



CHALMERS



Cities as Smart Systems

En litteratur- och intervjustudie över
begreppet smarta städer

Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik

SIGRID BONDESON

MARCO PERSSON

RASMUS PETTERSSON

EMMA WESSBERG

Cities as smart systems

En litteratur- och intervjustudie över begreppet smarta städer

Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik

SIGRID BONDESON

MARCO PERSSON

RASMUS PETTERSSON

EMMA WESSBERG

Institutionen för Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2018

Cities as smart systems
En litteratur- och intervjustudie över begreppet smarta städer
SIGRID BONDESON
MARCO PERSSON
RASMUS PETTERSSON
EMMA WESSBERG

© SIGRID BONDESON, MARCO PERSSON. RASMUS PETTERSSON,
EMMA WESSBERG, 2018

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Byggnadsteknologi
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon: +46 (0)31-772 1000

Omslag:
Bilder tagna av Marco Persson, Göteborg och Stockholm, 2018

Chalmers Reproservice
Göteborg 2018

Cities as smart systems

En litteratur- och intervjustudie över begreppet smarta städer

Kandidatarbete inom Samhällsbyggnadsteknik

SIGRID BONDESON

MARCO PERSSON

RASMUS PETTERSSON

EMMA WESSBERG

Institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Byggnadsteknologi

Chalmers tekniska högskola

Sammandrag

Urbaniseringen världen över har lett till utmaningar i arbetet med att möta befolkningens behov samtidigt som den negativa miljöpåverkan bör minimeras. Städer står för allt större del av världens totala energiförbrukning. För att möta dessa problem har begreppet smarta städer vuxit fram. Med hjälp av bland annat den senaste tekniska utvecklingen och hantering av data försöker aktörer i hela världen möta städernas utmaningar. I städer står dessutom byggnader för en betydande del av den ökade energiförbrukningen. Detta leder till att det finns stor potential för att göra städer smartare genom att effektivisera byggnadernas energianvändning. Problemet med smarta städer och smarta byggnader är att det inte finns någon tydlig definition som fått genomslag över hela världen. Det leder till att olika definitioner används och begreppet har därmed blivit otydligt.

Utifrån denna utmaning syftar studien till att reda ut vad begreppet innebär och vilken potential som finns för att skapa smartare byggnader. För att få en tydligare avgränsning och för att möjliggöra en jämförelse med en befintlig kontorsbyggnad som anses vara smart, kommer studien att fokusera på kontorsbyggnader. Vidare kommer studien att undersöka hur begreppet används av aktörer inom byggbranschen.

Rapportens grundas på en litteraturstudie för att ge en övergripande bild av hur begreppet ser ut idag. Litteraturstudiekapitlet delas upp i fem huvudkapitel vilka representerar de områden som under litteraturstudiens gång ansågs vara representativa för smarta städer. För att skapa en lokal koppling till smarta städer, har intervjuer bedrivits med anställda på företag och organisationer verksamma inom byggbranschen i Göteborg. Resultatet jämför bilden som målades upp genom litteraturstudien med de åsikter som de intervjuade företagen bidrog med.

Intervjuerna visade att smarta städer är ett begrepp som används av samtliga intervjuade aktörer. Hur det används i deras arbete skiljer sig dock mellan de intervjuade. Genom både litteraturstudien och intervjuerna har det framkommit att smarta städer är ett koncept som branschen fortsatt strävar efter. Trots att de intervjuade företagen, i likhet med litteraturen, har varierande syn på konceptet har de ändå tydliga gemensamma drag. Fokus ligger i huvudsak på att skapa en bättre och effektivare plats för människor och hela tiden ha hållbarhet i åtanke.

Rapportens slutsats är att det inte går skapa en entydig definition som idag kan få fäste. På grund av komplexiteten och bredden i begreppet är det svårt att enas om en specifik definition

som stämmer med allas bild av konceptet. Bilden varierar i hög grad geografiskt vilket ökar svårigheten ytterligare samtidigt som begreppet är tidsberoende på grund av att tekniken utvecklas kontinuerligt. Trots detta konstateras det att begreppet som vision är användbart. Uttrycket smarta städer kanske bara ska få vara vad det är, en något diffus övergripande vision. Ett mål som alla kan sträva efter.

Cities as smart systems

A literature and interview study on the notion of smart cities

Bachelor's thesis in Civil Engineering

SIGRID BONDESON

MARCO PERSSON

RASMUS PETTERSSON

EMMA WESSBERG

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Building Technology

Chalmers University of Technology

Abstract

The urbanization around the world has led to big challenges in the process of meeting the needs of the population, while minimizing the negative impact on the environment. Cities account for a growing portion of the world's energy consumption. To meet these issues, the notion of smart cities has emerged. With the use of the latest technology and data management, companies around the world try to meet the challenges of the cities. Furthermore, buildings account for a major part of the increasing energy consumption. This leads to there being a great potential in making cities smarter through optimizing the energy usage of buildings. The problem with smart cities and smart buildings is that there is no clear definition that has caught on in the world. This leads to different definitions being used and the term has become ambiguous.

According to this challenge, the study aims to clarify what the term means and which potential there is to create smarter buildings. To get a clearer demarcation and to enable a comparison to an existing building considered to be smart, the study will focus on office buildings. Additionally, the study will investigate how the term is used by actors in the building industry.

The report is based on a literature study to give a general understanding of where the term stands today. The literature study chapter is split into five main chapters which represent the fields that during the literature study were considered to be representative for smart cities. To create a local connection to smart cities, interviews have been conducted with employees from companies and organizations operating in the building industry in the Gothenburg area. The result compares the understanding of the term from the literature study with the opinions of the interviewees.

The interviews showed that smart cities is a term used by all interviewed parties. How it is used in their work, however, varies between the interviewees. Through both the literature study and the interviews, it has become clear that smart cities is a concept which the industry continually strive towards. Even though the interviewed parties, in conformity with the literature study, have a varying view on the concept, they still share some common traits. Focus lies mainly on creating a better and more effective place for humans while always keeping sustainability in mind.

The conclusion of this report is that it is not possible to create a univocal definition that could catch on. Based on the complexity and the sheer breadth of the term, it is difficult to agree on

a specific definition that goes in line with everyone's view on the concept. The view varies geographically to a great extent which increases the difficulty substantially. At the same time, it is time dependent because of the continuous development of technology. In spite of this it is noted that that the term as a vision is useful. Maybe the notion of smart cities should just be what it is, a rather blurry all-encompassing vision. A goal for everyone to strive towards.

The report is written in Swedish.

Förord

Rapporten behandlar betydelsen av begreppet smarta städer samt hur organisationer verksamma i Göteborg arbetar med det. Därför önskar vi rikta ett stort tack till Chalmers, Fastighetskontoret, Johanneberg Science Park, Karlastaden Utveckling AB, Stadsbyggnadskontoret och Sweco, genom vilka vi erhållit en ökad förståelse av arbetet med smarta städer. Utan er hade arbetet inte varit möjligt.

Detta kandidatarbete har utförts vid institutionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers tekniska högskola och motsvara 15 högskolepoäng. Alla författare studerar tredje året på civilingenjörsprogrammet för samhällsbyggnadsteknik.

Maj 2018, Chalmers tekniska högskola

Sigrid Bondeson
Marco Persson
Rasmus Pettersson
Emma Wessberg

Ordlista samt förkortningar

App

Förkortning av applikation. I denna rapport: ett program som installeras på en smartphone eller liknande.

BAPV

Building applied photovoltaics, svenska: solceller som appliceras på byggnaden.

BIM

Building Information Modeling

BIPV

Building-integrated photovoltaics, svenska: byggnadsintegrerade solceller.

BREEAM

BRE Environmental Assessment Method, en bedömningsmetod för att bedöma byggnaders hållbarhet och grad av nytänkande på en skala mellan 0 – 100 %.

EU

Europeiska Unionen

EU-GUGLE

European cities serving as Green Urban Gate towards Leadership in sustainable Energy.

FN

Förenta Nationerna

FTX

Från- och tilluftsventilation med värmeväxling.

GDPR

General Data Protection Regulation, på svenska: dataskyddsförordningen, är en ny lag som EU tagit fram och syftar till att göra regleringen av datahantering tydligare och mer anpassad till dagens uppkopplade samhälle.

Global Footprint Network

Internationell branschorganisation som bedömer länders ekologiska fotavtryck.

HVAC

Heating, Ventilation and Air Conditioning

IKT/ICT

En utvidgning av termen informationsteknik (IT) som lägger vikt vid kommunikation.

IoT

Internet of things, sakernas internet. Syftar till uppkopplingen av alldaglig apparatur såsom kylskåp med internet, smarta klockor o.s.v.

ITU

Internationella Teleunionen, FN:s informationstekniska organ.

NSA

National Security Agency, USA:s säkerhetsadministration.

PUL

Personuppgiftslagen, den lag som i Sverige reglerade hanteringen av personuppgifter fram till maj 2018 då den togs över av GDPR.

UNECE

Förenta Nationernas ekonomiska organ för Europa.

Innehåll

Sammandrag	I
Abstract	III
Förord	V
Ordlista samt förkortningar	VI
1. Inledning	1
1.1 Syfte.....	2
1.2 Metod.....	2
1.3 Avgränsning.....	2
2. Litteraturstudie - smarta städer	3
2.1 Data.....	5
2.1.1 Internet of things	5
2.1.2 Big data	6
2.1.3 Sensorer.....	6
2.1.4 Smartphones.....	7
2.1.5 Etik - datainsamling	7
2.2 Energi.....	8
2.2.1 Smart grid.....	9
2.2.2 Lokal energiutvinning	9
2.2.3 Solfångare	10
2.2.4 Vattenhantering	10
2.3 Trafik/transport	11
2.3.1 Självkörande och självparkerande bilar	11
2.3.2 Kollektivtrafik och alternativa transportmedel	11
2.4 Resurshantering	12
2.5 Smarta byggnader	13
3. Litteraturstudie - smarta kontorsbyggnader	14
3.1 The Edge - Världens grönaste byggnad.....	15
3.1.1 Belysning	16
3.1.2 Ventilation- och värmesystem	16
4. Resultat	17
4.1 Smarta kontorsbyggnader	18
4.2 Jämförelse av intervjuer och litteraturstudie	19

4.2.1 Synen på smarta städer.....	21
4.2.2 Det ökade intresset för smarta städer	21
4.2.3 Nästa steg för smarta byggnader	22
5. Diskussion	23
5.1 Svårigheten med begreppet	23
5.2 Begreppet smart kontorsbyggnad	23
5.3 Analys av intervjuer.....	24
5.4 Etik.....	25
5.5 Metoddiskussion och begränsningar	26
5.6 Avslutande diskussion	27
6. Slutsats.....	27
Referenser	29
Bilaga A - Beskrivning av intervjuade organisationer	35
1. Karlastaden Utveckling AB	35
2. HSB Living Lab.....	35
2.1 HSB.....	35
2.2 Chalmers tekniska högskola	35
2.3 Johanneberg Science Park.....	35
3. Sweco.....	35
4. Stadsbyggnadskontoret	36
5. Fastighetskontoret.....	36
Bilaga B - Intervjufrågor	37
Bilaga C – Intervjuer	38
1. Johanneberg Science Park	38
2. Chalmers	39
3. Karlastaden Utveckling AB	41
4. Sweco.....	43
5. Stadsbyggnadskontoret	45
6. Fastighetskontoret.....	47

1. Inledning

Redan år 2014 bodde 54 procent av befolkningen i städer och denna siffra förväntas öka (FN, 2014). Människor söker sig till städer i hopp om att få ett bättre liv i form av fler jobb, bättre tillgång till sjukvård och bättre utbildning menar Eremia m.fl. (2017). De som bor och upprätthåller sig i urbana områden vill att dessa ska tillgodose deras behov och skapa komfort vilket ställer krav på stadens utformning och dess tekniska lösningar. Det ökande antalet människor gör påfrestningen på befintliga statstjänster större och för att husera de nya invånarna i städerna måste tjänsterna bli effektivare.

I arbetet med att skapa ett attraktivt samhälle har konceptet smart stad etablerats. Smart stad är ett uttryck som började figurera på 1990-talet och har sedan dess utvecklats i takt med att ny teknik tillkommit och kunskap kring området ökat (Alawadhi et al., 2012). I början av 2000-talet talades det om det digitala samhället och den digitala staden. Då handlade det om att göra det analoga digitalt med hjälp av informationsteknik. Sedan gick diskussionen över till att handla om den intelligenta staden, men för att göra uttrycket lite öppnare och lättare att förstå ändrades det till smarta städer (Albino, Berardi & Dangelico, 2015).

Begreppet smart stad har vuxit och används flitigt av bland annat forskare och författare världen över. Trots det existerar ingen konkret eller allmänt bekräftad definition vilket skapar förvirring över vad begreppet betyder och innefattar. Det finns flera aktörer som har försökt att precisera uttrycket utan att det har resulterat i någon vedertagen definition. Att ta fram en definition är en svår uppgift då det ständigt kommer ny teknik och nya krav att förhålla sig till, något som var smart förr behöver inte vara smart idag.

Ur energisynpunkt är städer en dominerande faktor. Av den totalt genererade energin i världen konsumerar städerna 75 procent (Eremia et al., 2017). Här spelar framförallt byggnader en stor roll då de utgör en stor del av staden. Enligt Naturvårdsverket (2017) står sektorn Bostäder och service där även kontorsbyggnader ingår, för 40 procent av Sveriges totala energianvändning. Vidare menar Naturvårdsverket att det finns potential att effektivisera användningen av energi inom denna sektor. Ett utav EU:s energimål är att nå 20 procents ökad energieffektivisering till år 2020 (Regeringen, 2015a). Att effektivisera byggnaders energianvändning kan således vara ett steg mot att nå de uppsatta målen.

Göteborgs Stad vill vara en föregångare när det gäller miljöarbete och stadsutveckling. Staden deltar i tre Smart Cities-projekt framtagna av EU vilka är verktyg för att påskynda omställningen till resurssnåla samhällen (Göteborgs Stad, 2018a). På sin hemsida skriver kommunen att det blir allt viktigare att städer medverkar för att uppnå EU:s miljö-, energi och klimatmål. Ett sätt att lyckas med detta är att minska stadens energiförbrukning i enighet med regeringens mål för en hållbar stad (Regeringen, 2015b).

1.1 Syfte

Syftet med studien är att utreda och definiera begreppet smarta städer. Studien har även som mål att finna möjliga lösningar på hur kontorsbyggnader bättre kan anpassas efter brukarens behov och samtidigt göras mer energieffektiva genom smarta lösningar. Därefter ska det undersökas om företag inom byggsektorn i Göteborg arbetar med konceptet smart stad och i så fall hur de arbetar med det.

1.2 Metod

Arbetet började med en litteraturstudie för att få en grundläggande förståelse för smarta städer, smarta byggnader och energieffektivisering av kontorsbyggnader. Litteraturstudien genomfördes genom att söka på flera databaser för vetenskapliga publiceringar så som Scopus och Web of Science. I senare kapitel presenteras resultaten av litteraturstudien vilka består av en sammanställning av de delar som i den här rapporten anses vara byggstenar i begreppet smart stad.

Under tiden litteraturstudien genomfördes tillfrågades flera representanter på olika företag och organisationer för att medverka på intervjuer om arbetet kring begreppet smart stad i Göteborg. De aktörer som ställde upp på en intervju var Chalmers, Fastighetskontoret, HSB Living Lab, Johanneberg Science Park, Karlastaden Utveckling AB, Stadsbyggnadskontoret och Sweco. Likartade frågor förbereddes till varje möte med några mindre variationer för att anpassa frågorna till respektive aktör. Intervjuer skedde i form av ett öppet samtal där frågorna användes för att driva samtalet i relevant riktning, frågorna ställdes dock ej i någon specifik ordning. Efter samtalen gjordes en sammanställning av vad som sades under intervjun som skickades till de intervjuade för godkännande. Intervjuerna presenteras i sin helhet i bilaga B. De analyseras och kopplas till litteraturstudien i diskussionskapitlet.

1.3 Avgränsning

Smarta städer är ett väldigt brett och något diffust koncept. Därför avgränsas arbetet till underkategorier som sammantaget anses utgöra begreppet. Kategorierna väljs utifrån vad som i denna rapport anses effektivisera energianvändningen och förbättra livskvaliteten för människorna i staden. Dessa kategorier redovisas i senare kapitel.

Vidare kommer rapporten att rikta studien mot kontorsbyggnader. Valet gjordes för att tydligare se hur byggnader kan bli mer energieffektiva samt bättre anpassade för att tillgodose god komfort till de som vistas i byggnaden utan att förändra användarnas vanor utanför arbetsplatsen. Dessutom möjliggjorde det en jämförelse med en befintlig kontorsbyggnad i Amsterdam. Byggnaden kallas The Edge och anses vara en smart och hållbar kontorsbyggnad.

Rapporten syftar till att ta reda på hur staden och kontorsbyggnaderna i staden kan bli effektivare och på så sätt spara energi under brukarfasen. Ingen hänsyn kommer att tas till produktion av byggnader för att tydligt avgränsa arbetet. I rapporten kommer inga ekonomiska beräkningar att utföras. Dock har vikten av att smarta lösningar måste vara ekonomiskt försvarbara inte förbisett.

De företag som intervjuats är verksamma i Göteborg. Detta för att få en lokal anknytning samt av praktiska skäl. Dock kommer diskussionen inte att avgränsas till Göteborg utan se till städer i allmänhet.

2. Litteraturstudie - smarta städer

Smart stad är både ett begrepp och ett koncept som vuxit mer och mer de senaste decennierna och uttrycket har använts allt flitigare i vetenskapliga artiklar. Städer, eller stadsutvecklade områden med en stor population, har alltid varit viktigt för människan då hennes sociala och ekonomiska aktiviteter koncentrerats där (Mori & Christodoulou, 2012). Städerna måste därför utvecklas och möta nya utmaningar i takt med att människans behov förändras. Städer över hela världen försöker exempelvis hitta nya lösningar på till exempel transportkopplingar, blandad markanvändning och högkvalitativa stadstjänster som ger en långsiktig positiv effekt på ekonomin. Många av de nya tillvägagångssätten som är relaterade till stadstjänster har baserats på utnyttjande av teknik (Albino et al., 2015).

Det finns många definitioner av vad en smart stad är och eftersom att uttrycket inte använts på ett konsekvent sätt har det blivit svårt att förstå vad det konkret innebär. Städer över hela världen anser att de är smarta, men definitionen och anledningen till att de anses vara smarta skiljer sig ofta. Dessutom är det svårt att använda definitioner som skrivits för ett decennium sedan på grund av den snabba och kontinuerliga utvecklingen inom tekniken i städerna (Dameri, 2014). Termen började användas på 1990-talet, men då lades fokus på betydelsen av ny IKT (information- och kommunikationsteknik) när det gäller modern infrastruktur inom städerna. Det var California Institute for Smart Communities som var bland de första att fokusera på att göra städerna smartare och hur de kunde utformas på ett bättre sätt gentemot tekniken (Alawadhi et al., 2012). Det var sedan Center of Governance via Ottawa University som började kritisera uttrycket då de ansåg att det lades för mycket fokus på tekniken istället för stadsutvecklingen (Hollands, 2008). Det går att se att användningen av uttrycket har tilltagit på 2000-talet och detta är relaterat till EU:s stadsprojekt och stöd inom ämnet (Jucevičius, Patašienė & Patašius, 2014).

Nam och Pardo diskuterar i sin artikel hur de tekniska, mänskliga och institutionella faktorerna skapar en smart stad. De skriver att den tekniska delen grundas på infrastrukturen, och framförallt hur den är kopplad till IKT. Den mänskliga faktorn är kopplad till människorna i staden och deras utbildning och kunskap eftersom det är den drivande kraften i en smart stad. Den institutionella faktorn utgörs av den politiska styrningen och reglementen eftersom samarbete mellan institutionella regeringar är mycket viktigt för att utforma en smart stad med smarta stadsinitiativ (Nam & Pardo, 2011).

FN stödjer antagandet om att befolkningen i städerna kommer att växa och detta medför att samhället behöver arbeta medvetet för att tillhandahålla hållbara städer. Det är också

vad FN försöker uppnå med sina miljö-, energi- och klimatmål (UNDP, 2018). I arbetet med detta har EU startat upp Smart Cities-initiativet vilket är ett verktyg för att påskynda omställningen av Europas städer till fossilfria och resurssnåla samhällen (Göteborgs Stad, 2018a). I ett försök att definiera vad en smart stad är har FN:s ekonomiska kommission för Europa (UNECE) och Internationella Teleunionens (ITU) skrivit:

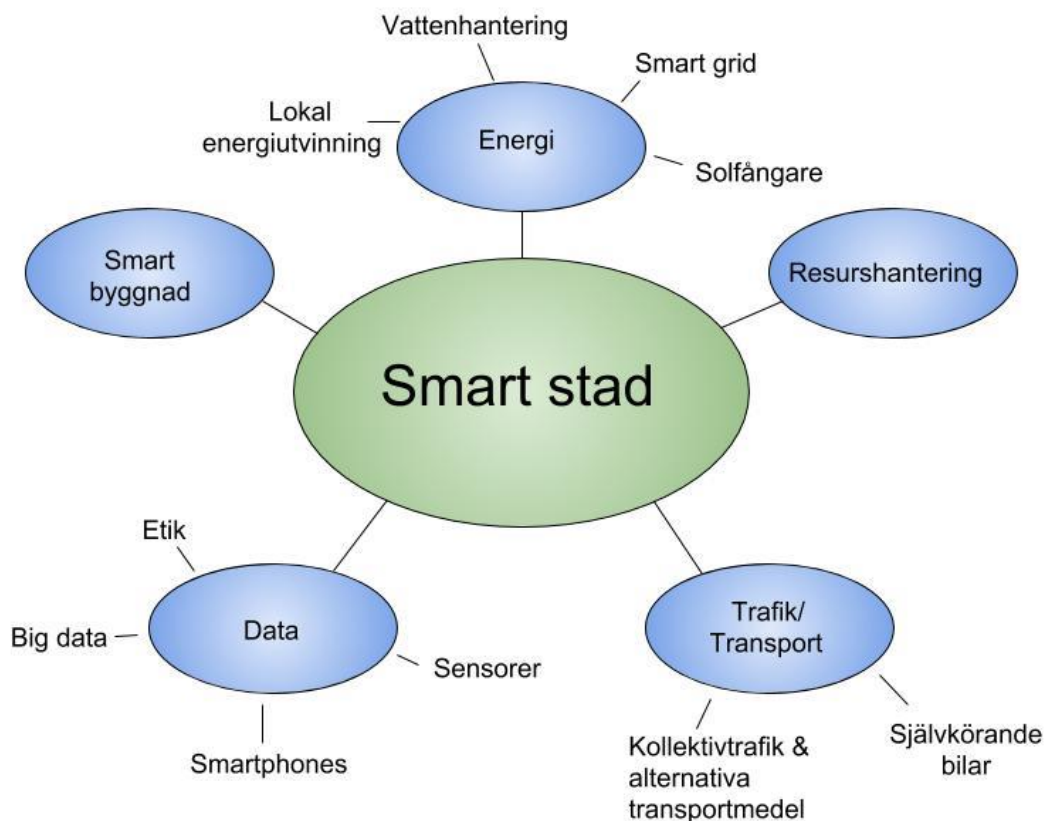
“A smart sustainable city is an innovative city that uses information and communication technologies (ICTs) and other means to improve quality of life, efficiency of urban operation and services, and competitiveness, while ensuring that it meets the needs of present and future generations with respect to economic, social, environmental as well as cultural aspects”.

(UNECE, 2016)

Definitionen beskriver att en smart och hållbar stad använder IKT och annan teknik för att förbättra livskvaliteten och effektiviteten i staden. Den möter även kommande generationers behov med respekt för ekonomiska, sociala, miljömässiga och kulturella aspekter. Detta är en relativt bred definition som täcker in många områden som kan tänkas ingå i konceptet smarta städer. Definitionen lämnar dock utrymme för fri tolkning vilket gör det svårt för någon att avgöra huruvida en specifik stad är smart eller inte.

Utifrån städernas stora energianvändning finns det potential att minska dess negativa miljöpåverkan. Införandet av ny teknik kan utnyttjas för att minska bland annat utsläppen av växthusgaser och förbättra städernas energieffektivitet. Tekniken får inte ha negativ påverkan på hållbarhetsmålen eller medborgarnas välbefinnande. Samtidigt måste den vara kostnads- och resurseffektiv (Ahvenniemi, Huovila, Pinto-Seppä & Airaksinen, 2017).

I ett försök att reda ut vad begreppet egentligen betyder har denna rapport delat upp det i fem huvudkategorier; data, energi, trafik/transport, resurshantering och smarta byggnader. Dessa delar utgör i denna rapport grunden för den smarta staden. Delarna kommer redas ut i varierande utsträckning beroende på komplexiteten i respektive kategori, i vissa fall med hjälp av ytterligare underkategorier. Genomgående för alla kategorier är att syftet måste vara att skapa ett hållbart samhälle, samt en effektivare och mer tilltalande vardag för människorna i staden. Figuren nedan är ett försök till att illustrera de olika delarna som bidrar till den smarta staden.



Figur 1: Bilden visar hur begreppet smarta städer delats in i fem huvudkategorier och underkategorier till vissa av dem.

2.1 Data

En smart stad avgränsas inte till data, men processer som med hjälp av data kan effektiviseras anses här vara smart. Detta är en tanke som stöds av bland andra Steenbrugger, Tranos & Nijkamp (2014). För att begripa hur data används i olika processer för att skapa smartare städer behöver först begreppet data förklaras.

Mängderna data som samlas in har ökat enormt de senaste åren. Nuaimi, Neyadi, Mohamed & Al-jaroodi (2015) förklarar att ungefär 90 procent av alla digitala data som fanns 2015 hade samlats in under de två föregående åren. Artikeln pekar på att mängden insamlade data kommer att fortsätta öka. Det faller sig således naturligt att datainsamling är en viktig del i den smarta moderna staden. Kan data användas och analyseras på ett bra sätt finns det stor potential för att effektivisera byggnader och städer (Gaur, Scotney, Parr & McClean, 2015). Ordet data kan dock vara något diffust och kommer brytas ner i några få enklare kategorier som i denna rapport anses vara kopplade till smarta städer.

2.1.1 Internet of things

År 2017 överskred antalet produkter kopplade till internet antalet människor på jorden och antalet apparater som är kopplade till internet kommer att överstiga 50 miljarder till

år 2020 (Ahmed et al., 2017). Dessa moderna apparater kopplade till internet har skapat något som kallas Internet of things (IoT). De anslutna föremålen kan vara allt från hushållsapparater och telefoner till hela byggnader. Många av dessa apparater samlar in stora mängder data. Det revolutionerande med IoT är att eftersom allting är uppkopplat kan de styras via internet, detta har även lett till att mängden insamlade data har ökat markant. Enligt Ahmed m.fl. (2017) finns det stor potential att effektivisera bland annat industrier på ett smart sätt med hjälp av data insamlad från IoT. Internet of things är en betydande komponent i den smarta staden, framförallt genom att hjälpa till med att samla in stora mängder data som sedan kan utnyttjas för att göra städer smartare.

2.1.2 Big data

Till följd av bland annat IoT har enorma mängder data samlats in vilket skapat begreppet big data. Data har som tidigare nämnts stor potential att göra städer smartare, men först måste insamlade data hanteras och analyseras. I och med att volymerna av insamlade data har ökat så pass kraftigt så har konventionella databasmetoder svårt att hantera all data. För att kunna analysera och utnyttja dessa data har därför nya plattformar skapats (Ahmed et al., 2017)). För att hantera big data delar Gaur et al. (2015) in processen i fyra steg: samla in data, behandla data, integrera data, och till sist skapa ett system för kontroller och varningar. Efter att ha delat upp berörda data går det att skapa anpassade tjänster för det område som relevanta data ska användas. Med hjälp av data kan mönster och korrelationer i användares beteende upptäckas. Utifrån dessa kan analyser göras för att skapa effektiva och smarta lösningar. Geografiska data insamlade av till exempel mobiltelefoner kan hjälpa stadsutvecklare att känna av stadens puls genom rörelsemönster (Steenbruggen et al., 2014). Detta är av nytta för att kunna utforma staden på ett bättre sätt. Big data är alltså ett begrepp för att beskriva de ökande mängder data som idag samlas in och behöver hanteras.

2.1.3 Sensorer

Sensorer är framför allt användbara då de kan sättas upp för att samla in data kopplad till något specifikt. Således kan mängden insamlade data hållas ned något eller åtminstone se till att insamlade data är mer relevant för det den skall användas till. Sensorer används för att samla in data kring allt från rörelsemönster till vattenförbrukning och klimat (Gaur et al., 2015). Data kopplat till något specifikt är praktiskt då det gör insamlade data lättare att analysera.

Nuaimi m.fl. (2015) skriver att sensorer kan användas till att samla in data för att på ett intelligent sätt hantera transport, hälsa, energi och miljö. I artikeln menar de att sensorer har stor potential att hjälpa människor i vardagen. Ett specifikt exempel på hur de kan hjälpa tas upp av Khoi, Saguna, Mitra & Ahlund (2015). De menar att det finns stor potential för att med hjälp av sensorer i smarta hushåll ta hand om en åldrande befolkning utan att de behöver lämna sitt hem. Genom att bevaka en person med exempelvis Alzheimers kan sensorer varna om patienten glömmer spisen på eller råkar vandra ut genom dörren mitt i natten och därigenom kan en potentiellt farlig situation förhindras. Sensorerna kan även upptäcka om rörelsemönster skiljer sig från de vanliga och i sådant fall varna någon som kontaktar eller uppsöker patienten.

I en intervju, kopplad till datahantering, med Jesper Knutsson, föreståndare för forskningen på HSB Living Lab, förklarade han att det är viktigt att se till att samla in relevanta data. Idag menar Knutsson att stora mängder irrelevanta data samlas in. Större mängder data kräver mer arbete med att analyseras. I arbetet med att samla in relevanta data är sensorer ett användbart verktyg. Användningsområdet för verktyget är, som påvisat ovan, brett. Det är även viktigt att inte underskatta vikten i att analysera insamlade data.

2.1.4 Smartphones

Smartphones samlar idag in stora mängder data. Tanken är att telefonerna ska hjälpa människor i deras dagliga liv genom bland annat appar för kartor, parkering och sociala medier. Samtidigt som apparna skapar en smidigare vardag samlar de in värdefulla data. I en artikel från 2014 visade Steenbrugger et al. (2014) att det finns stor potential för att använda data insamlade från smartphones för att göra städer smartare. I artikeln menar de att smartphones hjälper till att på ett tydligt sätt spåra mönster och människors beteende i den urbana miljön vilket i sin tur är till stor hjälp för att utforma städer på ett mer effektivt sätt.

Telefonerna kan även användas i andra aspekter av smarta städer. HSB Living Lab arbetar för närvarande på en app som kan visa energi och vattenanvändningen för en lägenhet i realtid, detta med förhoppningen att få brukaren mer medveten om sin konsumtion och på så sätt minska konsumtionen. Även andra intervjuade aktörer ser potential i att koppla samman byggnader och staden med smartphones och appar. Representanter från Karlastaden Utveckling AB pratade om att det finns potential för att i framtiden i större omfattning koppla samman byggnader och tjänster via appar. Smartphones utgör således en stor del i att göra städer smartare, både sett till datainsamling och ur användarperspektivet.

2.1.5 Etik - datainsamling

Utvecklingen har som tidigare nämnts gått snabbt och idag samlas det in mer data än någonsin tidigare (Nuaimi et al., 2015). Denna data kan vara känslig och inkräkta på personers privatliv. Tanken är oftast god och syftet är i de flesta fall inte att spionera på privatpersoner men när möjligheten finns så uppstår det ändå problem. Edward Snowden visade inte minst på detta när han 2008 läckte information om att National Security Agency (NSA) i USA samlade in data om privatpersoner såväl som ledare för andra länder på ett systematiskt sätt (BBC, 2014). Detta var visserligen en specifik typ av övervakning för att på ett medvetet sätt spionera på människor men läckan har ökat medvetenheten om problemet.

Flera personer som intervjuats under arbetet har tryckt på vikten av att lagra data på ett säkert sätt för att se till att privatpersoners integritet skyddas. I projektet med HSB Living Lab berättade Jesper Knutsson att all data är anonym och kan endast kopplas till nummer för att skydda de boende i byggnaden. Å andra sidan är det inte särskilt svårt att ta reda på vem som bor i en lägenhet där specifika data har samlats in. Sådan information är inte hemlig, vid porten till de flesta lägenhetshus står det listat boende i respektive lägenhet. Just i detta projektet sparar de i nuläget ingen data kopplad direkt till en person utan bara

kopplad till en viss lägenhet eller ett rum men det visar på problemet med att hålla data anonym.

Ytterligare problem med säkerhet vad det gäller data uppstår genom IoT. Tellez, El-Tawab och Heydari (2016) förklarar i deras artikel att säkerheten för hela nätverk blir sårbar i och med att säkerheten hos de apparater som är kopplade till nätverket via IoT ofta är sämre än traditionellt uppkopplade anordningar. Vidare visar de hur trådlösa nätverk av sensorer uppkopplade till IoT, som har blivit en allt större del av IoT, kan vara särskilt sårbara. Detta är ett av problemen med de nya teknikerna, vilka har blivit allt mer etablerade, som behöver hanteras.

Det finns lagar som reglerar hur data får sparas och vilka data som får samlas in. Eftersom tekniken utvecklas blir det också svårt att kontrollera all data och lagstiftningen blir utdaterad. I Sverige har det tidigare varit personuppgiftslagen (PUL) som reglerar lagar för datalagring men från och med maj 2018 kommer en ny förordning efter beslut från EU att träda i kraft. Denna förordning kallas Dataskyddsförordningen eller General Data Protection Regulation (GDPR). I Sverige kommer det att vara Datainspektionen som gör bedömningar i fall då förordningen inte följs (Datainspektionen, 2017). På datainspektionens hemsida skriver de (Datainspektionen, 2017):

“En övergripande tanke med de nya reglerna är att tydligare betona att det företag, myndighet eller annan organisation som behandlar personuppgifter aktivt måste ta ansvar för att se till att förordningens regler följs och kunna visa det (ansvarsskyldighet).”

(Datainspektionen, 2017)

Bland annat kommer lagen om sanktionsavgifter att förtydligas, något som inte varit lika uppenbart i den tidigare personuppgiftslagen. De som bryter mot förordningen kommer förmodligen att hållas ansvariga och bötfällas i större utsträckning än tidigare. (Danielsson, Nilsson, & Lindström, 2018). Denna nya förordning har gjort att en del av aktörer som intervjuats under projektet är försiktiga med satsningar på smarta byggnader kopplade till datainsamling. Det faller sig naturligt då nya lagar ofta leder till en viss ovisshet. Intervjuade representanter för organisationer har dock generellt varit positiva till lagar som på ett tydligt sätt reglerar datalagring. Detta då de, som tidigare nämnts, anser att de är viktigt att skydda integriteten hos privatpersoner.

2.2 Energi

Levnadsstandarden i västvärlden kräver idag stora resurser. Global Footprint Network sammanställde år 2012 hur olika länders levnadsstandarder står sig i förhållande till världens tillgångar. Utifrån denna sammanställning hade det behövts 4,3 jordklot för att hela världens befolkning skulle leva som en genomsnittlig svensk medborgare (Global Footprint Network, 2016) Enligt Naturvårdsverket (2017) står byggnader för cirka 40 procent av energikonsumtionen i Sverige. Det innebär att det finns stor potential för att spara energi och minska utsläpp inom fastighetsbranschen och på så sätt skapa en smartare stad. Utöver att en enskild byggnad kan förvalta sin egna energiåtgång på ett bättre sätt hade det varit önskvärt om byggnaderna kan samarbeta. Om byggnaderna kan kommunicera med varandra och dela med sig av energi och eventuellt sälja tillbaka

överskottsenergin till leverantören kan energiförlusterna minska. Detta är en del av ett koncept som kallas smart grid.

2.2.1 Smart grid

Smarta elnät syftar till att styra produktionen och förbrukningen av el för att utnyttja den mer effektivt och förbättra livskvaliteten för invånarna i staden (Mosannenzadeh et al., 2017). Enligt Belanger och Rowlands (2013) är smart grid ett elnät som med hjälp av styr- och informationsteknik övervakar och reglerar hur energi transporteras från olika energikällor för att anpassa sig efter skiftande behov och tillgång till energi. Detta för att minska påfrestningen på elnätet och få en jämnare förbrukning av el vilket är gynnsamt då elnätet kan få problem när väldigt mycket energi används samtidigt. Elförbrukningen anpassas till de tider då färre personer använder el, vilket leder till mindre belastning på elnätet och lägre elpriser. Tanken är att elnätet anpassar elförbrukningen för saker som är anslutna under längre tid men som inte behöver laddas konstant, till exempel elbilar. För industrier kan elnätet även stänga av vissa delar av produktionen som har låg prioritet under tider då det är hög påfrestning på elnätet och höga elpriser.

Idén är att det ska vara ett säkrare elnät som dessutom på egen hand kan tala om ifall det skulle bli några avbrott. Användare ska även kunna få information om sin förbrukning för att bli mer medvetna om sin energikonsumtion och utifrån det använda sin el smartare (Silvente et al., 2013). Dessutom bidrar elnätet till ett mer hållbart samhälle genom att integrera förnybar energi till elnätet (Ellabban, Abu-Rub & Blaabjerg, 2014). Idag finns det även exempel på byggnader som genererar mer energi än vad de gör av med. I framtiden menar Wurtz och Delinchant (2017) att det smarta elnätet även kommer vara sammankopplat med smarta byggnader och kunna dela energi mellan byggnader. Smarta elnät sammankopplade med byggnader som har potential för att generera energi kan bidra till att skapa smarta och hållbara städer.

2.2.2 Lokal energiutvinning

Det diskuteras ofta om energiutvinning ska bedrivas på lokal nivå istället för i stora anläggningar. Om energin utvinns lokalt inom ett kvarter eller till och med inom en enskild byggnad kommer energikvaliteten öka och transmissionsförlusterna bli mindre. I USA har det gjorts uppskattningar som säger att 7 procent av all energi som distribueras i ledningsnätet går förlorad i transmissionsförluster, vilket motsvarar ungefär 14 gånger New Yorks årliga energikonsumtion. Att istället utvinna energi lokalt hade inneburit att dessa transmissionsförluster i hög grad kunde undvikas och stora mängder energi kan sparas in. USA:s energidepartement uppskattar även att dessa transmissionsförluster kan uppgå till hela 25 procent av priset kunden betalar för energin (Bernhardt, 2014).

Sveriges elproduktion under 2016 var 152,5 TWh och den kom från ungefär 40 procent vardera av vatten- och kärnkraft (Statistiska Centralbyrån, 2017). Lokal energiutvinning har inte fått samma genomslagskraft i Sverige som i andra delar av Europa. Detta skulle kunna förklaras med den stora tillgången på energi av hög kvalitet (Dellby, 2017). Men för att komma ifrån de fluktuerande priserna på el som kommer från stora kraftverk installerar många kommuner lokala elkraftverk. De lokala mindre kraftverken är ofta vattenkraftverk och de står sammanlagt för 4,6 TWh. Även solkraft är något som börjar

installeras i allt högre utsträckning i Sverige, då ofta som solkraftsparker (Rydén, 2015). Även om lokal energiutvinning i Sverige utgör en mycket liten del av den totala mängden, visar till exempel Energimyndighetens rapport över solceller från 2016 att installationen av solceller ökat exponentiellt de senaste åren (Lindahl, 2017). En fortsatt implementering av system för lokal energiutvinning skulle kunna bidra till lägre kostnader och minskad miljöpåverkan vilket är en återkommande viktig del i en smart stad.

2.2.3 Solfångare

Beräkningar visar att jorden träffas av lika mycket solenergi under en och en halv timme som hela världen behövde under 2001 (Tsao, Lewis & Crabtree, 2006). Idag används solpaneler för att omvandla solenergin till elektrisk energi. Vanligtvis handlar det om solpaneler som installeras på hustak (BAPV; building-applied photovoltaics) eller i så kallade solcellsparker. På senare tid har fler och fler innovativa solcellslösningar implementerats.

Vid en intervju med Jesper Knutsson berättade han att de på HSB Living Lab arbetar med så kallade byggnadsintegrerade solceller (BIPV; building-integrated photovoltaics) som kan användas som byggnadsmaterial och har liknande egenskaper som vanliga fasadmateriell (HSB Living Lab, 2017a). Till skillnad från solceller som monteras på taken på byggnader i efterhand kan BIPV integreras i byggnaden och därmed uppta mindre plats och användas på delar av byggnaden som annars inte hade utnyttjats. En studie av två flygplatser i Brasilien visar att BIPV gav en högre maximal energiupptagning men BAPV genererade årligen 7 procent mer energi. Detta beror främst på att de solpaneler som monteras i efterhand kan ställas in så att de är riktade i precis rätt vinkel i förhållande till solen medan BIPV är svårare att installera i perfekt vinkel då de ska vara del av arkitekturen (Zomer, Costa, Nobre & Rütther, 2013). Att integrera de tekniska lösningarna på ett sådant sätt att de blir en del i arkitekturen är även det en detalj som eftersträvas i begreppet smarta städer.

2.2.4 Vattenhantering

Människan behöver vatten för att överleva och om vattnet inte renas korrekt kan det få svåra och dyra konsekvenser i form av bland annat sjukdomsutbrott. Därmed är kraven på dricksvatten mycket höga och likaså på reningen av avloppsvattnet som i vissa städer ska släppas ut i samma recipient som dricksvattnet tas upp ur. Istället för att rena vattnet två gånger skulle de två processerna kunna sammanfogas till en. Det är något som görs på flera platser på jorden med stora energibesparingar som resultat. Peter Scales, kemiingenjör på University of Melbourne i Australien, säger i en intervju med BBC att en stads vattenbehov kan sänkas med hela 60 procent om allt avlopps- och dagvatten återanvänds som dricksvatten (Woo, 2016). Potentialen för att minska energiåtgången vid vattenhantering är därmed väldigt stor. Med dagens krav på det utgående vattnet från svenska avloppsreningsverk skulle vattnet, med några få extra reningssteg, åter kunna pumpas ut som dricksvatten visar forskning (Nohrstedt, 2016). Det handlar mest om en psykologisk spärr hos människor, det känns helt enkelt fel att dricka samma vatten som man spolar ner sin avföring med.

Att byggnader lokalt kan ta vara på vatten och återanvända det anser Jesper Knutsson kommer bli ett stort steg i energieffektiviseringen. Särskilt i städer där det regnar mycket är det något som skulle innebära stora besparingar. Regnvatten samlas upp på tomten, behandlas lokalt och blir dricksvatten. Detta spolas sedan ner i avloppet och renas på plats för att sedan åter kunna ställas i en karaff på bordet.

2.3 Trafik/transport

Ett viktigt ämne att diskutera inom stadsutveckling är urbaniseringens påverkan på trafiken. Människors önskan att röra på sig har blivit större i takt med att det blivit både enklare, snabbare och billigare att förflytta sig. Detta ställer stora krav på trafikplaneringen i städerna. Som det ser ut nu är trafikstockningar ett stort och ökande problem i de flesta städer i världen och något som skapar irritation och förstör miljön (Moskvitch, 2014). En möjlig lösning till trafiksituationen kan komma att bli de autonoma fordonen, eller som de också kallas, de självkörande bilarna.

2.3.1 Självkörande och självparkerande bilar

Självkörande bilar skulle kräva en bråkdel av den yta som dagens bilar tar upp i städerna (Nourinejad, Bahrami & Roorda, 2018). Enligt David Z. Morris (2016) står bilar stilla i genomsnitt 95 procent av sin livslängd. Därmed finns det stor potential för att öka bilarnas verkningsgrad genom bland annat samåkning och prenumerationer på bilpooler. Utöver att bilparken skulle kunna minska i storlek, skulle självkörande bilar behöva mindre plats. Om alla fordon på gatan kommunicerar med varandra vet fordon A vart fordon B och C är på väg och kan därmed planera sin rutt utefter det. Detta kan medföra att fordonen skulle kunna köra närmare varandra och gaturummen inte skulle behöva upptas till lika stor del av bilväg (Bohan, 2016).

Något som är närmare i tiden och som redan existerar i mindre skala är bilar som parkerar sig själva. Idag handlar det om att de skannar parkeringsrutan och sedan gör parkeringsmanövern automatiskt. Dock skulle det kunna underlätta om bilarna kunde lämna av föraren dit hen ska för att sedan hitta en parkering själv i ett uppkopplat system, köra dit, parkera och sedan hämta upp föraren när det är dags. Det sägs att ungefär 30 procent av trafikstockningar i städer beror på bilar som letar parkeringsplatser (Shoup, 2006). Dessa 30 procent skulle kunna sjunka markant om bilarna redan innan vet var de ska parkera. Detta skulle i den smarta byggnaden kunna vara ett parkeringsgarage under byggnaden där chauffören kliver ur innan bilen själv kör ner. På så vis kan bilarna också parkera betydligt närmare varandra då dörrarna inte kommer att behöva öppnas.

Denna implementering av ett smart system skulle kunna bidra till människors ökade välmående då det skulle frigöras stora ytor i staden och bullernivåerna skulle även reduceras drastiskt, särskilt om bilparken övergår till att bli helt eldriven.

2.3.2 Kollektivtrafik och alternativa transportmedel

I de flesta större städer finns någon form av kollektivtrafik. Om det så är bussar, spårvagnar, tunnelbana eller något transportmedel. Kollektivtrafiken är ett snabbt och oftast smidigt sätt att förflytta sig på och hela parkeringsproblemet försvinner individen

vid kollektivt åkande. Att kunna flytta flera människor med ett fordon är högst önskvärt och det är en av de stora faktorerna för att minska trafikstockningarna. En av de stora nackdelarna med kollektivtrafiken är dock att gemene man inte längre är oberoende. Istället för att ta bilen när som helst måste vardagen planeras mot en tidtabell med avgångar. I större städer är detta bara ett mindre problem då avgångarna är tätt inpå varandra, men så fort det uppstår förseningar blir de ett stort irritationsmoment. En studie vid Berkeleyuniversitetet i Kalifornien visar att trafikanter irriterar sig betydligt mycket mer på förseningar som beror på företaget som sköter kollektivtrafiken, än de förseningar som beror på trafiken i allmänhet (Carrel, Halvorsen & Walker, 2013). En ytterligare anledning till att öka det kollektiva åkandet är att miljöpåverkan från en buss är avsevärt lägre än motsvarande om alla bussresenärer skulle kört sin egna bil.

I flera städer runt om i världen finns cykeldelning med ett flertal stationer posterade i staden, till exempel Styr och Ställ i Göteborg och Citi-bikes i New York. Idén med cykeldelning skapar möjlighet för invånarna i staden att röra sig på ett klimatsmart och hälsosamt sätt till en kostnad i form av ett abonnemang. På samma sätt skulle cykelpooler kunna utnyttjas. Ett företag som har flera kontor i en stad eller medarbetare som behöver gå på möten runt om i staden kan ha en egen pool med elcyklar som gör det smidigare för de anställda att ta sig till mötet istället för att ta bilen eller fastna i kollektivtrafiken.

2.4 Resurshantering

Det blir allt vanligare att inte äga allt en individ behöver i vardagen. Det kan vara allt ifrån hushållsapparater och sportutrustning till färdmedel och böcker. Fritidsbanken som startade 2013 i Forshaga, är ett bra exempel på detta. De lånar ut fritidsutrustning till privatpersoner helt gratis och skriver på sin hemsida att de har som mål att öppna en butik i varje kommun i Sverige (Fritidsbanken, 2017). Det görs även tester på vilka andra saker som befolkningen är villiga att dela på. Det vanligaste är verktyg, symaskiner och redskap till köket. Att vara en större grupp människor, till exempel boende i ett flerbostadshus, som delar på redskap eller liknande saker som en enskild person inte använder varje dag gynnar både miljön och privatekonomin.

Att inte äga sitt eget transportfordon utan istället bli medlem i en bil- eller cykelpool är något som ökat i stor omfattning (Garfield, 2017). Peter Nielsen från Karlastaden Utveckling AB berättade till exempel att de diskuterar att bygga en bilpool i garaget som kommer att sträcka sig under hela stadsdelen. Peter går vidare med att berätta att de även har tankar på att ha ett gemensamt garage för boende och arbetande i området. Meningen är här att de boende får parkera bilen under kvällstid, men på dagen ska parkeringarna vara tillgängliga för de som arbetar i området. Detta leder till att färre parkeringsplatser behövs.

I flera städer runt om i världen finns cykeldelning med ett flertal stationer posterade i staden, till exempel Styr och Ställ i Göteborg och Citi-bikes i New York. Idén med cykeldelning är att skapa möjlighet för invånarna i staden att förflytta sig på ett klimatsmart och hälsosamt sätt till en kostnad i form av ett abonnemang. Om cyklarna dessutom utrustas med elmotorer kan sträckorna de används över att bli längre och de kan bli ett ännu mer attraktivt färdmedel då de inte kräver samma fysiska ansträngning. Ett företag som har flera kontor i en stad eller medarbetare som behöver gå på möten runt om

i staden kan ha en egen pool med elcyklar som gör det smidigare för de anställda att ta sig till mötet istället för att ta bilen eller fastna i kollektivtrafiken.

På senare år har idén med delade kontorsytor blivit allt större (Alton, 2017). Det går ut på att ett företag hyr en byggnad för att sedan hyra ut kontorslokaler i byggnaden till andra aktörer (WeWork, 2018). Fördelen är att varje företag inte behöver ha en egen lokal, utan att flera olika verksamheter kan använda samma kontor. Lokalerna i byggnaden kan anpassas efter aktörers behov för att få plats med olika typer av företag i samma lokal (WeWork, 2018). Detta är gynnsamt i städer där det inte finns plats för nybygge. Konceptet är även attraktivt för små och nystartade verksamheter då det finns möjlighet att ändra eller uppdatera lokal om det behövs i framtiden (Alton, 2017).

2.5 Smarta byggnader

Att ge skydd och komfort är det grundläggande syftet för en byggnad. Allteftersom har komponenterna i byggnader utvecklats och förbättrats och idag finns ofta möjlighet för brukarna av byggnaden att styra belysning, ventilation, kylning och uppvärmning efter önskemål. Dagens byggnader blir mer och mer komplexa och de är ofta försedda med system som sammanlänkar tekniken. Detta är något som tas i åtanke redan vid planeringsstadiet av byggnaden och är med till slutet av projektet (LinkLabs, 2015). Efterfrågan på smarta tekniska lösningar i byggnader blir också större i takt med att tekniken utvecklas. Framtidens byggnader måste kunna ansluta de olika delarna på ett integrerat, dynamiskt och funktionellt sätt. Det blir även vanligare att ta byggnadens påverkan på miljön i beaktning. Då blir fokus att bistå brukarna med ett bekvämt klimat och samtidigt minimera negativ klimatpåverkan. Det är den mest grundläggande visionen för en smart byggnad; att skapa ett klimat som möjliggör för brukarna att vara effektiva till den lägsta kostnaden och framförallt till den lägsta negativa miljöpåverkan (Building Efficiency Initiative, 2011). Ett steg i rätt riktning mot att minska påverkan på miljön är att energieffektivera byggnaderna.

Sensorer är komponenter som kan användas för att göra en byggnad smart. De kan bland annat mäta ljusintensitet, termisk komfort, hygien och luftkvalitet för att kontrollera förbrukningen. Fröjd (2013) skriver i sin artikel att sensorer kan ha en bidragande roll i att göra byggnader smarta. Bland annat kan de användas för att upptäcka ineffektivitet, vid exempelvis energianvändning, och föreslå åtgärder (Fröjd, 2013). Ett steg vidare för byggnader är om de kan se förbi utrustningen inom sina fyra väggar och interagera med andra byggnader. För att denna vision ska kunna förverkligas, måste sättet att tänka finnas med ända från uppförandet av byggnaden, ända till slutet av dess livscykel. Det är viktigt att ta hänsyn till informationstekniken för att det ska vara möjligt att koppla ihop en mängd olika system, som vanligtvis arbetar oberoende, för att få hela byggnaden att samarbeta (Building Efficiency Initiative, 2011).

3. Litteraturstudie - smarta kontorsbyggnader

Det är svårt att definiera vad en smart kontorsbyggnad är då alla har olika åsikter. Det beror helt enkelt på vad varje brukare är i behov av på sin arbetsplats. Det går att peka på två viktiga faktorer för att en byggnad ska anses vara smart; att den kan anpassas efter brukarens preferenser och behov samt att den har en reducerad negativ miljöpåverkan (Tracy, 2016). I kontor är inommiljön särskilt viktig eftersom att den skapar en förutsättning för brukarna att vara effektiva. En dålig inommiljö kan ha en negativ inverkan på hälsan hos de personer som vistas där vilket inte är önskvärt (Arbets- och miljömedicin, 2009).

Två system som är viktiga att ha i en byggnad för att skapa en god inommiljö är belysning och ventilation. Dock kan dessa system kräva mycket energi när de är i drift (Rydqvist, 2010). Som tidigare nämnts står sektorn bostäder och service, där kontorsbyggnader ingår, för 40 procent av Sveriges totala energianvändning (Naturvårdsverket, 2017). Det är därmed önskvärt att implementera energibesparande åtgärder för att minska sektorns miljöpåverkan. Enligt Rydqvist (2010) utgör belysning 20–30 procent av kontorets elanvändning. Därmed kan energianvändningen minskas bara genom att implementera smarta energibesparande lösningar kopplade till ljusinstallationen. Även valet av ventilationssystem kan ha stor påverkan på energianvändningen i kontorslokalerna. Rydqvist menar vidare att energibesparingen för ett ventilationssystem kan bli så stor som 50–90 procent om det är ett värmeåtervinnande system jämfört med ett ventilationssystem utan värmeåtervinnare. Vidare kan ett behovsstyrt ventilationssystem, alltså ett system som sätts igång när en person är i rummet och stängs av när personen lämnar, minska energianvändningen ytterligare. Enligt Peng, Rysanek, Nagy och Schlüter (2018) kan energianvändningen minska med upp till 52 procent med ett behovsstyrt ventilationssystem jämfört med ett system som inte styrs av närvaro.

Således har en hel rad tekniska lösningar tagits fram för att skapa god komfort i kontor och med en låg negativ påverkan på miljön. Det innebär att de olika systemen som installeras i byggnaden ska utnyttja energi på ett så effektivt sätt som möjligt.

Utöver god komfort och energieffektiva system kan det vara önskvärt med en kontorsbyggnad som använder sig av IoT. Ernst (Ernst, 2018) menar att om en byggnad kan använda data insamlad från IoT och koppla samman system i byggnaden kan det underlätta bland annat underhållet av byggnaden. Vidare menar Ernst (2018) att IoT också skulle bidra till större komfort för brukarna samt energibesparing i byggnaden. Det visar på hur insamling och användande av data kan vara en del av en smart kontorsbyggnad.

En av världens smartaste byggnader, och den i särklass mest hållbara enligt Robin Bratt på Fastighetstidningen (2017), anses vara en kontorsbyggnad som kallas The Edge. Genom att betrakta The Edge tilldelas en rad exempel på hur ett kontor, genom diverse tekniska lösningar samt användande av data, kan vara energieffektivt och samtidigt möta brukarnas önskemål och behov.

3.1 The Edge - Världens grönaste byggnad

Deloitte's huvudkontor The Edge, som är belägen i Amsterdam, tilldelades år 2016 en poäng på 98,36 procent av miljöcertifieringssystemet BREEAM, vilket är det högsta som delats ut (Randall, 2015). Enligt BREEAM integrerar The Edge många smarta tekniker för att skapa anpassningsbara och intelligenta arbetsplatser (BREEAM, 2018a). BREEAM har bedömt över två miljoner byggnader i 77 olika länder och de bedömer hela byggnadens livscykel sett till hållbara och innovativa lösningar (BREEAM, 2018b).

En av de smarta, och förhållandevis enkla, tekniker som använts är konceptet "hot desking". På kontoret arbetar cirka 2500 anställda och de delar på 1000 skrivbord. Ingen har ett eget kontor utan platsen medarbetarna blir tilldelade på morgonen är anpassad efter dagens behov. Om de till exempel ska ha möte tilldelas de ett mötesrum, om de ska ringa samtal hänvisas de till ett mindre, tystare, rum. Det hela är ett enkelt sätt att effektivisera användningen av kontorsytan och indirekt även energianvändningen i byggnaden (Randall, 2015).

En av många tekniker som gör The Edge speciellt är de 28 000 sensorer som finns installerade i byggnaden. Sensorerna mäter allt från rörelsemönster, ljusintensitet, fuktighet, temperatur och energianvändning till om kaffemaskinen behöver fyllas på (Oostrom, 2016). De skickar sedan informationen till ett datorsystem som lagrar och hanterar datan (Philips, 2018). Datan analyseras och används i en app i de anställdas telefoner. Så fort de anställda vaknar på morgonen kopplas de upp mot appen och den vet direkt hur deras schema ser ut för dagen. På så sätt kan den boka det rum eller skrivbord de behöver för dagens uppgifter. När de anställda kommer till kontoret kan appen tala om var deras bil kan parkeras. Mjukvaran vet också vilka preferenser brukarna har och kan då anpassa belysning, temperatur, ventilation och andra tekniska system i det rum som bokas (Randall, 2015). Även städfirman som sköter rengöringen av arbetsplatsen är uppkopplad på nätet för att kunna ta del av vilka delar av byggnaden som används mycket under dagen och som eventuellt behöver städas. De kan även få information om hur många gånger en toalett har använts (Oostrom, 2016). Det visar på hur datainsamling kan bidra till en anpassad miljö för varje medarbetare samt en effektiv användning och skötsel av kontorsytan.

The Edge är en av få byggnader i världen som producerar mer el i byggnaden än vad som krävs för att driva den. Den har en mängd solpaneler, både på väggar och tak, och använder LED-belysning som är 80 procent mer effektivt än vanlig konventionell belysning. Även regnvatten samlas in på taket och balkongerna för att sedan användas till spolning i toaletterna. Till och med vissa maskiner i byggnadens gym är uppkopplade till elnätet för att omvandla den mekaniska energin till elektrisk energi. Allt detta i kombination med termisk energilagring bidrar till energieffektivisering av byggnaden (Forsberg, 2016).

Som beskrivet finns det en hel rad tekniker som bidrar till att göra The Edge smart och energieffektivt. Byggnaden är ett exempel på hur en smart kontorsbyggnad kan se ut och fungera men självklart inte den enda möjliga formen av smarta kontor. I befintliga byggnader finns rimligtvis inte samma möjlighet till att utforma smarta och integrerade lösningar som vid nyproduktion. Då får tekniken istället bytas ut och uppdateras för att exempelvis energieffektivisera byggnaden. Trots att det inte gör kontoret lika smart som

The Edge så är det mer energieffektivt än att riva befintliga byggnader och bygga nytt. Vidare är lösningarna i The Edge starkt kopplade till de företag som bedriver sin verksamhet i byggnaden. Alla företag har inte samma behov och preferenser men The Edge visar ändå på flera smarta lösningar som kan implementeras i olika kontorsbyggnader.

3.1.1 Belysning

Artificiell belysning, det vill säga skapad eller konstgjord belysning, står för betydande 19 procent av energianvändningen i en byggnad (Zou et al., 2018). Det har skapat en efterfrågan på mer energieffektiva belysningssystem, inte minst för de kontor som önskas göras smartare. Studier har visat att information om närvaro kan spela en viktig roll i arbetet att reducera belysningens energikonsumtion då det minst energieffektiva är att lysa upp ett rum där ingen befinner sig (Nagy, Yong, Frei & Schlueter, 2015). Grundläggande system som släcker och tänder ljuset beroende på om det finns någon närvarande i rummet har visat kunna minska den konsumerade energin med 24 procent (Williams, Atkinson, Garbesi, Page & Rubinstein, 2012). Vidare kan system bli än mer energisnåla genom att tona ner ljusstyrkan vilket ofta är i enlighet med brukarens personliga preferens samt med hur mycket solljus som kommer in i byggnaden (Wen & Agogino, 2011).

Utöver energibesparingen bidrar en god ljussättning till komfort hos brukaren. Labeodan, De Bakker, Rosemann och Zeiler (2016) menar att det finns en stark koppling mellan tillfredsställande belysning och brukarens humör och produktivitet. Att skapa en tillfredsställande miljö för brukarna kan således vara ett av huvudmålen med att skapa smarta kontor.

Det är kunskap som skaparna bakom The Edge har använt sig av. Genom att bara ha belysningen igång i de rum som används och samtidigt anpassa ljusstyrkan efter varje medarbetares behov och mängden solljus som kommer in kan energianvändningen minskas samtidigt som ljussättningen skapar god komfort (Randall, 2015).

3.1.2 Ventilation- och värmesystem

Bland alla energikrävande system i en byggnad spelar HVAC-system en stor roll. Enligt Chenari, Dias Carrilho och Gameiro Da Silva (2016) står HVAC-system för så mycket som 40 procent av energianvändningen hos kontorsbyggnader i EU, trots att systemen har utvecklats mycket och nått en hög teknisk mognad. För att garantera god luftkvalitet i en byggnad kan det behövas hög ventilation samtidigt som det är fördelaktigt med låg ventilation då det kan minska energianvändningen (Blomsterberg, Sandberg & Wahlström, 2007).

Det finns framförallt två huvudtyper av ventilation; mekanisk och naturlig (Atkinson et al., 2009). Den mekaniska ventilationen drivs generellt av elektricitet medan det vid naturlig ventilation skapas luftströmmar av temperatur- och tryckskillnader mellan ute- och inneklimatet. Det är svårare att kontrollera luftströmmar och luftkvalitet vid naturlig ventilation men en fördel är att processen inte kräver någon energi. (Achim Friedrich, 2011) Det finns en tredje typ av ventilation som kombinerar den naturliga och mekaniska,

nämligen hybridventilation. Med hybridventilation utnyttjas de naturliga drivkrafterna, alltså vind samt temperatur- och tryckskillnader och när de inte räcker till används fläktar och styrning för att uppnå önskad ventilation (Edfeldt & Elsmén, 2007).

I The Edge finns en viss naturlig ventilation som möjliggörs av att nätpaneler mellan de olika våningarna låter luft från kontorsrummen sippra ut till det öppna, innergårdslänkande utrymmet. Där stiger luften och sipprar så småningom ut genom taket och skapar på så sätt en loop av naturlig ventilation (Randall, 2015). Det finns en värmeväxlare som tar vara på värmen i luften innan den sipprar ut genom byggnaden (BREEAM, 2018a). På så sätt utnyttjar byggnaden naturliga drivkrafter i ett hybridsystem.

Chenari et al. (2016) kommer till slutsatsen att hybridventilation bidrar till en minskad energianvändning, samtidigt som systemet förser byggnaden med en acceptabel kvalitetsnivå på luften. På så sätt bidrar det till en minskad energianvändning och ett behagligt inneklimat. Det är därmed ett attraktivt system för smarta byggnader.

4. Resultat

Smart är ett begrepp som förändras med tiden. Det som var smart förr behöver inte nödvändigtvis vara smart idag, vilket är ett av problemen med smarta städer. Utöver det kan konceptet innefatta olika delar beroende av var det används. Något som är smart i Sverige måste inte vara smart i ett annat land då de geografiska förutsättningarna är annorlunda.

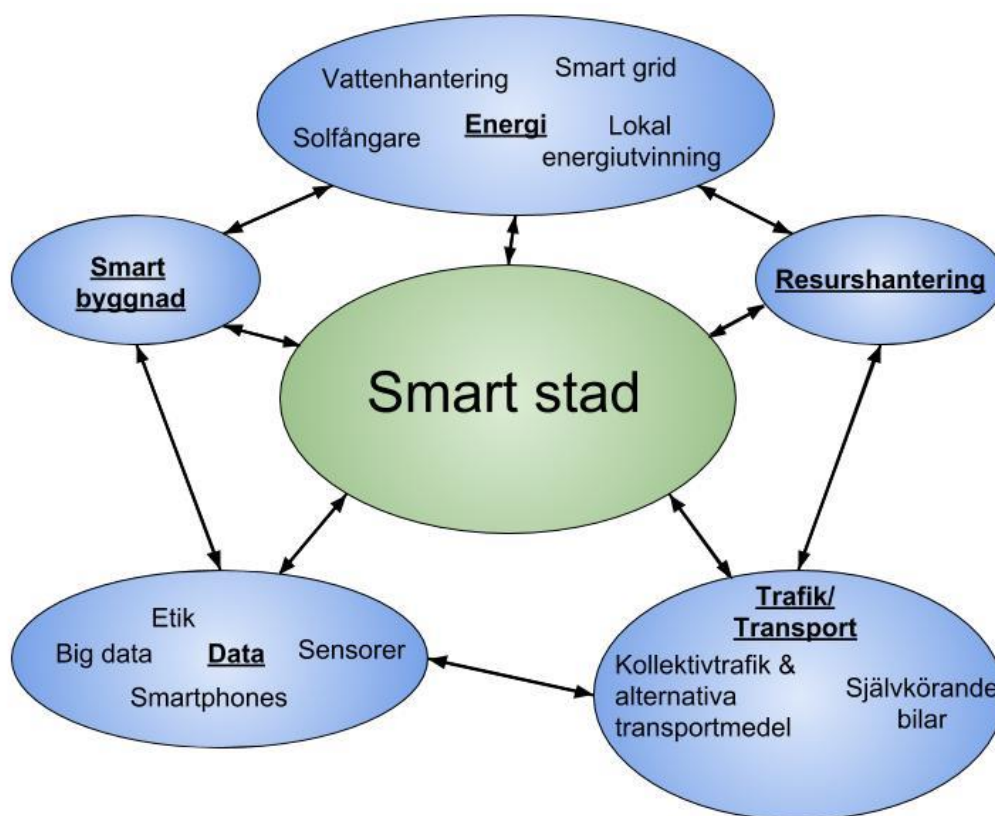
Då det inte finns en generell definition av begreppet är det svårt att kollektivt jobba mot samma smarta stad. Det som beskrivits i litteraturstudien är byggstenar som här anses vara en del av en smart stad. Dock skulle det vara svårt att sammanfatta de olika delarna till något som skulle kunna fungera som en mall för företag och organisationer. Ett problem som kan uppstå i praktiken med alla dessa olika byggstenar är att en aktör kan arbeta aktivt med en av byggstenarna och sedan gå ut och marknadsföra sig med att hen arbetar med smarta städer. Idag anser vissa att till exempel digitalisering av arbetsgången är smart medan andra vill arbeta med mer fokus på hållbarhet.

Kajsa Crona på Sweco sammanfattade det som att en teknisk lösning inte kan vara smart om den inte även främjar människans tillvaro. Med det menas att om produkter eller tjänster skapas, vilka varken tillför något eller förenklar för människan kan de inte klassas som smarta. Vad som dock genomsyrar de olika kategorierna är att de ska främja miljön och inte påverka den negativt. Detta är ytterligare en definition som kan anses vara smart, dock är den ändå bred och kan tolkas på flera sätt.

Att begreppet gått från att först handla om digitala städer till intelligenta städer och slutligen smarta städer har bidragit till att begreppet efterhand blivit allt mindre tydligt. Idag är det fortfarande stor vikt vid användning av IT och på senare år har IoT hamnat i fokus. Men det är viktigt att begreppet inte slutar vid att fokus endast ligger på tekniken. Genom litteraturstudien har det framgått att många anser att en smart stad är en stad som

verkar positivt för miljön och använder tekniken som ett medel för att uppnå en miljömässigt hållbar stad.

Under arbetets gång har gruppen insett att den ursprungliga bilden som gjordes för att illustrera hur den smarta staden delas upp olika kategorier inte skapar en representativ bild för begreppet. Kategorierna som definieras i litteraturstudien går i varandra och kan inte ses som skilda delar. Till exempel beror de tekniska lösningarna i smarta byggnader av data och sensorer, vidare kan kollektivtrafik ses som en del av resurshantering. Därför har bilden modifierats för att försöka illustrera att de olika delarna beror av varandra.



Figur 2: Bilden visar på komplexiteten i begreppet och att de fem kategorier som inledningsvis valdes, alla är sammanlänkade.

4.1 Smarta kontorsbyggnader

Bland det viktigaste för en så kallad smart kontorsbyggnad är att den ska vara anpassad efter brukarens behov samtidigt som den, genom effektiv användning av energi, har en så låg miljöpåverkan som möjligt. Det är ett relativt brett sätt att uttrycka sig och gör det möjligt att använda många olika lösningar för att skapa en smart kontorsbyggnad. Det belyser än en gång svårigheten i att definiera vad som gör ett kontor smart.

En byggnad som The Edge är smart då hela byggnaden är skapad för att komma fram till brukarnas behov och sedan möta dem. De energikrävande systemen i huset är dock

fortfarande gjorda för att använda energin på ett så effektivt sätt som möjligt. Likaså kan en byggnad som installerar ett ventilationssystem som kräver mindre energi än det tidigare kallas smart då ventilationssystemet både tillgodoser brukarnas önskemål om frisk luft och använder energin mer effektivt än tidigare.

Att inse vilken verksamhet som kommer bedrivas i en byggnad är av yttersta vikt för att tillämpa smarta lösningar. I fallet The Edge är byggnaden byggd för att husera revisions- och konsultföretaget Deloitte. Detta medför att de har helt olika krav jämfört med andra företag. De behöver snabbt internet och konstant uppkoppling, liksom ett företag inom webbdesign, men egna skrivbord för de anställda är inget måste. På ett arkitektkontor eller en spelutvecklare är det å andra sidan lätt att tänka sig att alla anställda önskar ha ett eget skrivbord. De har stora monitorer, kraftfulla datorer och ritbord, vilket medför att de inte kan ha lika fluktuerande arbetsplatser. Utifrån detta är det enkelt för ett konsultbolag att använda sig av en hot-desking-tjänst. De hyr in sig där när de behöver ett skrivbord och när de inte behöver det kan någon annan använda det.

En hel del smarta system används redan i de allra flesta kontor och kan ses som standardiserade lösningar. Ett exempel på en sådan lösning är belysningssystem som i många byggnader automatiskt stängs av då ingen befinner sig i rummet. I The Edge, som dessutom har utvecklat systemet ytterligare, är det ett av många system som är med och bidrar till att göra byggnaden smart. Å andra sidan kan ett smart belysningssystem vara det enda systemet som gör en annan byggnad smart. Det går således att resonera kring att det finns olika grader av smarthet.

För att göra kontorsbyggnader smarta är en viktig komponent att ha effektiva ventilations- och belysningssystem eftersom att de står för betydande 40 respektive 19 procent av energianvändningen i en byggnad. Det är dessutom två system som kan ha stor inverkan på brukarens komfort. Utöver det är det svårt att ge exempel på hur en byggnad ska vara konstruerad och vilka typer av tekniska system som bör installeras eftersom att det beror på hur smart den ska vara. Det är också viktigt att ta i beaktning att en lösning som gör en byggnad smart idag kan vara utbytt om bara något år eftersom tekniken utvecklas. Tidsaspekten, samt argumentet att något kan ha olika grader av smarthet gör det svårt att ge konkreta exempel på hur en byggnad kan göras smart.

4.2 Jämförelse av intervjuer och litteraturstudie

I ett försök att få olika fram olika aspekter av smarta städer har skilda delar av byggsektorn kontaktats. Personer som arbetar med HSB Living Lab intervjuades för att få en bild av hur det forskas kring begreppet och privata företag har kontaktats för att ge sin syn på saken. Slutligen har även kommunala bolag kontaktats för att se hur Göteborgs stad arbetar med konceptet.

Under samtalen har det framkommit att alla intervjuade har arbetat och arbetar med begreppet i varierande utsträckning. För vissa är det ett något som används inofficiellt på kontoret medan andra har det som ett aktivt mål. Sammandrag från dessa intervjuer hittas i bilaga B om de berörda givit sitt samtycke. Intervjuade personer och respektive organisationer redovisas i tabellen nedan. Av sekretesskäl kommer hela intervjun med

Stadsbyggnadskontoret ej att bifogas till rapporten. Endast delar som ej berör känsliga aspekter och som godkänts av Svensson kommer tas med.

Tabell 1: Intervjuade personer med respektive organisation. Stadsbyggnadskontoret

Intervjuad organisation	Intervjuade person(er)	Titel	Kommentar
Johanneberg Science Park	Evdoxia Kouraki	Project manager	Kopplat till HSB Living Lab
Chalmers tekniska högskola	Jesper Knutsson	Director of Infrastructure at HSB Living Lab. Forskare på arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, vatten- och miljöteknik	Kopplat till datahantering vid HSB Living Lab
Karlastaden Utveckling AB	Peter Nielsen, Christer Klint och Ulrika Sandford	Affärs- och projektutvecklingschef (Klint) Projektchef (Nielsen) Marknads- och kommunikationsansvarig (Sandford)	
Sweco	Kajsa Crona, Thomas Limmert, och Gustav Karlsson	Marknadsansvarig på Sweco Architects (Crona) Enhetschef på Sweco Systems (Limmert) Affärsutvecklare på IT och samhällsutveckling (Karlsson)	
Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs Stad	Anna Svensson	Processledare innovation och utveckling	
Fastighetskontoret, Göteborgs Stad	Lukas Memborn	Miljöstrateg	Kommunikation skedde via mail

4.2.1 Synen på smarta städer

En ganska splittrad bild av smarta städer framkom när de intervjuade berättade om sin syn på smarta städer. I intervjun med representanter från Sweco ansåg de att fokus måste ligga på hållbarhet och människans välmående samt att uttrycket börjat gå mer mot hållbarhet snarare än tekniska lösningar. På företagets hemsida är det samtidigt ganska stort fokus på tekniska lösningar och dataanalys, om än i samband med hållbarhet, när de skriver om smarta städer (Sweco, 2018). Detta visar på komplexiteten i ämnet, när de inom ett företag inte till fullo återger samma bild. Detta faller sig naturligt då begreppet är väldigt brett och i ständig förändring. Det leder även till att de som arbetar aktivt med det, vilket de intervjuade gör, nästan måste välja en riktning att gå i sitt arbete för att skapa konkreta mål.

De intervjuade på Karlastaden och Stadsbyggnadskontoret pratade relativt mycket om tekniska lösningar, samtidigt ansåg de att det är viktigt att få med sig helheten. Memborn på Fastighetskontoret fokuserade istället på resurseffektivitet i samband med komfort för boende i staden. Under intervjuerna har bilden av ett splittrat begrepp med vissa gemensamma drag stärkts ytterligare. Det gemensamma fokuset är att skapa en smidigare vardag för befolkningen samtidigt som det värnas om hållbarhet. Hur konceptet smarta städer tillämpas för att nå detta är något som varierat avsevärt.

De intervjuade pratade i stor utsträckning om de olika delar som tas upp i litteraturstudien. Alla berörde delarna olika mycket och på varierande djup. I samtal med representanter från Karlastaden och Stadsbyggnadskontoret fokuserar de mer på data och tekniska lösningar, medan de från Sweco och Fastighetskontoret fokuserar mer på hållbarhet och resurseffektivitet. Samtidigt har de svårt att avgränsa sig till ett område och trycker ofta på vidden och helheten i begreppet. Samtalen kring vad som är en smart stad sammanföll i stora drag med bilden som skapats tidigt i den litteraturstudie som gjorts i denna rapport.

4.2.2 Det ökade intresset för smarta städer

Alla intervjuade aktörer pekar på att det trots förvirringen kring smarta städer råder ett ökande intresset för konceptet. I intervjun med Kouraki från JSP, kopplat till HSB Living Lab, framkom det att allt fler intresserar sig för smarta byggnader. Ett ökande antal aktörer har hört av sig för att ta del av data kopplat till genomförda projekt eller för att utföra egna projekt i HSB Living Lab. Även representanter från Sweco och Karlastaden har sett en trend kring begreppet och vill ligga i framkant av denna. De intervjuade från Sweco har under en längre tid arbetat aktivt med sin definition av begreppet. De anser att fokus har skiftat mer mot hållbarhet i stort mer än tekniska lösningar. Något som de tror kommer ske i allt större utsträckning. Karlastaden Utveckling AB är i sin tur ett nyskapat företag och har därför inte några tidigare projekt, men de intervjuade förklarar att de vill skapa förutsättningar för att stadsdelen Karlastaden ska kunna bli en smart stad. De ser dock svårigheter kring att planera specifika tekniska lösningar i ett så tidigt skede av byggprocessen. Då utvecklingen går så snabbt inom teknik och data, blir tekniska lösningar på kort tid föråldrade.

På Stadsbyggnadskontoret och Fastighetskontoret anser de att det är väldigt svårt att använda det breda begreppet i specifika projekt. De är stora organisationer som arbetar inom olika förvaltningar och endast tittar på sin del av staden. De ser smarta städer mer

som en vision och en helhet att sträva efter. Stadsbyggnadskontoret har ingen möjlighet att ställa krav i planprocessen på hur specifika lösningar ska se ut. Fastighetskontoret kan jobba med civilrättsliga avtal där krav på till exempel miljö och energi kan ställas. De förklarar dock att det ofta blir krångligt när de försöker ställa för specifika krav. Det blir då svårt att hitta aktörer som vill bygga samtidigt som projekten riskerar att bli väldigt dyra. För att smarta projekt ska vara genomförbara är det viktigt att se till att de är ekonomiskt försvarbara. Detta är något som även Karlastaden är tydliga med.

4.2.3 Nästa steg för smarta byggnader

Även idéerna kopplade till framtida smarta lösningar för byggnader skiljer sig bland de intervjuade. Knutsson och Kouraki på Chalmers respektive JSP var dock överens om att solpaneler, gärna integrerade i byggnader, är något de tror kommer få fart de närmaste åren. Knutsson förklarar att tekniken för solenergi är mogen för att användas i större utsträckning och att solpaneler har börjat få ett ordentligt genomslag på internationell nivå. Vidare tror Knutsson att lokal produktion av dricksvatten, bland annat genom att återvinna regnvatten, kommer att tillämpas mer i framtiden. Samtidigt tror Kouraki att ett smartare val av hållbara och naturliga byggnadsmaterial, till exempel trä istället för betong, kommer att ske i större utsträckning.

Limmert på Sweco pratade om att det finns nya tekniska lösningar att använda i byggnader, till exempel utveckling av artificiell intelligens och IoT. Samtidigt förklarar representanterna från Sweco att den stora utvecklingen förmodligen kommer fokusera på att koppla ihop byggnader med varandra och vidare med staden i större omfattning. De anser att det är viktigt att börja tänka utanför väggarna när man talar om smarta byggnader.

De intervjuade på Karlastaden tror att appar i större utsträckning kommer att vara sammankopplade med framtidens byggnader. Appar menar de kan förenkla vardagen för människor som brukar byggnader. Bland annat genom funktioner för allt från att boka tvättid till att boka bil i en bilpool eller hitta en parkeringsplats. De tycker att det finns stor potential för att koppla samman många funktioner till en portal eller app som är kopplad till byggnader och staden. De ser även stor potential för att på ett bättre sätt utnyttja parkeringsplatser vid byggnader. Om de som bor i området arbetar på annan plats kan de ha tillgång till sin parkeringsplats på kvällen och natten och sedan kan de som arbetar i området utnyttja platsen dagtid. Vidare tror de att självkörande bilar kommer att förändra hur parkeringar används. Parkeringsplatser skulle till exempel inte längre behöva ligga i anknäring till byggnaden och på så sätt frigöra mycket plats.

Svensson på Stadsbyggnadskontoret pratade i sin tur mycket om digitalisering och kommunikation. De vill bli bättre på att använda sig av digitalisering i alla delar av plan- och byggprocessen. De vill bland annat bli bättre på att digitalisera förvaltningsprocessen och arbetar mycket med Building Information Modeling (BIM) och andra 3D modeller. De vill även skapa hela Göteborg i en datormodell för att möjliggöra fler analyser och modelleringar digitalt.

Dessa olika uppfattningar av vad som är nästa steg för smarta lösningar kopplade till byggnader visar återigen på att begreppet är otydligt. I och med att det är så pass öppet

lämnar det mycket utrymme för tolkningar vilket bidrar till att idéerna varierar. En del lösningar är starkt kopplade till hållbarhet medan andra nästan uteslutande fokuserar på teknologi och digitalisering. Allt går dock fortfarande under namnet smarta städer.

Intervjuerna kring smarta städer har varit väldigt talande för ämnet i stort. Alla tillfrågade har varit bekanta i olika grad med uttrycket men har haft olika syn på vad det innebär. Hållbarhet har dessutom börjat ta allt mer plats inom ämnet. Detta sammanfaller med den bild som skapats av gruppen genom litteraturstudien.

5. Diskussion

I denna del av rapporten presenteras en analys grundad på litteraturstudien och resultatet. Analysen fördjupar sig i problemen kring att definiera begreppet smart stad, att förklara vad en smart byggnad är och försöker sedan beskriva hur de intervjuade företagen har ställt sig till ämnet. Först diskuteras hur begreppet används och svårigheten med det, vidare diskuteras kontorsbyggnader och kapitlet avslutas med att intervjuerna analyseras.

5.1 Svårigheten med begreppet

Som framkommit i resultatet är det väldigt svårt att definiera vad en smart stad är. Uttrycket används flitigt i dagsläget och har utvecklats med tiden då det har kommit ny teknik och nya behov från människan. En aspekt att ta hänsyn till, är när i tiden uttrycket används. Det som ansågs vara en smart lösning för flera år sedan, är kanske inte lika aktuellt idag. Det beror även på var i världen man befinner sig, och vad brukaren är i behov av just där. Till exempel kan en stad i ett varmare klimat nära ekvatorn anses vara smart på grund av byggnaders position i förhållande till varandra och vindens riktning. Det kan vara önskvärt att bygga så att vindtunnlar uppstår för att få en svalkande effekt i staden. I kyligare städer som Göteborg anses förmodligen inte detta som lika väsentligt. I Göteborg är vind snarare ett problem som försöker att minskas med hjälp av strategisk placering av byggnader.

Idag används alltså ett uttryck som ingen egentligen kan definiera. Detta har således lett till att ingen har kommit fram till någon mall för hur uttrycket ska användas. Det finns städer som säger att de är smarta genom att komma på egna definitioner av vad en smart stad är, kopplat till vad just de behöver utveckla. Begreppet smarta städer har blivit ett allt mer vedertaget uttryck, vilket försvårar möjligheterna för att ändra på det nu. En lösning kan vara att försöka dela in ämnet i mindre underkategorier som avgränsar sig till ett eller flera områden. Detta hade då lett till att uttrycket använts på ett tydligare och mer kontrollerat sätt. Det hade med denna uppdelning även varit tydligare på vilket sätt en stad anses vara smart.

5.2 Begreppet smart kontorsbyggnad

I denna rapport anses det viktigaste för en smart kontorsbyggnad vara att den är anpassad för de som brukar den samtidigt som de installerade systemen i byggnaden är energisnåla. Det är ett sätt att beskriva en smart byggnad. Vidare finns det flera olika definitioner och

tankar kring vad som är smart och således finns samma svårighet med begreppet smart kontorsbyggnad som med begreppet smart stad.

Att anpassa byggnaden för brukaren ger också stora möjligheter till att tolka vad som är smart. Som beskrivet i resultatet har olika verksamheter olika behov och vad som är smart för ett företag måste inte vara det smartaste för ett annat, ett argument som ytterligare försvårar för en tydlig förklaring till vad en smart kontorsbyggnad är.

Ett bekymmer med att påstå att god komfort och minskad energianvändning är det viktigaste för en smart kontorsbyggnad är att faktorerna kan anses vara något motsägelsefulla. Om någon önskar minska energianvändningen kan denne till exempel stänga av ventilationen i byggnaden. Dock skulle det resultera i försämrad luftkvalitet och således en minskad komfort för brukarna. Då måste det finnas en balans mellan komfort och energianvändning.

Det går att argumentera för att komforten ska få spela en stor roll i en kontorsbyggnad då det skapar förutsättning för medarbetarna att vara effektiva. Vidare går det att påstå att en byggnad är onödig om den inte bistår med komfort för människan och således kan det då argumenteras för att den är osmart.

5.3 Analys av intervjuer

Gruppen hade tidigt en vision om att prata med många aktörer kring ämnet för att skapa en så bred och tydlig bild av begreppet som möjligt. Intervjuerna planerades att göras i så tidigt skede som möjligt för att sedan ha god tid att bearbeta dem. Efter den initiala och övergripande litteraturstudien av ämnet verkade det som att begreppet var vedertaget och används av de flesta aktörer. I ett Göteborg som står inför en stor ombyggnad och utveckling kändes läget väldigt hoppfullt. Det antogs därför, tämligen naivt, att många aktörer gärna skulle vilja prata om ämnet. En lista gjordes på intressanta aktörer och gruppen började således maila och ringa för att försöka boka in intervjuer. Aktörer som kontaktades var Veidekke, WSP, Sweco, Stena Fastigheter, Skanska, Peab, Castellum, Vasakronan, NCC, Wallenstam, Göteborgs Stad, Göteborgs Energi, Bengt Dahlgren, Karlstad Utveckling AB, Älvstranden Utveckling, och HSB Living Lab. Av dessa var endast fyra tillgängliga för intervju eller hänvisade vidare till någon som var tillgänglig och hade möjlighet att svara på frågor.

Gruppen förstod i ett tidigt skede att det var få aktörer som hade tid att mötas för en intervju. Det föll sig logiskt med tanke på att det råder högkonjunktur i branschen vilket leder till att många har ett tämligen pressat schema. Detta var dock något gruppen inte tagit i beaktning. Det var även få aktörer som hade någon specialist på ämnet. De verkade vanligare att använda begreppet som vision än som konkret mål. Vid flertalet tillfällen svarade de tillfrågade med att de inte hade någon som aktivt arbetade med smarta städer eller byggnader och därför hade svårt att hänvisa oss till någon. Göteborgs Stad svarade initialt att de inte aktivt arbetar med smarta byggnader utan att det är en vision de har och att det är upp till företagen själva att bygga smarta byggnader. Detta trots att det går att läsa en hel del på Göteborgs Stads hemsida om hur det strävar efter att bli en smartare stad. Efter flera försök hänvisade de oss slutligen till någon som var tillgänglig för en intervju. Arbetet med att boka intervjuer var betydligt svårare än vad som först antagits.

Därav intervjuades betydligt färre aktörer än vad som i ett tidigt skede varit planerat. Dock var de intervjuer som i slutändan genomfördes väldigt intressanta och talande för ämnet.

De som till slut intervjuades var överlag väldigt positiva till ämnet. Känslan av möjlighet för utveckling och kreativitet fanns där hos alla intervjuade, oavsett om begreppet användes som en vision, ett aktivt mål eller bara inofficiellt på kontoret. Att det finns rum för kreativitet och bredden inom ämnet kan vara en av anledningarna till att intervjuerna gav så pass skilda bilder av begreppet.

Helhetsintrycket från intervjuerna var att alla ville arbeta med att skapa smartare städer och byggnader även om deras bild av begreppet eller deras väg dit varierade. Samtidigt hade det varit konstigt om ett företag skulle säga att de inte jobbar med eller för smarta städer. De skulle möjligen uppfattas som bakåtsträvande och kanske ge intryck av att inte hänga med i utvecklingen. Detta kan vara en del i förklaringen till varför begreppet blivit så pass utbrett. Det klingar väldigt bra och låter spontant som något positivt och modernt. Det kan vara därför aktörer gärna använder det som vision i det övergripande arbetet. De intervjuade gav trots det ett intryck av genuint intresse för ämnet. Sammantaget speglade intervjuerna i helhet smarta städer väldigt bra. Det är ett trendigt och utbrett begrepp som de gärna strävar efter, trots att det är tämligen otydligt vad det konkret betyder.

5.4 Etik

Det finns många etiska aspekter att ta hänsyn till i diskussionen kring den smarta staden. Genom både litteraturen som studerats och intervjuerna som förts har flera problem tagits upp. Däribland återfinns datahantering, segregation, människans egenvärde och tekniska lösningar som i dagsläget ligger i en juridisk och etisk gråzon.

Ofta diskuteras fördelningen av pengar och resurser mellan staden och landsbygden. Ska alla pengar i samhället satsas på staden eller ska de fördelas jämnare med landsbygden? Det blir ofta en fråga om utbud och efterfrågan och då vinner nästan alltid staden vilket medför en allt svagare population på landsbygden.

Den nya datalagen, GDPR, som träder i kraft i maj månad 2018 är ett ämne som i högsta grad är av stor vikt inom utvecklingen av smarta städer. Den har även påverkat intervjuerna som förts under arbetets gång. Flera av de intervjuade var ganska återhållsamma med att svara på frågor gällande datahantering då de inte riktigt vet hur deras verksamhet kommer att påverkas av GDPR. Det har på senare tid uppdragats flera skandaler kopplade till bristfällig och oförsiktig hantering av användardata på bland annat sociala medier. I dagens samhälle där de flesta är uppkopplade dygnet runt genom sina telefoner, lagras därigenom stora mängder data över människors privatliv. Detta utnyttjas av olika aktörer och genom bland annat riktad reklam kan det skapa stora vinster för vissa företag.

Företagen som bygger och agerar i den smarta staden kommer, utifrån begreppets inriktning mot teknik, ta hand om och ansvara för stora mängder data. Både för individens och företagets del är det därför viktigt att den data som genereras och utnyttjas, behandlas på ett etiskt och juridiskt korrekt sätt så att integriteten skyddas.

Det finns en stor risk att den tekniska revolutionen kommer göra staden operonlig och att stadens invånare blir kuggar i ett större system. Det finns en även en överhängande rädsla för en dystopisk framtid där människan bara är en del i systemet. För att förhindra detta är det av yttersta vikt att all teknisk utveckling alltid sätter människan i största fokus.

Ytterligare en beståndsdel i den framtida smarta staden som fått stor uppmärksamhet är de olyckor som inträffat med självkörande bilar där vissa även lett till dödsfall. Det kan i framtiden leda till en konstig situation där det är otydligt vem som bär ansvaret för olyckan. I takt med utvecklingen av de självkörande fordonen kommer gemene man åka i självkörande bilar och då måste någon eller något vara ansvarig för olyckor som trots den höga säkerheten kan ske. Vem detta kommer bli är svårt att säga men det blir en stor fråga för alla länders beslutande organ.

De byggstenar som tagits upp i rapporten kan vara förhållandevis enkla att applicera på en välutvecklad stad i ett industrialiserat land. Det kan å andra sidan vara svårt att se att en liten by i ett utvecklingsland skulle ha möjlighet att tillämpa dessa byggstenar. Här är det dock viktigt att få med sig tanken om att smarthet är lokalt till både plats och tid.

5.5 Metoddiskussion och begränsningar

Studiens ingång var att skapa en översiktlig bild av vad en smart stad är för att sedan kunna skapa en definition av begreppet. Denna ingång valdes dock bort då det inledningsvis märktes att begreppet, eller konceptet, smart stad inte kan sammanfattas i en studie eller ens över huvud taget. Det ansågs därför vara mer rimligt att beskriva några av de grundpelare som anses vara bland de viktigaste för en smart stad för att sedan kunna resonera kring dessa. Vidare önskades företagens arbete med konceptet studeras för att kunna jämföra de valda områdena med vad företagen ansåg vara viktigast.

Att göra en litteraturstudie ansågs nödvändigt eftersom att det är den som används för att beskriva olika delar inom konceptet smart stad. Utöver det var litteraturstudien ett sätt för gruppen att bli mer insatta i ämnet. Det hade inte gått att genomföra arbetet utan en litteraturstudie.

Intervjuerna genomfördes för att få en bild av hur företag och organisationer ställer sig till och arbetar med ämnet. Gruppens bedömning är att intervjuerna gav bra information som var intressant att jämföra med litteraturstudiens resultat. Ett problem med denna metod är dock att den kräver att utomstående är villiga att bli intervjuade vilket inte kan garanteras i förväg. Det upplevdes emellanåt som ett problem då många tillfrågade valde att tacka nej alternativt att inte svara alls vilket gruppen inte var beredd på. Nu i efterhand insågs det att en större ansträngning att få tag i fler aktörer att intervjuas kunde ha vidtagits och om framtida studier ska göras bör gruppen vara beredd på att mycket tid går åt att få tag i relevanta aktörer att intervjuas.

Då de intervjuade aktörerna var få till antalet kunde inte en representativ bild av hela Göteborgs byggbransch erhållas. Det var också en skillnad på de intervjuades befattningar och positioner inom företagen vilket kan ha påverkat hur mycket kunskap personerna hade inom ämnet. Somliga gav mer konkreta fakta av hur de arbetar med konceptet smarta

städer medan andra mer resonerade kring begreppet och vilka möjligheter som finns för att skapa en smartare stad i framtiden. Det kan ses som en fördel att många av svaren från de intervjuade skiljde sig åt då olika synvinklar presenterats vilket resulterar i en mer nyanserad diskussion. Många av de intervjuade var också tydliga med att det var deras personliga åsikt som lades fram och inte företagets eller organisationens ställningstagande. Vid behov kompletterades intervjuerna med frågor via mejl, och en intervju genomfördes enbart via mejlkontakt, vilket eventuellt givit mer genomtänkta svar från den intervjuade personen.

Allt eftersom har gruppen blivit mer pålästa kring ämnet vilket kan ha påverkat djupet och precision i de frågor som ställdes under de senare intervjuerna. Valet av intervjufrågor anpassades också efter företagets eller organisationens marknadsnisch, vilket då gjort att gruppen medvetet riktat svaren från de intervjuade åt ett särskilt håll. Det ansågs dock nödvändigt att anpassa frågorna för att få ut så mycket som möjligt av varje intervju.

Även för framtida studier tror gruppen att vald metod är den som bäst besvarar frågeställningen. Möjligen att mer fokus och tid ska läggas på intervjuer för att få en tydligare bild av hur branschens aktörer förhåller sig till ämnet. En annan typ av studie, exempelvis en enkätundersökning, tror gruppen inte hade fungerat lika bra då tydliga och konkreta svar kopplade till ämnet är svåra att ge. Intervjuerna anses då nödvändiga för att möjliggöra för ett mer resonerande svar.

5.6 Avslutande diskussion

Det finns företag idag som arbetar med vad som kan beskrivas som smarta lösningar utan att medvetet göra det med begreppet i åtanke. Människan strävar ofta naturligt efter att bygga lösningar som är effektivare och bättre för invånare i städer. Tekniken utvecklas hela tiden och idag har dessutom arbetet med hållbarhet börjat bli allt mer etablerat. Detta leder till att det idag är modernt att bygga hållbart och effektivt samtidigt som livskvaliteten förbättras för människorna i staden, bland annat med hjälp av tekniska lösningar. Det är förmodligen så nära denna rapporten kommer att komma till en definition av smarta städer. Vilket är lika öppet och diffust som den tidigare nämnda definitionen från UNECE och ITU. Problemet blir att det inte går att sätta upp några tydliga krav på vad som ska göras för att det ska få kallas smart. Det är svårt att ställa upp en lista med parametrar som ska uppfyllas och till vilken grad. Många lösningar kan anses vara smarta trots att de endast är fokuserade på en del av ämnet. Det kan dock vara bra att ha ett gemensamt övergripande mål att sträva efter. Det viktigaste är kanske inte att alla uppfyller exakt alla krav så länge de skapar lösningar som skapar en bättre vardag för människor samtidigt som de bidrar till att värna om hållbarheten. Hur varje aktör sedan väljer att göra detta spelar kanske mindre roll.

6. Slutsats

Studien har kommit fram till att det inte går att hitta någon övergripande definition av begreppet som stämmer överens med allas syn på ämnet och som idag kan få fäste. I rapporten framkommer de delar som gruppen anser vara väsentliga när ämnet diskuteras, men ingen entydig definition har framtagits. På grund av att ämnet är så pass brett och

komplext i kombination med att det redan är ett vedertaget uttryck gör att det är svårt att ändra innebörden av begreppet och ta fram en övergripande och entydig definition.

Trots detta är smarta städer något som de flesta företag i Göteborg verkar bekanta med och i någon mån strävar efter. Företag som arbetar aktivt med konceptet måste nästan måste välja en riktning inom ämnet för att skapa konkreta mål i sitt arbete. Många företag tenderar därför istället att hålla begreppet öppet och arbeta med det som vision och långsiktiga mål.

Det finns potential för att använda lösningar som skapar god komfort och samtidigt reducerar den negativa miljöpåverkan i kontorsbyggnader. Problematiken med begreppet smarta kontorsbyggnader är att definitionen av smart förändras både med tid, geografi och brukare. Det gör det svårt att specificera konkreta smarta lösningar för kontorsbyggnader i allmänhet.

Frågan är dock om det behövs några specifika lösningar eller någon exakt definition av begreppet. Människan kommer förmodligen aldrig sluta utveckla ny teknik och ställa nya krav på samhället. Detta betyder att definitionen hade behövt uppdateras i takt med nya krav och behov som uppstår. I olika delar av världen varierar dessutom behoven som behöver mötas. Det kanske är just därför begreppet behövs. För att alla ska kunna arbeta kreativt på sitt eget sätt, utifrån sina egna förutsättningar med att skapa ett bättre samhälle. Uttrycket smarta städer kanske bara ska få vara vad det är, en något diffus övergripande vision. Ett mål som alla kan sträva efter.

Referenser

- Achim Friedrich, J. (2011). *Att ventilera hus*. Göteborg.
- Ahmed, E., Yaqoob, I., Hashem, I. A. T., Khan, I., Ahmed, A. I. A., Imran, M., & Vasilakos, A. V. (2017). The role of big data analytics in Internet of Things. *Computer Networks*, 129, 459–471. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2017.06.013>
- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60, 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.009>
- Alawadhi, S., Aldama-Nalda, A., Chourabi, H., Gil-Garcia, J. R., Leung, S., Mellouli, S., ... Walker, S. (2012). Building Understanding of Smart City Initiatives. In H. J. Scholl, M. Janssen, M. A. Wimmer, C. E. Moe, & L. S. Flak (Eds.), *Electronic Government* (pp. 40–53). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Allabolag. (den 12 april 2018). *Johanneberg Science Park AB*. Hämtad 2018-04-18 från: <https://www.allabolag.se/5567903108/johanneberg-science-park-ab>
- Allabolag. (2018). *Karlstaden Utveckling AB*. Hämtad 2018-05-10 från: <https://www.allabolag.se/5590592266/karlstaden-utveckling-ab>
- Alton, L. (den 7 maj 2017). *Why More Millennials Are Flocking To Shared Office Spaces*. Hämtad 2018-05-09 från: <https://www.forbes.com/sites/larryalton/2017/05/09/why-more-millennials-are-flocking-to-shared-office-spaces/#6e576b3069e8>
- Arbets- och miljömedicin. (2009). *Hälsa och Inomhusmiljö*. Göteborg: Sahlgrenska Universitetssjukhuset.
- Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). SmAlbino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 1–19. <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Atkinson, J. J., Chartier, Y., Pessoa-Silva, C. L., Jensen, P., Li, Y., & Seto, W.-H. (2009). Natural ventilation for infection control in health-care settings. *WHO Publication/Guidelines*, 77. Hämtad från http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/natural_ventilation.pdf
- BBC. (den 17 januari 2014). *Edward Snowden: Leaks that exposed US spy programme*. Hämtad 2018-03-03 från: <http://www.bbc.com/news/world-us-canada-23123964>
- Belanger, N., & Rowlands, I. H. (2013). *Smart Energy Networks: Progress and Prospects*. Waterloo.
- Bernhardt, J. (den 28 april 2014). *The Power Of Local Energy*. Hämtad 2018-03-03 från: <https://www.forbes.com/sites/realspin/2014/04/28/the-power-of-local-energy/#2070e8ea75d9>
- Blomsterberg, Å. (WSP), Sandberg, M. (Högskolan i G.), & Wahlström, Å. (SP S. T. F. (2007). *Hybridventilation – Mer Ån Förstärkt Självdrag*. Växjö.
- Bohan, E. (2016). *How Self-Driving Cars Will Transform Urban Living for the Better*. Hämtad 2018-05-09 från: <http://bigthink.com/articles/how-self-driving-cars-will-transform-urban-living-for-the-better>
- Bratt, R. (den 25 augusti 2017). *Så byggdes världens smartaste hus*. Hämtad 2018-04-05 från: <http://fastighetstidningen.se/sa-byggdes-varldens-smartaste-hus/>

- BREEAM. (2018a). *The Edge, Amsterdam*. Hämtad 2018-02-26 från: <https://www.breeam.com/case-studies/offices/the-edge-amsterdam/>
- BREEAM. (2018b). *What is BREEAM?* Hämtad 2018-02-26 från: <https://www.breeam.com/>
- Building Efficiency Initiative. (den 5 april 2011). *What is a smart building?* Hämtad 2018-02-24 från: <http://www.buildingefficiencyinitiative.org/articles/what-smart-building>
- Carrel, A., Halvorsen, A., & Walker, J. (2013). Passengers' Perception of and Behavioral Adaptation to Unreliability in Public Transportation. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2351, 153–162. <https://doi.org/10.3141/2351-17>
- Chalmers. (den 17 januari 2018). *Om Chalmers*. Hämtad 2018-03-22 från: <https://www.chalmers.se/sv/om-chalmers/Sidor/default.aspx>
- Chenari, B., Dias Carrilho, J., & Gameiro Da Silva, M. (2016). Towards sustainable, energy-efficient and healthy ventilation strategies in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1426–1447. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.074>
- Dameri, R. P. (2014). Council for Innovative Research. *Journal of Advances in Chemistry*, 10(1), 2146–2161. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3973.9042>
- Danielsson, L., Nilsson, S., & Lindström, K. (den 14 februari 2018). *GDPR: Här är allt du behöver veta om EU:s nya dataskyddsregler*. Hämtad 2018-04-02 från: <https://cio.idg.se/2.1782/1.674864/gdpr-konsekvenser-utvecklare>
- Datainspektionen. (den 26 januari 2017). *Introduktion till dataskyddsförordningen*. Hämtad 2018-03-27 från: <https://www.datainspektionen.se/dataskyddsreformen/dataskyddsförordningen/introduktion-till-dataskyddsförordningen/>
- Dellby, C. (den 29 november 2017). *Fortsatt elöverskott och export till utlandet under 2016*. Hämtad 2018-05-08 från: <http://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2017/fortsatt-eloverskott-och-export-till-utlandet-under-2016/>
- Edfeldt, M., & Elsmén, E. (2007). Hybridventilation i flerbostadshus.
- Ellabban, O., Abu-Rub, H., & Blaabjerg, F. (2014). Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 748–764. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.113>
- Eremia, M., Toma, L., & Sanduleac, M. (2017). The Smart City Concept in the 21st Century. *Procedia Engineering*, 181, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.357>
- Ernst, M. (den 31 januari 2018). *IoT For Smart Buildings Isn't What You Think It Is*. Hämtad 2018-05-09 från: <https://medium.com/iotforall/iot-for-smart-buildings-isnt-what-you-think-it-is-bc4019270a47>
- Fastighetskontoret. (2018). *Fastighetskontorets verksamheter*. Hämtad 2018-04-07 från: http://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/kommunens-organisation/forvaltningar/forvaltningar/fastighetskontoret/vara-verksamheter/fastighetskontorets-verksamheter!/ut/p/z1/04_Sj9CPykyssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy9LfwN3QwcTZ39vAKCTI0NXEz1wwkp

- FN. (den 10 juli 2014). *World's population increasingly urban with more than half living in urban areas*. Hämtad 2018-02-17 från: <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>
- FN. (den 21 juni 2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision*. Hämtad 2018-02-17 från: <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-the-2017-revision.html>
- Forsberg, O. (den 13 juni 2016). *Världens mest gröna byggnad, The Edge i Amsterdam*. Hämtad 2018-03-03 från: <https://beyondconstruction.se/framtidens-kontor/varldens-mest-grona-byggnad-edge-amsterdam/>
- Fritidsbanken. (2017). *Om oss*. Hämtad 2018-04-17 från: <https://www.fritidsbanken.se/om-oss-2/>
- Fröjd, M. (den 13 september 2013). *Smart är det nya gröna*. Hämtad 2018-04-12 från: <https://fastighetsnytt.se/2013/09/smart-ar-det-nya-grona/>
- Garfield, L. (den 4 maj 2017). *Only 20% of Americans will own a car in 15 years, new study finds*. Hämtad 2018-05-09 från: <http://nordic.businessinsider.com/no-one-will-own-a-car-in-the-future-2017-5>
- Gaur, A., Scotney, B., Parr, G., & McClean, S. (2015). Smart city architecture and its applications based on IoT. *Procedia Computer Science*, 52(1), 1089–1094. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.122>
- Global Footprint Network. (2016). *Ecological footprint per capita*. Hämtad 2018-03-07 från: http://www.footprintnetwork.org/content/documents/ecological_footprint_nations-old/ecological_per_capita.html
- Göteborgs Stad. (den 26 mars 2018b). *Historisk stadsplaneanalys*. Hämtad 2018-05-09 från: <https://stadsutveckling.goteborg.se/sv/historisk-stadsplaneanalys-i-goteborg/>
- Göteborgs Stad. (2018a). *Smart Cities-projekt*. Hämtad 2018-03-01 från: http://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/internationellt-samarbete/europeiskt-samarbete/smart-cities--projekt!/ut/p/z1/hY5BC4IwHMU_jdf9_1Oa2m1BhCOwDqHtEhprDtTJXA369NkxKHq3x_s93gMJNcixeRjdeGPHpl_8WbLLieIx21COOyy2yEvBmDgUSSliqP4BconxhziCAGnagYTr
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial? *City*, 12(3), 303–320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>
- HSB. (2018). *Så här fungerar HSB*. Hämtad 2018-02-22 från: <https://www.hsb.se/goteborg/om-hsb/organisation-och-agarinformation/>
- HSB Living Lab. (den 29 juni 2017a). *BYGGNADSINTEGRERADE SOLCELLER - Kostnadseffektiva solceller för framtiden*. Hämtad 2018-02-24 från: <https://www.hsb.se/hsblivinglab/Research/energi/byggnadsintegrerade-solceller/>
- HSB Living Lab. (den 19 juni 2017b). *Om*. Hämtad 2018-02-20 från: <https://www.hsb.se/hsblivinglab/Om/>
- HSB Living Lab. (den 3 augusti 2017c). *JOHANNABERG SCIENCE PARK huvudsamarbetspartner HSB Living Lab*. Hämtad 2018-02-20 från:

- <https://www.hsb.se/hsblivinglab/partners/johanneberg-science-park---huvudsamarbetspartner-hsb-living-lab/>
- Jucevičius, R., Patašienė, I., & Patašius, M. (2014). Digital Dimension of Smart City: Critical Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 156(April), 146–150. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.137>
- Khoi, N. M., Saguna, S., Mitra, K., & Ahlund, C. (2015). IReHMo : An Efficient IoT-Based Remote Health Monitoring System for Smart Regions, 563–568.
- Labeodan, T., De Bakker, C., Rosemann, A., & Zeiler, W. (2016). On the application of wireless sensors and actuators network in existing buildings for occupancy detection and occupancy-driven lighting control. *Energy and Buildings*, 127, 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.077>
- Lindahl, J. (2017). National Survey Report of PV Power Applications in Sweden 2016, (October), 1–69. Hämtad 2018-04-17 från: <http://iea-pvps.org/>
- LinkLabs. (den 15 juli 2015). *What You Need To Know About Smart Buildings: An Overview*. Hämtad från LinkLabs: <https://www.link-labs.com/blog/smart-building-overview>
- Mori, K., & Christodoulou, A. (2012). Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index (CSI). *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1), 94–106. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.06.001>
- Morris, D. Z. (den 13 mars 2016). *Today's Cars Are Parked 95% of the Time*. Hämtad 2018-03-03 från: <http://fortune.com/2016/03/13/cars-parked-95-percent-of-time/>
- Mosannenzadeh, F., Bisello, A., Vaccaro, R., D'Alonzo, V., Hunter, G. W., & Vettorato, D. (2017). Smart energy city development: A story told by urban planners. *Cities*, 64, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.02.001>
- Moskvitch, K. (den 11 juni 2014). *Can a city ever be traffic jam-free?* Hämtad 2018-03-03 från: <http://www.bbc.com/future/story/20140611-can-we-ever-end-traffic-jams>
- Nagy, Z., Yong, F. Y., Frei, M., & Schlueter, A. (2015). Occupant centered lighting control for comfort and energy efficient building operation. *Energy and Buildings*, 94, 100–108. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.02.053>
- Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference on Digital Government Innovation in Challenging Times - Dg.o '11*, 282. <https://doi.org/10.1145/2037556.2037602>
- Naturvårdsverket. (den 15 september 2017). *Energieffektivisering i bostäder och lokaler*. Hämtad 2018-02-13 från: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Energi/Energieffektivisering/Bostader-och-lokaler/>
- Nohrstedt, L. (den 2 februari 2016). *Billigt och miljösmart att rena avloppsvatten mer*. Hämtad 2018-03-16 från: <https://www.nyteknik.se/energi/billigt-och-miljosmart-att-rena-avloppsvatten-mer-6336285>
- Nordlander, M. (den 29 juni 2016). *NREP köper hälften av Sernekes Karlstad*. Hämtad 2018-05-10 från: <https://fastighetsnytt.se/2016/06/nrep-koper-halften-av-sernekes-karlstad/>
- Nourinejad, M., Bahrami, S., & Roorda, M. J. (2018). Designing parking facilities for autonomous vehicles. *Transportation Research Part B: Methodological*, 109, 110–127. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2017.12.017>
- Nuaimi, E. Al, Neyadi, H. Al, Mohamed, N., & Al-jaroodi, J. (2015). Applications of big data to smart cities. *Journal of Internet Services and Applications*.

- <https://doi.org/10.1186/s13174-015-0041-5>
- Oostrom, C. v. (den 28 oktober 2016). *SMART CITIES: HOW TECHNOLOGY WILL CHANGE OUR BUILDINGS*. Hämtad 2018-02-08 från: <http://www.tedxberlin.de/coen-van-oostrom-talk-smart-cities-how-technology-will-change-our-buildings>
- Peng, Y., Rysanek, A., Nagy, Z., & Schlüter, A. (2018). Using machine learning techniques for occupancy-prediction-based cooling control in office buildings. *Applied Energy*, 211(July 2017), 1343–1358. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.12.002>
- Philips. (2018). *Office life with IoT enabled connected lighting*. Hämtad 2018-02-13 från: <http://www.lighting.philips.com/main/cases/cases/office/edge#>
- Randall, T. (den 23 september 2015). *The Smartest Building in the World*. Hämtad 2018-02-13 från: <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/>
- Regeringen. (den 31 mars 2015a). *Mål för energi*. Hämtad 2018-02-19 från: <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/energi/mal-och-visioner-for-energi/>
- Regeringen. (den 3 december 2015b). *Hållbara städer och samhällen*. Hämtad 2018-02-19 från: <http://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/hallbara-stader-och-samhallen/>
- Rydén, L. (2015). Sustainable Development, Knowledge Society and Smart Future Manufacturing Technologies, 19–32. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14883-0>
- Rydqvist, M. (Länsstyrelsen U. (2010). Så spar du energi KONTORSLOKALER.
- Shoup, D. C. (2006). Cruising for parking. *Transport Policy*, 13(6), 479–486. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2006.05.005>
- Silvente, J., Aguirre, A., Crexells, G., Zamarripa, M., Méndez, C., Graells, M., & Espuña, A. (2013). *Hybrid time representation for the scheduling of energy supply and demand in smart grids*. *Computer Aided Chemical Engineering* (Vol. 32). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63234-0.50093-2>
- Stadsbyggnadskontoret. (2018). *Stadsbyggnadskontorets verksamheter*. Hämtad 2018-03-27 från: http://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-o-politik/kommunens-organisation/forvaltningar/forvaltningar/stadsbyggnadskontoret/stadsbyggnadskontorets-verksamheter!/ut/p/z1/04_Sj9CPyKssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTYzcDQy9TAy93f2DnQwc_fxdjBw9vQz9nc30wwkpiAJKG-AAjgb6
- Statistiska Centralbyrån. (2017). *80 procent av elen kommer från vattenkraft och kärnkraft*. Hämtad 2018-03-17 från: <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/energi/>
- Steenbruggen, J., Tranos, E., & Nijkamp, P. (2014). Data from mobile phone operators : A tool for smarter cities? *Telecommunications Policy*, 39(3–4), 335–346. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.04.001>
- Sweco. (2018). *Om oss*. Hämtad 2018-03-20 från: <http://www.sweco.se/om-oss/>
- Tellez, M., El-Tawab, S., & Heydari, M. H. (2016). IoT security attacks using reverse engineering methods on WSN applications. *2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 182–187. <https://doi.org/10.1109/WF-IoT.2016.7845429>
- Tracy, P. (den 25 juli 2016). *What is a smart building and how can it benefit you?* Hämtad 2018-05-09 från: [RCRWirelessNews: https://www.rcrwireless.com/20160725/business/smart-building-tag31-tag99](https://www.rcrwireless.com/20160725/business/smart-building-tag31-tag99)

- Tsao, J., Lewis, N., & Crabtree, G. (2006). Solar FAQs. *US Department of Energy*, 1–24. Hämtad 2018-03-03 från: [http://www.sandia.gov/~jytsao/Solar FAQs.pdf](http://www.sandia.gov/~jytsao/Solar%20FAQs.pdf)
- UNDP. (2018). *Globala målen*. Hämtad 2018-05-08 från: <http://www.globalamalen.se/om-globala-malen/>
- UNECE. (den 19 maj 2016). *Shaping smarter and more sustainable cities: UNECE and ITU launch the United for Smart Sustainable Cities global initiative*. Hämtad 2018-03-01 från: <https://www.unece.org/info/media/presscurrent-press-h/housing-and-land-management/2016/shaping-smarter-and-more-sustainable-cities-unece-and-itu-launch-the-united-for-smart-sustainable-cities-global-initiative/doc.html>
- Wen, Y. J., & Agogino, A. M. (2011). Personalized dynamic design of networked lighting for energy-efficiency in open-plan offices. *Energy and Buildings*, 43(8), 1919–1924. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.036>
- WeWork. (2018). *Mission*. Hämtad 2018-04-11 från: <https://www.wework.com/mission>
- Williams, A., Atkinson, B., Garbesi, K., Page, E., & Rubinstein, F. (2012). Lighting controls in commercial buildings. *LEUKOS - Journal of Illuminating Engineering Society of North America*, 8(3), 161–180. <https://doi.org/10.1582/LEUKOS.2012.08.03.001>
- Woo, M. (den 6 januari 2016). *Why we all need to start drinking toilet water*. Hämtad 2018-03-17 från: <http://www.bbc.com/future/story/20160105-why-we-will-all-one-day-drink-recycled-wastewater>
- Wurtz, F., & Delinchant, B. (2017). Le « bâtiment intelligent » intégré dans les « réseaux intelligents »: un défi clé pour la transition énergétique. Modèles physiques et optimisation associés à une approche intégrant l'acteur humain dans la boucle. *Comptes Rendus Physique*, 18(7–8), 428–444. <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2017.09.007>
- Zomer, C. D., Costa, M. R., Nobre, A., & Rütther, R. (2013). Performance compromises of building-integrated and building-applied photovoltaics (BIPV and BAPV) in Brazilian airports. *Energy and Buildings*, 66, 607–615. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.07.07>
- Zou, H., Zhou, Y., Jiang, H., Chien, S. C., Xie, L., & Spanos, C. J. (2018). WinLight: A WiFi-based occupancy-driven lighting control system for smart building. *Energy and Buildings*, 158, 924–938. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.001>

Bilaga A - Beskrivning av intervjuade organisationer

I denna bilaga redovisas fakta om de aktörer som intervjuats. Det görs för att ge en förklaring till varför personer på dessa företag och organisationen ansågs vara relevanta att kontakta för en intervju.

1. Karlastaden Utveckling AB

Karlastaden Utveckling AB är ett joint-venture bolag, det vill säga ett sammanslaget aktiebolag, där Serneke och Nordic Real Estate Partners (NREP) äger 50 procent vardera av bolaget (Nordlander, 2016) Företaget skapades år 2016 för att utveckla den nya stadsdelen Karlastaden på Hisingen i Göteborg (Allabolag, 2018)

2. HSB Living Lab

HSB Living Lab är ett forsknings- och samverkansprojekt med tolv samarbetspartners varav tre huvudsamarbetspartners. Målet med HSB Living Lab är att få ny kunskap med fokus på social, ekonomisk och ekologisk hållbarhet och nya smarta tekniska lösningar som kan användas i framtidens produktion. Chalmers, HSB, och Johanneberg Science Park är initiativtagare och huvudsamarbetspartners till projektet, nedan följer information om dessa (HSB Living Lab, 2017b).

2.1 HSB

HSB är en kooperativ idéburen organisation som ägs av sina, över 605 000, medlemmar. HSB består av bostadsrättsföreningar som bland annat sysslar med nyproduktion och förvaltning (HSB, 2018).

2.2 Chalmers tekniska högskola

Chalmers är en teknisk högskola som forskar och utbildar inom teknik, naturvetenskap, sjöfart och arkitektur med en hållbar framtid som allomfattande vision. Det är en stiftelse vars högsta beslutande organ är Stiftelsen Chalmers tekniska högskola (Chalmers, 2018).

2.3 Johanneberg Science Park

Johanneberg Science Park är en samverkansmiljö för idé- och kunskapsutbyten mellan akademi, näringsliv och samhällsaktörer på Chalmersområdet i Göteborg. Det är en av 80 innovationsmiljöer över hela Sverige som tillsammans har över 5 000 företag med cirka 72 000 sysselsatta (HSB Living Lab, 2017c).

3. Sweco

Sweco är ett konsultföretag med fasta etableringar i Sverige, Norge, Danmark, Finland, Estland, Litauen, Bulgarien, Polen, Tjeckien, Tyskland, Nederländerna, Belgien, England och Turkiet. De har 14 500 medarbetare varav 5 600 i Sverige där de har kontor på ca 50 orter, däribland Göteborg. Företaget erbjuder lösningar för en Smart Stad med kopplingar till bland annat energilager, informations- och datainsamling, elsystem, ITS och trafiksystem och VVS (Sweco, 2018).

4. Stadsbyggnadskontoret

Stadsbyggnadskontoret är en fackförvaltning under Göteborgs Stad som arbetar på uppdrag av byggnadsnämnden. Deras uppdrag är att skapa en översiktsplan för hela Göteborg och att göra detaljplaner som beskriver hur och var nya hus och anläggningar får byggas. Stadsbyggnadskontoret ansvarar även för bygglov, kartor, flygbilder, mätningar samt ett stort arkiv med bygglovsritningar, lantmäterihandlingar, tomtkartor och gällande planer. Stadsbyggnadskontoret har cirka 320 anställda (Stadsbyggnadskontoret, 2018).

5. Fastighetskontoret

Fastighetskontoret är en fackförvaltning under Göteborgs Stad som i huvudsak arbetar inom fyra områden; mark, exploatering, förvaltning samt boende och tillgänglighet. De ansvarar för och förvaltar bland annat för kommunens 11 000 tomträtter i Göteborg som nyttjas till både bostäder och kommersiell verksamhet. Fastighetskontoret tillgodoser också kravet av mark för olika byggnadsbehov i staden (Fastighetskontoret, 2018).

Bilaga B - Intervjufrågor

1. Vad heter ni?
2. Vilket företag jobbar du för?
3. Vad har du för titel?
4. Vad är en smart stad för er? Data, teknik, miljö, resursdelande, elnät?
5. Vad är er vision för smarta städer? Framförallt i Göteborg?
6. Ingår ni i något samverkansprojekt kring smarta städer? Vad har ni för framtida smarta projekt?
7. Vad har ni för konkreta smarta projekt ni har genomfört? Gärna kopplat till tekniska lösningar eller användande av data.
8. Vad tror ni är nästa steg inom smarta byggnader (fokus kontor)? Alltså lösningar som kommer att implementeras inom de närmsta åren för att effektivisera byggnader?
9. Ser ni någon trend att folk börjar bygga smartare byggnader eller är det mest på forskningsnivå man jobbar med det?
10. Har ni funderat på hur smartphones och appar kan kopplas upp mot byggnaden?
11. Arbetar ni med att samla in data? I så fall hur?
12. Hur använder ni alla insamlade data? Lagring, program, vem har tillgång till den?
13. Hur arbetar ni med att se till att integriteten hos privatpersonerna skyddas?
14. Får vi referera till er i vårt arbete?

Bilaga C – Intervjuer

1. Johanneberg Science Park

Vad heter ni?

Evdoxia Kouraki

Vilket företag jobbar ni för?

Johanneberg Science Park, intervjun rörde främst arbete kopplat till HSB Living Lab (HSB LL).

Vad har ni för titel?

Project manager

Ingår ni i något samverkansprojekt kring smarta städer? Vad har ni för framtida smarta projekt?

JSP samarbetar med bland andra Göteborgs stad och Västra götalandregionen. De har projekt tillsammans med riksbyggen kopplat till "Positive Footprint". HSB LL samverkar idag med 12 olika långsiktiga samarbetspartners.

Vad har ni för konkreta smarta projekt ni har genomfört? Gärna kopplat till tekniska lösningar eller användande av data

SCA gjorde mätningar på toaletter kopplat till hygien och att öka effektiviteten. Till exempel vet städarna när det är slut på papper.

Projekt har genomförts där de har testat olika typer av solpaneler på byggnaden, bland annat har de testat hur solceller fungerar som byggnadsmaterial, BIPV. I testerna kom de fram till att integrerade paneler i fasaden var billigare och effektivare än traditionella paneler på taket.

Arbete pågår med att utveckla en app för att det ska bli lättare att boka verktyg och liknande som de boende i HSB LL delar.

Vidare finns det att läsa på projektets hemsida om pågående och avslutade projekt. Via mail från Evdoxia fick vi även mer information om olika projekt kopplat till HSB LL.

Vad tror du är nästa steg inom smarta byggnader (fokus kontor)? Alltså lösningar som kommer att implementeras inom de närmsta åren?

Evdoxia tror att det kommer att vara viktigt att tänka på att bygga med hållbara och naturliga material, till exempel genom att bygga med trä istället för betong. Vidare tror Evdoxia även att det kommer att satsas mer på solpaneler.

Ser du någon trend att folk börjar bygga smartare byggnader eller är det mest på forskningsnivå man jobbar med det?

Evdoxia ser absolut trender kring att fler och fler intresserar sig för smarta byggnader. Antalet aktörer som hör av sig till dem för att göra projekt och använda data har ökat

betydligt på senare tid. Bland annat aktörer som fastighetsägare, byggföretag, SME:s (Small and medium-sized enterprises), politiker och även civilsamhället.

Arbetar ni med att samla in data? I så fall hur?

HSB LL har över 2000 sensorer som hjälper till att samla in data. Chalmers är ägare över insamlingen och sensorerna på HSB LL. Chalmers är den enda parten som eventuellt kan lista ut vem som gör vad. Data lagras anonymt och andra partners kan inte se vem datan kommer ifrån. *(Vidare diskussion på ämnet fördes med Jesper Knutsson)*

Hur använder ni alla insamlade data? Lagring, program, vem har tillgång till den?

Chalmers äger all data och företag kan sedan ansöka via samarbetspartners till HSB Living Lab om att få använda relevant data. Företag som vill använda data måste uppge vad de ska använda berörda data till och specificera vilken data de har behov av. HSB LL har cirka 40 pågående projekt just nu (våren 2018).

Hur arbetar ni med att se till att integriteten hos privatpersonerna skyddas?

Allt ska vara anonymt men Chalmers (som äger insamlingen) kan eventuellt lista ut vem som gör vad. De boende ges en siffra för att skydda deras identitet.

2. Chalmers

Vad heter ni?

Jesper Knutsson

Vilket företag jobbar ni för?

Chalmers - Föreståndare för forskningen på HSB Living Lab (HSB LL).

Vad har ni för titel?

Director of Infrastructure på HSB Living Lab

Forskare på arkitektur och samhällsbyggnadsteknik, vatten- och miljöteknik

Vad har ni för konkreta smarta projekt ni har genomfört? Gärna kopplat till tekniska lösningar eller användande av data

HSB LL har bland annat gjort projekt kopplat till "Personal energy threshold" som syftar till att de boende ska få bättre överblick över sitt energianvändande. Projekt kopplat till gråvattenåtervinning har även visat stor potential.

Vidare finns det att läsa på projektets hemsida om pågående och avslutade projekt.

Vad tror du är nästa steg inom smarta byggnader (fokus kontor)? Alltså lösningar som kommer att implementeras inom de närmsta åren?

Knutsson tror att lokal produktion av el och vatten kommer att utvecklas inom de närmsta åren. Kopplat till el är det framförallt genom solenergi. Knutsson menar att tekniken är mogen för solenergi och att det har fått genomslag på internationell nivå. Han tror att vi i framtiden kommer ta tillvara på regnvatten mer och producera mindre

avloppsvatten. Problemet med att återvinna vatten är framförallt lagstiftningen som i nuläget begränsar implementeringen och som kan ta lång tid att ändra.

Projekt har genomförts där de har testat olika typer av solpaneler på byggnaden. I testerna kom de fram till att integrerade paneler i fasaden var billigare och effektivare än traditionella paneler på taket.

Knutsson tror att sensorer kommer att byggas in mer i byggnader i framtiden. Han tror dock också att man kommer till en punkt där man inte vet vad man ska använda data till. Knutsson menar att det är viktigt att samla in relevant data. I vissa fall händer det att stora mängder data samlas in utan något egentligt syfte utan mest för att möjligheten finns.

Kopplat till den smarta staden anser även Knutsson att eldrivna bilar är på framfart.

Hur tror du att man kan effektivisera byggnader, framförallt kontor, i framtiden?

Knutsson ser mycket potential i att bygga med Moduler, vilket är metoden som användes i byggnationen av HSB LL. Modulerna är små till yta men större till volym vilket skapar ett nytt sätt att tänka kring boyta. Knutsson tror att tänket att se till volym och att maximalt utnyttja volym och inte bara yta kan vara av nytta vid förtätning av städer. Att bygga med moduler kan även leda till kortare byggtider.

Har ni funderat på hur smartphones och appar kan kopplas upp mot byggnaden?

Det finns ett projekt som kallas personal energy threshold, där användarna kan koppla upp sina smartphones mot sensorerna i huset för att se sitt energiförbrukande.

Arbetar ni med att samla in data? I så fall hur?

Sensorer mäter förbrukning av olika flöden till exempel, vatten, energiförbrukning, elförbrukning, ventilation. Det finns även sensorer i väggarna mäter fukttransport. Dessutom kan de, med medgivande från boende, mäta hur de boende rör sig i byggnaden. Företag kan även ansöka om att, kopplat till projekt, sätta upp egna sensorer.

Hur använder ni alla insamlade data? Lagring, program, vem har tillgång till den?

All data sparas anonymt i databaser. Knutsson gör inget personligen med insamlade data, han ska vara neutral i ämnet. Knutsson ansvarar för att insamlade data ska vara tillgänglig. Det är upp till de olika projekten att definiera vilken data de vill använda. Avtal skrivs med organisationer som ska ta del av insamlade data. För att få ta del av data måste företag först göra en ansökan om detta där de tydligt definierar vad insamlad data ska användas till. I avtalen regleras vilken data de får ta del av men även hur data ska hanteras och vad de får göra med den data som de får ta del av.

Hur arbetar ni med att se till att integriteten hos privatpersonerna skyddas?

En del data kräver en etisk prövning, till exempel kopplat till datainsamling om hur personer rör sig i byggnaden. De gör då en etisk prövning till en prövningsnämnd och gör ingenting utan de boendes medgivande. De sparar inga personuppgifter men insamlade data är kopplad till en plats så möjligheten finns, för den som verkligen vill,

att ta reda på vem som bor var. Namnen på de boende är inte information som är hemlig så det är inte svårt att ta reda på vem som bor i byggnaden. Företag som tar del av data skriver även avtal där det framgår tydligt hur data får hanteras.

De boende i byggnaden är även medvetna om att de bor i ett labb och att deras konsumtion av olika slag mäts, vilket är något de skrev på avtal kring när de flyttade in. De har hittills inte haft några problem kopplade till att samla in data eller integriteten hos de boende.

I vår träder det i kraft en ny lag från EU gällande datahantering som de måste se till att följa. De råder viss osäkerhet kring hur de nya lagarna kommer att påverka deras arbete men de har personer som i nuläget arbetar med att se till att de nya lagarna följs.

3. Karlastaden Utveckling AB

Vad heter ni?

Peter Nielsen, Christer Klint och Ulrika Sandford

Vilket företag jobbar ni för?

Karlastaden Utveckling AB

Karlastaden är ett joint venture bolag - 50% NREP (Nordic Real Estate Partners) och 50% Serneke.

Vad har ni för titel?

Affärs- och projektutvecklingschef (Klint)

Projektchef (Nielsen)

Marknads- och kommunikationsansvarig (Sandford)

Vad är en smart stad för er? Data, teknik, miljö, resursdelande, elnät?

De associerar smart stad med de senaste tekniska lösningarna, modernt boende och moderna byggnader. En stad där allt är löst inom staden, boende ska egentligen inte behöva lämna området, allt ska finnas inom staden. De ser framför sig en blandstad som kan försörja sig själv.

Vad är er vision för smarta städer? Framförallt i Göteborg?

Karlastaden Utveckling vill bli modernare och ligga i framkant kring utveckling av städer.

Kopplat till kontor vill de implementera fler smarta lösningar, framförallt när det gäller energi. De vill se smartare lösningar för bland annat värme, ventilation, belysning, vatten, el och avfall. Dem planerat för ett system där spillvärme från teknisk utrustning återanvänder värme från kylningen av vissa arenor till uppvärmning av andra. Dem har även ackumulatortankar för att spara värme och kyla för att utjämna effektbehovet över tiden.

Ingår ni i något samverkansprojekt kring smarta städer? Vad har ni för framtida smarta projekt?

Karlastaden Utveckling AB ingår i samverkansprojekt med Göteborgs stad. Samtal förs även med andra aktörer om samarbete men det är i skrivande stund i förhandlingsstadiet.

När det kommer till tekniska lösningar så är det viktigt att ha med de senaste teknikerna vilket gör det svårt att i nuläget planera flera år framåt i tiden. Det är även viktigt att undersöka om det är ekonomiskt försvarbart innan de planerar några konkreta projekt.

De skapar i nuläget framförallt förutsättningar för att Karlastaden ska kunna bli en smart stad i framtiden. Karlastaden planeras vara ihopkopplat under hela området i ett gemensamt parkeringsgarage. Tanken är att det ska vara sammankopplat med installationer, värmeåtervinning, avfallssystem och dagvattenhantering. Det finns även tankar på att det ska finnas en gemensam elanslutning för hela området så att området sedan kan vara ett självstyrande organ. Egenproducerad el, till exempel solpaneler, är även något som har diskuterats. I samband med detta har de pratats om hur Karlastaden skulle kunna vara ett självförsörjande organ. De har även kikat på konceptet med tjänster för arbetsplatsdelning liknande WeWork och om det skulle kunna implementeras i Karlastaden.

Vad har ni för konkreta smarta projekt ni har genomfört? Gärna kopplat till tekniska lösningar eller användande av data

Karlastaden Utveckling AB arbetar endast med Karlastaden så de har inte genomfört några tidigare projekt med detta företaget.

Vad tror ni är nästa steg inom smarta byggnader/städer? Alltså lösningar som kommer att implementeras inom de närmsta åren för att effektivisera byggnader?

Nielsen, Klint och Sandford tror att det finns stor potential för appar som har kontakt med allt. Appar som kan användas till allt inom den smarta staden och smarta byggnader. Allt från att boka tvättstuga och beställa pizza till att hitta parkering eller boka bil i en bilpool.

De ser även möjligheter inom mobilitet. Sättet att flytta sig ska vara enkelt och smidigt. Autonoma självkörande bussar har till och med diskuterats kopplat till Karlastaden. Självkörande bilar skulle kunna parkera själva och då skulle man inte behöva ha parkeringsplatser i stan precis vid huset, utan dom kan ligga en liten bit bort och frigöra plats i staden.

De funderar på att skapa någon typ av lösning för att kunna utnyttja parkeringsplatser optimalt. En sådan lösning skulle kunna vara att låta de boende i området ha en parkeringsplats under kvällen och natten och att sedan på morgonen ge samma parkering till de som arbetar i området.

Optimalt skulle även dessa tekniker vara sammankopplade så att allt från självkörande bilar, byggnader och appar kan interagera på ett smart sätt.

Ser ni någon trend att folk börjar bygga smartare byggnader eller är det mest på forskningsnivå man jobbar med det?

Ja, de ser absolut en trend och de vill gärna ligga i framkanten av denna.

Har ni funderat på hur smartphones och appar kan kopplas upp mot byggnaden?

Karlstaden Utveckling har kollat en hel del på detta. De har tittat på hur olika delar som kanske redan finns och hur de kan kopplas ihop i en app/portal. Exempel på detta kan vara bokning av tvättstuga, parkering och energiförbrukning. Har en person som aktivt arbetat med att undersöka potentialen för detta.

Arbetar ni med att samla in data? I så fall hur?

Samlar inte i nuläget inte in någon data, men potentialen finns absolut för att göra det i framtiden. De ser svårigheter med detta när det kommer till att skydda integriteten hos boende, vilket är något som de anser vara väldigt viktigt. Den nya EU-lagen kring datalagring skapar även viss oro kring datainsamling och datalagring. De nya reglerna förväntas vara striktare så eventuellt arbete med att samla in data måste anpassas till dessa regler.

4. Sweco

Vad heter ni?

Kajsa Crona (Architect – affärsområdet bostäder)

Thomas Limmert (Systems – fastigheter och dess installation, ventilation mm)

Gustav Karlsson (Position - Affärsutvecklare på IT och samhällsutveckling)

Vilket företag jobbar ni för?

Sweco- Architects/Systems/Position

Vad har ni för titlar?

Kajsa Crona - Marknadsansvarig på Sweco Architects

Thomas Limmert - Enhetschef på Sweco Systems

Gustav Karlsson - Affärsutvecklare på IT och samhällsutveckling

Vad är en smart stad för er? Data, teknik, miljö, resursdelande, elnät?

Människan och hållbarhet måste vara i fokus. Menar att det har skett ett skifte när det gäller smarta städer från teknik till att handla om hållbarhet. De anser att det är ett väldigt komplext och brett begrepp som inte kan begränsas till byggnader eller tekniska lösningar. De anser att man alltid måste utgå från människan och dess beteende annars är det inte smart.

På Swecos hemsida går det att läsa:

“Den smarta staden är en stad med öppna sinnen. Med sensorer kan den se, höra, känna, lukta och smaka sig till digital information som bidrar till ett mer omtänksamt, effektivt, tryggt och hållbart samhälle.

Exempel på den smarta stadens funktioner kan röra allt från intelligenta elnät som jämnar ut och minskar energiförbrukningen, till högeffektiva kollektivtrafiklinjer som ruttoptimeras med hjälp av stora mängder trafikdata. Likaså kan det handla om en automatiserad och resursmedveten avfallshantering, eller en energisnål belysning som slår av när alla lämnar kontoret.”

(Sweco, 2018)

Vad är er vision för smarta städer? Framförallt i Göteborg?

Att byggnaderna inte ska ses som separata system, utan man ska bygga ihop system så att dom kan kommunicera med varandra. De vill utveckla sätt för att ändra människors beteende till att bli mer hållbart.

Vad har ni för konkreta smarta projekt ni har genomfört? Gärna kopplat till tekniska lösningar eller användande av data

Västfastigheter hade ett projekt där olika avdelningar på ett sjukhus tävlade mot varandra om att mest energisnåla. Avsåg att försöka se hur man kan ändra människors beteende.

Vad tror ni är nästa steg inom smarta byggnader (fokus kontor)? Alltså lösningar som kommer att implementeras inom de närmsta åren för att effektivisera byggnader?

Utvecklingen inom AI och IoT gör att det kommer att ske en stor utveckling inom hur vi använder data från byggnadens alla komponenter både för att spara energi men även för att förbättra drift och underhåll. Vidare tror de att framsteg måste göras kring att koppla ihop byggnader utanför väggarna och att det är där fokus kommer att ligga.

Ser ni någon trend att folk börjar bygga smartare byggnader eller är det mest på forskningsnivå man jobbar med det?

De anser att detta är absolut något företag jobbar med och något som företag har jobbat med de senaste 20 åren. Sweco jobbar väldigt aktivt med det begrepp som de anser vara smarta städer.

Har ni funderat på hur smartphones och appar kan kopplas upp mot byggnaden?

Vasakronan har utvecklat en app, som påminner om den man använder i The Edge

Arbetar ni med att samla in data? I så fall hur?

Nämnde att de har projekt där de bygger in mätare i väggarna som mäter temperatur, luftkvalitet, luftfuktighet och närvaro utan att brukarna kan påverka mätutrustningen. De menar att om personerna har tillgång till utrustningen kommer de att justera mätningarna till exempel för att de vill ändra temperaturen.

Hur använder ni alla insamlade data? Lagring, program, vem har tillgång till den?

Det är något de tycker att företag i stort borde bli bättre på.

Hur arbetar ni med att se till att integriteten hos privatpersonerna skyddas?

De anser att det är ett väldigt viktigt ämne som måste tas hänsyn till. Ser det som problematiskt att mycket data samlas in via till exempel telefoner utan att personer som brukar telefonen tänker på det.

5. Stadsbyggnadskontoret

Vad heter ni?

Anna Svensson

Vilket företag jobbar ni för?

Stadsbyggnadskontoret, Strategiska avdelningen

Vad har ni för titel?

Processledare innovation och utveckling

Vad är en smart stad för er? Arbetar ni med det som koncept?

Stadsbyggnadskontoret har inte tagit något gemensamt beslut att arbeta med begreppet smarta städer men det är ett begrepp som ofta används på kontoret. De har försökt att hitta en definition som de kan jobba med och det närmaste de har kommit är en illustrativ cirkel skapad av Boyd Cohen. De anser att digitalisering och kommunikation är en väldigt viktig del av begreppet smarta städer men att de såklart finns andra viktiga parametrar som bland annat miljö och medborgare. Viktigt att få med sig helheten i arbetet.

Har ni några projekt kopplade till ämnet eller arbetar ni på något sätt med smarta lösningar?

De är delaktiga i flera EU-projekt. Problemet är ofta att alla har olika definition av vad som är smarta städer och därför kan det vara komplicerat att jobba i stora internationella projekt kopplade till smarta städer. EU kan ha en annan definition än den som används på respektive kontor.

De är med i ett EU-projekt som kallas IRIS.

”Göteborg har tillsammans med Nice i Frankrike, Utrecht i Nederländerna och fyra följestäder beviljats 18 miljoner Euro, drygt 175 miljoner kronor, av EU för ett femårigt projekt. Det handlar bland annat om öppna data och att testa klimatsmarta lösningar för energi och hållbara transporter. Både göteborgarna och resten av EU ska dra nytta av resultaten. “

(Business Region Göteborg, 2017)

Arbetar även med HSB Living lab. De har mycket fokus på digitalisering och kommunikation på Stadsbyggnadskontoret. De har gjort Göteborg tillgängligt i Minecraft för att öka intresset för stadsplanering bland ungdomar. De jobbar med att använda data de har och göra den digital. De har en hemsida som heter <https://minstad.goteborg.se/> där personer kan gå in och ge förslag på hur de vill utveckla i Göteborg.

Generellt arbetar de mycket med att förenkla dialog mellan invånare och stad, detta bland annat med Min Stad.

Ibland kan strävan att få kalla sig en smart stad bidra till att olika aktörer går med i projekt kopplade till ämnet för att sen få säga att de arbetar med konceptet “smart stad”. Dock måste det inte betyda att arbetet bidrar till att göra staden smartare och det kan således vara missvisande. Fler börjar använda smarta byggnader/smarta städer som begrepp.

Mycket görs kontinuerligt som kan anses ingå i Smart Stad-konceptet men det kanske inte kommuniceras ut under termen smart stad.

Ingår ni i något samverkansprojekt kring smarta städer?

Har många samverkansprojekt, ofta är arbete kopplat till detaljplaner samverkansprojekt. Dessa arbeten kan ibland bli detaljerade och kan vara svårt att definiera som smarta. De jobbar även med flera projekt kopplade till EU, dessa är bredare och jobbar mer med smarta städer som vision. Det är dock fastighetskontoret som jobbar med smarta byggnader, stadsbyggnadskontoret fokuserar mer på stadsplanering och transport.

De har samverkansprojekt för att involvera fler i sitt arbete och för att själva involveras och ta del av andras arbete. Det nya är att se staden som ett testlabb med olika testprojekt i staden, till exempel HSB Living Lab.

Vad tror ni är nästa steg inom smarta byggnader? Alltså lösningar som kommer att implementeras inom de närmsta åren för att effektivisera byggnader.

De vill bli bättre på att använda digitaliseringen i alla led av processen. Till exempel genom att bli bättre på att digitalisera förvaltningsprocessen. Jobbar mycket med BIM och 3D-modeller. De vill skapa hela staden i en datormodell för att kunna göra mer analyser och modelleringar digitalt.

Har ni funderat på hur smartphones och appar kan kopplas upp mot byggnader?

De arbetar med att försöka få ut samlad information via appar på ett bra sätt. De arbetar främst med appar i ett kommunikationssyfte men det är något de har kikat på.

Ser ni någon trend att företag idag vill implementera smarta lösningar?

Anna tror att folk använder sig av begreppet smarta byggnader men det är svårt att jobba med begreppet smarta städer i och med att det är så brett. Det är svårt att använda begreppet i specifika projekt men det används mer övergripande för att skapa en vision.

Arbetar ni med datainsamling? I så fall hur?

De arbetar inte med att samla in persondata. De samlar dock in data kopplat till miljö och vattenresurser. De har pratat mycket om att de eventuellt borde samla in större mängder data och hur de kan bli bättre på att använda stora mängder data men detta är i ett tidigt skede. Det är stora frågor som behöver redas ut kring detta, bland annat vilken typ och data de vill samla in, hur de ska samla in den, hur ska den lagras och etiska frågor.

Dataskyddsförordningen (GDPR)

De jobbar just nu mycket med hur de ska förhålla sig till den nya dataskyddsförordningen. De jobbar inte så mycket med personuppgiftsdata men det är ändå mycket arbete med hur de ska anpassa sig till den nya förordningen.

Ställer ni några krav på att ni vill ha smarta projekt?

Det är svårt för stadsbyggnadskontoret att ställa krav på att byggnader och projekt ska vara smarta. De jobbar med bygglov och får förhålla sig till BBR. Fastighetskontoret kan dock göra detta, de fokuserar mest på energi när det gäller byggnader. Möjligheterna för vissa bolag/förvaltningar inom Göteborgs stad finns för att ställa krav på smartare

byggnader. Det kan dock vara problematiskt att ställa för mycket krav på projekt då de kan bli svåra att genomföra, viktigt att ta med ekonomiska aspekter.

6. Fastighetskontoret

Vad heter ni?

Lukas Memborn

Vilket företag jobbar ni för?

Fastighetskontoret, Göteborgs stad

Vad har ni för titlar?

Miljöstrateg

Vad är en smart stad för dig? Arbetar ni med det som koncept?

För mig är ”smart city” ett begrepp för att undvika onödigt spill med energi och resurser och uppnå bästa möjliga boendemiljö. Det allra smartaste är dock att försöka undvika att olika behov ens uppstår. Till exempel så reste folk i genomsnitt ca 5 kilometer per dag för 100 år sedan och idag är vi uppe i nästan 5 mil per dag. Resebehovet är med andra ord till stora delar skapat av oss själva.

Det finns flera projekt inom staden som tangerar ämnet men eftersom staden är uppdelad på 4 st olika förvaltningar som enbart tittar på sin lilla del av helheten är det mycket svårt att uppnå några smarta system som löser helheten på ett effektivt sätt. Här på fastighetskontoret och stadsbyggnadskontoret så arbetar jag med ett projekt som i dagsläget kallas för ”historisk stadsplaneanalys” (Göteborgs Stad, 2018b). Vi inventerar all byggbar mark i den redan tätbebyggda miljön och för att göra marken byggbar behöver vi först hitta lösningar på många systemfrågor; sila trafiken, prioritera kollektivt resande i egen fil och förbereda för självkörande fordon (se på websidan).