



**AALBORG UNIVERSITY**  
DENMARK

**Aalborg Universitet**

## **Internet of Things og Digitale assistenter**

*muligheder og perspektiver i private udlejningsboliger*

Vogelius, Peter

*Creative Commons License*  
Ikke-specificeret

*Publication date:*  
2022

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*

Vogelius, P. (2022). *Internet of Things og Digitale assistenter: muligheder og perspektiver i private udlejningsboliger*. Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet. BUILD Rapport Bind 2022 Nr. 1

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# BUILD

# RAPPORT



2022:01

# Internet of Things og Digitale assistenter

Muligheder og perspektiver for private udlejningsboliger





Peter Vogelius

BUILD rapport 2022:01  
Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet

<b>TITEL</b>	Internet of Things og Digitale assistenter
<b>UNDERTITEL</b>	muligheder og perspektiver i private udlejningsboliger
<b>SERIE TITEL</b>	BUILD rapport 2022:01
<b>UDGIVELSEÅR</b>	2022
<b>FORMAT</b>	Digital
<b>UDGIVET DIGITALT</b>	Januar 2022
<b>FORFATTER</b>	Peter Vogelius
<b>SPROG</b>	Dansk
<b>SIDETAL</b>	46
<b>LITTERATURHENVISNINGER</b>	Side 39-45
<b>EMNEORD</b>	Digitalisering, Internet of Things, IoT, Digitale assistenter, Dokumentation
<b>ISBN</b>	978-87-563-2022-1
<b>ISSN</b>	2597-3118
<b>UDGIVER</b>	Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post <a href="mailto:build@build.aau.dk">build@build.aau.dk</a>

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

# FORORD

Projekt "Indlejret teknologi i drift etageboliger" er muliggjort via en bevilling i 2015 fra Grundejernes investeringsfond (GI) og via medfinansiering fra BUILD-AAU.

Afsættet for projektet var en ambition om at "producere viden om, hvordan indlejrede teknologier, i konkrete konfigurationer, kan anvendes i drift af ejendomme." På baggrund af indhøstede erfaringer blev det dog undervejs i projektet besluttet at dreje problemstillingen med henblik på at undersøge konsekvenser og potentialer for Internet of Things (IoT) i drift af ejendomme og boliger.

Fase 1 af projektet blev gennemført af daværende seniorforsker Birgitte Munch og feltarbejdet herfra blev afrapporteret i et arbejdsnotat i 2015. Projektets varighed er blevet forlænget i forbindelse med, at Birgitte Munch i 2016 forlod SBI.

Projektet blev efterfølgende overdraget til seniorforsker Peter Vogelius, som har færdiggjort det. I 2018 blev der samlet op på projektet med arbejdsnotatet "Projekt indlejret teknologi i drift af etageboliger - Notat om afrapportering af fase 1, inklusiv supplerende interviews, samt struktur for fase 2". Nærværende rapport afrapporterer fase 2 af projektet.

Projektets styregruppe bestod ultimo 2021 af forskningschef Søren Meyer, GI og forskningschef Ruut Peuhkuri, afdelingen for Byggeteknik og Proces, Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD) AAU.

Vi takker GI for et konstruktivt samarbejde undervejs i projektet, herunder gode inputs til cases og interviewpersoner. Seniorforsker Marianne Formand, BUILD har læst rapporten i udkast og har givet værdifulde kommentarer til analyse og rapportstruktur.

Ruut Peuhkuri  
Forskningschef

December 2021

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>7</b>
1.1 Fokus for denne rapport	7
1.2 Forskningsspørgsmål	8
1.3 Læsevejledning	9
<b>2 TEORI</b>	<b>11</b>
<b>3 METODE</b>	<b>13</b>
<b>4 DIGITALISERING, FORBRUGSTAL OG BRUGERADFÆRD</b>	<b>15</b>
4.1 Tidlige erfaringer fra projektet	15
4.2 Andre undersøgelser	16
<b>5 BYGNINGSSTYRING – FRA CTS ANLÆG TIL INTERNET OF THINGS (IOT)</b>	<b>19</b>
5.1 CTS-anlæg	19
5.2 Bygningsstyring og et udvidet driftsbegreb	20
5.3 Sensorer og andre Internet of Things med databehandling i ”Skyen”	21
5.4 Datasikkerhed	24
<b>6 DIGITALE ASSISTENTER – BEHOV FOR EN NY FORSTÅELSE?</b>	<b>26</b>
6.1 Aktuelle teknologier: Google, Amazon og Apple	26
6.2 Den globale udbredelse af digitale assistenter	29
6.3 Opsummering på tværs af teknologi og bygningsanvendelse	32
<b>7 KONKLUSION</b>	<b>34</b>
<b>8 UDVIKLING I MARKED OG KOMPETENCER FOR SLUTBRUGERE OG DRIFTSFOLK – EN PERSPEKTIVERING</b>	<b>37</b>
<b>9 REFERENCER</b>	<b>39</b>

# 1 INDLEDNING

Afsættet for projekt "Indlejret teknologi i drift etageboliger" var en ambition om at undersøge anvendelsen af indlejret teknologi i driften af private udlejningsboliger og i forlængelse heraf at indkredse, hvilket potentiale forskellige former for indlejret teknologi fremover ville have i forhold til rationel drift i denne del af boligmassen.

Ambitionen var formuleret som et ønske om at "producere viden om, hvordan indlejrede teknologier i konkrete konfigurationer anvendes og kan anvendes i drift af ejendomme". I forlængelse heraf blev det påpeget, at projektet ville have fokus på driftsøkonomi men især på problemer, effekter og forhold, der påvirker realiseringen af ønskede forbedringer i indeklime og energiforbrug.

Denne problemstilling dannede udgangspunkt for projektets tidlige aktiviteter, som i projektet betegnes som fase 1. Hovedkonklusionen fra projektets fase 1 var, at der ikke er nogen særlig interesse hos private udlejere af boliger i etagebyggeri for at installere og anvende indlejret teknologi beregnet på at understøtte driften af ejendomme. I kapitel 4 opsummerer vi mere detaljeret denne konklusion samtidig med, at vi kigger på, hvad andre tidligere undersøgelser har konkluderet om lejernes brug af skærme med videre i forbindelse med indlejret teknologi.

## 1.1 Fokus for denne rapport

Konklusionerne fra projektets fase 1 gav anledning til at gentænke indholdet af den resterende del af projektet (som vi kalder fase 2). Problemstillingen er blevet genbesøgt i en mere åben form samtidig med, at den er blevet konfronteret med de seneste udviklingstræk inden for teknologi (internettet opkoblede sensorer)

Vi har kigget på dele af den teknologiske udvikling, som kan have betydning for en anvendelse af indlejret teknologi i de kommende år, ikke alene med udgangspunkt i privat boligudlejning men i også i erhvervslokaler og til dels også i private ejerboliger. Det har været relevant at brede problemstillingen noget ud på dette punkt, da dele af den teknologiske udvikling peger i retning af hardware og applikationer som lejere, på eget initiativ, kan have mulighed for og interesse i at montere i deres lejemål.

Fokus for den del af projektet, som er afrapporteret her, er derfor rettet imod en afsøgning af, om indlejret teknologi kan tænkes i andre former og finde andre veje ind i boligerne, end dem som lå til grund for den oprindelige formulering af projektet.



I forbindelse med den hastigt accelererende udvikling på markedet for brugerelektronik er der en voldsom udvikling i gang inden for intelligente internet opkoblede enheder. Disse enheder kan fungere som samlingspunkter for en række forbrugerrettede services fx decentrale højtalere, der samtidig er intelligente terminaler for stemmestyrede forespørgsler og styringer af enheder i hjemmet, de omtales ofte som digitale assistenter. Der er mulighed for også at udstyre assistenterne med flere services i skyen som udbyderen stiller til rådighed (fx ved at lade separate intelligente indeklimate sensorer stå i forbindelse med dem). Assistenters kommende betydning for indeklimate i bygninger er centralt i rapporten.

Der er grund til at understrege, at vores fokus i rapporten ikke omfatter digitaliseringsinitiativer indenfor ejendomsbranchen som sådan.

Det vil sige, at vi ikke kigger på udvikling, eller forandring af modeller for udlejning, fx forskellige nyere internetbårne platformsmødeller for udlejning og lignende. Den type af forandringer i forretningskoncepter kan udfordre forskellige typer af regulering indenfor branchen og kan skabe nye forretningsmodeller. Imidlertid er der ikke tale om anvendelse af indlejret teknologi i dette projekts forstand, hvorfor det ikke er medtaget. Er man interesseret i den type problemstillinger kan der fx henvises til litteraturoversigten i Nielsen & Haugbølle 2021.

## 1.2 Forskningsspørgsmål

Vi vil give nogle langsigtede, og til dels mere radikale bud på hvilke teknologier, som kunne tænkes at gøre deres entre i privat boligudlejning, såvel som i bygninger med andre funktioner. *Disse bud skal ses i lyset af to teknologiske udviklingstendenser*. Tendenserne er delvist koblede men fortjener ikke desto mindre separat analytisk opmærksomhed.

*For det første* tegner der sig nye teknologiske muligheder for internet opkoblede teknologier, som en del af det cloud-opkoblede Internet of Things (IoT), der udvikles med voldsom hast. I skyen vil der typisk være software med algoritmer, som inkluderer kunstig intelligens. Det globale rådgivningsfirma Gartner forudså allerede i 2018, at IoT og kunstig intelligens i cloud-baserede teknologier via Tech giganterne og deres talebaserede digitale assistenter, ville omkalfatre vores interaktion med IT og alle de redskaber, som det indgår i. For som det hed "ultimately, vendors will compete on the best user experience and the smartness of their products, not the technology behind it" (Gartner 2018).

*For det andet* tyder meget på, at udviklingen, på det marked, der er blevet defineret igennem de store IT aktørers (Google, Amazon, Apple) markedsføring af såkaldte "digitale assistenter" (oprindelig forbrugerelektronik), også kan få stor betydning for den fremtidige udbredelse og konfiguration af indlejret teknologi for bygninger, vi tænker her især på ventilation,

opvarmning og belysning men også en lang række andre funktioner. Og i videre forstand, dermed også for boligernes indeklime.

Denne toning af projektet betyder, at vi kommer til at anlægge nogle mere brede analyser i et teknologisk landskab med en meget hastig udvikling. I det følgende uddyber vi problemstillingen, som den udspringer af de to udviklingstendenser.

Det er vores udgangsforståelse, at hvis de to tendenser kombineres således, at digitale assistenter med cloud baseret software kombineres med IoT, vil der skabes en udvikling med et potentiale, der betyder, at vi må gentænke, hvad vi forstår ved indlejret teknologi, og til dels også ved bygningsstyring.

For projektet åbner de to udviklingstendenser ovenfor vigtige spørgsmål. I vores sammenhæng drejer det sig naturligvis især om *scenariet* for den fremtidige anvendelse af indlejret teknologi i boliger.

Vi skitserer (senere i rapportens kapitel 4) en teknologiudvikling, der vil kunne skabe nye forudsætninger for anvendelsen af sensorer og tilhørende regulering i private hjem og dermed måske også aktualiserer nye incitamenter og barrierer i omgangen med teknologien fra myndighederne.

Selvom om udviklingen givetvis vil forløbe hurtigere og være mere udtalt for erhvervsudlejning end i private ejerboliger, vil der ikke desto mindre være mulighed for en betydelig udbredelse også i private boliger.

Vi vil have fokus på, hvilke teknologiske udviklingstræk, der allerede kan ses på nogle markeder, og hvordan de gør deres entre i private hjem. Vi er yderligere interesserede i, hvordan de indpasses i den tekniske infrastruktur, der allerede er i hjemmet, samt hvordan de forhandles, herunder om der kan ses specifikke udviklingstendenser i de forsyningsveje hvor igennem produkterne finder vej ind i hjemmene.

## 1.3 Læsevejledning

I kapitel 2 "Teori" beskrives det teoretiske afsæt for arbejdet med problemstillingen.

I kapitel 3 "Metode" beskriver vi, hvordan analysen er tilrettelagt og hvilken karakter selve studiet har. Endvidere beskrives, hvilken form for empiri, der har været inddraget i studiet, og hvordan det er blevet analyseret.

I kapitel 4 "Digitalisering, forbrugstal og brugeradfærd" opsummeres de tidligere konklusioner i projektet, dvs. i hvilken udstrækning brugere og udlejere har taget indlejret teknologi til sig. Både resultater fra projektets såkaldte fase 1 og andre danske undersøgelser omtales.

I kapitel 5 "Bygningsstyring – fra CTS-anlæg til Internet of Things (IoT)" gennemgår vi tidligere/eksisterende systemer til bygningsstyring med henblik på at etablere forståelse fra den dominerende tilgang til bygningsstyring

til nye muligheder baseret på nye systemer, som de beskrives i det efterfølgende kapitel

I kapitel 6 "Digitale assistenter – behov for en ny forståelse?" undersøges, hvordan den indlejrede teknologi i sin udvikling potentielt vil blive styret af markedsforhold og de facto standarder, som fastlægges af nogle få multinationale IT-giganter.

I kapitel 7 "Konklusion" sammenfattes rapportens hovedpointer.

I kapitel 8 "Perspektivering" tager vi et par temaer op, som ligger i forlængelse af de spørgsmål og konklusioner, som findes i rapporten, herunder spørgsmålet om den beskrevne udvikling med Internet of Things og skybaserede tjenester vil kunne føre til en af-professionaliseringstendens i dele af HVAC branchen.

## 2 TEORI

Det er vores hensigt at forstå og beskrive nogle teknologiske udviklingstendenser, som ligger ud i fremtiden, dvs. teknologier, der allerede er tilgængelige, men er under hastig udvikling. Her er således tale om et studie som til dels beskæftiger sig med disciplinen Technological forecasting (Quinn 1967). Det er en disciplin, som har trådt tilbage i tiden og som også har inspireret til skønlitterære fortællinger bl.a. inden for Science fiction-genren.

Umiddelbart rejser spørgsmålet sig om vi meningsfuldt er i stand til udtale os hvordan teknologi vil blive anvendt i fremtiden og i givet fald med hvilke forudsætninger og under hvilke begrænsninger. Det er en grundlagsdiskussion, som i sig selv ville være et omfattende tema for en selvstændig behandling. Hvad der er vigtigt ift. den konkrete diskussion i denne rapport er dog nogle få pointer om teknologi, der kan sætte rammerne for hvordan man meningsfuldt kan arbejde med teknologisk udvikling.

Quinn peger på, at det ofte forventes af omgivelserne, at udsagn om fremtidig brug af teknologi, går på ganske specifikke varianter af en bestemt teknologi og overser, at de fleste teknologier eksisterer i forskellige varianter med et betydeligt spillerum. I tilgift er knyttet der ofte konkrete aktuelle situationer til teknologien, som eventuelle forudsigelser forventes at ligge mere eller mindre i direkte forlængelse af. Rammer en analyse om den fremtidige anvendelse af teknologien ikke plet ift. disse forventninger vil den ofte blive rubriceret som forfejlet.

I Quinns forståelse er teknologi en mindre konkret og mere kompleks størrelse, for som han udtrykker det "The fact is that Technology is not a single immutable piece of hardware or bit of chemistry. It is simply knowledge – knowledge of physical relationships – systematically applied to the useful arts." (Quinn, 1967 p.90).

I 1980'erne blev diskussionerne om teknologisk udvikling knyttet mere snævert til spørgsmålet om læring, ledelse og arbejdskraftens personlige og formelle kompetencer (se fx Sørensen & Vogelius 1992). Indenfor den industrielle diskurs var der, på baggrund af omfattende empiriske studier i løbet af 1970'erne og 1980'erne stærkt fokus på den potentielle reduktion af arbejdsdelingen qua nye teknologiske systemer som satte de menneskelige ressourcer i centrum (Kern & Schumann 1984). I de såkaldte Science and Technology Studies (STS) var der op igennem 1980'erne opbrud i forståelse af teknologien, idet der blev peget på kulturens og forskellige brugergrupperes indflydelse på formningen af givne teknologier snarere end en formning med en ingeniørbaseret lineær forståelse med udgangspunkt i den konkrete teknologiske begrænsninger og muligheder (Bijker 1995). Tilgangen lagde således vægt på de sociale og kulturelle forholds betydning

for udviklingen af en given teknologi, sammenfattet i traditionens fællesbetegnelse Social Construction of Technology (SCOT).

Med vigtigheden af brugerattituder til udvikling og formning af teknologier in mente (Bijker 1995), bliver det vigtigt at se på hvad man kan forvente af brugerne ift. anvendelsen af indlejret teknologi.

Undersøgelser af nye teknologiers betydning for hverdagslivet, herunder for livet i boligen er ikke noget nyt forskningsfelt. Tarja Cronberg (1986) anlagde en bred teoretisk indfaldsvinkel, som rettede sig imod en generel forståelse af teknologi og hverdagsliv og Kirsten Gram-Hanssen, har i forskellige studier (se fx Gram-Hanssen et.al. 2016 og Larsen & Gram-Hanssen 2020) undersøgt sammenhænge imellem hverdagsliv og energiforbrug i boligen. Vi vil vende tilbage til undersøgelser af forholdet imellem brugerpræferencer og teknologianvendelse i analysen i kapitel 4.

For os er der en vigtig pointe, når man samlet ser på Quinns perspektiv på hvordan Technological Forecasting kan anvendes. Tilgangen har bestemt begrænsninger noget som, om ikke andet, bliver klart med det 20 år senere SCOT perspektiv, og med det nødvendigheden af at inddrage de konkrete samfundsmæssige karakteristika "rundt om" teknologien, når man vil forsøge at forudsige en bestemt teknologis videre betydning for en særskilt branche, eller for samfundet som helhed.

Konkret betyder det, at vi ikke blot kan forudsætte en én til én fremskrivning, af hvordan forskellige af dagens indlejrede teknologier, kan ses som en videreføring af tidligere teknologier som CTS eller tilsvarende.

I vores tilfælde vil den bredere samfundsanalyse uvægerligt føre til en opmærksomhed på drivkræfter indenfor den teknologiske agenda, som indlejret teknologi befinder sig på. Her tænker vi naturligvis specielt på internettet og "Internet of Things" (IoT), men også på den eksplosive vækst af forskellige typer af internet opkoblede enheder, som udbydes på et internationaliseret marked med stadigt faldende priser pr. enhed. Denne konstatering vil være afspejlet i den måde vi tilrettelægger analysen på.

### 3 METODE

I modsætning i projektets fase 1, hvor der indgik interview, er denne del af projektet primært opbygget som et desktop studium. Vi har valgt denne metodiske indfaldsvinkel, da det endnu ikke er muligt at se en fuld udfoldelse af de teknologiske udviklingstræk, som vi interesserer os for i private hjem.

Som det fremgik af sidste kapitel, bygger vi teoretisk på litteratur, som dækker et teoretisk og systematisk perspektiv på spørgsmål om teknologiers natur og formning, deres interaktion med brugere og måden hvorpå deres innovation kan forstås i et samspil med forskellige drivkræfter i samfundet.

Empirisk baserer vi os på dokumentanalyse. Lynggaard (2017) sonderer imellem tre typisk dokumenttyper, som ofte indgår i en sådan analyse.

Det primære dokument er typisk udarbejdet inden for en organisation med et internt formål og en intern målgruppe. Dokumentet vil ofte være rettet imod en håndtering af forhold, som er knyttet til en konkret situation på et afgrænset tidspunkt – det kunne fx være et mødeoplæg eller referat.

De sekundære dokumenter kan have meget specifikke målgrupper indenfor eller udenfor en given organisation, men de er offentlige tilgængelige og kan tilgås af specielt interesserede - også uden for den målgruppe de beregnet for. De sekundære kilder som vi støtter os på, omfatter artikler fra danske såvel som udenlandske nyhedsbreve, tekniske fagsitets, netbaserede virksomhedsspecifikke kilder, produktbeskrivelser og virksomhedspapirer, der er rettet imod kundegrupper og som beskriver forskellige produkter og systemer. Alle disse kilder har i analysen fungeret som sekundær empiri.

De tertiære dokumentkilder er karakteriseret ved, at de rummer en analytisk bearbejdning af forhold eller udviklingstendenser, der oftest knytter sig til en tidsperiode (selv om den kan være af kortere varighed). I denne kategori har vi en del whitepapers fra store virksomheder eller analyseinstitutter ligesom forskellige videnskabelige rapporter indenfor feltet hører til i denne gruppe.

Det samlede input af kilder kan forekomme noget kalejdoskopisk, men det nødvendigt at acceptere dette, når analysen foregår indenfor et felt hvor en del af teknologien kun har få år på bagen og hele feltet endvidere er, og har været, i permanent og stærk bevægelse i den projektperiode, som dækkes.

Analytisk har vi søgt at vurdere de udviklingstendenser som vi har set udfoldet og beskrevet i empirien inden for én branche, til at forstå fremtidige udviklingspotentialer i andre brancher. Det gælder fx de anvendelser som vi har kigget på inden for erhvervslokaler- og domiciler. Vi inddrager beskrevne erfaringer fra erhvervsmæssig anvendelse med henblik på at se dele af teknologierne udfoldet og for at kunne vurdere dem i forhold til en anvendelse i privat boligudlejning. Vi kigger med andre ord på et empirisk felt, hvor vi søger at vurdere en forestående udvikling, som vi kan se i kimform i tilstødende brancher.

Dermed ligger studiet indenfor hvad vi i sidste kapitel kaldte Technological forecasting. Vi forsøger med andre ord at give en vurdering af en given teknologis mulige anvendelse i en branche men med den nødvendige bredde i diskussionen, som følger af vores teoretiske forståelse af teknologisk udvikling.

Som det allerede blev konstateret i fase 1 af projektet, kan man dog ikke umiddelbart overføre erfaringer fra en delbranche til en anden. I fase 1 pegede vi på, at der var helt afgørende forskelle i de forretningsmodeller, som dominerer i de delbrancher – det gælder også almen boligudledning versus privat boligudlejning. Som det fremgik af sidste kapitel gælder det endvidere, at teknikken ikke vurderes uden for den kontekst – herunder de forretningsmodellerne – som den tænkes at fungerer i. Dette til trods, vil vi vove et øje og kigge nærmere på de teknologier med betydning for indeklimaet, der kan have et potentiale i forhold til private udlejningsboliger. Analysen vil ske i dialog med de begrænsninger og vilkår, der sættes af såvel de ejerformer som de forretningsmodeller, der hersker i de to delbrancher.

## 4 DIGITALISERING, FORBRUGSTAL OG BRUGERADFÆRD

I dette kapitel kigger vi nærmere på hvordan såvel udlejere som brugere forholder sig til indlejret teknologi. For udlejernes vedkommende ønsker vi at forstå de prioriteringer, som de anlægger i driften, prioriteringer som også indbefatter mulige investeringer i indlejret teknologi. For lejerne er det et spørgsmål om at klarlægge de sociale og økonomiske drivkræfter og i det hele taget om at forstå den indlejrede teknologis rolle i hverdagslivet. Først opsummeres i koncentreret form de tidligere pointer fra projekts fase 1 og dernæst omtales nogle tidligere danske undersøgelser som har beskæftiget sig med indlejret teknologi i boliger.

### 4.1 Tidlige erfaringer fra projektet

Som nævnt er projektets fase 1 tidligere afrapporteret men der er alligevel grund til her at repetere nogle af konklusionerne.

Der var ikke, nogen betydende incitamenter og følgelig heller ikke nogen videre interesse hos private udlejere for at installere og anvende indlejret teknologi i driften af etageboliger for udlejning. I den udstrækning der måtte være en interesse, koncentrerer den sig om indeklima og måleraflæsning. Det viste sig svært entydigt at sætte fingeren på hvorfor det forholder sig således, men det viste sig centralt, at de forretningsmodeller og reguleringsforhold, der gælder i det private udlejningsmarked, er markant forskelligt fra såvel den almene bolig sektor som for markedet for udlejning af erhvervslokaler. Der er tale om en fundamental forskel i de kontekstuelle vilkår i de to markedssegmenter for så vidt angår implementering af indlejret teknologi. I sidste ende er det Business Casen, som er afgørende.

For at konsolidere disse tidlige konklusioner blev der sidst i fase 1 gennemført en supplerende interviewrunde hos nøglepersoner, der havde erfaring med anvendelse af indlejret teknologi i projekter indenfor udlejningssektoren. Informanternes erfaring hidrørte overvejende fra forskellige pilotprojekter med varianter af indlejret teknologi i udlejningsboliger.

I forhold til brugernes, dvs. lejernes interesse for anvendelse af sensorer med tilknyttet præsentation af forbrugstal, blev der bl.a. foretaget interviews om renoveringen af ejendomskomplekset "Wilkenbo" på Frederiksberg samt interview om renoveringen af ejendommen Ryesgade 30 – 32. I tilfældet med renoveringen i Ryesgade blev det fra udlejers side udtrykt sådan, at hvis investeringen til indlejret teknologi skulle have været fuldt båret af de nye indflyttende lejere (hvilket ikke var tilfældet da renoveringscasen indgik i et større forskningsprojekt) ville investeringerne falde et andet sted fordi de indflyttende var mere interesseret i andre forhold end i indlejret teknologi.



Interviewrunden konsoliderede det tentative resultat, der allerede tegnede sig; den pegede således på, at der ikke er særlig interesse hos private udlejere af boliger i etagebyggeri for at installere og anvende indlejret teknologi, som understøtter driften af ejendommen. Som allerede nævnt ser det ud til at være afgørende, at de forretningsmodeller og reguleringsforhold, der gælder for det private udlejningsmarked, er markant forskellig, fra såvel den almene boligsektor, som for markedet for udlejning af erhvervslokaler.

I afsnit 5.2 omtaler vi et eksempel på en virksomhed (ISS), der benytter indlejret teknologi som et strategisk løft, der understøtter selve forretningsstrategien. Eksemplet står i kontrast til erfaringerne fra boligudlejning og indikerer, at teknologiens potentialer ikke kan vurderes uden en kontekstualisering.

## 4.2 Andre undersøgelser

Tidligere undersøgelser har vist, at energibesparende investeringer i privat boligudlejning i etagebyggeri ikke var udbredt – det gjaldt ej heller indlejrede teknologier. Eksempelvis viste en SBI's undersøgelse af "privat boligudlejning" fra 2008 (Andersen & Skak), at specielt i de større byer, er hovedparten af de private udlejningslejemål ejet af professionelle udlejere. Samlet set ejer de professionelle udlejere 75% af samtlige private lejemål og af disse er de 80% beliggende i de større byer. De fleste af disse lejemål (51%) er i ældre ejendomme, hvor der frem til medio 2020 var et betydeligt potentiale for udlejerne for at skabe øget afkast ved at anvende reglerne om modernisering af enkelt lejemål via §5, stk. 2 i boligreguleringsloven, hvor hovedfokus ofte lå på ombygning af badeværelse og køkken (pr. 1/7 2020 trådte andre regler for moderniseringer af enkelt lejemål i det regulerede private byggeri i kraft).

Om de ændrede regler for moderniseringer i den private, regulerede del af udlejningsejendommene på længere sigt får nogen betydning for private boligudlejerers vurdering af den rentabilitet, som de vurderer, ligger i at investere i indlejret teknologi, er det endnu for tidligt at vurdere. De eksisterende regler giver mulighed for at løfte ældre ejendomme to trin op i energiklasse og på denne måde genskabe muligheden for moderniseringer af den type som tidligere blev udført efter §5 stk. 2. Det vil imidlertid ofte kræve omfattende investeringer, når der er tale om ældre ejendomme. Umiddelbart ser mulighederne for anvendelse af forskellige former for indlejret teknologi ikke at kunne spille nogen selvstændig rolle i den henseende.

Andersen & Skaks undersøgelse (2008) beskæftiger sig også med udlejernes motiver for at erhverve ejendommene. For de professionelle gælder det, at hovedmotivet for at erhverve ejendomme for 52% 's vedkommende er at "drive forretning med boligudlejning" og andre 28% angiver "investering" som hovedmotivet. Således peger undersøgelsen i samme retning som dette projekts fase 1 undersøgelse.

I det prioriteringshierarki som udlejerne har for driften i de private udlejningsejendomme ses i Andersen & Skaks undersøgelse en tilsvarende tilbageholdenhed med investeringer, selvom det her gjaldt investeringer i energibesparende foranstaltninger mere bredt set. Billedet er især tydeligt for det private regulerede udlejningsmarked i de større byer med stor efterspørgsel efter boliger, hvor boligernes energiforbrug ikke har nogen betydende indflydelse for udlejers rentabilitet.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at konklusionen på projektets fase 1 alene har validitet for privat udlejning af etageboliger. Når det gælder anden boligudlejning og udlejning af erhvervslokaler er der helt andre forretningskoncepter og reguleringsmæssige forhold, som kan gøre det relevant at anvende indlejret teknologi - også i sammenhænge hvor det ikke er gangbart i den privat boligudlejning i etageejendomme. Behovet for nuancering imellem ejendomstyper når analysen drejer sig digitaliseringens betydning for ejendomsdrift betones også i en nyere litteraturoversigt "Litteraturstudie af digitaliseringens effekter i ejendomsbranchen" (Nielsen & Haugbølle 2021, s. 23).

Med muligheden for at opsætte digitale målere i enkelt lejemål opstod også ideen om at gøre disse forbrugstal tilgængelige for de enkelte lejere, eller evt. for grupper af lejere (fx en opgang). Hensigten var, at beboere skulle gøres bevidst om eget energiforbrug med den bagvedliggende hypotese, at hvis man havde adgang til følge sine forbrugstal, ville man også engagere sig og vogte over forbruget og ad den vej ændre vaner og forbrugsmønstre med det resultat, at det samlede forbrug blev reduceret.

Visualiseringen af forbrugstal via skærme og apps beskrives også i litteraturen med flere cases (Knudsen et al (2016) og Kirkegaard et al. (2015)). Beboerne har i nogen tilfælde en midlertidig interesse men den klarer overordnede konklusion er, at der ikke er en blivende interesse for den skærm-bårne feedback. At præsentation af forbrugstal på skærme og på mobiltelefoner giver en varende forbrugssænkning ser således ud til at være en (sejlivet) myte. Det skal dog bemærkedes, at det formentlig, alt andet lige, er lettere i den almene sektor end i den private udlejningssektor (Jensen et al. 2008 samt interview fra projektets fase 1.

I et nyere studie (Larsen & Gram-Hanssen 2020) er det undersøgt hvordan forskellige typer af brugere adopterer/anvender bygningsrettet smart teknologi i forskellige boliger (ungdomsboliger og ejerboliger). Der blev undersøgt 16 husstande hvor der blev foretaget omfattende kvalitative studier. Ud fra en praksis orienteret forståelse af brugernes adfærd og sociale handlemønstre analyseres brugernes anvendelse af smart home teknologier til styring af varme og indeklima. I metoddelen hedder det "The aim of the research was not to obtain external validity i.e., generalizable results of e.g., acceptance of smart home technology but instead to 'open up the black box' on how occupants engage with smart technology and why they do what they do."

Det pointeres, at brugernes anvendelse af smartteknologierne ikke kan sættes på en fælles formel, som er bestemt ud fra tekniske og designmæssige karakteristika. Dels vil brugernes tidligere erfaringer med opvarmning og komfort have betydning for hvordan de interagerer med teknologien og dels vil deres personlige kompetencer og interesser også have stor indflydelse på engagement og evne til at udnytte forskellige facetter af teknologien. I forlængelse heraf er der også helt forskellige holdninger hos brugerne til hvorvidt teknologien er en fordel ift. traditionelle mere "lavteknologiske" løsninger for indeklimate regulering.

Med Larsen & Gram-Hanssen (2020) in mente er det ikke overraskende, at der ikke ses noget større engagement ift. follow-up på skærme med indeklimate data i almindelige lejerers hverdag.

Et centralt spørgsmål er derfor hvorvidt det så betyder, at der fremover ikke vil blive installeret og anvendt indlejret teknologi i etagebaseret udlejningsbyggeri?

Med resultatet fra projektets fase 1, samt erfaringerne fra litteraturen, ser svaret ud til at være afvisende. Der er ikke meget, som tyder på, at der skulle være en forretningsmæssig interesse i investeringer fra udlejernes side af denne art. Og i den udstrækning der forsøges installeret sensorer der viser forbrugstal på diverse skærme er der, som nævnt, ikke nogen væsentlig interesse for at følge forbruget via skærmen fra lejerens side.

De elementer af indlejret teknologi, som i nogen udstrækning allerede har været søgt anvendt i markedet for boligudlejning i etageboliger – fx systemer til forskellige former for måleraflæsning vil dog forsat blive promoveret i forlængelse af EU-lovgivning. Den danske målerbekendtgørelse (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen 2020) er blevet ændret som en konsekvens af EU-harmonisering, med indførelse af en række krav til fjernaflæsning. Dette betyder bl.a. at lejere, som allerede har installeret varmemålere, der kan fjernaflæses, vil skulle have deres forbrugstal fremsendt fra udlejer/ansvarlig for ejendommens varmeregnskab på månedlig basis allerede fra 2022. Tilsvarende er det tanken i mange smart city visioner, at de fjernaflæste elmålere som nu, qua statslig regulering, er landsdækkende, skal spille en markant rolle i bestræbelserne på at opnå en bedre udnyttelse af produktionen af energi.

## 5 BYGNINGSSTYRING – FRA CTS ANLÆG TIL INTERNET OF THINGS (IOT)

I dette kapitel er det vores ambition at gennemgå tidligere/eksisterende systemer til bygningsstyring med henblik på dels at etablere forståelse af den dominerende tilgang til bygningsstyring og dels at afdække de muligheder, der baserer sig på de nyere systemer, som beskrives i sidste halvdel af kapitlet.

Det gælder for både de traditionelle CTS-anlæg (**C**entral **T**ilstandskontrol og **S**tyring) og for de digitale assistenter, at selve systemet består af en kombination af de to sider hardware og software. Udvikling på den ene side er meget lidt værd uden en modsvarende udvikling på den anden side. Der er tale om en problemstilling, som har en universel karakter og som både kan behandles ud fra teknologisociologiske perspektiver og ud fra en mere tekniske indfaldsvinkel. Imidlertid har vi ikke her behov for at adressere denne grundlæggende diskussion. I stedet vil vi kort introducere til nogle få hovedtræk i udviklingen fra CTS-teknik til et udvidet begreb om FM baseret på anvendelse af sensorer og algoritmer. Det er en udvikling som potentielt også kan beskrive vejen fra central styring af varme og ventilation til en digital understøttelse af dagligdagen i boligen, som omfatter andre faktorer end varme, ventilation og lys.

### 5.1 CTS-anlæg

Allerede omkring 1960 kunne man se de første spæde initiativer indenfor bygningsautomatik som en forløber for det senere begreb om Central Tilstandskontrol og Styring. I amerikansk sammenhæng blev det i 1960'erne beskrevet som centrale overvågnings systemer (Storgaard et. al. 2006). Allerede i det oprindelige idegrundlag var der en klar driftstankegang bag systemerne – det ville være hensigtsmæssigt centralt at kunne overvåge driften og opdage eventuelle fejl.

Dansk EI-forbund beskriver i sin rapport "Bygningsautomation en guide" (2010), at CTS-anlægget "styrer og regulerer en bygnings samlede bygningstekniske anlæg, og opgaver, som CTS kan løse". Videre peges der på, at anlægget således kan "regulere, styre, alarmere, registrere, kombinere data, og levere data". Rent definatorisk stadfæster rapporten, at "Et anlæg er først et CTS-anlæg når der er en central betjeningsenhed, som oftest en PC"

Storgaard et.al. (2006) anlægger en mere bred fortolkning af bygningsautomatik idet de skriver at "Bygningsautomatik er bredt og spænder lige fra den lille motoriserede radiatorventil til det komplette CTS-anlæg, samt

Intelligente Bygningers Installationer (IBI) som styrer brugsarealer med lys, varme/køling, solafskærmning og ventilation mm.” For så vidt angår definitionen af selve CTS begrebet bygger de på førsteudgaven (2002) af Dansk EI-forbunds IBIGUIDE.

CTS-anlæg i denne forståelse baserer sig på en udstrakt brug af sensorer og regulerende enheder, som igennem en form for netværk er forbundet med en central computer (i realiteten en PC). Den centrale computer vil ofte stå på lokaliteten men kan i princippet også, via internettet, være placeret andet steds.

Et CTS-anlæg kommunikerer rent data teknisk via bestemt protokoller (Dansk EL-Forbund 2010 og 2008), som definerer formatet for data på det pågældende net. De enkelte enheder som er forbundet til nettet, skal kunne forstå signalerne, dvs., at sensorer groft sagt skal være født til at kommunikerer via den pågældende protokol og de computere og det tilhørende programmel, som kommunikerer med sensorerne, skal naturligvis også være baseret på protokollen når datasignalerne skal fortolkes. Den konkrete udformning af teknologien og selve netværket dækker over langt mere komplicerede forhold end vi skitserer her, og selv netværket vil, hvis det ønskes, også kunne bruges til anden datakommunikation. Der kan vælges protokoller og net som er mere eller mindre åbne i den standard de følger og de kan variere alt efter om de dækker rumniveau eller højere niveauer i netværket. Installation og vedligehold af CTS-installationer er oftest en opgave for virksomheder i installationsbranchen. Hertil kommer at de virksomheder, som servicerer anlæggene kan have en driftsindsigt i det specifikke design af anlægget, som ejer eller driftsherre ikke har.

## 5.2 Bygningsstyring og et udvidet driftsbegreb

I dag er driftsbegrebets sammenkobling med bygningsstyringen udvidet fra styring og overvågning af den teknisk infrastruktur som dækker indeklimaområdet (sædvanligvis benævnt med det engelske begreb Heat, Ventilation, Aircondition, Control = HVAC) og installationer for vand og lys til et potentielt meget omfattende begreb hvor klassisk FM smelter sammen med optimering af bygningens drift i de forretningsprocesser, som har locus i bygningen.

Det er en tænkning af drift hvor fokus, er på, at man kan opsamle data om en række processer som foregår i bygningen - processer der rækker udover den tekniske infrastruktur som HVAC dækker.

Et avanceret eksempel herpå, er ISS's hovedkvarter i København, som allerede for nogle år siden ("Version2" 2016) indgik et samarbejde med IBM om at "tune" bygningens samlede performance ifht ISS's forretningsprocesser ved en udstrakt brug af sensorer og forskellige typer kameraer. Der er tale om integration af egentlig bygningsstyring og understøttelsen af forretningsprocesserne via et samarbejde med IBM om at gøre bygningen "smart". Formålet er at effektivisere stort set alle aspekter af

driftsfunktionerne og midlet er installation af sensorer overalt i bygningen, der via IBM's "Watson" software skaber information, som rationaliserer driften.

Via sensorer kan virksomheden modtage gæster på en mere "personlig måde" ved, allerede ved ankomsten (scanning af bilnummerplader), at forberede deres modtagelse på en måde, som man ved passer til netop denne gæst (opbevares som data i virksomhedens Customer Relationship Management database). Derefter adviseres sekretærer og andre nøglepersoner automatisk om set-up'et for mødet. Også antallet af personer i de forskellige lokaler over døgn, uger mv. gøres til genstand for behandling af algoritmerne i skyen bl.a. med henblik på hvornår og hvor grundigt de enkelte lokaler skal rengøres (IBM's præsentations videoer 2016, 2017). Med ISS ser vi en virksomhed som har en strategisk forretningsmæssig interesse i at investere i indlejret teknologi.

Den store danske IT-virksomhed ATEA har en tilsvarende approach i deres fokusområde "intelligente bygninger". Som programdirektøren (Peter Noe-Nygaard) udtrykker det "Vi skal ikke bare indsamle data til kunden. Vi skal gøre overblikket brugbart for medarbejderen, Vi skal ikke fixe ventilationsanlæg – vi skal forstå kundens forretningsmodel." (Version2 2021)

Dette betyder naturligvis ikke, at vi i alle kontorhuse, vil se en snarlig transformation fra klassiske CTS-anlæg til nye anlæg styret af algoritmer i skyen. Det bebyggede miljø er generelt karakteriseret ved meget lange omsætningshastigheder (Harvey 1985) og bygninger står længe - den gennemsnitlige levetid af en dansk bygning er ca. 100 år (Aagaard et. al. 2013, Haugbølle et. al. 2021). Hvornår installationerne i en bygning skiftes afhænger ofte af de funktionsskift bygningen gennemløber og dermed også af de kalkuler, der er for bygningens drift i forbindelse med funktionsskiftet.

I det følgende afsnit vil kigge nærmere på hvordan Internet of Things har forplantet sig som en bruger orienteret teknologi, der potentielt kan ændre måden hvorpå vi styrer installationer i vores hjem.

### **5.3 Sensorer og andre Internet of Things med data-behandling i "Skyen"**

Når vi kigger på sensorer som elementer i Internet of Things (IoT) ligger den radikale teknologiske landvinding ikke i anvendelsen af de enkelte sensorer. Den ligger derimod i to andre forhold som i forening giver vidtstrakte muligheder.

For det første kan alle data, nærmest i realtime, samles i databaser hvor de gøres til genstand for databehandling. Dette kunne i princippet godt ske i en lokal central baseret PC men det sker lettere og hurtigere på en platform som kunden køber sig ind på og som er beliggende i et datacenter.

Datacentrene kan i princippet ligge hvor som helst idet de er opkoblet til internettet (et aspekt som har været genstand for retslig afgørelse med de såkaldte SCHREM's domme fra EU-domstolen – se det efterfølgende afsnit om datasikkerhed). I "skyen" kan alle data behandles i algoritmer, som baserer sig på forskellige aktørers forståelse af hvordan forretningsdriften kan optimeres og den samlede produktivitet kan understøttes.

En skybaseret algoritme kan også have et mere snævert anvendelsesfokus som fx styring af indeklima. Algoritmerne kan indrettes så de løbende justerer sig selv ud fra de data, der beskriver en bestemt side af de processer, der skal reguleres. Programmet (med dets algoritmer) optimerer så at sige sig selv – dette er en variant af kunstig intelligens. En styrke ved denne løsning er, at den store mængde af data, som indkommer "på tværs af de enkelte cases" kan kombineres i den samlede optimeringsproces. Det er derfor karakteristiske ved den databehandling, som sker i skyen i kundeorienterede programmer, at styrings- og reguleringsmulighederne øges eksplosivt og ikke lineært når mængden af forskellige data som tilgår systemet stiger.

For det andet bliver softwaren og brugerinterface' til systemerne en stadig vigtigere komponent. Med mobile enheder, tablets osv. er det hurtigt at få adgang til avancerede programmer, som ligger i skyen. Dette gælder også for softwaren til de enheder, som kobler op til det skybaserede program – det kunne fx være dørlåse eller solafskærme der reagerer automatisk på lys og varme. Der er tale om at teknologisk forskydning med rod i internettets muligheder og den skybaserede teknologi har åbnet for en anden reguleringsteknologi som giver den almindelige bruger nogle helt andre muligheder end den regulering af bygninger boliger, som vi så i CTS-systemerne.

IT giganternes udstyr og deres brugerinterface (protokoller/formater mv.) er helt centrale når man skal forklare deres udbredelse og dominans på markedet – dette tema tager vi op igen i næste kapitel.

Diskussionen om det fremtidige potentiale i IoT er således ikke i særlig høj grad knyttet til udviklingen i selve sensorteknologien men snarere i opkoblingen af sensorerne og databehandlingen af input fra sensorerne. Imidlertid er det alligevel værd at knytte nogle få betragtninger til sensorerne i sig selv, selvom det ikke her er meningen at foretage en grundig teknisk gennemgang af de forskellige typer interfaces de kan have. Principielt kan de være opkoblet trådløst på 3 måder:

1. Sensorer kan være indrettet så de individuelt står i kontakt med internettet via mobilnetværket.

Opkoblingen kræver, at den enkelte enhed har et indbygget datamodem. Løsningen vil som regel kræve et noget højere energiforbrug (selv ved lavhastighedsforbindelser), som kan betyde, at enheden skal forsynes via elnettet i stedet for med en batteriløsning. Dog er der i de senere år fremkommet nye datatransmissionsstandarder som fx Narrowband IoT (NB-IoT) som har et meget beskedent energiforbrug, der muliggør langtidsdrift på

batterier helt op til 10-12år (DeltaM2M 2020). Standarden understøttes af teleudbydere og den er ideel, steder hvor der ikke er wi-fi-netværk tilgængeligt. Den har en dækning indendørs, som er større end hvad der gælder 4G og 5G. Ulempen er dens datatransmissionshastighed er lav (mindst en faktor 1000 under 4G); imidlertid er der en række overvågnings- og reguleringsformål hvor der kun overføres beskedne datamængder og hvor reaktionshastigheden heller ikke er afgørende og hvor standarden derfor passer fint.

Selvom datamodems til NB-IoT er billigere end modems til fx 4G eller 5G, er både pris og fysisk størrelse på enheden dog større end hvad der fx gælder Zigbee enheder. Enhederne til NB-IoT skal være designet med nogen it-sikkerhed for øje da hver enkelte enhed så at sige er koblet direkte til internettet, dette er behøvet dog ikke at være et problem da datatransmissionen kan være krypteret. Til en lang række af opgaver hvor man ønsker at være uafhængige af andre wifi lokalnetværk (fx varme- eller elmålere vil en NB-IoT løsning ofte være foretrukket.

2. Sensorer kan være opkoblet til et lokalt wi-fi-netværk. Igen er energiforbruget typisk så højt så designet vil være med strømforsyning via elnettet og ikke med en batteriløsning

3. Sensorer kan være opkoblet til nettet via en brokobling, som skaber forbindelse til datamodem. Pointen her, ift. løsning 2, er at der kan anvendes specielle lavenergi protokoller, som har en begrænset båndbredde og ikke kommunikerer via de gængse wi-fi protokoller men til gengæld bruger meget lidt energi sammenlignet med de to foregående løsninger. Enhederne kan blive ganske små og billige (fx ingen intern strømforsyning) og forsynes fra knap celle batterier som kan holde mere end et år. Det betyder, at de også er ganske lette at sætte op. Fx kan temperatur og fugtmålere klæbes direkte på udsat murværk i hjørner etc. Skal enhederne kontrollere/styre andre net opkoblede enheder (fx ventilatorer eller indvendig solafskærmning mv) skal der naturligvis bruges varianter, som er strømforsynet via elnettet. De såkaldte Zigbee enheder (navngivet efter protokollen, som håndteres af virksomhederne i the "Connectivity Standards Alliance", [www.csa-iot.org](http://www.csa-iot.org), tidligere ZigBee.org) er eksempler på sådanne lavenergienheder. Enhederne er typisk sluttet til et almindelig wi-fi-netværk via en "bro". De har en kort rækkevidde, ofte noget kortere end wi-fi enheder.

De to sidste løsninger, er som det fremgår, varianter over sammen tema. Begrænsninger i løsning 3 er bl.a., at der ikke kan kobles datatunge enheder til netværket som fx kameraer, der skal kunne streamer billeder (overvågning) men ved en række andre styringsformål er deres datakapacitet og reaktionshastighed rigelig; det gælder fx ved opsamling af indeklima-data og som styring af udluftning med videre. Umiddelbart er den fysiske rækkevidde mindre for zigbee enheder end hvad der gælder for wi-fi enheder, dog er de istand at sende via de andre zigbee enheder som de er i netværk med (en såkaldt mesh topologi) hvilket øger deres potentielle rækkevidde. Zigbee standarden bruges af en række producenter fx Ikea til at styre lys med videre. Det er også indenfor de sidste to produkttyper vi finder alle de mange produkter, som er rettet direkte imod slutbrugere, fx



den almindelige bruger som ønsker at have lysstyring, fugtovervågning og ventilationsstyring inde på sin mobiltelefon, enten via enkeltstående apps eller fx via sin Google Assistent.

Det efterfølgende afsnit om datasikkerhedsproblemer er også overvejende rettet imod de produkter som vi ovenfor rubricerede i kategori 2 og 3 og ikke (de mere industrielle) produkter fra kategori 1.

## 5.4 Datasikkerhed

Anvendelsen af IoT repræsenterer et potentielt datasikkerhedsproblem for brugerne. Det gælder ikke alene enheder med relation til indeklima og styring af enheder i boligen med betydning for indeklimaet. Alle enheder kan potentielt være en trussel ift. datasikkerheden på de netværk, som de koblet op på. Man har i de senere år kunnet læse bekymrende historier om overvågningskameraer som udenforstående kunne hente data fra og i sidste instans kontrollere. Fra myndigheds side har der endvidere været bekymring over det faktum, at størstedelen af enhederne er fabrikeret i Kina og fabrikanternes uafhængig ift. statsmagten i bedste fald er uklar. Mere præcist har der været bekymring for at enhedernes firmware kunne have indlejret såkaldte "bagdøre", som hackere kunne udnytte.

I forhold til almindelig civil anvendelse kan der også være grund til bekymring, idet den software som enhederne skal anvende, kan have en svag privacy beskyttelse. Det vil sige, at data potentielt kan opsamles og handles med kommercielle formål for øje. Det betyder, at hvis man fx ønsker at anvende en simpel fugtsensor, temperaturlogger, eller en styret ventilator kan det være nødvendigt at installere en konfigurations app, som støvsuger alle brugerens data fra IoT enhederne og endvidere kræver en række yderligere oplysninger om brugerens internetforbindelse, telefonnummer og mailboks. Den videre skæbne for disse data kan det være svært at overskue, men et scenarium hvor data sælges til tredjeparter er sandsynligt.

Hertil kommer så de (velkendte) privacy problemer, der kan være ved at være logget ind med en Amazon eller Google konto, som det kræves for at bruge deres produkter. Den let tilgængelige brugerflade som Google eller Amazon leverer i deres respektive assistent software kommer således ikke uden omkostninger for brugeren.

Bedømt ud fra den store udbredelse af såvel Amazon som Google kontoer ser brugervenlighed og let sammenkobling af produkter ud til at være vigtigere for brugernes overvejelser end deres egen datasikkerhed. Der er tale om et kendt problem typisk sammenfattet under "The privacy paradox". IT brugernes handlinger kan umiddelbart forekomme ulogiske og deres handlemønstre er genstand for en del forskning Barth & Jong (2017).

Et løst gæt peger derfor imod, at datasikkerhedsproblemer ikke vil udgøre en større bremse for udbredelse af Internet of Things, selvom det ville være velbegrunderet. En faktor, som kan flytte afgørende på dette forhold, er

naturligvis hvis der fra statslig side indføres en mere omfattende regulering af måden hvorpå IoT anvendes, end den vi ser i dag. SCHREMS domme fra EU-domstolen (i 2020 og 2021) viser, at der kan udløses afgørende nye reguleringstiltag og at, EU's datasikkerhedspolitik på længere sigt kan blive afgørende i denne sammenhæng.

## 6 DIGITALE ASSISTENTER – BEHOV FOR EN NY FORSTÅELSE?

Vi introducerede allerede i indledningen de såkaldte ”digitale assistenter”. Begrebet bruges i en bred forstand om mindre hardware enheder, som er designet til at stå fremme i private hjem. Enhederne, der via internettet står i forbindelse med skybaseret programmel, rummer både højttaler og mikrofon og de kan adresseres (modtage ”ordrer”) ved almindelige (delvist standardiseret) tale.

Imidlertid har det, der begyndte som lydenheder for musik til boligen, nu udviklet sig til rumbaserede nodes for intelligent kommunikation imellem brugeren, hendes fysiske omgivelser og tilgangen til hendes data og information i det hele taget.

Potentielt kan en sådan udvikling skabe meget let og billig adgang til overvågning og styring af indeklimate data for hjemmet. Data som i dag kun er tilgængelige via forholdsvis dyre og dedikerede stand-alone løsninger. Teknologiuudviklingen vil således byde på et markant udbud af teknologier, som pt kun er tilgængelig via leverandører med en historik indenfor indeklimate/HVAC.

### 6.1 Aktuelle teknologier: Google, Amazon og Apple

I det følgende beskriver vi nogle nogle vigtige udviklingstendenser (The Economist 2017) indenfor de teknologier, som i en fremtidig forståelse af begrebet ”indlejret teknologi” bliver vigtige at forstå og holde øje med. Noget vil måske mene at teknologier i dag primært kan rubriceres som en ”fremtidsvision”, men realiteten er, at de allerede er her og deres betydning vil vokse.

De tre IT giganters assistenter har alle enkeltstående trådløse højttalere som brugeren kan kommunikere med via almindelig tale. Stemmegenkendelse og sprogsyntaks er indlejret i skybaseret programmel baseret på ”kunstig intelligens”. Det vil i denne sammenhæng sige algoritmer, som løbende tilpasser deres egen funktion efterhånden som datagrundlaget der er til rådighed øges.

En central pointe er, at platformene samtidig tilbyder softwaremæssig integration for app udviklere, hvilket indebærer en eksplosiv udvidelse af de miljøer, som kan udvikle kompatibelt hardware. Alexa blev ultimo 2017 den mest udbredte assistent, men kæmper pt med Googles tilsvarende assistent om markedsdominansen, hvilket vi belyser i afsnit 6.2.

Indeklima feltet vil i en sådan udvikling, blot blive ét felt på linje med flere andre felter, hvor der kan forventes et større udbud af løsninger, som i forhold til brugervenlighed, tværgående integration og prisbillighed vil adskille sig radikalt fra dagens situation.

Det er en udvikling, som er gået stærkt siden midten af 2010'erne. På den hjemlige front kunne man således allerede i 2017 læse at en danske højtaler producent nu havde integreret sin højtaler i Amazons Alexa univers (Politiken 2017).

Har man som bruger i forvejen en digital assistent er markedet i dag fyldt op med billige produkter som på den ene eller anden måde kan forbindes til Amazon eller Google assistenten. Det er dog værd at bemærke, at det ikke længere kun er kinesisk baserede OEM/ODM-producenter, som sender en lind strøm af enheder på markedet med relation til indeklima og regulering. Også et amerikanske firma som Emerson, der er en primær aktør indenfor (dyre) reguleringssystemer til bl.a. medicinalindustrien har enheder til salg på de internationale handelsplatforme (ebay.com & amazon.com) som kan styres af Googles og Amazons klienter. Der ser således ud til at ske en glidning over tid, hvor mere konsoliderede producenter også sikrer at deres produkter kan kommunikere med de, oprindeligt rent forbruger rettede, platforme hos Apple, Google og Amazon.

Et stort amerikanske onlinemagasin for forbrugerelektronik (Techradar 2021) der jævnligt tester ”smart” produkter for hjemmet og kontoret konstaterer, at udbuddet af disse produkter er steget voldsom. Der er tale om låse, overvågningskameraer, termostater, belysning, fugtalarmer, ventilatorer mm, som kan styres af digitale assistenter fra Google, Amazon og Apple.

I forhold til de eksisterende systemer for styring af energi og indeklima adskiller de systemer, som knytter sig op til assistenterne sig ved lave pris, brugervenlighed, udviklingstid fra ide til produkt/marked og systemmæssig bredde.

Der er vigtigt at bemærke, at de digitale assistenter ikke er udviklet specielt med henblik på styring af indeklima eller ventilationsteknologi i hjemmet – tværtimod tog de deres oprindelige udgangspunkt i forbrugssfæren, dels mhp. styring og afspilning af musik indenfor hjemmet og dels som talebetjening af søgemaskiner. I forhold til søgning formår assistenterne at svare på simple spørgsmål om regnestykker eller det højeste bjerg på et kontinent eller noget tilsvarende faktisk. Ifølge ”Techradar” (2021) er Alexa førende, idet dens svar i nogen grad kontekstualiseres.

Selve den sproglige besked til enheden analyseres i reel-time efter komplicerede algoritmer i videns baser og søgemaskiner. Brugeren kan, udover at stille spørgsmål, foretage en række andre handlinger igennem assistenten.

Selvom talestyringen løbende forbedres, er de digitale assistenter stadig i deres vorden for så vidt angår mere avancerede ordrer (som sprogligt kan være meget kontekstafhængige). Men i forhold til integration af bygningstyrende hardware, er der færre problemer, idet der her er tale om eksplicite udsagn om temperatur eller fx åbning af et vindue.

Den hastige tekniske udvikling og markedsudbredelse af de største IT aktørers digitale assistenter tilbyder qua deres udbredelse og markedsdominans de facto standarder for datakommunikation og opkobling til internetbaserede tjenester beliggende i skyen. Formentlig vil dette have en voldsom betydning for teknologiudvikling rettet imod hjemme brug - dvs. for udvikling af hardware og applikationer, som konformerer med de standarder, assistenterne dikterer, dette gælder også for udstyr, som kan bruges til at overvåge og kontrollere boligens indeklima.

Disse løsninger fra de dominerende internationale aktører på forbrugerelektronik markedet, dvs. Samsung (med funktionen Bixby), Amazon med funktionen "Alexa", Apple med funktionen SIRI) og Google med funktionen "Google Assistant", er blevet stadig mere avancerede siden midten af 2010'erne. Microsoft er ikke nævnt ovenfor, idet firmaet erkendte sit "nederlag" i markedet for digitale assistenter i foråret 2021 hvor deres egen assistent funktion "Cortana" blev nedlagt. Cortanas exit fra markedet vidner om en meget hård konkurrence i et monopoldrevet udskillelsesløb imellem nogle få aktører, som alle har gigant status. Samsungs Bixby er mere knyttet til Samsungs eget mobiltelefon univers og er derfor ikke så interessant i vores sammenhæng.

Det vi her med et samlebegreb kalder en digital assistent, består ret beset af en enhed som brugeren har stående i sit hjem (fx Amazons "Echo" produktlinje) og det skybaserede software som Amazon har udviklet, der behandler de stemme kommandoer som brugeren anvender i tale korrespondance med enheden. I Amazons tilfælde hedder den skybaserede software "Alexa".

Amazons Alexa og højtaleren Echo blev lanceret i 2014 og siden da er stadigt flere tjenester og hardware enheder tilknyttet. Det gælder fx musikstreamingtjenesten Spotify og Philips med fjernstyrede de elpærer i produktserien "Hue". Oprindeligt var det dedikerede stand-alone lyssystem fra Philips på markedet i nogen tid som et lukket system. Imidlertid bragte IKEA deres eget belysnings system til boliger på markedet til en meget lave pris og med en styringsmulighed via Amazons Alexa. Formodentlig har det foranlediget Philips til at udvikle et interface til Alexa. Ultimo 2018 kommunikerede såvel IKEA-systemet som Philips' Hue Bridge system med både SIRI og Alexa.

Både Ikea og Philips er naturligvis selvstændige aktører, der dog har set en fordel i at konformere med den standard som Alexa kræver for stemmestyring. Det betyder, at brugeren ikke nødvendigvis behøver at forholde sig til alle de softwareindgange (mobilapps mv) som de enkelte aktører stiller til rådighed for netop deres produkt.

Alexa bliver således en brugervenlig, samlende platform for en række forskellige produkter, som kan regulere og overvåge brugerens omgivelser.

Det er centralt at holde sig for øje, at IT-giganternes modus vivendi på markedet ikke er at understøtte brugernes anvendelse af musikenheder eller indeklimaregulerende enheder. Deres forretningskoncepter har andre udgangspunkter.

For Amazon, er det helt centralt, at brugeren kan foretage indkøb af varer og tjenesteydelser direkte igennem sin assistent (kreditkort er knyttet til kontoen), hvilket giver firmaet helt nye muligheder for at udvide deres status og knytte kunderne til sig i et globalt handelsnetværk for stort set alle produkter og serviceydelser.

For Google bidrager assistenten til en øget viden om forbrugeren og hendes profilering som firmaet oparbejder som sit hovedprodukt (med henblik på salg til reklameformål).

Selvom det er vigtigt at analysere hvilken indflydelse IT-giganterne, via deres assistenter, vil få for samfundsudviklingen, i forhold til detailhandelsstruktur, bæredygtighed og en række andre dagsordener er det dog uden for denne rapports emneområde at forfølge disse spørgsmål. Vi har koncentreret os om assistenterne og den digitale infrastruktur omkring dem. En infrastruktur, der sætter de facto standarder for hardware, som også kan bruges til at kontrollere og regulere indeklimaet i boliger. Her tænker vi især på faktorer som luftkvalitet, fugtighed og metodikker til registrering og aflæsning af forbrug for el, varme og vand.

Det kan dog ikke udelukkes, at brugernes (dvs. beboernes), anvendelse af teknologien fremover vil finde nye veje og koblinger, der vil transcendere de opdelinger og forhåndsstruktureringer af vores problemfelt, som vi indledningsvis har opereret med; dette tager vi op i perspektiveringen.

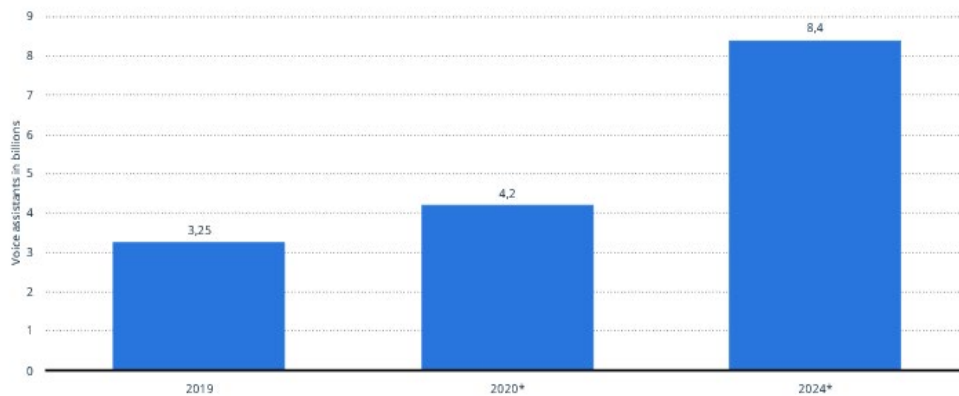
## **6.2 Den globale udbredelse af digitale assistenter**

Ifølge det internationale forbruger- og markedsanalysefirma Statista (statista.com 2020a) var der globalt 4,2 milliarder digitale assistenter i brug i 2020. Som det fremgår af fig.1 estimerer firmaet, at antallet vil være vokset til 8,4 milliarder enheder i 2024. Ikke alle disse enheder vil kunne kommunikere med Alexa eller Google Assistant men antallet af enheder, som understøttes, ekspanderer eksplosivt.

Figur 1 Estimeret antal digitale assistenter fra 2019 – 2024. Kilde: Statistica.com 2020

### Number of digital voice assistants in use worldwide from 2019 to 2024 (in billions)\*

Number of digital voice assistants in use worldwide 2019 -2024

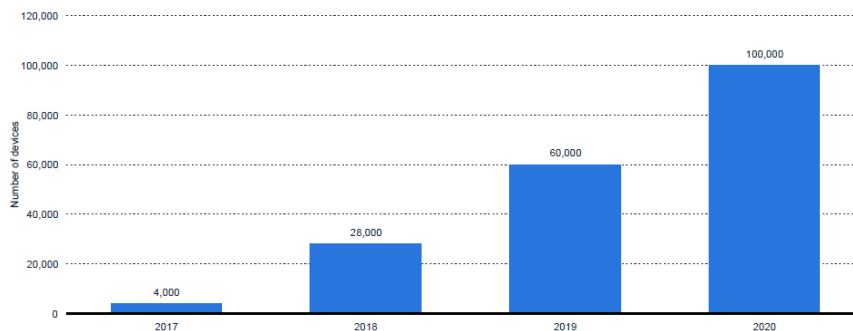


Det blev i 2019 estimeret, at Alexa ville understøtte 100.000 forskellige typer enheder i 2020 (fig.2), det tilsvarende tal for Google Assistant var 50.000 (fig.3)

Figur 2 Antal IoT enheder for hjemme brug, som kan kommunikere med Amazon Alexa, opgjort for perioden 2017 – 2020. Kilde Statistica.com 2020

### Total number of smart home devices that are compatible with Amazon's Alexa as of July 2020

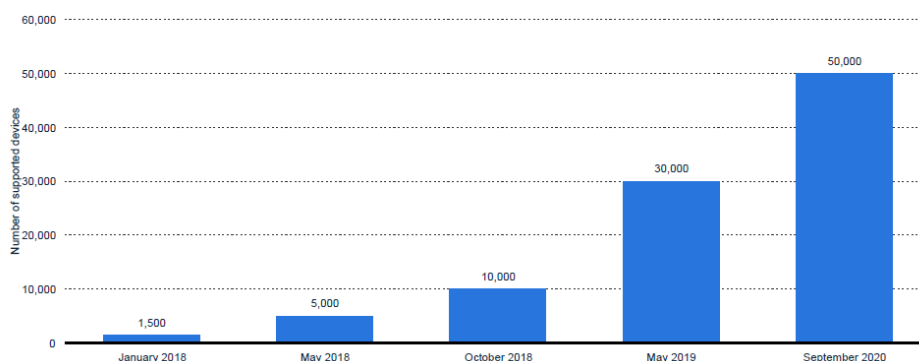
Number of Amazon Alexa compatible smart home devices 2017-2020



Figur 3 Antal IoT enheder for hjemme brug, som kan kommunikere med Google Assistant, opgjort for perioden 2018 – 2020. Kilde Statistica.com 2020

### Number of smart home devices supported by Google Assistant worldwide from January 2018 to September 2020

Google Assistant: number of supported smart home devices worldwide 2020



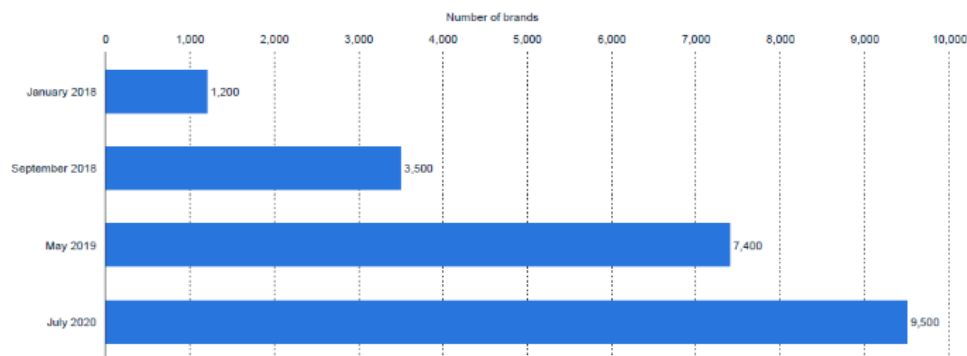
Hvad der er nok så interessant er, at for Amazon Alexas vedkommende, voksede antallet af understøttede tredjepartsvirksomheder i en 2½ års periode fra 2018 til 2020 fra 1200 virksomheder til 9500 virksomheder. Der foreligger desværre ikke estimerede tal for 2022 men intet tyder på at, accelerationen i antallet af understøttede virksomheder er aftaget – tværtimod.

Samlet viser statistikken, at antallet af stemmeunderstøttede assistenter, tilpasset platformene fra Google og Amazon stiger eksponentielt og at der også er en meget hastig stigning i antallet af forskellige firmaer, der vælger at gøre deres enheder kompatible med de to platforme. Udviklingen støtter antagelsen om, at de to firmaers platforme antager karakter af de facto standarder.

Figur 4 antallet af forskellige virksomheder som understøtter Alexa for perioden 2018 – 2020  
Kilde: Statistica.com 2020

### Total number of brands compatible with Amazon Alexa from January 2018 to July 2020

Growth of brands compatible with Amazon Alexa 2020





## 6.3 Opsummering på tværs af teknologi og bygningsanvendelse

På næste side i tabel 1 skitseres de principielle relationer imellem udlejningstyper indenfor boligudlejning og erhvervslokaleudlejning overfor de typer af indlejret teknologi, der er arbejdet med i rapporten. Ejerboliger er medtaget da der også kommenteres på disse ift. anvendelsen af indlejret teknologi, selvom de ikke befinder sig i fokus for rapporten. Det bemærkes, at internetbaseret måler fjernaflæsning allerede, er kraftigt udbredt og at der, på tværs af boligtyper, må forventes en yderligere kraftig udbygning i anvendelsen af denne teknologi. Som den eneste af de behandlede teknologier er der også knyttet lovgivningskrav, på både nationalt- og EU-niveau. Det gælder således, at fjernaflæsning som den eneste af teknologierne også vil finde vej ind i størstedelen af det ældre private udlejningsbyggeri.

I tabellen kan man yderligere bemærke, at anvendelse af IoT sensorer og regulering af indeklima på baggrund af analysen i rapporten vil have et stort potentiale i ejerboliger og formentligt også i noget erhvervsudlejning hvorimod det forventes også fremover at være lavt til moderat i privat udlejningsbyggeri. Årsagen skal for det første søges i, at der ikke i det regulerede byggeri vil være udlejer incitamenter til at finansiere (helt eller delvist) sådant udstyr og for det andet, at der jo også fremover vil være råderetsrestriktioner i hvad lejere selv kan installere af udstyr i deres lejligheder og endelig for det tredje som hovedregel ikke er en blivende interesse i at bruge tid og energi på at følge forbrugstal og lignende på mobil eller opsat skærm.

Anderledes ser situationen ud for erhvervsudlejning hvor den indlejrede teknologi både på udlejerens side og på lejers side kan integreres med lejers forretningskoncept, dvs. at kvm prisen kan stige men, at det ses som en profitabel investering fra både udlejer og virksomheds side. Kigger man på matricen ud fra et forløbsperspektiv er der en linje fra den øverste venstre del af matricen – dvs. anvendelse af CTS anlæg skråt ned imod felterne for IoT anvendelse i erhvervsudlejning og i private ejerboliger. Med andre ord kan man sige branchen formentlig vil se færre klassiske CTS-anlæg men flere IoT baserede installationer som kan være hos både private og firmaer. Skellet imellem de to hardwarekategorier vil formentlig langsomt være under opløsning i de kommende år, idet de nye teknologier i stadig højere grad vil "smitte af" på opbygningen af CTS-anlæg.

TABEL 1. Principskitse for anvendelse af indlejret teknologi, herunder fjeraflæsning af målere og potentialet for IoT teknologi i Bolig- og erhvervsudlejning

<b>Bebyggelsestype</b>	<b>Ældre privat udlejningsbyggeri</b>	<b>Nyere privat udlejningsbyggeri</b>	<b>Erhvervsudlejning</b>	<b>Ejerboliger (parcelhuse, ejerlejligheder)</b>
<b>Aktører</b>	<b>Udlejere &amp; lejere</b>	<b>Udlejere &amp; lejere</b>	<b>Virksomheder</b>	<b>Private bolig-ejere</b>
<b>Anvendelse af CTS</b>	Lav	Medium	Høj	Lav
<b>Internetbaseret fjeraflæsning (forbrugsmålere)</b>	Medium	Høj	Høj	Høj
<b>Potentiel anvendelse af IoT sensorer og regulering af indeklimate</b>	Lav	Medium	Høj	Høj
<b>Lejeregulering</b>	Reguleret leje-fastsættelse iht. lejeloven og boligreguleringsloven	Ureguleret	Ureguleret (jævnfør lovgivning om erhvervslejemål)	Ingen leje Ureguleret (dog ejendomsskatter)
<b>Reguleringslogik</b>	Politisk bestemt rammelovgivning	Fri markedsleje	Fri markedsleje	Markedsbestemte omkostninger (politiske bestemte rammevilkår)

## 7 KONKLUSION

Vi har i denne rapport præsenteret resultaterne af fase 2 af projektet ”Indlejret teknologi i drift etageboliger”.

Ambitionen for fase 1 var et ønske om at ”producere viden om, hvordan indlejrede teknologier i konkrete konfigurationer, anvendes og kan anvendes i drift af ejendomme”. Fase 1 projektet inkluderede et driftsøkonomisk perspektiv men havde især fokus på problemer, effekter og forhold, der påvirker realiseringen af ønskede forbedringer i indeklima og energiforbrug.

Som vi opsummerede i rapportens indledning, var hovedkonklusionen fra projektets tidligere fase 1, at der ikke er nogen særlig interesse hos private udlejere af boliger i etagebyggeri for at installere og anvende indlejret teknologi beregnet på at understøtte driften af ejendomme.

Samtidig gjorde vi opmærksom på, at det ikke er en universel konklusion, som kunne applikeres på tværs af forskellige typer udlejningsbyggeri og ej heller på tværs af skellet imellem boligudlejning og erhvervsudlejning. I denne, som i de fleste andre sammenhænge, er teknologien ikke en selvstændig størrelse hvis egenskaber og betydning kan analyseres uafhængigt af den kontekst, den indgår i.

Forretningsmodeller, såvel som typen af byggeri, som teknologien indgår i har afgørende betydning. Konkret betyder dette, at teknologier, som viser sig ikke at være relevante i forhold til privat boligudlejning kan have et stort potentiale ved udlejning af kontorbygninger; og at teknologier, som det kan være hensigtsmæssigt at udrulle i alment byggeri, ikke vil blive betragtet som økonomisk gangbare i privat udlejningsbyggeri.

Allerede i projektets fase 1 stod det klart, at lejerne i etageudlejningsbyggeri som hovedregel ikke havde en varig interesse i at følge forbrugstal for varme og el på skærme eller apps. Der kunne være en indledende interesse, men den aftog som regel over tid.

Vi ved også fra nyere undersøgelser af varmeforbrug i ”smarthouses”, at beboernes (der var primært tale om ejere) holdning til teknologien var betinget af dels deres tidligere erfaringer med lignende teknologier og dels deres uddannelsesmæssig baggrund. En tilstedeværelse af en bestemt teknologi tilsiger med andre ord ikke i sig selv, at den vil blive brugt.

I fase 2 af projektet beskæftiger vi os med, om nye teknologier som Internet of Things i kombination med såkaldt digitale assistenter kan forventes at ændre mulighederne for installering af sensorer med betydning for indeklimaet i lejligheder. Samtidig har det været en del af hypotesen, at disse teknologier qua deres funktion potentielt vil muliggøre installationer i private

boliger, som ikke nødvendigvis kræver professionel assistance på samme måde som tidligere/eksisterende teknologier gør. For at vurdere om en sådan udvikling rent faktisk vil udspille sig, har vi beskrevet nogle teknologiske udviklingstendenser, som til dels allerede er tydelige og dels ligger ud i fremtiden.

Vi har i teoretisk forstand benyttet os af indsigter fra et ældre forskningsfelt "Technological forecasting". Vi har dog kombineret forecast tankegangen med indsigter fra teknologikonstruktivistisk teori og erfaringer fra studier indenfor teknologi og hverdagsliv.

Hvad vi kan konstatere er, at der over det seneste årti har været en hastig teknisk udvikling og markedsudbredelse af de største globale IT aktørers digitale assistenter – en udvikling der - når man kigger på markedsstatistikkerne - ikke ser ud til aftage.

Assistenterne var oprindeligt tænkt som "leverandører" af talebårne ydelser såsom søgeresultater og musik, men har i dag udviklet sig til platforme med en omfattende indflydelse på en række automatiseringsområder (også udenfor feltet indeklime, overvågning og regulering i private boliger).

Platformene tilbyder, qua deres store udbredelse og markeds-mæssige dominans, de facto standarder for datakommunikation og opkobling til internetbaserede tjenester beliggende i skyen.

De facto standardiseringen har (bl.a.) haft en voldsom betydning for teknologiudvikling rettet imod hjemme brug - dvs. for udvikling af hardware og brugervenlige applikationer, som konformerer med de standarder, assistenterne dikterer. Dette gælder også udstyr, som kan bruges til at overvåge og kontrollere boligers indeklime.

Der er her tale om udstyr, som kan opsættes uden nogen specifik uddannelse indenfor for feltet. Udviklingen er gennemgribende og bastant men ikke nødvendigvis positiv.

Endvidere gælder det for udviklingen, at den dels har været drevet af en teknologisk betinget ensretning af software (hos giganterne Apple, Google og Amazon) og at den dels beror på, at brugen af internettet nærmest er eksploderet. På blot lidt længere sigt, er denne udvikling, afgørende for, hvad vi vil se af enheder, som kan overvåge og regulere vores indeklime.

Vi har påpeget, at den beskrevne udvikling ikke sker uden omkostninger for brugerne. Både i forhold til den specifikke software for de enkelte IoT enheder (der bruges for at konfigurere dem) som i forhold til den privatlivspolitik som Amazon og Google anlægger, er der tale om massiv overførelse af brugerdata til firmaerne. Data som har værdi og kan handles kommercielt. Det er ikke hemmeligt, at data anvendes på denne måde, men det kan på den anden side være vanskeligt at gennemskue for den almindelige bruger. En nøjere vurdering af firmaernes dataanvendelse kræver nærlæsning af

lange komplicerede dokumenter, som den gennemsnitlige bruger ikke begiver sig ud i.

Det ser dog ikke ud til, at udviklingen for indeværende dæmpes af brugernes skepsis ift. at levere personlige data. Opsamlingen af data fra boliger kan fremover blive en meget væsentlig udvidelse af den profilering, der sker af enkeltindivider, som i forvejen er aktive (og udsatte) på sociale medier mv.

I skrivende stund er det uklart om/ i hvilken udstrækning EU-regulering, (SCHREMS I og II dommene fra EU-domstolen i 2020 og -21), kan ændre radikalt på firmaers mulighed for at opsamle EU borgeres data.

Hvorvidt brugernes anvendelse af internet opkoblede enheder med relation til indeklimaet og dets regulering vil blive markant inden for én boligtype men ikke en anden, er svært at svare på. Som nævnt ovenfor kan det ikke vurderes ved at analysere teknologien alene, det er afgørende at inddrage de driftsmodeller som bygningerne er indlejret i, lige såvel som brugernes teknologiske præferencer og forudsætninger, er afgørende.

Yderligere forskning vil være relevant – en forskning som fx kan dykke ned i IoT anvendelsen i ejerboligsektoren og få nøjere indsigt i, om der her er tale om en "lead – user" gruppe (Forman et. al 2010), som måske vil adoptere teknologierne hurtigt.

## 8 UDVIKLING I MARKED OG KOMPETENCER FOR SLUTBRUGERE OG DRIFTSFOLK – EN PERSPEKTIVERING

Når der benyttes internetbaserede teknologier inklusive Internet of Things, med regulerende og overvågende egenskaber, vil det have betydning for aktørernes forståelse af hvad der reguleres og hvilke retningslinjer det sker efter. Kompetencemæssigt vil der være tale om at viden og faglige kompetencer så at sige rykker ind i systemet – algoritmerne har indlejret viden og prioriteringer.

Som man har kunnet se i andre teknologiske skift betinget af materialeinnovation, nye sammenføjningstekniker eller andre vigtige ændringer inden for byggeri, vil nye designløsninger, i nogen udstrækning, kunne håndteres af ikke professionelle brugere.

Dette skal ikke forveksles med et klassisk industrisociologisk synspunkt om at teknologiudvikling per automatik de-kvalificerer arbejdsstyrken (Nielsen 1995, Sørensen & Vogelius 1992). Tværtimod vil der også fremover være brug for faglærte kompetencer selvom deres indhold kan ændre sig over tid (Vogelius 2003 og 2008).

Årsagen til skiftet i kompetencekrav skal findes i en kombination af tre forhold.

For det første kan IoT teknologi standardiseres ift. sit interface med omverdenen (her systemerne i bygningen, som varetager styringsopgaver). For det andet er det muligt at lægge en stor del af det, som tidligere var hardwaremæssige bindinger over i app's, som brugeren selv kan konfigurere og som hun i øvrigt kan have direkte adgang til bl.a. via stemmestyring i de universelle klientsystemer hos Amazon Alexa og Google Assistant. Endelig for det tredje, spiller de selvsamme, overordentlig kapitalstærke firmaer med monopolstatus, en central rolle. De kan qua deres dominerende status få hardwareproducenter til at koble deres enheder op til firmaernes universelle platforme som brugerne i forvejen har en omfattende kontakt med.

Drejer det sig om professionelle driftsherre er det mere driftsspecifikke behov, som skal tilgodeses (drift af kontorlokaler, indkøbscentre med videre). Her vil der givetvis stadig være plads til mere professionelle aktører, som driver platforme for IoT. Det tidligere nævnte samarbejdet imellem IBM og ISS er et eksempel på et sådant samarbejde imellem professionelle aktører.

På længere sigt vil dette kunne få meget store konsekvenser for udviklingen inden for HVAC området; dette gælder såvel for virksomhedernes forretningskoncepter som for de faglige kompetencer, der vil være brug for indenfor branchen.

"Indlejret teknologi" til regulering af boligens funktioner vil i dette scenarie – på godt og ondt - hurtigt kunne undergå en "af-professionalisering" der vil påvirke såvel myndighedernes reguleringsmuligheder som produktudviklingen indenfor branchen. Det er et perspektiv, som ligger i yderkanten af temaet for denne rapport men som oplagt kalder på forskning i en anden sammenhæng.

Forudsigelserne og forventningerne hviler dog indtil videre på et spinkelt grundlag, og det muligt, at udviklingen divergerer, da brugernes, dvs. beboernes, anvendelse af teknologien vil finde nye veje, som vil transcendere de opdelinger og forhåndsstruktureringer af vores problemfelt, som vi indledningsvis har opereret med.

Udviklingen i og almengørelsen af, indlejret teknologi i form af IoT kan også styrke alternativer til de traditionelle kanaler for såvel distribution som anvendelsen af byggevarer og kan på den måde forstærke den allerede igangværende bevægelse henimod handel med byggevarer via portaler på nettet. Om det bliver en parallel udvikling til de udviklingstendenser, som ofte diskuteres under den (noget uklare) samlebetegnelse "industri 4.0" kan man overveje. Hvis det viser sig at være tilfældet, vil der formentlig også være tale om teknologiske ændringer, som kan udløse egentlige strukturændringer i installationsbranchen.

## 9 REFERENCER

Aagaard, N.-J., Brandt, E., Aggerholm, S., & Haugbølle, K. (2013). Levetider af bygningsdele ved vurdering af bæredygtighed og totaløkonomi. SBI 2013:30, SBI forlag.

Andersen, H. Skifter (2007) Private udlejningsboligers rolle på boligmarkedet. SBI 2007:13

Andersen, H. Skifter & Morten Skak (2008) Privat boligudlejning – motiver strategi og økonomi. SBI 2008:01

Althoff, Judson (2018) Interview/præsentation ved Microsofts globale salgsdirektør Judson Althoff ved Citi Global Technology Conference, New York 6. September 2018 (sidst tilgået 21/9-18 på <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https://c.s-microsoft.com/en-us/CMSFiles/Judson-Citi.docx?version=47b01dfe-878c-12e8-4674-aead20025e6f>)

Amazon (2018) Understand the Smart Home Skill API (program og interface dokumentation (sidst tilgået 09-2018 på <https://developer.amazon.com/docs/smart-home/understand-the-smart-home-skill-api.html>)

Barth, S & Jong, M.D.T. (2017) The privacy paradox – Investigating discrepancies between expressed privacy concerns and actual online behavior – A systematic literature review. In Telematics and Informatics nr. 34, 2017, Elsevier

Bessant, John. & Tidd, Joseph (2018) Innovation portal/ Portal drevet af forlaget Wiley (sidst tilgået okt. 2018) på <http://www.innovation-portal.info/toolkits/technological-forecasting/>

Bhardwaj, Mohit (2017) How IoT device lifecycle management is becoming a growth factor for industries (<https://www.einfochips.com/blog/how-iot-device-lifecycle-management-is-becoming-a-growth-factor-for-industries/>) (sidst tilgået sep. 2018)

Bijker, W.E. (1995) Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs – Toward a Theory of Socio-technical Change. MIT press, Cambridge, England



Bosch (2018) Smart Home – Alexa and Bosch Smart Home buddies (sidst tilgået 09-2018 på <https://www.bosch-smarthome.com/uk/en/partner/amazon-alexa>)

Brinkman, S (red.) & Tanggaard, L (red.) (2017) Kvalitative metoder - En grundbog (2.udg.) hans Reitzels forlag. Bosnien & Herzegovina

Bunn, Derek & Ahti, Salo (1993) Forecastning with scenarios. In European Journal of Operational Research, vol. 68 p.291-303

Cronberg, Tarja (1986) Teorier om teknologi og hverdagsliv. Nyt fra samfundsvidenskaberne. København

Dansk EI-forbund (2008) IBIGUIDE – Intelligente bygningsinstallationer (førsteudgaven af denne publikation udkom i 2002)

Dansk EI-forbund (2010) Bygningsautomationsguide

DeltaM2M (2020) <https://deltam2m.dk/farvel-til-3g-og-hvad-saa/> og <https://deltam2m.dk/https://deltam2m.dk/nb-iot/nb-iot/> sidst tilgået nov. 2021

Emil Hølldig (2016) Teknik og brugeradfærd (kandidatspeciale fra Ledelse og informatik i byggeriet, AAU-CPH)

EjendomDanmark (2021) digitalt fokus for lejer og ejer i et bæredygtigt perspektiv - Status for digitaliseringen af ejendomsbranchen i Danmark i dag (i samarbejde med Realdania og GI).

Forman, M Haugbølle, K Vogelius, P Storgaard, K (2010) Når brugerne bliver synlige i byggeriet. Erhvervs- og Byggestyrelsen

Forman, M. Sørensen, N.L. Fredslund, L. (2017) Bygningsautomation – Nye kompetenceprofiler. Statens Byggeforskningsinstitut. SBI 2017:07

Forsknings- og Innovationsstyrelsen (2006) På bølgelængde – Teknologisk frem-syn om mobil og trådløs kommunikation. København

Gædt, L. (2013) Smart Home Teknologi (SHT) - eksisterende teknologier og systemer og deres potentielle målgrupper. Teknologisk Institut

Gao, Xinghua, Tang Shu, Pishdad-Bozorgi, Pardis, Shelden, Dennis R (2018) Foundational Research in Integrated Building - Internet of Things (IoT) Data Standards. The IoT Research Working Group, the University of Georgia, Atlanta, USA

Gartner (2018) Gartner Says Artificial Intelligence Is a Game Changer for Personal Devices (Press Releases, 8 January) (<https://www.gartner.com/en/news-room/press-releases/2018-01-08-gartner-says-artificial-intelligence-is-a-game-changer-for-personal-devices> sidst tilgået september 2019)

Gold, Jon (2017) IBM casts Watson as the brains behind IoT. Artikel på IDG sited "Networld.com" <https://www.networkworld.com/article/3234585/internet-of-things/ibm-casts-watson-as-the-brains-behind-iot.html> (sidst tilgået sep.2018)

Gram-Hansen, K., Knudsen, H.N., Andersen, R.K., Hansen, A.R. (2016) House Owners' Interest and Actions in Relation to Indoor Temperature, Air Quality and Energy Consumption. Proceedings of Clima 2016

Harvey, D (1985) The Urbanization of Capital

Haugbølle et.al. (2021) BUILD levetidstabel (BUILD Rapport 2021:32, Version 2021)

IBM 2016, 2017 IBM præsentationsvideoer på <https://www.youtube.com/watch?v=sfeo8tbzG4k&feature=youtu.be>) og <https://www.youtube.com/watch?v=7y2X0JTh5YQ>

Ingeniøren (2018) TDC gearer mobilnettet til Internet Of Things (ugeskrift artikel d. 29/3)

Ingeniøren (2018) Digitale målere skal sikre Kamstrup ny vækst (ugeskrift artikel d.19/5)

Ingeniøren (2018) Måleklemmer og kunstig intelligens sparer energi i bygningen (ugeskrift artikel d.15/6)

Ingeniøren (2018) Digitale tvillingskibe optimerer dansk søfart (ugeskrift artikel d.18/6)

Ingeniøren (2018b) Grundfos holder fokus på pumperne: Ikke alt skal digitaliseres (ugeskrift artikel d. 20/6)

Intellectsoft (2018) Advanced imaging algorithms in digital twin reconstruction of construction sites ("white paper", sidst tilgået 09-2018 på <https://www.intellectsoft.net/blog/advanced-imaging-algorithms-for-digital-twin-reconstruction>)

Irisgroup (2017) Det digitale servicelags rolle og betydning i forhold til digitalisering i SMV'er (konsulentrapport rekvireret af Erhvervsstyrelsen)

Jensen J. O. et al. (2008) Miljøstyret bygningsdrift i danske boligejendomme. SBI, Aalborg Universitet

Kern & Schumann (1984) Das Ende der Arbeitsteilung?: Rationalisierung in der industriellen Produktion. Verlag C.H. Beck

Kirkegaard C, (2015) Synliggørelse af energiforbruget i almene boliger. AlmenNet

Kirkegaard C, Entwistle J.M., Nielsen L.L. (2015) Energiadfærd i almene boliger. Alexandra Instituttet

Knudsen, H.N. Andersen, R.K. Hansen, A.R. Gram-Hansen, K. (2016) House Owners' Interest and Actions in Relation to Indoor Temperature, Air quality and Energy Consumption. Proceedings of Clima 2016

Lynggaard, K (2017) Dokumentanalyse. In Brinkman, S (red.) & Tanggaard, L (red.) (2017)

Larsen S.P.A.K. and Gram-Hansen K (2020) When Space Heating Becomes Digitalized: Investigating Competencies for Controlling Smart Home Technology in the Energy-Efficient Home. Sustainability, vol. 12, 6031

Michael Palermo (2017) Amazon developer blogs (sidst tilgået 09-2018 på <https://developer.amazon.com/blogs/author/Michael+Palermo>)

Molio (2018) Digital transformation i byggeriet

Nielsen, A.K.B Haugbølle, K (2021) Litteraturstudie af digitaliseringens effekter i ejendomsbranchen. Build, Aalborg Universitet, København

Nielsen, Kjeld (1995) Kvalifikationsudvikling - LEO Arbejdsrapport nr. 6. Department of Social Studies and Organization, AAU

Nielsen, M.B. (2011) Scenariebogen for drift og vedligehold (rapport fra projekt "Brugerdreven innovation, indlejret teknologi og byggeri" - BIIB). Dansk Industri & Statens Byggeforskningsinstitut

Nielsen, M.B. (2011) Scenariebogen for almene boliger (rapport fra projekt "Brugerdreven innovation, indlejret teknologi og byggeri" - BIIB). Dansk Industri & Statens Byggeforskningsinstitut

Philips (2018) "Alexa, turn on all lights" (sidst tilgået 09-2018 på <https://www2.meethue.com/en-us/friends-of-hue/amazon-alexa>)

Politiken (2017) Dansk højttaler får Amazons virtuelle assistent Alexa om bord (d. 31/8 -17 på <http://politiken.dk/forbrugogliv/digitalt/forbrugerelektro-nik/art6087630/Dansk-h%C3%B8jttaler-f%C3%A5r-Amazons-virtuelle-assistent-Alexa-om-bord> sidst tilgået nov. 2021)

Quinn, James B. (1967) Technological Forecasting. Harvard Business Review, marts 1967 p.89 - 106

Qvartz (2017) Installation 4.0 Rapport udarbejdet til organisationerne TEKNIQ, Dansk EI-Forbund, Blik & Rør og Dansk Metal af konsulentfirmaet Qvartz (sidst tilgået sep. 2018 på [https://www.blikroer.dk/sites/default/files/download/Qvartz%20rapport%20endelig%20rapport\\_0.pdf](https://www.blikroer.dk/sites/default/files/download/Qvartz%20rapport%20endelig%20rapport_0.pdf))

Rasmussen, Torben. V. (red.) (2010) Sensorer i bygninger – Fugt i boliger og byggeri. Sensobyg konsortiet. Teknologisk Institut

Statista (2020) Voice technology (online baseret PDF statistikrapport for abonnenter, her i specielt kap. 2 "Voice assistants")

Statista (2020a) Number of digital voice assistants in use worldwide from 2019 to 2024 (<https://www.statista.com/statistics/973815/worldwide-digital-voice-assistant-in-use/> sidst tilgået 5/11 2021)

Storgaard, K. Ærenlund, L. (2011) Køreplan for brugerdrevet innovation (rapport fra projekt "Brugerdreven innovation, indlejret teknologi og byggeri" - BIIB). DI-Byggematerialer & Statens Byggeforskningsinstitut

Storgaard, K Forman, M. Rasmussen, T.V. (2006) Indlejret teknologi i byggeriet – Potentialer og besparelsesmuligheder for offentlige bygherrer. Erhvervs- og Byggestyrelsen & Statens Byggeforskningsinstitut

Sørensen O.B. & Vogelius, P. (1992) Livsformer og normativitet – Arbejdets transformation og livsformers forandring. København: Geografisk Institut (ph.d. afhandling, bd.1 af 3).

Techrader (2021) Alexa vs Google Assistant: which voice assistant is best for your smart home? Dateret 17/4-21 ( <https://www.techradar.com/news/alexa-vs-google-assistant-which-voice-assistant-is-best-for-your-smart-home> sidst tilgået 28/10 2021)

The Economist (2017) Tech giants will probably dominate speakers and headphones - Smartspeakers and wireless ear buds are sending the audio industry "horizontal", web udgave d. 2/12 2017, se: <https://www.economist.com/news/business/21731872-smartspeakers-and-wireless-ear-buds-are-sending-audio-industry-horizontal-tech-giants-will> (tilgået d.8/12 2017)

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen (2020) BEK nr. 1383 af 21/09/2020 (Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om individuel måling af el, gas, vand, varme og køling)

Troelsgaard, M. (2015) Energioptimering i privat boligudlejning – En hvidbog (2. udgave). Advice & ProjectZero

Version2 (2016) 25.000 ISS drevne bygninger får installeret sensorer til internet of things. [www.version2.dk](http://www.version2.dk) artikel tilgået d. 31/10 2017 ("Version2" er et tech medie drevet af den Danske Ingeniørforening)

Version2 (2021) Vi vil skabe nye standarder for intelligente bygninger <https://www.version2.dk/vi-vil-skabe-nye-standarder-intelligente-bygninger> (sidst tilgået dec. 2021)

Vogelius, P. (2008) Fremtidens kompetencer i byggeriet. Lyngby: Technical University of Denmark. (BYG-DTU Rapport nr. 179).

Vogelius, P. (2003) Nøglekompetencer i vidensamfundet. Uddannelse nr. 1, 2003 (tidsskrift). Undervisningsministeriet

Værdibyg (2013) Commissioning processen. Værdibyg

Værdibyg (2013) Driftsorienteret byggeproces. Værdibyg

Wilke, G. (2018) Etagejendommens indeklime og energiforhold - et marked der kalder på 'disruption'. Indlæg i Bygge- & Anlægsavisen 5. september 2018, 1. sektion, side 12

# Internet of Things og Digitale assistenter

Kan anvendelsen af forskellige former for såkaldt indlejret teknologi med fordel tages i anvendelse ved drift af private etageboliger. Dette undersøges i projektet, som ligger bag denne rapport, hvor i det konkluderes, at svaret herpå ikke alene er et teknisk spørgsmål men i vid udstrækning hænger sammen med byggeriets karakter og hvilke forretningskoncepter, der er centrale for den private udlejer / driftsherrer.

Hvad der driftsøkonomisk og teknisk kan være interessant at implementere i et nyere byggeri i én kommune er muligvis ikke relevant i en anden kommune med et ældre byggeri. Regulering af sektoren og forretningskoncepter skal ses sammen med de teknologiske muligheder. I forlængelse heraf vil en vurdering for anvendelsen af indlejret teknologi også være forskellig afhængig af, om der er tale om erhvervsudlejning eller boligudlejning. Som ofte før viser det sig, at teknologien og dens potentialer kun kan forstås i forening med de sociale og organisatoriske forhold som den sameksisterer med.

Undersøgelsen analyserer endvidere de udviklingstræk som den nyeste teknologi i form af Internet of Things (IoT) kan have for kontrol og regulering af indeklimaet i private hjem. Det pointeres, at der er tale om en rivende teknologisk udvikling, som på blot lidt længere sigt, kan ændre den måde almindelige brugere vil kunne overvåge og gribe ind i eget indeklima, uden at have en egentlig professionel kompetence. Mulighedsbetingelserne for udviklingen er primært bestemt af den teknologiske udvikling, som nogle ganske få helt dominerende internationale aktører indenfor nethandel og sociale medier har fremdrevet. Teknologi der har med indeklima at gøre, viser sig at være koblet med teknologisk udvikling på andre arenaer; konsekvensen heraf er, at vi skal brede vores analyser ud - også når det gælder teknik og indeklima.