagesituasjoner. Ved eksisterende praksis er dette en tidkrevende prosess som gjerne involverer måling av temperatur der det benyttes en lokal måler som utplasseres i området det er meldt om avvik for. Måleren står gjerne utplassert et par dager og logger data som deretter benyttes videre i feilsøkingen og dokumentasjon ovenfor leietaker, som illustrert av figur 26. Utplussing av måleren og tolkingen av dataen som er innsamlet utføres av driftsteknikker. Utfordringen med denne løsningen er at det logges kun data for et par dager. Hvis det eksempelvis ble meldt et avvik på grunn av en spesiell vær-situasjon så vil ikke dette oppdages i etterkant.

Disse målingene som utføres manuelt etter at en klage har funnet sted kunne vært unngått i sin helhet ved å ha kontinuerlig bedre kontroll på inneklimate. Dette kan oppnås ved bruk av IoT sensorer for temperatur og CO2. Hvis det logges inneklimate kontinuerlig vil driftsorganisasjonen kunne respondere raskt og presist på henvendelser som angår inneklimate. På denne måten vil det være mulig å spare tid og oppnå en bedre kommunikasjon og transparens med leietakerne. En bieffekt vil også kunne være at ved bedre kontroll på faktisk inneklimate vil det være mulig å oppdage feil tidligere og starte feilsøkingen før klagen fra leietaker faktisk inntreffer.



Figur 27: IoT basert prosess for klage på inneklimate.

Samtidig er det viktig å anerkjenne at god dialog og oppfølging av leietakere ikke alltid kan erstattes av automatiserte rapporter. Denne erfaringen har informantene bygget seg opp, spesielt siden det er individuelle preferanser på inneklimate er det viktig å følge opp slike henvendelser seriøst og i enkelte tilfeller ved personlig oppmøte slik at leietaker føler seg tatt på alvor.

5.3 Barrierer for å lykkes med implementering

Det siste forskningsspørsmålet søker å belyse hvilke barrierer som finnes for bruk av IoT i bransjen og med spesielt hensyn på gårdeiere. Tabell 11 oppsummerer funnen fra resultatdelen av oppgaven. Disse vil videre gjennomgås mer detaljert.

Barrierer for IoT	Eksempler fra ekspertgruppen
Verdibarrieren	<ol style="list-style-type: none"> 1) utfordringer knyttet til forståelsen av leie/eie problematikken der gårdeier tar kostnaden for en fordel leietakeren drar nytte av. Teknologiselskaper må ha en forståelse for denne motivasjonen og kommunisere en tydelig ROI ovenfor gårdeier. 2) Teknologiselskaper må tilegne seg en mer inngående forståelse av sine kunder og deres behov. Mangel på datagrunnlag og digital modenhet i eiendommer kan gjøre det vanskelig å implementere moderne systemer.
Kompetansebarrieren	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kjennskap til IoT blant eiendomsselskaper og driftsorganisasjoner. 2) Det er naturlig at eiendomsselskaper ikke er IT eksperter eller motsatt, samarbeid trekkes frem som sentralt. 3) Forståelse for nye digitale løsninger kan økes ved å ha en egen digitalt ansvarlig. 4) Økt kunnskap om PropTech, EU taksonomi vil bidra til videre satsing på digitalisering.
Holdningsbarrieren	<ol style="list-style-type: none"> 1) Skepsis til at nye løsninger kan forbedre eksisterende praksis utgjør en holdningsbarriere 2) Økonomiske incentiver for gårdeier kan være med å endre disse holdningene.
«Løse et problem» barrieren	<ol style="list-style-type: none"> 1) utfordringer knyttet til forståelsen av leie/eie problematikken der gårdeier tar kostnaden for en fordel leietakeren drar nytte av. Teknologiselskaper må ha en forståelse for denne motivasjonen og kommunisere en tydelig ROI ovenfor gårdeier. 2) Teknologiselskaper må tilegne seg en mer inngående forståelse av sine kunder og deres behov. Mangel på datagrunnlag og digital modenhet i eiendommer kan gjøre det vanskelig å implementere moderne systemer.

Tabell 11: Barrierer for IoT.

Verdibarrieren

Verdibarrierer handler i denne sammenhengen om hvordan IoT kan skape verdi for gårdeier og deres driftsorganisasjon. Perspektivene som fremkommer av intervjuene viser også til et avvik i forståelse og en utfordring med å kommunisere verdi. Bakgrunnen for enhver kjøpsbeslutning bygger på premisset om at kjøper opplever å få mer eller like mye verdi som pengene man betaler er verdt. Basert på det faktum er det opp til teknologileverandørene å kommunisere hvilken verdi deres IoT løsning vil skape for eiendomsselskapet. For å lykkes med dette forteller informantene at teknologiselskaper er avhengig av å forstå beslutningsdrivere, utfordringer og hverdagen til eiendomsselskaper.

Informantene trekker frem en sentral misforståelse som mange teknologileverandører har ovenfor en FDVU organisasjon. Denne antagelsen handler gjerne om motivasjon knyttet til å heve kvalitet på tekniske anlegg eller å redusere energikostnader. Gårdeiere er ifølge informantene ofte drevet av et finansielt fokus. De forvalter gjennom sin eiendomsorganisasjon en investering fra eiere på samme måte som en investering i aksjer. Dette betyr at de søker et lavest mulig kostnadsnivå, samtidig som de leverer avtalt kvalitet til leietakere. Siden leietaker normalt betaler sin andel av energiforbruket gjennom felleskostnadene, og dette er avtalefestet er det ingen åpenbare incentiver for gårdeier å investere i å senke denne kostnaden.

En av informantene viser til at enkelte gårdeiere har innført det som kalles «grønne leiekontrakter». En grønn leiekontrakt åpner for at gårdeier kan gjøre investeringer i energieffektivisering og fordele denne kostnaden på felleskostnadene hvis investeringen gjør at den totale energikostnaden til leietaker er lavere enn den økte felleskostnaden. Denne type kontrakt skaper en win-win situasjon der gårdeier kan investere i teknologi som muliggjør lavere energiforbruk og samtidig vil leietakere få en lavere strømregning. Det er derimot ifølge en av informantene sjeldent slike kontrakter er standard.

Verdibarrierer bygger også på det faktum at det i mange tilfeller er store avvik mellom teknologibedrifter og tradisjonelle eiendomsselskaper. Fire av fem informanter omtaler eiendomsbransjen som konservativ, drevet av et fokus på kostnader fremfor innovasjon og de er i mange tilfeller sent ute med å ta i bruk ny teknologi. Denne kontrasten trekkes frem som en selvforsterkende barriere.

Teknologiselskaper som ønsker å selge sine avanserte IoT løsninger har ifølge informantene ikke lykkes med å tydelig forstå hverdagen til eiendomsselskapene og tilpasse sin tilnærming til dette. Som informant 4 tydelig gir uttrykk for så er ny teknologi avhengig av et datagrunnlag og en dataforståelse for å kunne benyttes. Her oppstår det ofte en situasjon der teknologiselskapene har verktøy som kan løse mange problemer, men de forstår ikke hverdagen og problemene de skal løse. Eiendomsselskapene på sin side har mange utfordringer de ønsker å løse, men de kjenner ikke til alle de digitale verktøyene som kan hjelpe dem til å bli mer effektive.

Kompetansebarrieren

Fra undersøkelsene til (Ellison & Pinder, 2018) kan det ses at omkring 45% av de undersøkte deltagerne innen FM knapt kjenner til IoT og enda færre som kjenner til tilhørende teknologier som cloud computing, maskinlæring eller andre analyseverktøy. Det må trekkes frem at undersøkelsen ikke er gjort i Norge, så kompetansen her kan avvike fra denne trenden. Samtidig viser resultatene fra oppgaven at informanter fra ekspertgruppen har møtt utfordringer knyttet til kompetanse.

«Det vi har slitt med er å ha noen som forstod hva vi holdt på med, vi måtte til bedrifter som hadde en digitalt ansvarlig for at de klarte å forstå hva vi holdt på med». – Informant 3

Kompetansebarrieren henger tett sammen med det digitale modenhetsnivået i organisasjonen. Caset som er undersøkt kan sies å ha modenhetsnivå 2 etter (Ebbesen *et al.*, 2018). Ved å investere ressurser i å gjøre organisasjonen klar over de ulike teknologiene og samtidig ha en dedikert ressurs til den digitale reisen kan dette være med å overkomme denne barrieren. Samtidig er det viktig å understreke et poeng informant 4 trakk frem.

«Jeg vil ikke at driftspersonellet skal bli verdensmester i IoT, det er min og leverandørens oppgave. De skal føle seg komfortable med å beskrive hvordan de jobber.» - Informant 4

Den praktiske essensen av utsagnet er at samarbeid er løsningen på kompetansebarrieren. Det er ikke sikkert det er hensiktsmessig at en driftsorganisasjon innen næringsseiendom skal bli eksperter på ny teknologi. Det er også vanskelig å se for seg at teknologer skal bli eksperter på eiendomsdrift og praktiske gjøremål. Det kan derimot være en god løsning at begge

kompetansene jobber skulder ved skulder for å utvikle industrielle teknologiske verktøy som bidrar til økt effektivitet i arbeidet.

Holdningsbarrieren

Kritiske holdninger og mangel på vilje til å prøve nye ting kan utgjøre en naturlig stopper for de fleste prosjekter, og det gjelder også for implementering av IoT systemer. Resultatene viste at informanter gjentatte ganger hadde møtt holdninger som kan beskrives som defensive og lite læringsvillige. Det trekkes samtidig frem at flere av informantene at de opplever både variasjon og endring i bransjen ettersom teknologi blir et stadig mer diskutert tema. Holdninger endres sjelden fra en dag til en annen, så det er naturlig å forvente at dette er en pågående prosess. Norsk Eiendom, (2017) viser også i sin veiledning mot digital eiendomsledelse hvilke steg som kan tas for å adressere holdningsutfordringer og øke bestillerkompetansen.

«En kunde kom til oss med holdningen: Vi har holdt på med ENØK i 10-15 år, og dere mener at dere klarer å gjøre noe bedre?» -Informant 3

Holdninger henger også sammen med verdidrivere. Et eiendomsselskap drives av markedskrefter og en kombinasjon av å skulle levere som avtalt til lavest mulig kostnadsnivå. Hvis kunden er fornøyd og eiendomsselskapet tjener penger, da er det ikke så mange incentiver igjen til å investere og utforske i ny teknologi. Det som kan vise seg å bli den store endringen på dette feltet er den pågående pandemien som for første gang på flere tiår har endret hvordan kontorbygg og Retail benyttes. Det som tidligere var statisk og forutsigbart, er nå det stikk motsatte. Dette kan være med å endre bransjens tilnærming og incentiver slik at holdningene til teknologi blir positivt ladet, det blir en mulighet fremfor en kostnad.

«De siste årene har ikke gårdeiere brydd seg så mye. Det finnes ingen driver for dem, de tjener fortsatt penger.» -Informant 4

«Løse et problem» barrieren

Tre av fem informanter snakker om tilnærmingen der teknologi må løse et konkret problem. Dette trekker de også frem som en sentral del av mange teknologibedrifters tilnærming til bransjen gjennom sine innsalg. Argumentasjonen for at det først må identifiseres et problem i eksisterende FDVU, deretter utvikles en løsning på dette problemet er logisk nok og bredt akseptert blant ekspertgruppen og blant teknologiselskapene. Samtidig har forskningsprosessen

vist at det oppstår en barriere som et resultat av nettopp denne logiske tilnærmingen. Denne barrieren bygger på at det er en ulik oppfattelse hos teknologibedriftene og FDVU organisasjonen knyttet til hva som er «et problem».

Resultatene fra casestudiet avdekker at driftsorganisasjonen opplever at de selv har god kontroll på sine oppgaver. De opplever selv å ikke ha noen spesielle problemer, utover det man kan forvente av arbeidsoppgaver. Dette medfører at enkelte områder som teknologiselskapene vurderer som gammeldagse problemområder, ikke anses som problemer av driftsorganisasjonen selv. Dette gapet i oppfattelse av problemer kan eksemplifiseres gjennom bruksområdet prediktivt datastyrt vedlikehold.

Dagens praksis for vedlikehold bygger gjerne på preventivt kalenderstyrt vedlikehold. Denne type vedlikehold er basert på lang erfaring ved bruk av kontorbygg og ettersom den er blitt forbedret slik at service utføres ved faste intervaller, nedetiden på utstyret er lavt og kostnadsnivået er innenfor etablerte nivåer, så fungerer denne praksisen etter alle solemerker godt. Driftsorganisasjonen vil dermed ikke trekke frem denne praksisen som et problem.

Utfordringen oppstår når det kommer ny teknologi som gjør det mulig å endre denne praksisen til det bedre. Det er ingen åpenbare problemer med preventivt vedlikehold, det finnes bare en bedre måte å gjøre det på i form av prediktivt vedlikehold. På samme måte som å kommunisere utelukkende ved bruk av fasttelefon eller å sende fax ikke var ansett som noe problem, det var ansett som den etablerte måten å dele informasjon. Først når nye alternativer i form av mobile telefoner, og etter hvert e-post ble oppfunnet ser man raskt at tiden det tok å dele informasjon var ekstremt langsom. Men det ble ikke ansett som et problem av majoriteten av befolkningen før *etter* det nye alternativet var konstruert. Det kan derfor argumenteres for at det IoT ikke nødvendigvis må løse et problem ved dagens praksis, det kan faktisk være at IoT bidrar til å endre dagens praksis på et fundamentalt nivå.

6 Konklusjon

Denne mastergradsavhandlingen har undersøkt hypotesen «*Internet of Things kan bidra til å effektivisere FDVU av eksisterende næringsbygg og potensielt øke verdiskapingen for eiendomsselskaper*». Dette er et felt som er foreløpig lite utforsket og som tar for seg en ny teknologi innenfor eiendomsbransjen. For å belyse dette fra flere ulike perspektiver ble det gjennomført totalt 11 intervjuer, derav fem semi-strukturerte intervjuer med eksperter på eiendomsteknologi og seks semi-strukturerte intervjuer med informanter fra casestudiet av NPRO.

Oppgaven konkluderer med at hypotesen kan bekreftes basert funnene gjennom forskningsprosessen. Det understrekes samtidig at dette er antydning basert på de resultatene som dette studiet gav, og at det anbefales videre forskning innenfor flere av bruksområdene som her har blitt identifisert for å generere en dypere forståelse av mulighetene.

Forskningsdesignet forsøkte å gi ekspertgruppen i studiet mulighet til å identifisere bruksområder basert på deres erfaring og kompetanse. Disse bruksområdene ble videre sammenlignet med eksisterende praksis hos NPRO med mål om å illustrere nye prosesser støttet av IoT. Gjennomgående for alle bruksområdene er forståelsen og utnyttelsen av verdien som ligger i bedre data og innsikt. Data som en verdifull ressurs i enhver organisasjons arbeid med å skape mer effektive prosesser bør ikke undervurderes (Perrons & Jensen, 2015).

Digitalisering som verktøy for å nå overordnede klimamål og samtidig øke konkurranseevnen til norske eiendomsselskaper står svært sentralt i følge (Norsk Eiendom, 2017). Fremover står verden og eiendomsbransjen ovenfor store utfordringer og svarene ligger ikke tydelig foran oss. Eiendomsbransjen har stor påvirkningsevne ettersom bransjen er en storforbruker av ressurser. For å nå klimamålene vil det kreve nye løsninger, nye måter å gjøre eksisterende oppgaver på og ny teknologi.

Studien har vist ved flere ulike eksempler at IoT kan bidra til å effektivisere FDVU av eksisterende næringsbygg, og i forlengelse øke verdiskapingen hos eiendomsselskaper.

Effektiviseringspotensialet ble identifisert innenfor fem hovedgrupper som er sentrale for god FDVU av næringseiendom. Disse er *automatisering av manuelle driftsoppgaver, energieffektivisering gjennom økt innsikt, prediktivt vedlikehold og smart feilsøking og inn klima*.

For å utnytte disse bruksområdene i praksis vil det kreve flere endringer hos gårdeiere og driftsorganisasjoner. Økt kjennskap, kunnskap og kompetanse knyttet til ny teknologi som funnet av (Ellison & Pinder, 2018) står sentralt. Kombinert med egne stillinger som fokuserer på digitalisering ble trukket frem av informantene vil bidra til bedre forutsetninger for å hente ut mer av det digitale potensialet. Det er viktig å oppnå et godt samarbeid mellom gårdeiere og teknologileverandører slik at det kanskje ikke er nødvendig at begge parter forsøker å bli eksperter på den andres fagfelt. IoT løsninger bør utarbeides gjennom samarbeid, og ikke ved at en teknologileverandør forsøker å gjette seg til gårdeiers utfordringer og deretter lage en løsning.

Oppgaven har hatt et gjennomgående helhetlig fokus. Det har blitt diskutert samling av systemer inn i ett toppsystem for å oppnå digitalt modenhetsnivå 3 etter (Ebbesen *et al.*, 2018). Dette er nettopp fordi det største effektiviseringspotensialet kun frigjøres gjennom fokus på eiendommer som et økosystem. FM er et komplekst fagfelt bestående av mange oppgaver og det er vanskelig å ha kontroll på dette omfanget uten å ta et steg tilbake for å se på helheten. IoT kan bidra til effektivisering gjennom å skape bedre datagrunnlag som støtter et stort utvalg av prosesser innenfor FDVU. Ved å kartlegge prosesser, diskutere disse med teknologibedrifter og ha en kultur for læring kan det oppnås vesentlig gevinster for gårdeiere.

Samtidig erkjenner informantene i studien at det finnes barrierer for å lykkes med implementering av IoT og all ny teknologi. Barrierene som ble funnet mest vesentlig i denne oppgaven var verdibarrierer, kompetansebarrierer og holdningsbarrierer. Barrierene henger på mange måter tett sammen, og ved økt kunnskapsnivå hos gårdeiere og driftsorganisasjoner knyttet til mulighetene som ligger i ny teknologi, så vil muligens holdninger og evnen til å kommunisere ønsket endring også styrkes.

7 Avsluttende refleksjoner

Studien har undersøkt mulighetene IoT utgjør for effektivisering av FDVU innen eksisterende næringseiendom i Norge. IoT har de siste årene blitt et buzzord som benyttes med svært ulike definisjoner og det er et begrenset utforsket tema innenfor forskningen og eiendomsbransjen generelt. Dette har bydd på mange ulike utfordringer ved gjennomføringen av denne oppgaven.

Studien har vært svært eksplorativ og en konsekvens av dette er at veien blir til underveis. Det innebar begrenset tilgang på eksisterende forskning innenfor området, utfordringer med å finne informanter med kompetanse på temaet, svært få eksempler knyttet til temaet og sist, men ikke minst har det vært en kontinuerlig usikkerhet rundt hvordan hypotesen kunne belyses. Studiet har derfor blitt dratt i ulike retninger, utforsket på områder som ikke viste seg å gi resultater og derfor ikke inkluderes og på denne måten vært utfordrende med tanke på forskningsdesign.

Det har vært ønskelig å fokusere på helheten knyttet til FDVU av næringseiendom fremfor å fokusere utelukkende på en tjeneste. Det har også vært forsøkt knyttet forskningen tett til eksisterende praksis i håp om at funnene i oppgaven kan gi innsikt og verdi for gårdeiere. Utfordringen med å hele tiden vurdere helheten er at omfanget av tjenester blir veldig stort. Dette har medført at detaljene innenfor flere av bruksområdene og i studien generelt har blitt ofret for å gi en helhetlig oversikt da dette ikke eksisterte innenfor forskningsfeltet tidligere. Dermed er det vurdert at en helhetlig identifisering av bruksområder vil kunne bidra til at videre forskning kan gå mer i dybden innenfor hvert område. Det er også verdt å nevne at læringsutbyttet ved datainnsamlingen har vært stort, og det er anslagsvis bare 1/3 av forståelsen for IoT og mulighetene som har blitt inkludert i denne oppgaven med hensyn på omfanget.

I refleksjonene rundt funnene i oppgaven opplever jeg en splittet følelse. På den ene siden mener jeg det var nødvendig å ta et bredt omfang for å vise mulighetene som finnes på et overordnet nivå. Dette kokte ned til de fire hovedgruppene som blir presentert gjennom denne oppgaven. Samtidig var dette en veldig tidkrevende prosess, da mange andre retninger ble utforsket uten at de gav det samme potensialet. Det kunne derfor ved en senere anledning vært interessant å ta et dypdykk i ett enkelt tema for å kunne tydeliggjøre og muligens gjennomføre et kontrollert

eksperiment med IoT. Derfor håper jeg avslutningsvis at forslagene til videre forskning på temaet blir fulgt opp.

7.1 Forslag til videre studier

For videre studier vurderes det som relevant å utforske alle bruksområdene hver for seg for å kunne bidra til en større dybde innenfor hvert tema. Dette innebærer;

Forslag til videre studier innenfor IoT og FM
IoT for automatisering av manuelle driftsoppgaver innen FDVU av næringseiendom
IoT for behovsstyrte tjenester innen FDVU av næringseiendom
IoT for energieffektivisering gjennom økt innsikt i tekniske anlegg innen næringseiendom
IoT for prediktivt vedlikehold og smart feilsøking innen FDVU av næringseiendom
IoT for bedre kontroll og rapportering av inneklime i næringsbygg

Tabell 12: Forslag til videre studier.

8 Referanseliste

- Araszkiewicz, K. (2017)** Digital Technologies in Facility Management – The state of Practice and Research Challenges, *Procedia Engineering*, 196, pp. 1034–1042. doi: 10.1016/j.proeng.2017.08.059.
- Ashton, K. (2009)** That “Internet of Things” Thing, *RFID Journal*, p. 1.
- Atkin, B. and Brooks, A. (2015)** *Total Facility Management*. Hoboken, UNITED KINGDOM: John Wiley & Sons, Incorporated. Tilgjengelig fra: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/ntnu/detail.action?docID=1895527>.
- Byggenæringens landsforening (2020)** *Digitalt veikart 2.0*. Tilgjengelig fra: https://www.bnl.no/siteassets/bilder/generelle-bilder/digitaltveikart_2020.pdf (Hentet: 12 Februar 2020).
- Cano, M. V. et al. (2014)** How can We Tackle Energy Efficiency in IoT Based Smart Buildings?, *Sensors (Basel, Switzerland)*, 14, pp. 9582–9614. doi: 10.3390/s140609582.
- Cheng, J. C. P. et al. (2020)** Data-driven predictive maintenance planning framework for MEP components based on BIM and IoT using machine learning algorithms, *Automation in Construction*, 112, p. 103087. doi: 10.1016/j.autcon.2020.103087.
- ClevAir (2021)** *ClevAir*, Tilgjengelig fra: <https://clevair.io/no> (Hentet: 22 April 2021).
- ClevAir (no date)** *Energy savings case studies*. Tilgjengelig fra: https://mail.clevair.io/energy_savings_case_studies (Hentet: 26 Mai 2021).
- Dixit, M. K. et al. (2016)** Reducing carbon footprint of facilities using a facility management approach, *Facilities*, 34(3/4), pp. 247–259. doi: 10.1108/F-11-2014-0091.
- Ebbesen, P. et al. (2018)** *Facility Management som digital forandringsagent*. Ballerup: Dansk Facilities Management netværk.
- Eiendomshuset Malling & Co (no date)** *Proptech*. Tilgjengelig fra: <https://www.malling.no/tjenester/eiendomsforvaltning/technology> (Hentet: 22 April 2021).
- Elizalde, D. (2020)** *The 5 Layers of the IoT Technology Stack*. Tilgjengelig fra: <https://danielelizalde.com/iot-primer/> (Hentet: 1 Mars 2021).
- Ellison, I. and Pinder, J. (2018)** *Embracing technology to move FM forward*. British Institute of Facilities Management. Tilgjengelig fra: <https://static1.squarespace.com/static/59f0646ba9db097691ca5587/t/5aeb2890f95>

0b7ae6c402dc0/1525360802747/embracing-technology-to-move-fm-forwards.pdf (Hentet: 27 Januar 2021).

Energima (no date) *Vår filosofi*. Tilgjengelig fra: <https://energima.no/om-energima/var-filosofi/> (Hentet: 23 April 2021).

Energy Control (no date) *Vår Historie*. Tilgjengelig fra: <https://energy-control.no/historie/> (Hentet: 23 April 2021).

Haugen, T. (2020) *Eiendomsforvaltning : facility management*. 1. utgave. Bergen: Fagbokforlaget (Eiendomsforvaltning - FM).

Haugen, T. B. and Klungseth, N. J. (2017) In-house or outsourcing FM services in the public sector: A review of 25 years research and development, *Journal of Facilities Management*, 15(3), pp. 262–284. doi: 10.1108/JFM-06-2016-0022.

Hirsch, D. D. (2014) THE GLASS HOUSE EFFECT: BIG DATA, THE NEW OIL, AND THE POWER OF ANALOGY, *BIG DATA*, 66, p. 24.

Huovila, P. et al. (2009) *Buildings and Climate change. Summary for decision makers*. United nations environment programme. Tilgjengelig fra: <https://www.uncclearn.org/wp-content/uploads/library/unep207.pdf> (Hentet: 7 Mai 2021).

International Organization for Standardization (2017a) ISO 41011:2017.

International Organization for Standardization (2017b) *ISO 41011:2017 Facility management – Vocabulary*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=889940> (Hentet: 27 Januar 2021).

ISS World Services (2011) *ISS 2020 Vision*. Copenhagen Institute for Futures Studies. Tilgjengelig fra: http://www.publications.issworld.com/ISS/External/issworld/White_papers/2020_New_Ways_of_Working/ (Hentet: 4 Februar 2021).

ITBaktuellet (2015) *Brukervennlige SD-bilder*. Tilgjengelig fra: <https://www.itbaktuellet.no/2015/01/18/brukervennlige-sd-bilder/> (Hentet: 25 Mai 2021).

Jensen, P. A. (2001) *Håndbok i Facilities Management*. Tastrup, Danmark: Dansk Facilities Management netværk. Tilgjengelig fra: www.dfm-net.dk.

Jia, M. et al. (2019) Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications, *Automation in Construction*, 101, pp. 111–126. doi: 10.1016/j.autcon.2019.01.023.

Johannessen, A., Tufte, P. A. and Christoffersen, L. (2016) *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 5th edn. Oslo: Abstrakt forlag.

Kagermann, H. and Whalster, W. (2013) *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German*

Manufacturing Industry; Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion. Tilgjengelig fra: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf> (Hentet: 29 November 2020).

Kanell, N. (no date) *Soft Services In Facility Management?* Tilgjengelig fra: <https://spaceiq.com/blog/soft-services-in-facility-management/> (Hentet: 28 April 2021).

Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2014) *Kartlegging av hindre for digitale forretningsprosesser.* Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/aif/dokumenter/rapport_hindre_for_digitalisering.pdf (Hentet: 29 November 2020).

Kvalvåg, R. (2014) *Aker Brygge, Oslo.* Tilgjengelig fra: http://akb-lighting.no/index.php?option=com_k2&view=item&id=68:aker-brygge (Hentet: 14 Mai 2021).

Ménard, A. (no date) *How can we recognize the real power of the Internet of Things?* Tilgjengelig fra: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/how-can-we-recognize-the-real-power-of-the-internet-of-things#> (Hentet: 29 November 2020).

Minoli, D., Sohraby, K. and Occhiogrosso, B. (2017) IoT Considerations, Requirements, and Architectures for Smart Buildings—Energy Optimization and Next-Generation Building Management Systems, *IEEE Internet of Things Journal*, 4(1), pp. 269–283. doi: 10.1109/JIOT.2017.2647881.

Næringslivets Hovedorganisasjon (2015) *Digitalisering: Slik møter du de globale megatrendene.* Tilgjengelig fra: <https://www.nho.no/tema/teknologi-og-forskning/artikler/digitalisering-slik-moter-du-de-globale-megatrendene> (Hentet: 29 November 2020).

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet and SINTEF (2007) *ENØK i bygninger effektiv energibruk.* Oslo: Gyldendal undervisning.

Norsk Eiendom (2017) *Grunnlag for digital eiendomsledelse og- forvaltning.* Tilgjengelig fra: https://www.norskeiendom.org/wp-content/uploads/2017/09/Norsk-eiendom_Grunnlag-for-digital-eiendomsledelse.pdf (Hentet: 6 Mai 2021).

Norsk Eiendom (2020) *Lønnsomt å bygge grønt med EUs taksonomi.* Tilgjengelig fra: <https://www.norskeiendom.org/lonnsomt-a-bygge-gront-med-eus-taksonomi/> (Hentet: 16 Mai 2021).

Norwegian Property (no date a) Om oss. Tilgjengelig fra: <https://www.norwegianproperty.no/om-oss/> (Hentet: 30 April 2021).

Norwegian Property (no date b) Snarøyveien 36. Tilgjengelig fra: <https://www.norwegianproperty.no/npro/ledig-lokale/snaroyveien-36/> (Hentet: 14 Mai 2021).

- NOU 2004:22 (2004)** *Velholdte bygninger gir mer til alle - Om eiendomsforvaltningen i kommunesektoren*. Kommunal-og Regionaldepartement.
- Perchard, E. (2017)** *Smart streets: How the Internet of Things is revolutionising waste, Resource Magazine*. Tilgjengelig fra: <https://resource.co/article/smart-streets-how-internet-things-revolutionising-waste-11721> (Hentet: 26 Mai 2021).
- Perrons, R. K. and Jensen, J. W. (2015)** Data as an asset: What the oil and gas sector can learn from other industries about “Big Data”, *Energy Policy*, 81, pp. 117–121. doi: 10.1016/j.enpol.2015.02.020.
- Pointgrab (no date)** *CogniPoint Smart sensor for real time workplace analytics*. Tilgjengelig fra: <https://www.pointgrab.com/our-product/> (Hentet: 25 Mai 2021).
- Popper, K. R. (Karl R., 1902-1994 (1968))** *Conjectures and refutations : the growth of scientific knowledge*. New York : Harper & Row, 1968, c1965. Tilgjengelig fra: <https://search.library.wisc.edu/catalog/999697689902121>.
- Ramesh, T., Prakash, R. and Shukla, K. K. (2010)** Life cycle energy analysis of buildings: An overview, *Energy and Buildings*, 42(10), pp. 1592–1600. doi: 10.1016/j.enbuild.2010.05.007.
- Saunders, M., Lewis, P. and Thornhill, A. (2016)** *Research Methods for Business Students*. Seventh edition 2016. Pearson Education Limited. Tilgjengelig fra: [/paper/Research-Methods-for-Business-Students-Saunders-Lewis/bef028d7d7fcb4705c24451304b089f4912920d4](https://paperkit.net/paper/Research-Methods-for-Business-Students-Saunders-Lewis/bef028d7d7fcb4705c24451304b089f4912920d4) (Hentet: 30 November 2020).
- Sethi, P. and Sarangi, S. R. (2017)** Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications, *Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2017, pp. 1–25. doi: 10.1155/2017/9324035.
- Suresh, P. et al. (2014)** A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment, fra *2014 International Conference on Science Engineering and Management Research (ICSEMR)*. *2014 International Conference on Science Engineering and Management Research (ICSEMR)*, Chennai, India: IEEE, pp. 1–8. doi: 10.1109/ICSEMR.2014.7043637.
- Tekna (2020)** *Tilstandsbasert vedlikehold – Predictive Maintenance – innen olje og gass*. Tilgjengelig fra: <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/energi/energibloggen/tilstandsbasert-vedlikehold--predictive-maintenance--innen-olje-og-gass/> (Hentet: 28 April 2021).
- Tjora, A. (2019)** *Qualitative Research as Stepwise-Deductive Induction*. Routledge (Series: Routledge advances in research methods, 26).
- United Nations (2012)** *Future We Want - Outcome document*. Tilgjengelig fra: <https://sustainabledevelopment.un.org/futurewewant.html> (Hentet: 7 Mai 2021).
- United Nations (2015)** *Paris agreement*. United Nations. Tilgjengelig fra: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf (Hentet: 7 Mai 2021).

- Waeren, N. (2019)** *Introduction to IoT*. Tilgjengelig fra: <http://www.automatedbuildings.com/news/feb19/articles/goiot/190128025404waeren.html> (Hentet: 3 Mai 2021).
- Whyte, J., Stasis, A. and Lindkvist, C. (2016)** Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and “big data”, *International Journal of Project Management*, 34(2), pp. 339–351. doi: 10.1016/j.ijproman.2015.02.006.
- Wilson, D. (2018)** *Strategic Facility Management Framework*. 1st edition. Royal Institution of Chartered Surveyors and International Facility Management Association. Tilgjengelig fra: <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/upholding-professional-standards/sector-standards/real-estate/strategic-fm-framework-1st-edition-rics.pdf> (Hentet: 28 Januar 2021).
- WINNIO (no date)** *Taking Buildings into the Future*. Tilgjengelig fra: <https://winniio.io/about-us/> (Hentet: 23 April 2021).
- Wong, J. K. W., Ge, J. and He, S. X. (2018)** Digitisation in facilities management: A literature review and future research directions, *Automation in Construction*, 92, pp. 312–326. doi: 10.1016/j.autcon.2018.04.006.
- World Green Building Council (2019)** *A sustainable built environment at the heart of Europe’s future*. World Green Building Council. Tilgjengelig fra: <https://www.worldgbc.org/sites/default/files/WorldGBC%20European%20Advocacy%20Manifesto%20June%202019.pdf>.
- Wu, M. et al. (2010)** Research on the architecture of Internet of Things, in *2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering(ICACTE)*. *2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering(ICACTE)*, pp. V5-484-V5-487. doi: 10.1109/ICACTE.2010.5579493.
- Yin, R. K. (2018)** *Case study research and applications: design and methods*. Sixth edition. Los Angeles: SAGE.

Vedlegg 1: Forespørsel om deltagelse i forskningsprosjektet

Vil du delta i forskningsprosjektet

«Kan Internet of Things transformere måten vi drifter og forvalter våre næringsbygg?»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å kartlegge potensialet ny teknologi i form av Internet of Things utgjør for drift, forvaltning, vedlikehold og utvikling av næringsbygg. I dette skrevet gis det informasjon om målene for prosjektet og hva deltagelse vil innebære for deg.

Formål

Prosjektet er en masteroppgave ved NTNU Trondheim som er et 6-måneders prosjekt og avslutter mastergraden i Eiendomsutvikling- og forvaltning. Formålet med oppgaven er å belyse valgt problemstilling «Hvordan kan Internet of Things benyttes i eksisterende næringsbygg for å effektivisere FDVU og potensielt øke verdiskapingen for eiendomsselskaper?» Problemstillingen søkes videre belyst gjennom tre forskningsspørsmål;

1. Hvilke bruksområder finnes for IoT innen FDVU av næringseiendom?
2. Hvordan kan eiendomsselskaper benytte IoT til å forbedre sin FDVU praksis?
3. Hvordan kan IoT bidra til ny verdiskaping hos eiendomsselskaper?

Opplysningene som innhentes i forbindelse med dette prosjektet skal kun brukes til besvarelse av masteroppgaven. Det tas forbehold om at mindre endringer i formulering og innhold i forskningsspørsmål kan endre seg i en tidlig fase av.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Problemstillingen og forskningsspørsmålene søkes belyst gjennom intervjuer med eksperter på temaene Internet of Things, Proptech og Eiendomsforvaltning. Det første forskningsspørsmålet søker å belyse bruksområder, og det er i den forbindelse interessant med innspill fra personer med erfaring og kompetanse på det området. Videre vil oppgaven konsentreres rundt to casebygninger for å få innsikt i gjeldende praksis for FDVU. Intervjuer av nøkkelpersoner knyttet til casebygningene skal belyse hvorvidt Internet of Things kan implementeres og til hvilke formål i disse byggene.

Du blir spurt om å delta i dette prosjektet fordi du blir vurdert å ha en kompetanse og kjennskap som kan bidra til datainnsamling og belysning av overnevnte problemstilling og forskningsspørsmål. Kontaktinformasjon er enten funnet på internett eller gjennom en videreformidling fra andre personer.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltagelse i dette prosjektet innebærer gjennomføringen av dette dybdeintervjuet. Det vil gjennom intervjuet avklares hvilken erfaring og kompetanse du har på området, før det videre diskuteres aktuell

tematikk for oppgaven. Det blir gjort lydopptak og transkribering av intervjuet for korrekt gjengivelse i selve oppgaven. Informasjonen fra intervjuet lagres passord beskyttet og kryptert på datamaskin og slettes etter endt oppgave. Intervjuets innhold og spørsmål kan ses av egen intervjuguide som levers ut på forhånd.

Det forventes ikke å samle annen personinformasjon enn det som fremkommer under intervjuet.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Opplysningene som fremkommer i intervjuene, vil kun være tilgjengelig for prosjektansvarlig (veileder) og studenten selv. Personopplysninger vil forsøkes anonymisert i størst mulig grad ved at transkriberingen av intervjuet ikke skal inneholde navn. Intervjutraskriberingen gis et nummer, og nummeret samsvarer med personinformasjon som lagres i ett eget dokument. På denne måten skal det ikke være mulig å koble det ene dokumentet direkte til deg som person. Dokumentene lagres passordbeskyttet og kryptert.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opplysningene slettes når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent. Prosjektslutt blir dermed etter at sensur for oppgaver er gjennomført og alle klagefrister er utgått, datoen for dette er satt til 1. November 2021.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Hvor kan jeg finne ut mer?

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet ved Carmel Lindkvist, carmel.lindkvist@ntnu.no eller student Tommy Wilhelmsen, tommyricwi@hotmail.com, tlf. 92 84 38 44.

Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, thomas.helgesen@ntnu.no, 93079038.

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Tommy Wilhelmsen
(Forsker)

Carmel Lindkvist
(Veileder)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet [*sett inn tittel*], og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 2: Intervjuguide ekspertgruppen

Intervjuguide ekspertgruppen

Formålet med intervjuet er å diskutere potensialet IoT og applikasjoner basert på IoT sensorer kan utgjøre for drift/forvaltning av næringsseiendom og eventuelle nye tjenestetilbud som kan oppstå. Oppgaven fokuserer på implementering av IoT i eksisterende næringsbygg og må derfor forholde seg til det utstyret og den standarden som det innebærer.

Om intervjuobjektet:

1. Kan du fortelle litt om deg selv, erfaring og ansvarsområder?
2. Kan du kort si litt om «din bedrift» og andre initiativer du eventuelt har?

Hypotesen jeg forsøker å belyse gjennom denne oppgaven er;

«Hvordan kan Internet of Things benyttes i eksisterende næringsbygg for å effektivisere FDVU og potensielt øke verdiskapingen for eiendomsselskaper?»

Om IoT innenfor drift/forvaltning:

3. Hvorfor er det viktig at bygningssystemene er koblet til internett?
4. Hva er dine tanker rundt mulige bruksområder for IoT innen næringsseiendom? Hva bør vi bruke IoT til innen næringsseiendom?
5. Kjenner du til noen egne, eller andre konkrete «use-cases» der IoT er benyttet?
6. Dagens bygningssystemer (SD-anlegg) inneholder allerede mye elektronikk som styrer bygg slik at de gjerne fungerer «godt nok», har du noen tanker rundt om IoT kan bidra til å gjøre dette bedre?
7. Hvordan vurderer du modenheten for IoT/smart teknologi i eiendomsbransjen?
8. Hva anser du som de største barrierene for overgangen til bruk av IoT og annen ny teknologi blant gårdeiere?
9. Hvis du skulle gjøre en ombygging av et lokale i dag, ville du anbefalt å gjøre noen tiltak eller ekstra installasjoner med tanke på IoT?

Om datadrevet FM

10. Hvordan utnyttes datafangst i dag i næringsbygg og kan dette bli bedre?
11. Det virker for meg som at det finnes utrolig mange sensorer i de eksisterende anleggene i et næringsbygg i dag, er det noe grunn til at man trenger så mange flere?
12. Hvilke utfordringer finnes med å utnytte eksisterende data fra bygg?
13. Påstand: Nøkkelen er ikke mer data, men å flytte eksisterende data til skyen for å tilføre analytics og benytte denne innsikten til å drifte bedre. Kommentar?
14. Til slutt, er det noen åpenbare spørsmål du føler jeg har glemt eller noe som burde vært nevnt i denne sammenheng?

Vedlegg 3: Intervjuguide casestudiet

Intervjuguide casestudiet

Formålet med intervjuet er å bedre forstå arbeidshverdagen til informantene og målet er finne oppgaver som er spesielt tidkrevende, frustrerende eller kostbare i forbindelse med drift/forvaltning knyttet til temaene daglige FDVU oppgaver, vedlikehold, energi og inneklima.

Om intervjuobjektet.

1. Kan du først kort fortelle litt om deg selv og hva du jobber med her i NPRO?

Med utgangspunkt i byggene du har ansvar for.

2. Kan du fortelle med litt om hvordan en vanlig arbeidsdag og uke ser ut for deg?
3. Hva mener du er det viktigste å ha fokus på når man skal ha kontroll på en så stor eiendomsmasse?
4. Hva er de største utfordringene med å ha ansvar for drift/forvaltning av dine bygg?
5. Hvilke oppgaver bruker du mest tid på i løpet av en uke?
6. Hvilke utfordringer møter du i din arbeidshverdag her?
7. Hvilke tjenester koster NPRO mest penger blant dine bygg?
8. Hvilke digitale verktøy benytter dere i dag i forbindelse med drift/forvaltning her?

Vedlikehold

9. Det er mange leverandører av ulike tjenester inn i byggene til NPRO, Hvilke tjenesteleverandører har dere mest kontakt med i løpet av året?
10. Hva gjør at dere har mer kontakt med disse fremover andre? Hvordan ser det samarbeidet ut?
11. Antar det ligger mange serviceavtaler og SLAer i bunn. Hvordan ser SLAene ut her? Hva skjer hvis det er avvik fra SLAer, hvordan oppdages det, og hva skjer? Kan vi snakke om noen eksempler?
12. Hvilke av disse leverandørene koster mest penger?
13. Hva er de dyreste oppgavene å få gjort?

Energi

14. Hvordan jobber dere med energioppfølging i NPRO?
15. Hvordan oppdages avvik eller forbedringspotensial?
16. Hvilke samarbeidspartnere har dere?
17. Hvordan fungerer det samarbeidet, kan du gi meg noen eksempler?

Inneklima.

18. Hvordan jobber dere med inneklima i NPRO?
19. Hvordan oppdages eventuelle avvik?
20. Hvordan håndteres klager på inneklima? Kan du gi meg et eksempel på hva som skjer fra det meldes et avvik?