

Effektiv mobilitet i den Smarta Staden



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Infrastruktur

Examensarbete:
Amanda Bellborn
Viktoria Björnberg

© Copyright Amanda Bellborn, Viktoria Björnberg

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2020

Sammanfattning

I Sverige bor ca 85% av befolkningen i stan, vilket har genererat stora mängder trafik i städerna. För att klara av den ökade trafiken, minska olägenheterna trafiken skapar och uppnå effektiv mobilitet erbjuder ITS, intelligenta transportsystem, och IoT, internet of things, applikationer olika digitala hjälpmedel för att lösa de begynnande problemen.

Syftet för detta arbete har varit att ta reda på hur framtidens smarta städer kommer att se ut och vilka digitala hjälpmedel som kommer mobilisera städerna. Undersökningen syftar därför till det arbete som utförs i Sverige idag och att hitta vilka tekniska lösningar som efterfrågas. Vad kommer framtidens städer i Sverige tros se ut som, men även hur vi kommer att leva och röra oss. Det genomfördes en litteraturöversikt och det intervjuades tjänstemän från Malmö och Helsingborg stad. Jämförelserna mellan de svenska städerna, Malmö, Stockholm och Helsingborg, visar stora skillnader i utveckling och satsning på digitalisering städerna mellan. Alla undersökta städer strävar efter att bli smarta städer, men just fokus på mobilitet och infrastruktur varierar. Slutsatserna är dragna baserade på intervjuerna och information som har tagits från städernas hemsidor. För att finna satsningar, pågående projekt och resultat på avslutade projekt.

Automatiserade fordon har länge varit ett hett ämne, men intresset för dem har börjat svalna då man börjat inse att teknologin är ett par decennier bort innan den är redo för implementering i samhället. Forskarna är oense angående när i tiden självkörande fordon kommer finnas tillgängligt för allmänheten. Vissa förutsäger 2030 medan andra inte tror de kommer förens 2060. Detta har lett till att svenska städer satsar mer på MaaS, Mobility as a service, inom de kommande åren. Ett av MaaS fokusområden är att styra allmänheten mot kollektivtrafiken genom att underlätta dess resande och eventuellt belöna dess användande. Det är just nu detta området som de undersökta kommunerna är intresserade av och satsar på.

Digitala lösningar kan med hjälp av gemensamma plattformar, uppkoppling och ny teknik minska mängden trafik, utsläpp och klimatpåverkan. De Smarta Städerna är konstant uppkopplade till användarna, fordonen och resten av infrastrukturen. Utvecklingen av produkter så som ITS och IoT är därför eftertraktade på marknaden och är byggstenarna för att skapa Smarta Städer. De svenska städerna väntar inte på de automatiserade fordonen utan jobbar intensivt med andra lösningar under tiden, det är därför viktigt att fortsätta plocka fram innovativa lösningar för en fortsatt digitalisering av samhället.

Nyckelord: Smarta städer, ITS, mobilitet, IoT

Abstract

About 85% of Sweden's population live in a city, which have resulted in great amounts of traffic in the cities. To deal with the increasing traffic, decrease the disadvantages that the traffic creates and achieve effective mobility ITS, Intelligent transport system, and IoT, internet of things applications offer digital tools to solve the rising issues.

The purpose of the study has been to find the what the future of smart cities will be like and what digital tools will mobilise the cities. The study therefore aims toward the work carried out by the municipality's and Trafikverket today and what technological solutions they are looking for. What will Sweden's cities look like in the future, and also how will we live and move. A literature review was carried out and public officials from the cities of Malmö and Helsingborg were interviewed. The comparisons of the Swedish cities Malmö, Stockholm and Helsingborg shows great differences in development and investments for digitalisation between the cities. All the studied cities aspire towards being smart cities, but the focal point on mobility and infrastructure varies. The conclusion has been made based on the interviews and information found on the cities website. To find investments, current projects, and results of previous projects.

Automated vehicles have been a hot topic for a while, however the interest for it has started to fade due to the realisation that the technology is still a couple of decades away before it is ready to be implemented in the society. The scientists are at variance regarding when the self-driving vehicle will be available for the public. Some assume 2030 while others expect it will not be until 2060. This has lead Swedish cities to invest in MaaS, Mobility as a Service in the coming years. MaaS focal point is directing towards public transport by making it easier for the travellers and possibly rewarding the users.

Digital solutions can through communal platforms, broad connection and new technology lower both the amount of traffic, its emissions and climate effects. The smart cities are constantly connected to the users, vehicles, and the rest of the infrastructure. The development of products like ITS and IoT are therefore sought after in the market and are the building blocks to create smart cities. The Swedish cities are not waiting for automated vehicles but work intensively with other solutions in the meantime, therefore it is important to keep on finding innovative solutions towards a digital society.

Keywords: Smart Cities, ITS, mobility, IoT

Förord

Rapporten är ett examensarbete och omfattar 22,5 högskolepoäng inom infrastruktur och är en del av en kandidatutbildning på Lunds tekniska högskola Campus Helsingborg. Utbildningen är en ingenjörutbildning inom byggnadsteknik med inriktning på väg- och trafikteknik och omfattar 180 högskolepoäng. Arbetets syfte är att finna de digitala hjälpmedlen transportsektorn tros använda sig av i framtidens smarta städer, se vilket arbete som bedrivs i kommunerna och dess påverkan på hur befolkningen kommer leva och röra sig i städerna.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare András Varhelyi som gett stöttning och rådgivning under hela arbetet. Vi vill även tacka Helsingborg och Malmö stad som ställt upp på intervjuer och bidragit med sina kompetenser. Vi vill även tacka Trafikverket som mailat ut hjälpfulla rapporter under examensarbetet. Även ett stort tack till ingenjörerna på Rejlers som bidragit med bilder, kunskap och uppslag till examensarbetet.

Amanda Bellborn
Viktoria Björnberg
Lund juni 2020

Innehållsförteckning

1 Inledning	2
1.1 Bakgrund	2
1.1.1 Mål.....	3
1.1.1.1 Globala mål.....	3
1.1.1.2 Nationella mål	3
1.1.1.3 Strategier för att uppnå målen	4
1.2 Syfte	6
1.3 Frågeställning	6
1.4 Avgränsningar	6
2 Metod	7
2.1 Litteraturstudie	7
2.2 Kvalitativa intervjuer med sakkunniga	8
3 Den smarta staden	9
3.1 Säkra städer	9
4 Intelligent transportssystem	11
4.1 Motorfordonstrafik	11
4.1.1 Variabla hastighetsskyltar.....	12
4.1.2 Ramp metering	13
4.1.3 Dynamiska körfält.....	13
4.1.4 Trängselskatt.....	14
4.1.5 Trafiksignalering	14
4.1.6 Autonoma fordon.....	15
4.1.6.1 Automatiseringsstadier	15
4.1.6.2 Utmaningar	16
4.1.6.3 Fördelar.....	17
4.1.6.4 Framsteg.....	18
4.1.7 Kommunikation mellan fordon	18
4.1.8 Geofencing	19
4.1.9 Uppkoppling	20
4.2 Kollektivtrafiken	20
4.2.1 Buss	21
4.2.2 MaaS	22
4.3 Gång- och cykeltrafik	23
4.3.1 Cyklar	23
4.3.2 Fotgängare	24
4.3.3 Elsparkcyklar	25
4.4 Övriga lösningar	25
4.4.1 Belysningsstolpar	25
4.4.2 Smarta soptunnor.....	26
4.4.3 Sensorer.....	27

5 Svenska satsningar på smarta städer	29
5.1 Malmö stad	29
5.1.1 Intervju	Fel! Bokmärket är inte definierat.
5.1.1.1 Hur ser luftkvalitén ut i Malmö?	30
5.1.1.2 Hur ser ni på elsparkcyklarna?	30
5.1.1.3 Vad har ni för vision för Malmö stad i framtiden?	30
5.1.1.4 Arbetar ni med MaaS?.....	30
5.1.1.5 Jobbar ni med ITS och IoT för att öka kapaciteten?	29
5.2 Helsingborg stad	31
5.2.1 Drift och underhåll.....	31
5.2.1.1 Berätta om digitaliseringen på drift och underhåll	31
5.2.1.2 Vad har ni jobbat med och vad jobbar ni med just nu?	32
5.2.1.3 Vilka utmaningar har ni i framtiden?	33
5.2.1.4 Hur ser Helsingborg stad på 5G?	33
5.2.2 Infrastruktur.....	34
5.2.2.1 Hur arbetar Helsingborg för vidare utveckling av kollektivtrafiken?	34
5.2.2.2 Exempel på projekt Helsingborg är med i?.....	35
5.3 Stockholm stad	35
5.4 Trafikverket	36
6 Diskussion	40
6.1 Vad är en smart stad?	40
6.2 Vilka typer av ITS finns idag?	40
6.3 Vilka typer av ITS förväntas i framtiden?	40
6.4 Vilken typ av infrastruktur krävs för framtidens ITS?	42
6.5 Hur kan ITS och IoT bidra till förverkligandet av den smarta staden?	42
6.6 Osäkerheter i rapporten	42
7 Slutsatser	43
8 Referenser	44
9 Bilagor	54
9.1 Intervju Helsingborg	54
9.1.1 Drift och underhåll.....	54
9.1.2 Infrastruktur.....	54
9.2 Intervju Malmö	55

Begreppsförklaringar

API - Application Programming Interface

BoB - Biljett och betalningsstandard

CTCM - Central Trafikstyrnings system

C-ITS - Cooperative intelligent transportsystem

GPS - Global positioning system

IoT - Internet of things (sakernas internet)

ISA - Intelligent speed assistance

ITS - Intelligent transportsystem

LHOVRA - Lastbilsprioritering, huvudledsprioritering, olycksreducering, variabel gul, Rödkärande kontroll, Allrödvändning i styrning av trafiksignaler

Lora - Long range

MaaS - Mobility as a Service

MCS - Motorway control system

Pm₁₀ - Particular Matter, Luftföroreningar av material som är mindre än 10 mikrometer i diameter

Pm_{2,5} - Particular Matter, Luftföroreningar av material som är mindre än 2,5 mikrometern i diameter

VTI - Statens väg och transportinstitut

V2V - Vehicle to vehicle

V2X - vehicle to everything

V2I - vehicle to infrastructure

ÅDT - Årsdygnstrafik

ÖDIS - Öppen data i stockholmsregionen

5G - Kommunikationsnät för mobila enheter

1 Inledning

Smarta städer är ett växande koncept som tacklar många utmaningar städerna har framför sig. Den använder sig av informations- och kommunikationstekniker för att effektivisera stadens funktioner. En av utmaningarna är just transporter och mobilitet. Då avgaserna medför hälsorisker och urbaniseringen ökar, både för företag och privatpersoner, så behövs effektivare transportlösningar tas fram. Rapporten vill därför undersöka potentialerna med en ökad digitalisering för mobiliteten i städerna.

1.1 Bakgrund

Fler bilar än någonsin är idag i rörelse och 2019 fanns det hela 4 887 904 personbilar i trafik i Sverige¹. Stockholm stad utsågs innan det, 2009, till Västeuropas femte mest belastade stad ur en trafiksynpunkt.² Nästan 70% av världens befolkning bor i städer³ och i Sverige är siffran nästan 85%⁴. Även andelen äldre ökar i samhället, detta i takt med att mediciner blir bättre vilket medför en ökad livslängd. Utöver detta så består största delen av befolkningen av 30-åringar som är i stadiet där de börjar bilda familj vilket kommer att resultera i ytterligare befolkningsökningar inom en snar framtid.⁵ Alla dessa små förändringar i kombination kommer att generera en trafikökning de närmsta åren och med en ökad urbanisering så kommer ny teknologi att behövas för att möta dessa behov.

Trafiken är som högst inne i städerna. Detta resulterar i luftföroreningar, höga ljudnivåer och trängsel. I en rapport från svenska miljöinstitutet dör ca 5 500 personer om året i förtid på grund av exponering av utsläpp i Sverige. Dessa utsläpp kommer både från partikelutsläpp (PM_{2,5} och PM₁₀) och även avgaser NO₂. Denna exponering av utsläpp estimerades kosta välfärden cirka 35 miljarder kronor år 2010⁶. Att bibehålla den standarden som finns hos trafiken idag är därför inte hållbart, och åtgärder måste tas snarast om svenskarna ska fortsätta leva i städer i denna utsträckning. Med innovativa lösningar och uppdateringar i realtid kan trafiksituationerna i städerna bli tryggare, renare och lugnare, men åtgärder måste tas. Att fortsätta bygga ut trafiknätet för att möta den ökande belastningen är inte en långsiktigt hållbar lösning och är logistikmässigt svårt inne i städerna. Efterfrågan på lösningar där ITS (intelligent transport systems) applikationer är därför ytterst viktiga, och

¹Trafikanalys. Fordon 2019. 2020.

²KTH. Mobile millennium Stockholm. 2019.

³Vinnova. Smarta städer – vad Vinnova gör. 2017.

⁴Svanström, Stefan. Urbanisering – från land till stad. 2015.

⁵Sandberg, Lars. Delad mobilitet idag och i framtiden. 2019.

⁶Gustafsson, M. Forsberg, B. Orru, H. Åström, S. Teke, H. Sjöberg, K. Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2,5} and PM₁₀ and estimate health impacts in Sweden 2010. 2014

efterfrågan är hög i många delar av världen då detta är ett växande problem i nästan alla större städer.

1.1.1 Mål

1.1.1.1 Globala mål

FN grundades 24 oktober 1945⁷ och har sedan dess arbetat med fattigdom, svält, mänskliga rättigheter och fred. Det var inte förens 1972, i Stockholm, som FN började arbeta med miljöfrågor.⁸ Det var under denna konferens som de för första gången började arbeta med hållbar utveckling. 2015 tog FN:s medlemsländer beslutet om Agenda 2030. Agenda 2030 består av de 17 mål som visas i figur 1 och innefattar bekämpning av fattigdom, ökad mänsklig rättighet, fred och en hållbar utveckling.



Figur 1: Globala miljömålen⁹

1.1.1.2 Nationella mål

Trafikverket har sedan definierat de delar av målen som transportsektorn måste jobba med för att målen ska uppnås. För att nå FN:s mål för agenda 2030¹⁰ behöver Sverige jobba med målen i figur 2 som består av tillgängligheten i hela landet, tillgänglighet för alla, tillförlitlighet och enkelhet, trygghet, klimatpåverkan, biologisk mångfald, luftkvalitet, buller, trafiksäkerhet och aktiv mobilitet.¹¹ Dessa mål är väsentliga för ett hållbart samhälle och utger en stor marknad för den som finner innovativa lösningar

⁷ FN-förbundet. FN:s historia. 2019.

⁸ FN-förbundet. Omställning till hållbar värld brådskar. 2016.

⁹ Globala målen. 2015.

¹⁰ Hunhammar, Sven. Kafft, Maria, Wildt-Persson, Anna och Wenner, Per. Tillgänglighet i ett hållbart samhälle – Målbild 2030. 2019

¹¹ Hunhammar, Sven. Kafft, Maria, Wildt-Persson, Anna och Wenner, Per. Tillgänglighet i ett hållbart samhälle – Målbild 2030. 2019

för problemen. Trafikverket efterfrågar teknik som kan minska trafikstörningar. Man arbetar även för att minska resebehovet med hjälp av teknologin.



Figur 2: Nationella transportsmålen ¹².

”Ingen ska dö eller skadas allvarligt i trafiken”¹³, så lyder nollvisionen. Med denna vision som mål ska Sverige bygga en infrastruktur och system som sätter personers säkerhet i centrum. 2019 dog 221 personer i trafiken enligt Trafikanalys, och 1 951 skadades allvarligt.¹⁴ Med hjälp av olika svenska organisationer ska infrastrukturen och systemen i trafiken förbättras så ingen ska förlora livet.

1.1.1.3 Strategier för att uppnå målen

Trafikverket arbetar utefter vad de kallar fyrstagsprincipen, se figur 3, som är ett sätt att försöka nyttja de resurser som redan finns innan man börjar med större om- och nybyggnationer.¹⁵

¹² Hunhammar, Sven. Kafft, Maria, Wildt-Persson, Anna och Wenner, Per. Tillgänglighet i ett hållbart samhälle – Målbild 2030. 2019.

¹³ Trafikverket. Nollvisionen – Tillsammans räddar vi liv. 2019

¹⁴ Trafikanalys. Vägtrafikskador 2019. 2020

¹⁵ Trafikverket. Fyrstagsprincipen. 2018.



Figur 3: Trafikverkets fyrstegsprincip.¹⁶

Första steget är att tänka om och undersöka huruvida man kan med hjälp av olika styrmedel ändra beteendet och valen hos trafikanterna. Genom att till exempel öka kostnaderna för parkeringar, ändra skatterna eller med hjälp av information styra dem till andra val.

Att optimera innebär att man försöker med minimala ändringar förbättra trafiksituationerna genom att utnyttja och prioritera det som redan existerar. Exempel på detta är ändrade hastigheter, signalprioriteringar och andra logistiklösningar. Det är i detta stadie som ITS kommer in och kan med hjälp av teknik förbättra trafiksituationerna istället för stora ingrepp och utbyggnader av infrastrukturen, vilket minimerar klimatpåverkan och bidrar till ett mer hållbart samhälle.

Bygga om blir en nödvändighet när det inte längre går att optimera trafiken genom omskyltningar och mindre ingrepp utan man måste istället vidta mer omfattande åtgärder som breddningar, planskilda korsningar och vissa större ITS lösningar.

Bygg nytt görs när alla andra alternativ är uteslutna och innefattar projekt där man behöver investera i att bygga extra körfält, cirkulationsplatser och förbifarter.¹⁷

Denna princip bygger på omarbetning av redan existerande förhållanden vilket ger goda förutsättningar för utveckling och användning av ITS. Den bygger även på det ultimata miljömålet, generationsmålet ”... att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.”¹⁸ Detta mål kräver ett nytt sätt att tänka, där vi löser problemen med innovativa lösningar istället för nybyggnationer. För att kunna ha en hållbar utveckling är det väsentligt att vi skaffar oss lösningar som klarar av de ökande kraven på samhället utan att

¹⁶Trafikverket. Fyrstegsprincipen. 2018.

¹⁷Trafikverket. Fyrstegsprincipen. 2018.

¹⁸Schröder, Karin. Generationsmålet – miljöarbete för kommande generationer. 2020.

skapa negativa påverkningar på miljön i form av ytterligare konsumering. Då behovet för denna typ av produkter är så pass efterfrågat är det globala värdet för digitala tjänster i samhället fram till 2025 estimerat till 88 miljarder dollar världen över.¹⁹

Det är därför viktigt att använda sig av trafikverkets principer för att främst bruka och utnyttja de resurser samhället redan har. Det begrepp som är centralast i denna utveckling är IoT (Internet of things) eller sakernas internet. Alltså ett uppkopplat samhälle där informationen kommer i realtid och olika medier pratar med varandra. Alltså digitala lösningar som optimerar användningen av de funktioner och tjänster som vi redan har i samhället för att skapa långsiktigt hållbara städer. Tekniken som behövs finns till viss del redan. Det som behövs är innovativt tänkande för att kombinera de redan existerande elementen för att generera nya lösningar som kan hjälpa till i skapandet av ett hållbart samhälle för kommande generationer.

1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att klargöra begreppet smart stad, dess förutsättningar och dess möjligheter. Hur den ser ut och vad som krävs för att få kalla den en smart stad. Undersöka olika tekniska innovationer inom ITS och IoT som kan bidra till att förverkliga en smart stad, hur de ser ut i dag och hur de bör se ut i framtiden. Rapporten är framställd för att ta reda på vilken kunskap och tjänster som samhället kommer att behöva för att driva infrastrukturutvecklingen i önskvärd riktning.

1.3 Frågeställning

- Vad är en smart stad?
- Vilka typer av ITS finns idag?
- Vilka typer av ITS förväntas i framtiden?
- Vilken typ av infrastruktur krävs för framtidens ITS?
- Hur kan ITS och IoT bidra till förverkligande av den smarta staden?

1.4 Avgränsningar

Arbetet fokuserar endast på ITS och IoT påverkan på transportinfrastrukturen, trafiken, tillgängligheten, framkomligheten, säkerheten och miljöpåverkan och det kommer inte gå in på detaljer hur teknologin fungerar. Arbetet kommer fokusera på Sverige som mål för framtida teknologi och utveckling, dock när en del av litteraturstudien utanför Sveriges gränser.

¹⁹Vinnova. Smarta städer – vad Vinnova gör. 2017.

2 Metod

2.1 Litteraturstudie

I litteraturstudien var främst trovärdiga och vetenskapligt granskade källor intressanta därför valdes det att använda sökmotorn Google scholar, och lub search för att hitta artiklar, rapporter och övrig litteratur till studien. Med dessa sökmotorer blev resultaten många, med sökordet intelligent transportsystem fick man över 22 000 träffar på LUB search. Med avancerad sökning med ordet safety blev sökresultatet över 4000 träffar. LUB search, geofencing gav 465 träffar. Mobility as a service, MaaS, på LUB search gav 577 träffar. Sökning på geofencing fick man 465 träffar i lub search och Mobility as a service med avancerad sökning på MaaS gav 577 träffar. Google scholar ITS med ytterligare avancerad sökning på safety gav nästan 95 000 träffar även när man endast sökte från 2016. Både på LUB search och Google scholar det svårt att hitta relevanta artiklar där av användes dessa inte lika mycket som initialt tänkt. Efter rekommendation från handledare användes även VTIs Nationella Bibliotekskatalog Transguide som sökmotor. Här hittades fler användbara artiklar och rapporter. Med samma sökning i VTIs Nationella Bibliotekskatalog hittades först 1022 resultat och med avancerad sökning 289 resultat. Då det var intressant att få så mycket användbar information som möjligt användes breda nyckelorden så som ITS, IOT och Intelligent Transport system. Dessa nyckelord gav många träffar Sedan för att närmare specificera vad som söktes användes sökord MaaS, variabel speedlimits, safety, smart cities, kollektivtrafik, geofencing, 5G, Sensorer, LHOVRA, LoRA, AI och Autonoma fordon. Med hjälp av sökorden blev sökresultaten mindre. Dock var endast sökresultat på svenska eller engelska intressanta och därför uteslöts de träffar som inte motsvarade dessa krav. Det var svårt att hitta vetenskapliga artiklar som var relevant till undersökningen därför finns det endast en vetenskaplig artikel i litteraturstudien. Fastän sökresultaten i dessa sökmotorer är trovärdigt granskade, gjordes en kritisk bedömning av fakta då vissa myndigheter kan ha en lätt partisk inställning till deras arbete. Även Helsingborgs stad, Malmö stad och Stockholms stads hemsidor användes för att hitta information om deras arbete med ITS.

Eftersom litteraturstudiens fokus är nuvarande och framtida ITS var endast nyare forskning och rapporter intressanta. De flesta är skrivna under de senaste tio åren, endast ett fåtal som går längre bak än så, dessa syftar på konceptet smarta städer och metoder som används länge inom ITS.

Resultatet av litteraturstudien kan hittas i kapitel 3 och 4. I kapitel 5 kan man läsa vad som hittades på städernas respektive hemsidor.

2.2 Kvalitativa intervjuer med sakkunniga

För att få en insyn på hur städer jobbar med ITS och IoT genomfördes intervjuer med Helsingborg och Malmö Stad. Då det var viktigt att hitta sakkunniga tjänstemän från var stad skickades förfrågningar ut via mail. I mailen beskrevs examensarbetet och dess frågeställningar övergripande, samt vilka svar som söktes, för att säkerställa att vi fick rätt personer till intervjuerna.

Den första som ställde upp på intervju var en tjänsteman från Helsingborgs stads drift och underhållningsavdelning. Då han inte kände att han hade tillräckligt med information angående automatiserade fordon refererade han vidare till en kollega som kunde besvara dessa frågor bättre. Senare sattes även en andra intervju upp med en infrastrukturens strateg från Helsingborg. Från Malmö stad blev en intervju uppsatt med enhetschefen på gatukontoret.

Vid samtliga intervjuer fick de intervjuade godkänna att samtalen spelades in eftersom det lades stor tyngd på att inte missa något viktigt, och att ha möjligheten att gå tillbaka i samtalet och dubbelkolla information. Samtliga personer som intervjuades godkände att samtalen spelades in. De gav möjligheten att fokusera på intervjuerna, och samtalen behövde inte störas med upprepade frågor för att säkerställa att informationen blev nedtecknad.

Eftersom det inte var lämpligt att träffas på grund av rådande situation, bestämdes det att alla intervjuer skulle ske online. Det valdes att ställa öppna frågor då det ger större möjlighet för den som intervjuas att utveckla sina svar. Öppna frågor ledde till bra diskussioner och med bra, uppföljande frågor. Eftersom personerna som intervjuades jobbar på olika avdelningar och har olika kunskapsområden ställdes olika frågor. Frågorna som ställdes kan hittas i bilagorna. Detta skulle inte vara möjligt om frågorna endast ställts över mail eller i en enkät. Upplägget på intervjuerna gav de intervjuade stort utrymme att berätta om sina ansvarsområden, vilket gjorde dem mycket framgångsrika. I kapitel 5.1 och 5.2 redovisas resultaten av intervjuerna.

Då intervjuerna gjordes med tjänstemän från städerna angås det att informationen var gedigen. Man får dock räkna med en partisk inställning till sin egen kommun och arbete. Vilket även är något man måste ha i åtanke när man skriver och tolkar svaren. Med ovanstående i beaktande från intervjuerna så har rapporten genomförts för att ge en så objektiv syn på städernas arbete som möjligt.

3 Den smarta staden

Ordet smart stad har använts sedan 1990 talet och har många definitioner. En smart stad beskrivs av vissa som en intelligent stad där man använder teknologi och digitalisering för att optimera och digitalisera staden. Stockholm stad beskriver det som *”En smart stad är en hållbar stad, som utnyttjar digitalisering och ny teknik för att göra livet bättre för invånarna, för besökarna och för näringslivet.”*²⁰ UNECE är lite mer specifika i deras definition *”A smart sustainable city is an innovative city that uses 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.”*²¹ Även om de använder olika begrepp så är budskapet det samma, staden ska med hjälp av digitala medel förbättra levnadsstandarden för de som rör sig och lever i trafikrummen.

I början var stort fokus just tekniks specifikt på ICT (Information and communication technologies) när man pratade om smarta städer. Konceptet smarta städer har utvecklats sedan 90-talet och används nu i samband med en hållbar stad. Det har blivit allt mer vanligt och något som städer strävar efter²². Basen för en smart stad är att den kan samla in och dela med sig av data, samt att de olika delarna av staden är uppkopplade med varandra.²³ Smarta städer använder teknologi för att skapa klimatsmarta lösningar i städerna. De jobbar för energieffektivisering, minskning av utsläpp, ökad mobilitet och ett mer socialt och hållbart samhälle. Smarta städer siktar inte på ny infrastruktur utan snarare en uppdatering med digitala hjälpmedel för effektivisering av staden, allt för ett mer hållbart levnadssätt.²⁴

3.1 Säkra städer

Säkra städer är en gren av de smarta städerna. Den använder sig av teknologi för att skapa tryggare miljöer för medborgarna igenom övervakning och varningssystem. Leater, som är en av återförsäljarna av tekniken, beskriver det som 3 nivåer. Nivå ett finns övervakningen i form av kameror och mikrofoner. Nivå två sparar och processar informationen och nivå tre skickar ut den till nödvändiga enheter så som larmcentraler eller polis.²⁵ Systemen har ansiktsigenkänning och läser av registreringskyltar. De kan även detektera

²⁰ Stockholm stad. Stockholm – den smarta och uppkopplade staden.

²¹ ITU. Smart sustainable cities at a glance. 2020.

²² Albino, Vito. Berardi, Umberto. Dangelico Rosa Maria. Smart cities: definition, dimensions, performance and initiatives. 2015

²³ NBC News. The smart cities of tomorrow are already here. 2018.

²⁴ EU. What are smart cities?

²⁵ Leater. Safe city.

onaturligt eller avvikande beteende hos befolkningen. Kamerorna ser även olagligt beteende så som fotgängare som går mot rött. Systemet kan med hjälp av ansiktigenkänning skicka böter till vederbörande. Övergångsställen i Kina har även storbildsskärmar som visar upp ansiktet på de som går mot rött.

Många länder har redan investerat i säkra städer teknologin, och det finns idag 230 säkra städer i världen varav nästan alla större städer i Kina har denna typen av övervakningsteknologi.²⁶

²⁶ Svt dokumentär. Vem är rädd för Huawei? 2019.

4 Intelligent transport system

De intelligenta transportsystemen har många lösningar som ger minimala ingrepp i trafikrum och natur vilket gör ITS både kostnads- och miljöeffektivt. De är därför nödvändiga i de trafikrum där expansion inte är möjligt, så som i städerna där vägnätet inte går att bygga ut längre. Utsläppen och ljudnivåerna i städerna är även hälsoskadliga för både oss och naturen.²⁷

C-ITS är de programvaror som möjliggör kommunikationen mellan olika fasta system. Bland annat kommunikationen mellan fordon och från fordonen till infrastrukturen. Men även från infrastrukturen till fordonen eller mellan olika delar av samhället. ITS riktar sig till att ge information på plats till exempel självreglerande trafiksignaler och dylikt medan C-ITS arbetar för att vidarebefordra denna information till resterande av trafiknätet för att ge förvarning till trafikanterna. C-ITS arbetar med IoT, internet of things, AI, artificiell intelligens och andra mjukvaror som med hjälp av kommunikation och algoritmer löser problem, läser av situationer, lagrar information och analyserar. C-ITS är mer kommunikativa digitala system till exempel V2V, vehicle to vehicle, som finns i de flesta nya bilar där de kommunicerar med varandra om rådande trafikförhållanden för att kunna förvarna trafikanter emellan om saker som olyckor och halka på vägen. Andra typer av dessa system är V2I, Vehicle to infrastructure där informationen samlad från fordonen istället skickar till infrastrukturen. Detta används bland annat inom kollektivtrafiken där bussens system kommunicerar med trafikljusen för att få företräde i korsningarna. V2X, vehicle-to-everything, är ett samlingsnamn för dessa system som kommunicerar från fordon till andra enheter. De här teknologierna behövs för att vi ska kunna fortsätta leva och transportera oss i den utsträckning vi gör idag trots den ökade befolkningen. De kommer vara en huvudfaktor om vi inte vill sluta resa.²⁸

4.1 Motorfordonstrafik

ITS finns utbrett idag och finns att använda bland annat inom variabla hastighetsskyltar, ramp metering, trängselskatt, dynamiska körfält och trafiksignalering. Men omfattande satsningar görs i hela världen för utvecklingen av ITS bland annat autonoma fordon och MaaS, mobility as a service, tjänster. Även digitalisering av andra saker så som belysningsstolpar och trafikljus är med i utvecklingen för framtidens smarta städer.

²⁷ Arbetsmiljöverket. Risker med buller. 2016.

²⁸ Lu, Meng. (red.) Evaluation of intelligent road transport systems. 7 uppl. London: The institution of engineering and technology, 2016, 235.

4.1.1 Variabla hastighetsskyltar

Variabla hastighetsskyltar läser av trafikförhållandena i realtid och ändrar rådande hastighet efter trafikflödet, densiteten och hastigheten. Skyltarna är kopplade till sensorer i och vid sidan av vägbanan som läser av trafiken, det förekommer även videoövervakning på vissa platser. Andra sensorer som känner av vädret, olyckor och vägarbeten är också kopplade till skyltarna för att kunna ändra hastigheten utefter dessa förutsättningar också, se figur 4.



Figur 4: Foto av variabel hastighetsskylt.²⁹

De variabla hastighetsskyltarna kan minska de så kallade shock waves som uppstår vid höga trafikflöden då en hastighetsförändring sker hos någon av fordonen. Detta skapar en kö som rör sig som en våg på vattnet, där av uttrycket, som sedan genererar lägre hastigheter och köer under en lång tid efter händelsen inträffat. Med variabla hastighetsskyltar får man en jämnare hastighet, vilket minskar risken för att detta ska uppstå. Lägre hastigheter och jämnare flöde minskar även tomgångskörningen, accelerationer och retardationer och minskar på så sätt utsläppen och luftföroreningarna från fordonstrafiken.

Dessa skyltar används främst på motorvägar, men förekommer även på andra ställen också, och dess påverkan på trafiken visar från olika undersökningar bland annat på minskningar i olyckor och ett ökat flöde trots hastighetssänkningen.³⁰

²⁹ Bellborn, Amanda. Variabel hastighetsskylt. Veberöd. 2020.

³⁰ Lu, Meng. (red.) Evaluation of intelligent road transport systems. 7 uppl. London: The institution of engineering and technology, 2016, 100.

4.1.2 Ramp metering

Ramp metering är sensorer och algoritmer som tillsammans beräknar den optimala sammanfogningen av trafiken mellan huvudleder och påfartsramper för att öka framkomligheten på huvudlederna. Sensorerna läser av fordonen på huvudleden och algoritmen beräknar när fordonen på påfartsrampen ska integreras och i vilken hastighet för att få minst påverkan på flödet i trafiken. Detta minskar köbildningarna på högtrafikerade vägar och genererar högre och bättre flöden för trafiken speciellt under rusningstimmarna. Studier utförda visar även på en ökas säkerhet vid införandet av Ramp metering då algoritmen styr trafiken, vilket minimerar risken för kraftiga inbromsningar och farliga inkörningar.³¹

4.1.3 Dynamiska körfält

Dynamiska körfält ändras efter behovet i trafiken. Här pratar man mycket om reversibla körfält, alltså körfält som ändrar riktning efter flödet eller uttryckningsvägar som öppnas för allmäntrafiken under de högst belastade tiderna under dygnet. Figur 5 visar reversibelt körfält för buss i linjetrafik i Lund.



Figur 5: Reversibelt körfält för buss i Lund.³²

Reversibla körfält skulle effektivisera trafiknätet då körfälten skulle kunna användas mer effektivt än vad de gör i dagsläget.³³

³¹ Miles, John and Chen, Kan. (red.) The intelligent transport systems handbook. 2 uppl. England: PIARC. 2004, 86.

³² Bellborn, Amanda. Reversibelt körfält. Lund. 2020.

³³ Lu, Meng. (red.) Evaluation of intelligent road transport systems. 7 uppl. London: The institution of engineering and technology, 2016, 105.

4.1.4 Trängselskatt

Trängselskatt använder sig av de ekonomiska styrmedlen för att göra det kostsammare att köra inne i stadskärnorna under de mest trafikerade timmarna på dygnet. Detta för att få över folk till kollektivtrafiken eller välja mindre högtrafikerade tider att köra under eller alternativa platser att arbeta ifrån. Trängselskatt finns i både Stockholm och Göteborg. Trafikverkets utvärdering av införandet i Stockholm visar en minskning i restid sedan införandet av trängselskatt, dock var minskningen inte lika stor som man förväntade sig i prognosen.³⁴

4.1.5 Trafiksignalering

Trafikljus är en frekvent använd teknik inne i städerna, många av dessa använder LHOVRA teknik. LHOVRA står för Lastbilsprioritering, Huvudledsprioritering, Olycksreducerande, Variabel gult, Rödkörande kontroll, Allrödvändning. Det vill säga att det används för prioritering av större fordon, så som buss och lastbil. Genom detektering av fordon på huvudleden ges dessa företräde för att öka framkomligheten, minska upphinnande olyckor och rödkörning. Då systemet kan detektera bilar i valområdet kan de anpassa gröntiden till fordons position men även göra gultiden kortare ifall det inte befinner sig några fordon vid tillfarten och därmed inte behövs någon längre övergång. Vid situationer där fordon kör när signalen precis slagit om till rött kan risken för olycka göras något lägre genom att fördröja gröntiden i de andra tillfarterna. På så sätt hinner fordonet som kört mot rött igenom korsningen innan det blir grönt för korsande trafik. Trafiksignalerna slår om till grönt när det kommer ett ensamt fordon, det vill säga att alla tillfarter har rött tills ett fordon kommer. Detta är en säkerhetsåtgärd som gör att föraren ser att det är rött och håller där med en lägre hastighet fram till korsningen. LHOVRA används för att minska olyckor i korsningar, öka flödet inne i staden och minska stillastående i korsningar för minskad tomgångskörning³⁵

Stockholm stad testar en ny teknik vid trafiksignalerna som känner av fordonet med värmekameror. Detta för att identifiera dess storlek och på så sätt veta vilket trafikslag det är. Tekniken ska känna av gång-, cykel- och kollektivtrafik för att ge dem prioritering i korsningarna. Dagens system känner av gång- och cykeltrafikanter med sensorer i vägbanan vilket gör att den inte tar hänsyn till när de färdas mot rött. Vid användning av värmekameror så har trafikljusen koll på om där finns gång och cykeltrafik vid korsningen, vilket gör att den registrerar om de går mot rött och väljer då att

³⁴ Heldemar, Sara och Morán, Carlos. Trängselskatten i Stockholm förändrades 1 januari 2016. 2017

³⁵ Sektion för Utformning av vägar och gator. Vägar och gators utformning, VGU. 2004

inte slå över då det inte finns någon gång eller cykeltrafikant vid korsningen längre. Resultaten av studien visar på minskade väntetider för gång-, cykel- och kollektivtrafik medans biltrafiken fick en 3% ökning av väntetid. Utslaget på antal fordon blir de en sekunds ökad väntetid.³⁶

I Köpenhamn pågår ett projekt för att minska restiden i staden, detta projekt görs med ett CTCM, Central Trafikstyrningssystem. Systemet jobbar med gröna vågor i trafikljusen vilket innebär att trafikljusen är kopplade till varandra vilket ger längre sträckor med grönt ljus där trafikanterna inte behöver stanna vid lika många trafiksignaler. Detta ska bidra till minskade restider och utsläpp inne i staden då det blir en minskning av accelerationer på grund av de minskade stoppen³⁷.

4.1.6 Autonoma fordon

90% av alla trafikolyckor beror på den mänskliga faktorn enligt Elzbieta Bienkowska, som arbetar med dessa frågor som EU-kommisionär.³⁸

Självkörande bilar hade därför eventuellt kunnat ta Sveriges nollvisionsmål i hamn. Men med autonoma fordon kommer andra säkerhetsaspekter utöver den mänskliga faktorn, så som systemfel och hackning. Viss forskning visar på en 90% minskning av olyckor, men många är skeptiska till denna siffra och menar på att de autonoma fordonen kommer att ha samma olycksstatistik som personkörda fordon.³⁹

4.1.6.1 Automatiseringsstadier

Automatiseringen av fordon kommer gå i stadier där bilarna blir mer och mer automatiserade tills den punkten där människan inte längre är en nödvändighet.

De fem olika stadierna till automatiserade fordon.⁴⁰

1. Förarassistans
2. Partiell automatisering
3. Villkorlig automatisering
4. Hög automatisering
5. Full automatisering

³⁶ Stockholm stad. Stort intresse för stockholmstads realtidsdata. 2020.

³⁷ Guldborg Jensen, Rasmus. Toft Wendelboe, Jens. ITS minskar Trafikträngsel och minimerar koldioxidutsläppen. 2018

³⁸ EU pressmeddelande. Europa på väg: sista delen för EU-kommissionens agenda för säker, ren och uppkopplad mobilitet. 2018

³⁹ Litman, Todd. Autonomous vehicle implementation predictions. 2020

⁴⁰ Kronborg, Peter. Bergh, Torsten. Svensk, Per-Olof. Palm, Magnus. Trafikflöden och självkörande fordon Drive Me försökssträcka. 2018.

Med förarassistans menas funktioner som adaptiva farthållare eller filhållningsassistans som finns i de flesta nya bilar idag och vid detta stadiet tvingas du välja mellan vilka funktioner du vill använda. Steg två kan du istället använda båda funktionerna samtidigt. Denna funktion finns också i dag men är inte nödvändigtvis med i baspaketet för bilen. Tredje stadiet, villkorlig automatisering, kan köra helt själv men föraren måste ingripa vid vissa situationer till skillnad från stadiet fyra, hög automatisering, där bilen ska klara av allt själv men föraren måste fortfarande vara bakom ratten. Föraren behöver dock inte ha fullt fokus på vägen utan får läsa tidningen eller dylikt. Femte stadiet är ett helt självkörande fordon. Här behövs ingen förare utan fordonet klarar av att framföra sig helt själv utan mänsklig assistans av någon form.⁴¹

4.1.6.2 Utmaningar

De självkörande bilarna kommer att ha svårigheter med att interagera med människor och kommer därför med största sannolikhet behöva egna körfält till en början.⁴² Trafikskyltarna hade även behövt uppdateras och underhållas i en större utsträckning för att säkerställa att fordonen kan läsa av dem, speciellt i de delarna av landet där snö och is kan komma att täcka över dem. Det hade även underlättat om alla skyltar i hela världen var likartat utformade. Även vägmarkeringarna i och vid sidan av vägen behöver vara extra tydliga, och alla ställen där det inte finns behövs det fyllas i för att säkerställa fordonets positionering. Underhållet behöver generellt sett öka, speciellt under vinterhalvåret men även vid smuts och nedslitning då satellitpositioneringen inte är tillräckligt exakt för att själv styra bilen. Även om satelliterna spelar en stor roll vid framförning av fordonet, så kommer skyltar och vägmarkeringar fortfarande behövas. Bilen hade eventuellt även behövt punkter vid sidan av vägen för att säkerställa dess position.⁴³

Viktigast för självkörande fordonen är data. Självkörande fordon bygger på AI och AI bygger på data. Desto mer data AI:n har tillgång till desto bättre kommer den att arbeta. Med mer data kan den bättre förutse beteende, det är därför viktigt att samla så mycket information som möjligt om samhället i stort för att programmet ska få bästa förutsättningarna att göra ett bra och säkert arbete. Kina är en av de mest uppkopplade länderna i världen och har enormt många tjänster i mobiltelefonen, vilket gör att de besitter stora

⁴¹ Lu, Meng. (red.) Evaluation of intelligent road transport systems. 7 uppl. London: The institution of engineering and technology, 2016, 134.

⁴² Lu, Meng. (red.) Evaluation of intelligent road transport systems. 7 uppl. London: The institution of engineering and technology, 2016, 263.

⁴³ Lu, Meng. (red.) Evaluation of intelligent road transport systems. 7 uppl. London: The institution of engineering and technology, 2016, 263.

mängder data och har därmed några av de bästa förutsättningarna för implementerandet av AI och självkörande fordon.⁴⁴

All teknologi som nämnts tidigare, så som variabla hastighetsskyltar, ramp metering och dynamiska körfält kommer inte längre ha en marknad om autonoma fordon tar över. Men de autonoma fordonen beräknas inte förbättra framkomlighet och flöde anmärkningsvärt förrän trafiken består av 50–75% av självkörande fordon, och till en början förväntas de till och med att försämra framkomligheten.⁴⁵ Självkörande fordon kommer att köra försiktigare än övervägande del av mänskligheten vilket kommer bidra till en försämring av framkomligheten så länge den interagerar med en hög andel människor. Autonoma fordon bär med sig risken för ett ökat användande av bilen. Test har genomförts där familjer får tillgång till en privatchaufför och bilens resande ökade med upp till 80%.⁴⁶ Med en så pass hög ökning av trafiken kommer flödet att påverkas negativt.

Allmänheten måste även acceptera tekniken och känna sig trygga vid användandet, annars kommer fordonen inte att sälja. En undersökning gjord i USA visar en stor skepticism till atomiserade fordon, framför allt efter dödsolyckan i Arizona som skedde 2018. Över testade självkörande fordon då en fotgängare som ledde sin cykel över vägen blev påkörd och senare avled på sjukhus av sina skador. Olyckan hände på kvällen, det är mörkt ute och fordonet lyckades inte stanna för fotgängaren. Detta är inte första gången en olycka har skett med ett autonomt fordon men det är den första dödsolyckan.⁴⁷

4.1.6.3 Fördelar

Självkörande bilar tar mindre plats. De beräknas ha en bättre filpositionering och även kunna parkera bättre. Utrymme för att föraren, med flera, ska kunna ta sig ut ur fordonet vid parkering blir inte heller någon nödvändighet när bilen kan släppa av passagerarna och sedan själv köra iväg och parkera sig. Detta skapar ökad yteffektivitet, speciellt inne i städerna då parkeringsplatser och hela parkeringshus kan flyttas ut ur staden. Detta bär dock med sig ytterligare resor för fordonstrafiken.

Automatiserad körning för lastbilar i konvojer förväntas däremot ha positiv inverkan på miljön. Då lastbilarna kan köra betydligt närmare varandra kommer deras bränsleförbrukning minska avsevärt.⁴⁸

⁴⁴ SVT dokumentär. Dokument utifrån: AI – hot eller möjlighet? 2019.

⁴⁵ Trafikanalys. Självkörande fordon och transportpolitiska mål. 2017.

⁴⁶ Litman, Todd. Autonomous vehicle implementation prediction. 2020.

⁴⁷ BBC news. Uber self-driving crash: footage showing moment before impac. 2018

⁴⁸ Trafikanalys. Automatiserad kolonnkörning – en lösning för framtiden? 2016.

4.1.6.4 Framsteg

2017 trädde en lag i kraft i Sverige som tillåter bedrivandet av tester för självkörande bilar. Det krävs tillstånd för att utföra dessa tester och de behöver även en förare i eller utanför fordonet vid alla tider. Den här lagen tar dock endast hänsyn till testandet av självkörande fordon, inte införandet⁴⁹ Efter att lagen trädde i kraft började Volvo tillsammans med Göteborg stad och DriveMe projektet att testa självkörande bilar på fjärde automatiserings nivån. En familj utanför Göteborg skulle få en självkörande Volvo som test för att se hur den fungerar i en allmän miljö. Testet skulle även undersöka familjens inställning till den nya formen av transport. Testet startade dock aldrig då teknologin inte hade kommit tillräckligt långt för att säkerställa säkerheten hos familjen och medtrafikanterna.

Det råder delade meningar om när självkörande bilar kommer finnas tillgängligt på marknaden. Men i Kina satsar man för denna utveckling. De har byggt en stad i storlek med Chicago som är helt designad för självkörande bilar och kinesiska regeringen är villiga att investera i utvecklandet.⁵⁰ I Shanghai godkände man i september 2019 tillverkningen och användningen av 50 självkörande bilar, men med kravet att en förare var aktiv. Om inga olyckor skedde under en 6 månaders period så skulle en möjlig utökning undersökas.⁵¹ Från och med den 8 maj i år startade de ett pilotprojekt med självkörande taxis. Taxibilarna har en chaufför redo att ingripa om situationen kräver det under pilotprojektet men hoppas kunna utöka tjänsten om resultatet av studien är goda.⁵²

4.1.7 Kommunikation mellan fordon

Projekt data task force är ett initiativ från EU för att lösa denna kommunikationsbrist mellan tillverkare. Projektet består av Volvo cars, BMW AG, Ford smart mobility, Mercedes Benz, TomTom traffic och HERE europe. Dessa tillverkares produkter har redan program som registrerar och delar trafikinformation mellan sina egna enheter. De har nu ingått avtal där de ska vidareutveckla programmen för att i fortsättningen kunna dela trafikinformationen mellan parternas produkter.⁵³

Europeiska kommissionen har även tagit fram lösningar som de vill sätta som krav på nytillverkade bilar som ska få säljas inom medlemsländerna. De

⁴⁹ Sveriges Riksdag. Förordning (2017:309) om försöksverksamhet med självkörande fordon. 2017

⁵⁰ SVT dokumentär. Dokument utifrån: AI – hot eller möjlighet? 2020.

⁵¹ Daws, Ryan. Shanghai has become the first chinese city to license self-driving cars to carry passengers. 2019.

⁵² Yumo, Hu. Self-driving taxi service coming to Jiading. 2020.

⁵³ European data task force. 'Data for Road Safety' Collaboration Launches in Europe. 2019.

system som de vill ha som krav finns till för att öka säkerheten på vägen genom avläsning av såväl föraren som omgivningen. Bland dessa krav finns övervakning av förarens uppmärksamhet, avancerad distraktionsvarning, registreringsapparat för kollisionsdata, nödstoppsignal, intelligent farthållning, backövervakning, system för övervakning av däcktryck och system som varnar och detekterar oskyddade trafikanter som kan vara i fara.⁵⁴

4.1.8 Geofencing

Geofencing eller geostaket är som namnet avslöjar ett digitalt staket som gör det möjligt att kontrollera fordonen innanför staketet. Detta gör det möjligt att kontrollera bland annat vilka fordon som får röra sig inom staketet, vilka hastigheter de får hålla och vilket typ av drivmedel som de får drivas på.⁵⁵ Stockholm och Göteborg stad är båda intresserade av denna teknologin och trafikverket jobbar för dess utveckling så att det kan komma i bruk inom en snar framtid. Staketet är till en början främst tänkt att användas i städer men är såklart även användningsbart i andra sammanhang. Startskottet för detta projekt var attentatet på Drottninggatan i Stockholm 2017 och för att förhindra liknande händelser igen vill man nu ha bättre kontroll på trafiken som rör sig i städerna.⁵⁶ Andra användningsområden, så som hastighetskontrollering, är också tänkbare. För att nå nollvision målet så behöver hastigheterna sänkas⁵⁷, och med hjälp av geostaketet så kan man säkerställa lägre hastigheter i större utsträckning. Trafikverket är även optimistiska till en bredare användning för att kunna sänka framförallt hastigheter vid platser där man ser en ökad olycksstatistik, till exempel olycksdrabbade kurvor eller liknande.

Trafikverket vill främst rikta denna typ av teknologi till de professionella förarna, alltså lastbilar, bussar och annan typ av yrkestrafik, i första stadiet.⁵⁸ Tekniken kräver att fordonen är tillräckligt uppkopplade för att kunna ta och ge information till staden, vilket är teknik som inte finns i alla fordon. Appliceringen på biltrafiken kommer därför att ta några år innan nog med fordon är utrustade med de nya systemen, och det är därför inte rimligt i dagsläget att tillämpa tekniken på den kategorin. Däremot på den professionella trafiken kan dessa krav sättas för en ökad säkerhet, men även som test för framtida bruk.

⁵⁴ Trafikanalys. Uppkopplade, samverkande och automaticerade fordon, farkoster och system – ett kunskapsunderlag. 2019.

⁵⁵ Trafikverket. Så ska geofencing införas i svenska städer. 2018.

⁵⁶ Trafikverket. Så ska geofencing införas i svenska städer. 2018.

⁵⁷ Trafikverket. Så ska geofencing införas i svenska städer. 2018. (Video)

⁵⁸ Trafikverket. Geofencing. 2020.

Som den tidigare nämnda undersökningen från Europakommissionen sa, orsakas mer än 90% av alla olyckor av mänskliga misstag⁵⁹. I denna höga procentsats är stor del orsakad av fortkörning, med detta i åtanke behöver man åtgärder för att hålla sig inom hastighetsgränsen för att göra vägarna säkrare. En åtgärd som många nya bilar jobbar med är ISA (intelligent speed assistance) vilket är liknande system som med hjälp av bilens inbyggda GPS avläser vägens hastighet och sätter automatiskt en farthållare som inte går över denna hastighet. Denna farthållare kan dock stängas av, men uppmuntrar och hjälper bilisterna att hålla sig till hastighetsbegränsningen⁶⁰.

4.1.9 Uppkoppling

V2N är uppkoppling mellan fordon och nätverk. För att detta ska fungera så behöver 5G vara tillgängligt vilket ambitionerna från EU är att alla större vägar ska ha till 2025. De tekniska specifikationerna för 5G är dock diffusa. Den senaste tiden har 5G varit på tapeten med frågor kring hur säkert detta är. Det har cirkulerat teorier att strålningen är skadlig för oss. Men för närvarande finns det inget som pekar på att det är hälsofarligt för människor. Dock finns det endast ett fåtal tester som har utförts med 5Gs radiofrekvens⁶¹. Svenska strålsäkerhetsmyndigheten som ansvarar för säkerheten för bland annat radiovågor i Sverige, undersöker fortfarande 5Gs risker. Enligt miljöbalken så klassas 5G som en miljöfarlig verksamhet, detta innebär att det kan orsaka skada eller besvär för människor eller miljö⁶².

4.2 Kollektivtrafiken

En ökning av kollektivtrafikresandet ökar säkerheten och tar oss närmare nollvisionen. Enligt statistik från svensk kollektivtrafik så minskar risken för att skadas i trafiken med 50% vid resandet med kollektivtrafiken i förhållande till biltrafiken⁶³. Denna minskning inkluderar även promenaden eller cykelturen till och från hållplatserna. Kapaciteten och yteffektiviteten varierar också stort för de olika trafikslagen. En genomsnittlig gata kan transportera ungefär 900 passagerare i personbilar per timme, medan en spårvagn på samma gata hade klarat 17 000 passagerare. Ytan som krävs för transporter i personbil är därför 95% större än för den i spårvagn.⁶⁴ 85% av biltrafiken körs dessutom av en ensam förare vilket lämnar en stor del av kapaciteten outnyttjad.⁶⁵ En övergång till kollektiva transportmedel hade inte bara varit

⁵⁹ European Commission. Intelligent Transport system – Road. 2020

⁶⁰ European Transport Safety Council. Briefing: Intelligent speed assistance (ISA). 2017

⁶¹ World Health Organisation. 5G mobile networks and health. 2020

⁶² Strålmynndigheten. Myndighetens arbete med 5G. 2019

⁶³ Svensk kollektivtrafik. Kollektivtrafik – en investering i samhällsnytta. 2017.

⁶⁴ Eliasson, Fredrik. BRT 2020. Snabb och kapacitetsstark kollektivtrafik med Bus Rapid Transit. Hämtad 2020.

⁶⁵ Kabbaj, Wanis. What a driverless world could look like. 2016

yteffektiviserande, det hade även genererat ett större utnyttjande av den kapacitet som finns bland fordonen.

4.2.1 Buss

En av de första testerna i Sverige på självkörande fordon i trafik tillsammans med Nobina, gjordes i Kista som ett försökstest för att se om de självkörande bussarna har potentialen till att ersätta den personkörda kollektivtrafiken i framtiden. Figur 6 visar en självkörande buss från tester utförda i Berlin.



Figur 6: En automatiserad buss i Berlin, Tyskland. ⁶⁶

Bussen gjorde bra ifrån sig. De enda bekymmer bussen stötte på uppstod när persontrafik inte hade agerat efter trafikreglerna och parkerat felaktigt. Men bussen gjorde vad den skulle och stannade. Detta orsakade såklart förseningar i busstrafiken fram tills att problemet var åtgärdat, men systemen fungerade som de skulle. Även under vinterväglagsförhållande gjorde bussen bra ifrån sig och presterade över förväntan. Nobina har efter detta test infört en minibuss i regionaltrafik i Barkarby. ⁶⁷

I Nederländerna har man kört självkörande bussar ett tag i en by som heter Rivium. Bussen går från byn till en spårvagnsstation 1,8 km bort och kör i en egen reversibel bussfil. Den har en kapacitet på 480 personer i timmen och pendlarnas feedback på bussen är positiv. Passagerarna känner sig säkra med systemet och har ingen rädsla för att åka med de självkörande bussarna. ⁶⁸

För att kunna hålla koll på om det finns plats på bussarna eller Pågatågen har Skånetrafiken nyligen lanserat en funktion där man kan se hur fullt ett fordon är. Detta funkar endast på de bussar och tåg som har automatisk passagerare

⁶⁶ Falco. Autonoma, autonomy körning. 2019.

⁶⁷ Barkabystaden. Självkörande bussar blir verklighet i barkabystaden.

⁶⁸ Pernestål Brenden, Anna. Kottenhof, Karl. Självkörande fordon som komplement till kollektivtrafiken – en förstudie för Stockholm. 2017.

räknare. Detta betyder att de funkar på Pågatågen och många av Skånetrafikens bussar. Just nu funkar det bara online på deras hemsida, här ser man en karta över Skåne och hitta den buss eller tåg man undrar över genom att söka på ort eller linje. Fordonet kommer visas som en punkt på kartan i grönt, gult eller rött. Grönt betyder att den är mellan 0–50% av platserna är upptagna, gul 51–75% och röd 76–100%⁶⁹.

4.2.2 MaaS

MaaS Mobility as a service är ett begrepp för smart mobilitet även kallad kombinerad mobilitet som jobbar mot att koppla ihop de olika transportslagen och ge en effektiv och smidiga resa. Tanken med MaaS är att underlätta kollektivtrafiken för allmänheten, man ska där med kunna köpa en biljett för en hel resa även om detta innebär att bytta från buss till tåg och elsparkcykel. Bland annat jobbar man med BoB (Biljett-och Betalning standard) detta är ett biljettsystem som samtrafiken har utvecklat för att jobba mot en standard för biljettförsäljning. Här ska du också kunna köpa biljetter från andra operatörer i samma app för att göra det gröna alternativet det lättaste. Operatörer ska kunna läsa sina egna biljetter men även de biljetterna som kommer från en tredje part. Kompis är även en ett MaaS projekt som står för kombinerad tjänst för mobilitet i Sverige, de leder projekt så som BoB för att utveckla MaaS i landet. De samarbetar med API företaget Trafiklab för att bland annat hålla resenärer uppdaterade om störningar i trafiken och positionsdata med sina reseappar. Målsättningen är att majoriteten av kollektivtrafikföretagen i landet ska använda sig av denna teknik⁷⁰.

MaaS kan även innefattar bilpooler. Det finns många företag som satsar på olika MaaS samarbeten, bland annat bilföretagen själva och biluthyrningsfirmor. Bilpoolerna riktar sig till resenärer som inte behöver en egen personlig bil, utan bilpoolen ger tillgång till bil när man behöver igenom en gemensam flotta. Med bilpooler minskas utsläppen då man uppmuntrar till att endast använda bil när det behövs. I genomsnitt står personbilar stilla 95% av sin tid vilket tar upp onödig plats i samhället som kan användas till annat.⁷¹ Enligt en undersökning som gjorts av Trivektor ersätter en bilpoolsbil fem privata bilar⁷²

MaaS projekt pågår på fleras ställen runt om i världen och består av företag som erbjuder appar där man kan köpa biljetter till kollektivtrafik, ha bilpools prenumerationer, beställa taxi och cykeluthyrning i en och samma app och får

⁶⁹ Skånetrafiken. Ny tjänst som visar lediga platser. 2020

⁷⁰ Samtrafiken. BoB – Biljett och betal-standard. 2020

⁷¹ M. Volvo car mobility lanserar M – smart bildelning i Stockholm och Uppsala. 2019.

⁷² Mynewsdesk. Bil i pool ersätter fem privatbilar. 2014

en gemensam räkning på allt. Bland annat svenska Ubigo använder sig av den här metoden i Stockholm och Göteborg de har samarbetspartners så som SL, Hertz och cabonline⁷³.

I Kista pågår projektet DELTA vars mål är att minska andelen privata fordon med 53%.⁷⁴ Projektet riktar sig mot sista milen transporten där de vill se mer kollektivt resande och andra alternativ till bil. Deltagarna laddar ner en app, Ridesharing, där de kan se vart närmaste bil är och hur lång tid det kommer ta för bilen att ta sig till dig. Systemet fungerar likt andra taxitjänster men resenärerna delar bilen med andra som har samma färdväg. Projektet är tänkt likna ett framtida scenario med delade autonoma fordon och forskare vill därför analysera människornas inställning till ett system där privata bilar blir mer likt kollektivtrafiken. Deltagarna får efter sin färd dela med sig av sina erfarenheter och synpunkter på systemet.

4.3 Gång- och cykeltrafik

Gång och cykeltrafiken är den trafik som idag ligger längst utanför ITS utvecklingen när det kommer till dess uppkoppling till nätet. Den teknologi som finns idag är väldigt begränsad men för att kunna fortsätta utvecklingen mot ett mer uppkopplat samhälle måste även dessa trafikslag tas med i beräkningarna för att resterande transportsystem också ska fungera.

4.3.1 Cyklar

Uthyrning av cyklar har funnits i flera år. Men tack vare teknologin har detta ökat de senaste åren eftersom uthyrningen av cyklarna nu sker digitalt och återlämningsplatserna är betydligt mer utspridda på grund av det. Cykeluthyrningen fungerar nu mer likt kollektivtrafiken, de erbjuder till och med pendlarkort.

Cyklandet blir mer och mer attraktivt och försäljningen av elcyklar gjorde en ökning mellan 2017 och 2018 med 50%⁷⁵ vilket inte bara gynnar miljön och folkhälsan, utan även ekonomin. De samhällsekonomiska kostnaderna för att köra bil är betydligt större än vad trafikanterna betalar. En ökad cykling hade på så sätt sparat samhället pengar.⁷⁶

Cyklingen är känslig för fördröjningar och omvägar. Det är viktigt att cykelvägarna inte genererar stora omvägar för cyklisten, men framförallt krävs

⁷³ Ubigo. Resetjänst för dig och din familjs vardagsresande. 2020

⁷⁴ Nozkova, Sara. DELTA. 2020.

⁷⁵ Svensk Cykling. Cykeltrendrapport. 2018.

⁷⁶ Naturvårdsverket. Den samhällsekonomiska nyttan av cykeltrafiksåtgärder. 2005.

det betydligt mer energi för cyklisterna att accelerera vilket gör att rödljus och andra stopp på vägen är ett störningsmoment. Cyklisterna behöver därför signalprioritering i större utsträckning för att göra detta transportmedel mer attraktivt, något städerna har arbetat för under de senaste åren.⁷⁷

I ett samhälle som går mer och mer åt självkörande bilar blir det klart att cyklarna är en utmaning i denna utveckling. De är inte uppkopplade till resten av nätverket och eftersom de är så pass flexibla i trafikrummen blir de även svårt för bilarnas system att förutse vad cyklisten kommer att göra i de olika konfrontationerna mellan trafikslagen. Detta skapar en otrygghet för cyklisterna då de är dem som far illa ut vid en olycka och de sätter även käppar i hjulen för utvecklingen av autonoma fordon. Med uppkopplade cyklar skulle samspelet mellan cyklarna och bilarna underlättas⁷⁸.

4.3.2 Fotgängare

Med smartphones kom ett nytt problem, människor som inte kollar upp från sina telefoner. Detta blir ett större problem där fotgängare och cyklister hamnar i olyckor på grund av sina telefoner. I en undersökning på Manhattan new york har de funnit att var fjärde person var distraherad av sin mobil när de gick över gatan. Därför har man på flera ställen försökt hitta en lösning på problemet med hjälp av ITS lösningar. Vid Queensland University of Technology i Australien har man forskat kring hur reaktionstiden förändras för fotgängare med telefoner om det finns trafikljus i marken. På en meters håll var reaktionstiden som bäst men var ändå knappt 0.2 sekunder snabbare än utan trafikljusen i marken⁷⁹. I Tel Aviv kallar man de installerade trafikljusen i marken för "zombieljus" för att rädda liv på de som inte tittar upp från telefon vid trafikljus. Detta för att de ska vara lättare för personer att uppfatta ett rödljus när man går med huvudet sänkt⁸⁰. Även i den tyska staden Augsburg har det installerats led ljus i marken vid övergångsställe vid spårvagnshållplatser som blinkar rött när en spårvagn är på väg in och slocknar när det är fritt fram att gå över vägen⁸¹

På Hawaii i USA testar man en annan taktik för att minska olyckorna vid övergångsställen, här har man antagit "Distracted Walking Law". Denna lagen gör det straffbart med böter om man går över vägen när man kollar ner i sin

⁷⁷ NCC. Dags för cykelinfrastruktur – cykeltrafik. 2019.

⁷⁸ Åström, Jonas. Mårtensson, Malin. Hur kan uppkopplade cyklister bidra till ökad trafiksäkerhet. 2018.

⁷⁹ Queensland University of Technology. 'distracted walkers': can flashing footpath LEDs break the smartphone spell?. 2020

⁸⁰ Nyheterna. Nya trafikljus på marken – för alla som inte tittat upp från mobilen. 2019

⁸¹ TeknikensVärd. Trafikljus i marken ska rädda mobiltelefonitittande fotgängare. 2016

mobiltelefon. Detta kan bli en dyr affär då engångsföreteelse ger dig böter på 15 USD medan upprepade överträdelse kan kosta dig upp till 99USD⁸².

4.3.3 Elsparkcyklar

Elsparkcyklar är idag ett vanligt sätt att transportera sig i städerna. De är smidiga, lätta att få tag på och assisterar i dörr-till-dörr principen. Detta nya transportmedel klassas som cykel på grund av sin hastighet på 20km/h och är tänkta att minska resandet med bil i städerna. Undersökningar bland brukarna visar dock inte på att det är i det syfte de används på utan att de istället används på sträckor som brukarna annars hade promenerat på eller tagit bussen⁸³. Utöver det så är andelen som behövt söka vård vid skador på grund av elsparkcyklar betydligt högre än vid vanliga cyklar och det första dödsfallet inträffade 2019 i Sverige. Elsparkcyklarna kräver även laddning och går att lämna precis vart som helst. Detta genererar många underhållskörningar för upplockning och uppladdning av fordonen vilket inte är det minsta miljövänligt. Den fortsatta användningen av detta transportmedel kan därför diskuteras.

4.4 Övriga lösningar

Utöver de trafiklösningarna som direkt påverkar trafiken, finns andra faktorer som också spelar roll för att underlätta trafiken och livet inne i staden. Här finns bland annat satsningar på uppkopplade soptunnor och diverse sensorer som underlättar bland annat drift och underhåll och polisinsatser i städerna.

4.4.1 Belysningsstolpar

Då belysningsstolparna redan har elektricitet draga till sig är de utmärkta ställen att installera ITS. En funktion som diskuteras är ljud sensorer som lyssnar av trafikrytmen för skottljud och skrik. Vid upptagandet av detta ljud skickar den iväg en signal med positionering på det hörda ljudet. Tanken bakom mikrofonerna är att snabbare kunna skicka ut hjälp vid skottlossning och våldtäkter för att på så sätt snabbare skicka ut hjälp till platsen. Andra typer av sensorer för att övervaka luftkvalitén, trafikräkning och parkeringshänvisningar diskuteras i Stockholm stad att kopplas till belysningsstolparna. Sensorerna kan både placeras i/på stolpen men även i elskåpen. Det som kan saknas vid en sådan här lösning är fiber.⁸⁴

⁸² Queensland University of Technology. 'distracted walkers': can flashing footpath LEDs break the smartphone spell?. 2020

⁸³ J. Hawkins, Andrew. Electric scooters aren't quite as climatefriendly as we thought. 2019.

⁸⁴ Stockholm stad. Anskaffningsstrategi. Smart och uppkopplad belysning. 2018.

I Tensta utanför Stockholm testar man nu uppkopplad belysning som arbetar med sensorer för att minska energiförbrukningen. Belysningen kommer att dimmas ner när det inte finns människor i rörelse, och tänds upp när rörelse detekteras. Belysningen ska testas både i tunnlar, på gång- och cykelvägar och på bilväg. Olika tester ska utföras med denna typen av uppkoppling för att utvärdera det effektivaste sättet och för att säkerställa trafiksäkerhet och trygghetskänslan.⁸⁵ Många av lamporna i belysningsstolparna har redan bytts ut till LED lampor för att minska energiförbrukningen, men med sensorer på lyktstolparna som kan känna av trafikanters så hade energiförbrukningen kunnat minskas ytterligare. Till hösten ska Trafikverket testa detta system på sju olika platser. Resultatet förväntas halvera energiförbrukningen hos lyktstolparna utan att påverka upplevelsen för trafikanterna.⁸⁶ Med denna uppkoppling kommer man även att ha bättre koll på belysningsstolparna, och på så sätt även kunna övervaka behovet av underhåll vilket i sin tur minskar kostnader och onödiga körningar relaterade till underhållet.⁸⁷

Tanken är även att stolparna ska kunna ge sällskap på vägen hem. Med de uppkopplade belysningsstolparna ska gång och cykeltrafikanterna, på eget bevåg, kunna kopplas upp till polisen genom att dela den aktuella platsen med dem. Med denna uppkoppling kan polisen följa dem med hjälp av kameror och se till så de når sin destination säkert.⁸⁸

4.4.2 Smarta soptunnor

Helsingborg stad har installerat soptunnorna Bigbelly, se figur 7 runt om i staden för att minska transporterna i orsakade av sopbilar. Dessa soptunnor rymmer mer än ett vanligt sopkärl och de kommunicerar även med staden och signalerar när de är fulla⁸⁹. Soptunnorna kan även kommunicera med användarna för att göra sophantering roligare och minska nedskräpningen. De repar, fiser och tackar när skräp slängs i dem. Denna teknik drivs på solceller vilket även gör den miljömässigt hållbar.⁹⁰

⁸⁵ Stockholm stad. Tester på gång.

⁸⁶ Kristoffersson, Jan. Innovationsprojekt sprider energieffektivt ljus i natten. 2020.

⁸⁷ Stockholm stad. Anskaffningsstrategi. 2018.

⁸⁸ Stockholm stad. Anskaffningsstrategi. 2018.

⁸⁹ Mynewsdesk. Helsingborgs stad testat Bigbelly. 2017

⁹⁰ EWF ECO. Smarta soptunnor utrustade med ljud i Helsingborg. 2019.



Figur 7: BigBelly soptunna i Helsingborg.⁹¹

Metoden har också prövats på hushållssopor där sensorer placerats på tunnorna för att meddela när de är fulla och i behov av tömning. Upp emot 20% av hushållstunnorna som töms är inte fulla.⁹² Med sensorer hade man fått uppdateringar i realtid istället för de körlistor som används idag, vilket minskar både kostnaderna och utsläppen för transporter av avfall.

4.4.3 Sensorer

I IoT teknologin finns det många typer av sensorer som utför olika tjänster. I många fall behöver man använda sig av flera typer då en typ av sensor inte funkar för alla ändamål. Till exempel Bluetooth sensorer vid vägkanten som läser av ett fordonets Bluetooth signal. Dessa kan sättas ut vid vägkanten på flera ställen. De läser av fordonets Bluetooth signal och med hjälp av sensorerna beräknas resehastighet. En Bluetooth signal är individuell för varje fordon, men det finns inget register över vem Bluetooth signalen tillhör, och är därför inte optimalt för användning som hastighetsdämpande åtgärd då man inte kan bötfälla med denna metod⁹³.

MCS (Motorway Control System) portar används bland annat i Stockholm där radarsensorer sitter ovanför vägen och läser av hastigheten av fordonen som passerar. Men hjälp av detta kan man även räkna ut flödet och ÅDT på vägen⁹⁴. Eftersom man inte får använda den vanliga metoden för att mäta flöde på högt trafikerade vägar, det vill säga med slangar över vägen, på grund av att det inte är säkert för mätpersonalen är MCS ett bra alternativ för dessa

⁹¹ Björnberg, Viktoria. BigBelly. Helsingborg. 2020.

⁹² Wexnet. Wexnet kopplar upp sopkärl. 2020.

⁹³ Forsmann, Å. Vadeby, A. Guldlegård, D. Ringdahl, R. Utvärdering av hastighetsmätningar med blåttandssensorer – Jämfört med data från MCS (Motorway Control System). 2018

⁹⁴ Eriksson, Jenny. Användning av MCS-data för skattning av ÅDT-Stockholm. 2012

vägar. Fördelen med MCS är även att dessa kan i realtid varna för kö på vägen⁹⁵.

LoRa (Long Range) är ett sensorsystem som är både mottagare och sändare, dessa fungerar som ett system som kan sända all möjlig information. Helsingborgs stad har bland annat använt dessa sensorer för att bygga upp sin stadshub. De kan till exempel användas för att varna om en lyktstolpe blivit påkörd, dagens vattentemperatur eller luftkvalitet. Detta är kopplat till ett nätverk och som fungerar på långa avstånd⁹⁶. Fördelen med LoRa som trådlös närverksmodul är att en enda basstation kan täcka en hel stad, dock kan LoRa endast skicka små mängder data ett antal gånger per timme. LoRa är även en kostnadseffektiv lösning bland annat på grund av att de är energisnåla⁹⁷. 30% av trafiken i staden beräknas bero på grund av brist på parkeringsplatser vilket resulterar i bilister som endast kör runt och letar efter ställen att parkera bilen på.⁹⁸ Med AI har man nu hittat sätt att minska denna onödiga körning med ett program, Smart parkeringskoordinering. Programmet består av algoritmer som samarbetar med insamlade data från sensorer för att beräkna vart en parkeringsplats troligtvis kommer vara ledig vid den beräknade ankomsttiden till platsen. Algoritmen söker först av området och med hjälp av realtidsdata på mängden bilar inom parkeringsområdet eller staden och sen räknar den ut ankomsttiden till parkeringsplatsen. Med tillgång till tidigare data räknar den sedan ut ungefär hur lång tid bilarna brukar stå på platserna och till sist med hjälp av säsongsvariationer gör den en kalkylering på när och vart en parkeringsplats med största sannolikhet kommer att vara ledig.

⁹⁵ Forsmann, Å. Vadeby, A. Guldlegård, D. Ringdahl, R Utvärdering av hastighetsmätningar med blåttandssensorer – Jämfört med data från MCS (Motorway Control System). 2018

⁹⁶ Öresundskraft. Komunal stadshub för Internet of things öppnar i Helsingborg. U.å

⁹⁷ LoRa alliance. LoRAWANä What is it?- A technical overview of LoRaä and LoRaWANä. 2015

⁹⁸ Kabbaj, Wanis. What a driverless world could look like. 2016.

5 Svenska satsningar på smarta städer

Engagemanget för digitalisering av samhället varierar från kommun till kommun. Några av de kommuner och städer som jobbar med digitaliseringen är Stockholm stad, Helsingborg stad och Malmö stad. Trafikverket jobbar även de hårt tillsammans med städerna för att digitalisera trafiknätet. Sverige vill vara världsledande i denna utveckling och för att uppnå detta så har städerna tagit fram olika program för deras behov att uppnå sin fulla digitala potential. Tjänstemän från Malmö och Helsingborg som arbetar med just transport och drift- och underhåll i respektive stad har intervjuats i följande delkapitel 1 och 2 för att komplettera de dokument som finns på städernas hemsidor.

5.1 Malmö stad

Malmö stads program "Det digitala Malmö" sträcker sig mellan 2017–2022 och under den tiden har Malmö satt upp fyra mål för digitaliseringen i staden. Malmö vill med detta program göra staden tillgänglig för alla och även förbättra deras service till medborgarna med ny teknologi och innovativa lösningar.

5.1.1 Väg- och gatuutformning

Följande delkapitel är de mest relevanta delar av den intervju som utförts med Malmö stads väg-och gatukontor. De fullständiga intervjufrågorna som ställts finns i bilaga 3.

5.1.1.1 Jobbar ni med ITS och IoT för att öka kapaciteten?

Den intervjuade har inga exempel på projekt som i dagsläge jobbar med teknologi för att öka kapaciteten på transporterna i staden. De har tidigare arbetat med sensorer för att effektivisera kollektivtrafiken genom mottagare som pratar med trafikljusen, vilket gör att de bussar som är sena eller fulla blir prioriterade. Utöver detta observerar Malmö stad utvecklingen av teknologin på avstånd och berättar att de i dagsläget inte är intresserade av att köpa upp ny obeprövad teknik. De satsar istället på att arbeta med Storstadspaketet som består av BRT bussar, de så kallade Malmöexpressen. Dessa bussar är 25 meter långa och har en kapacitet på ca 80 platser. BRT trafik är väl beprövat och har gett goda resultat i förbättringen av kapaciteten. De har även förbättrat framkomligheten för cykeltrafiken i centrum där de har utökat cykelbanor runt om i staden.

5.1.1.2 Hur ser ni på elsparkcyklarna?

Malmö ser elsparkcyklarna som ett yteffektivt transportalternativ och samarbetar idag med elsparkcykelföretagen för att säkerställa att sparkcyklarna bidrar till mobiliteten i staden. Sparkcyklarna har tidigare varit ett störmoment för rörelsehindrade och synskadade men med ökat samarbete med företaget har sparkcykeln utvecklats till en positiv utveckling av mobiliteten. Malmö inser risken med transportmedlet men anser att de är säkra nog att användas av sina medborgare.

5.1.1.3 Arbetar ni med MaaS?

Något som de hoppas på är att kunna jobba mer med MaaS, just nu har de ett samarbete med Skånetrafiken och Jojo korten som man kan använda för att köpa cykelparkering på stationerna. Nu när Jojo inte finns längre vet de dock inte om detta samarbete kommer fortsätta att fungera. De som helst vill se är att privatägda fordonen minskar i staden och därför försöker få nybyggare att använda sig av alternativa utbud för transport. Så som det ser ut nu ska varje hushåll ha tillgång till en parkeringsplats. Men med initiativ så som cykel, bilpool eller dylikt behövs inte lika många parkeringsplatser per hushåll. Desto fler transportmöjligheter som bostaden kan erbjuda desto färre parkeringsplatser krävs. En idé som den sakkunnige hade var att ha ett system som fungerar som en transportförsäkring. Det skulle fungera som en försäkring att man kommer till önskad plats inom en viss tidsram, till exempel att bussen är sen eller inte kommer så kommer en taxi istället. Detta skulle kunna koppla ihop flera typer av transportsätt, kollektivtrafik, cykeluthyrning, bilpooler, taxi och elsparkcyklar. Förhoppningen är då att familjer inte behöver två fordon utan endast ett och man klarar sig bra med transportförsäkringen som ett andra alternativ. Detta kommer antagligen bli en relativt dyr MaaS tjänst men mycket användbart.

5.1.1.4 Luftkvaliteten ut i Malmö?

2006 uppnådde inte Malmö stad miljö kvalitetsnormerna för luftkvalitet, kväveoxiderna och partikelutsläppen var för höga i staden. Malmö har sedan dess jobbat med kollektivtrafiken och cykelinfrastrukturen för att få ner dessa värden och 2017 var de åter innanför spärren. Mycket av äran ska dock enligt Malmö stad gå till bilindustrin då deras arbete med minskade utsläpp från fordonen som troligen är den främsta orsaken till förbättringen av luftkvaliteten.

5.1.1.5 Vad har ni för vision för Malmö stad i framtiden?

Malmö stad växer och hoppas om några år vara en storstad med ökat natt- och kulturliv. Med denna ökning hoppas de även på utbyggnader av spårbundna kollektivtrafikalternativ i form av spårvagn eller tunnelbana. Dessa två transportmedel är i särklass de mest effektiva transportsätten sett till

kapaciteten och för att bibehålla en god kvalitet med den ökade populationen så behöver Malmö andra alternativ än den kollektivtrafik som idag ockuperar staden. De hoppas även på utökade möjligheter för cykeltrafiken i framtiden då den är yteffektiv och samtidigt miljövänlig.

5.2 Helsingborg stad

Helsingborg stad satsar på smarta städer med sitt H22 projekt, The making of a smarter city. Projektet utgår från FN:s 11 miljömål och riktar sig till att ge Helsingborg stad en högre livskvalitet och samtidigt ett mer hållbart samhälle. Helsingborg är även med i projektet Drive Sweden, tillsammans med andra företag och städer.

Drive Sweden är ett initiativ av svenska staten för att utveckla mobiliteten och på ett hållbart sätt göra samhället tillgängligt för alla. Sensorer är utplacerade i hela Helsingborg för att känna av allt från luftkvaliteten till när träden behöver vattnas. Allt för att undvika onödiga transporter och provtagningar för att minska resursanvändningen. I projektet för en smartare stad har Helsingborg investerat 118 miljoner Kronor.

Nobina testkörde i Helsingborg mellan Knutpunkten och universitetet, en av sina förarlösa bussar år 2017. Testet varade i fem dagar och under dessa dagar reste 1703 personer med bussen. Av dessa var en stor andel positivt inställda till minibussen och tror på att detta kommer vara vanligt i framtiden⁹⁹. Den självkörande bussen använde sig av radarsensorer för att upptäcka hinder på vägen och rörde sig 400 meter mellan de två hållplatserna, och hade en max hastighet på 20 km/h¹⁰⁰

5.2.1 Drift och underhåll

Vid intervjun med Helsingborgs drift och underhållsavdelning ställdes många intressanta frågor, och de mest relevanta för rapporten redovisas i följande delkapitel. I bilaga 1 finns alla de frågor som ställdes under intervjun.

5.2.1.1 Berätta om digitaliseringen på drift och underhåll

Med många olika IoT projekt tillkommer även många olika sensorer som ska skicka data till Helsingborgs stad. Då denna data är uppbyggd på olika sätt i de olika sensorerna behövs det många olika system som kan avkoda dessa meddelanden. Eftersom det är så många olika system gör detta det svårt att organisera. Därför önskar Helsingborgs Stad att de ska finnas en standard för sensorer. ”Om vi har 50 olika tillverkare kan vi inte ha 50 olika system för att

⁹⁹ Trivector. Trygg resa med självkörande buss. 2017

¹⁰⁰ Wiklund, Kalle. Helsingborg testar förarlös buss. 2017

se informationen vi vill ha ett system” sa den intervjuade. Helsingborg använder bland annat sensorer i smarta soptunnor, vattenmätare, livbojar och lyktstolpar. Utöver de faktum att det är tidskrävande ställer de även till problem då de behövs kunskap för att hantera systemen och kunna avläsa dem. I framtiden hoppas de på att kunna ha en standard på sensorer och på så sätt även kunna använda samma system för avkodning.

5.2.1.2 Vad har ni jobbat med och vad jobbar ni med just nu?

I Helsingborg har de satt upp sensorer på lyktstolpar och trafikljus i staden. Sensorerna varnar ifall de skulle bli påkörda, då påkörda lyktstolpar kan de bli strömförande vilket är en säkerhetsrisk för både människor och djur. Djur som har råkat illa ut av just detta är bland annat hundar som har urinerat på stolparna och på så sätt fått ström i sig. Trafikljus som blir påkörda kan utgöra en risk då trafikanterna kanske inte längre ser ljussignalen eller om de har vridits så det ser ut som det är grönt i flera riktningar samtidigt. Med sensorerna vill Helsingborg stad snabbt identifiera påkörda stolpar och kunna åtgärda detta.

2013 översvämmades Österleden efter stora regnmängder som orsakade lera och jord som rann ned från slätterna och la sig på vägbanan, vilket blockerade brunnarna. De igensatta brunnarna ledde till att stora vattenmängder la sig på vägbanan och orsakade problem i trafiken. Bilister fastnade bland annat på vägen och blev tvungna att bogseras bort med bärgningsbilar. Efter detta har Helsingborgs stad i samarbete med Axis och Ljungs Smide installerat radardetektorer på en bro över vägen som läser av avståndet till vägbanan. Om stora mängder vatten skulle lägga sig på vägbanan skulle man snabbt kunna åtgärda vattensamlingarna igenom rensning av brunnarna och i värsta fall leda om trafiken. Var 10: onde minut så skickas en signal till en dator och uppdaterar om hur situationen på vägen ser ut.

Ett annat intressant projekt som Helsingborgs Stad jobbar med är väderskydd vid busshållplatser som visar om det är någon som står i dem. Det finns en sensor i väderskyddet som gör att gröna lampor tänds när någon stiger in i busskuren vilket gör det lättare för busschauffören att se att det är någon vid busshållplatsen. Då det är svårt för busschaufförerna att se personer som väntar på bussen i mörkret därför underlättar lamporna. Personerna som väntar på bussen kan även vänta lugnt i väderskyddet utan att behöva oroa sig för att inte synas.

Helsingborg arbetar för att drift och underhållenheterna ska minska sin körning i staden vid arbetet. De jobbar därför med sensorer för digital kontroll av underhållet så enheterna med bättre planering kan minska sina utsläpp. De har de har bland annat installerat soptunnor med sensorer, BigBelly, som

signalerar när tömning behövs. Soptunnorna kan även prata, fisa och rapa för att göra det roligare för framförallt barn och unga att slänga sitt skräp. De har även satt sensorer på livbojar som signalerar när och var en ny behövs placeras ut för att säkerställa att det alltid finns bojar på plats, men även för att minska körningarna för de som måste ersätta dem då de kan ha med sig rätt utrustning direkt till plats. De har även placerat ut sensorer i marken för kontroller av vattenhalter för underlättande av bevattning och även sensorer för kontroller av luftkvalitén.

I samarbete med Universes skapar de även en app som med hjälp av mobiltelefonens kamera skannar av stadsmiljön. Appen analyserar sedan den videon för att upptäcka nödvändigt underhåll i staden. Med appen hoppas de tidigare kunna upptäcka underhållsbehov för att kunna planera och åtgärda dessa i tid. Appen är även tänkt att kunna känna av ojämna underlag i vägbanan för underlättande av underhåll även här.

5.2.1.3 Vilka utmaningar har ni i framtiden?

Drift och underhållssektorn undersöker många lösningar som placeras på belysningsstolparna då de har förutsättningarna för smidig uppkoppling eftersom de redan besitter delar av den utrustning som krävs vid digitalisering, bland annat elektricitet. Under intervjun diskuterades även utbyggnad av fiber till stolparna som en lösning för ökad digitalisering. Fibern hade hjälpt utöka användningen av realtidsdata i staden då de nuvarande LoRa (long range) systemet inte kan hantera datan på vissa platser i staden. LoRa kan inte heller skicka video och bilder utan skickar endast radarsignaler. Den kan arbeta över långa avstånd men har inte kapaciteten att skicka större filer.

Helsingborg strävar även efter ett smidigare system där enskilda stolpar kan användas i större utsträckning. De system som är i bruk idag sammankopplar alla belysningsstolparna, vilket betyder att de inte går att tända individuellt. Detta är något Helsingborg gärna hade justerat så de lättare kan detektera vilka stolpar som behöver underhållas då de inte hade behövt tända hela kvarter för att undersöka alla stolparna innan de hittar den felande. Helsingborg stad anser att belysningsstolparna är en outnyttjad resurs som med innovativt tänkande har stor potential att bidra betydligt mer till optimeringen av trafiken och digitaliseringen av samhället.

5.2.1.4 Hur ser Helsingborg stad på 5G?

Helsingborg stad vill ha lösningar som inte kräver 5G i dagsläget då 5G masterna inte är visuellt behagande, se figur 8, och måste placeras på byggnaderna för bäst resultat vilket hade förstört stadens arkitektur. De vill

därför främst använda sig av lösningar som fungerar med redan existerande 4G nätverket eller fiberinstalleringar.



Figur 8: Basstation med 5G master. ¹⁰¹

5.2.2 Infrastruktur

De mest väsentliga frågorna och svaren från intervjun med Helsingborgs infrastruktursavdelning presenteras i följande delkapitel. Den fullständiga listan av intervjufrågor finns i bilaga 2.

5.2.2.1 Hur arbetar Helsingborg för vidare utveckling av kollektivtrafiken?

I samarbete med Skånetrafiken, Malmö, Lunds kommun och Innovation Skåne jobbar Helsingborg med ett MaaS projekt. I detta projekt försöker de få flera olika aktörer att samlas under ett tak med hjälp av ett företag som gör en plattform för en digital lösning för MaaS. Just nu jobbar de med Skånetrafikens biljettsystem som grund och ska försöka ansluta flera. Bland annat hyrbilsföretag, olika delade tjänster, elsparkcyklar, hyrcykel med mera. Deras önskemål är att ha ett system där man kan ta sig från dörr till dörr. Projektet är pågående just nu men har än så länge inte kommit så långt, de har flera olika aktörer de kan tänka sig samarbete med men har inget definitivt än. De har inte heller någon direkt plan huruvida de ska samarbete med flera olika aktörer i samma gren eller att de ska finnas ett urval av alternativ. De har därför fått bidrag av energimyndigheten för att jobba vidare med projekt.

¹⁰¹ Rejlers. Basstation. 2020.

5.2.2.2 Exempel på projekt Helsingborg är med i?

Helsingborg medverkar tillsammans med Volvo cars, Göteborg stad och Halmstad högskola i DriveSwedens projekt AHA II, A Human Approach. AHA syftar till att göra medborgarna i staden mer delaktiga i framtidens städer. Projektets mål är att skapa tjänster som anpassar sig till människorna i staden istället för att människorna ska anpassa sig till teknologin. De kommer därför att använda living-labs där de följer människorna i deras vardag för att identifiera hur de lever och vilken teknologi som hade kunnat underlätta. AHA II riktar sig mot MaaS där undersökningarna kommer att ske etnografiskt, det vill säga en typ av fältstudie där forskaren blir en del av studiegruppen.

5.3 Stockholm stad

Tjänstemän från Stockholm har inte deltagit i arbetet, men mycket information finns att tillgå på deras hemsida. Följande delkapitel är därför en del av litteraturstudien.

Stockholm har visionen att vara världens smartaste stad. Vilket den även utsågs till 2019 av Smart City Expo World Congress i Barcelona. Detta på grund av deras projekt GrowSmarter.

GrowSmarter var ett projekt initierat av EU mellan 2015 och 2019 som Stockholm var med i, och även projekt ledde. Andra medverkande städer var Barcelona, Köln, Cork, Graz, Porto, Valetta och Suceava. I projektet testade man 12 olika lösningar för ökad digitalisering i staden med målen ”*förbättrad livskvalitet genom bättre mobilitet, boende och infrastruktur och samtidigt 1500 nya arbetstillfällen*” och ”*Minskad energianvändning och minskade växthusgasutsläpp med 60 procent*”¹⁰² I projektet jobbade Stockholm bland annat med lågenergi distrikt, integrerad infrastruktur och hållbar mobilitet i staden. Smart belysning, smart sophantering och öppna data var huvudområdena i den integrerade infrastrukturen.

Slutsatserna som GrowSmarters infrastrukturprojekt drog var projektflexibilitet, nödvändigheten i öppna data, en omstrukturering av statsorganisationerna för att underlätta utbytet av lärdomar och resultat mellan sig, ökad prioritering av fossilfria bränslen och arbete för en ökad teknologisk acceptans hos medborgarna.

Stockholmarna får varje år dela med sig av vilka funktioner de känner saknas i samhället. Önskemålen delas upp i sport och fritid, miljö, trafik, hemtjänst och

¹⁰² Stockholm stad. GrowSmarter – smarta urbana lösningar. 2020.

omsorg, skola och utbildning, kontakt med staden, trygghet och trivsel, och bygg. Bland de trafiktekniska lösningarna önskade stockholmarna följande funktioner¹⁰³

- En app som kan visa var jag finner närmaste lediga parkeringsplats.
- En gps-app som informerar om aktuell köbildning/förväntad tid att nå målet och som anger alternativ väg.
- Att kunna hitta en ledig parkeringsplats för cykel digitalt vore bra.
- App för att se var det är sopsaltat vid halka.
- Digital ansökan av handikapparkering.
- En app där man kan se var det finns lediga p-platser på gatorna så vi slipper cirkulera med bilarna och förstöra miljön.
- En app där man kan se orsaken till varför gatuarbeten, trafikomläggningar, cykelbanor, snöröjning, parkeringsplatser genomförs.
- Induktionsladdning av elfordon vid ex trafikljus.
- Inför digital skyltning om aktuell gata faktiskt ska städas och då måste vara utrymd.

Stockholmarna är i övrigt positiva till stadens initiativ att vara världens första smarta stad, hela sju av tio stockholmarna ställer sig bakom denna strävan.¹⁰⁴

ÖDIS (öppen data i stockholmsregionen) är ett projekt där Stockholm arbetar för att öka andelen delad data. Med öppen data kan hela samhället få tillgång till den insamlade informationen i staden. Detta är något Stockholm strävar efter då en bredare tillgång till data ger större möjligheter till innovativa idéer som kan gynna samhället. Svårigheterna med den öppna datan är uppdelningen mellan vilken data som ska vara tillgänglig för allmänheten utan att inkräkta på personintegriteten. Med trafikövervakning vid tidpunkter med lågt trafikflöde är det möjligt att spåra personbilar, vilket blir en utmaning att begränsa denna möjlighet då detta inte är datans syfte och kan vara farlig i händerna på fel personer.

5.4 Trafikverket

Tjänstemännen från trafikverket hade tyvärr inte möjlighet att delta i intervjuer, men skickat dokument för att tydliggöra deras mål och visioner som redovisas i nedanstående delkapitel.

¹⁰³ Tomzir. Ny undersökning: här är stockholmarnas digitaliseringsförslag. 2020.

¹⁰⁴ Tomzir. Så tycker stockholmarna om stadens nya digitala kontaktytor. 2020.

Trafikverket vill se Sverige i framkant av utvecklingen när det gäller ITS. De har höga krav och förväntningar och bland dem är deras nationella strategi för användandet av ITS. I de dokument har de definierat 5 mål som de vill se uppfyllda till 2020, dessa mål är definierat i deras måldokument:¹⁰⁵

1. ITS ska vara en självklar del av planerings- och investeringsprocessen
2. Ta initiativ inom internationellt policyarbete
3. Samordna ITS-relaterad FoI (forskning och innovation) nationellt och internationellt
4. Regleringsprocesserna anpassas till den snabba teknikutvecklingen
5. ITS ska i första hand utvecklas genom att utnyttja befintlig digital infrastruktur och lösningar nationellt och internationellt.¹⁰⁶

Trafikverket har tydliga definitioner på behoven som finns för att genomföra dessa mål för framförallt ITS. För C-ITS behöver delar konkretiseras. Bland dessa delar finns framförallt säkerheten för denna typ av kommunikation och även införandet av teknologin i samhället. Utöver detta så förtydligar dem sitt behov av kunskap inom områdena och möjligheter för testgenomföring i Sverige. De har rangordnat deras prioriteringar när det kommer till de intelligenta transportsystemen med självkörande fordon på första plats i litsan. Detta målar en tydlig bild om vilken riktning den svenska infrastrukturen och transportsystemet siktar på.¹⁰⁷

Trafikverket har sex områden som de fokuserar på när det kommer till digitaliseringen av Sverige.

- Beteende och acceptans
- Väginfrastruktur
- Data, it och kommunikationsinfrastruktur
- Fordonsutveckling
- Lagar och regelverk
- Affärsmodeller
- Aktörssamverkan

I ITS utvecklingen jobbar man med beteende och acceptans för att ge människor rätt syn på digitaliseringen, integritet och huruvida man vågar förlita sig på tekniken. Här ställer man sig frågan hur olika grupper kommer påverkas av digitaliseringen, och även dess konsekvenser. Till exempel om

¹⁰⁵ Trafikverket. Nationell strategi för användandet av ITS.

¹⁰⁶ Trafikverket. Nationell strategi för användandet av ITS.

¹⁰⁷ Trafikverket. Nationell strategi och handlingsplan för användningen av digitalisering i transportsystemet.

man kan acceptera att man inte har kontroll över ett fordon som är automatiserat.¹⁰⁸

Väginfrastrukturen är en viktig del i digitaliseringen eftersom rätt infrastruktur kan effektivisera trafiken, ge bättre flöde i städer, säkrare vägar etc. De som trafikverket frågar sig är huruvida automatiserade fordon kan samverka med personstyrd trafik och samspelet med oskyddade trafikanter. En stor del av detta arbete är att se till att infrastrukturen kan hantera automatiserade fordon. Som tidigare nämnt behöver man jobba med tydlig linjeföring så att bilarnas system kan läsa av både dessa men även variabla vägskyltar. Frågeställningar som trafikverket undersöker är om man kommer behöva göra ändringar i vägbredd, kurvradier eller vägräcken.¹⁰⁹

Data IT och kommunikationsinfrastruktur i digitaliseringen kräver standarder för att ha ett fungerande system. Då ingen i nuläget vet hur fordonsutveckling kommer ske eller vilka krav som är rimliga att ställa på autonoma fordon. Men man vet att för att ha fungerade autonoma fordon kommer fordonen behöva ha kapacitet att samla in en stor mängd information från omgivningen för att sedan kunna kommunicera detta till tekniken som styr bilen. Fordonen kommer även behöva kunna kommunicera med varandra både mellan olika märken men även olika transport typer så som bilar, bussar och lastbilar. Trafikverket undersöker i nuläget om det finns en för hög uppfattning om autonom fordonsteknik och fokuserar på huruvida de behöver uppdatera eller ändra grundläggande krav för att ta körkort.¹¹⁰

Lagar och regelverk är en stor del i att få ett fungerande digitaliserat samhälle, i takt med att teknik utvecklas behövs lagar och regler anpassas därefter. Då det är många olika aktörer som är inblandade i digitaliseringen av infrastrukturen kan det vara problematiskt att hitta gemensaka regler och överenskommelser. Bland annat är trafikverket och andra myndigheter inblandade men också fordonstillverkare, åkerier med mera som alla kommer att ha åsikter om hur man ska ställa sig till den nya tekniken.¹¹¹

Affärsmodeller och aktörssamverkan är något som i framtiden antagligen kommer se annorlunda ut då de flesta i dagens samhälle som har aktörer som jobbar med trafik och samhällsplanering har en bakgrund inom detta. Dock kommer aktörer som är involverade och utvecklar transportsystemet i framtiden ha allt mer en bakgrund i it eller telekommunikation. Därför

¹⁰⁸ Trafikverket. Färdplan för ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem. 2019

¹⁰⁹ Trafikverket. Färdplan för ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem. 2019

¹¹⁰ Trafikverket. Färdplan för ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem. 2019

¹¹¹ Trafikverket. Färdplan för ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem. 2019

kommer man antagligen behöva hitta nya affärsmodeller som både påverkar samhällsnytta och affärsnyttan positivt.¹¹²

¹¹² Trafikverket. Färdplan för ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem. 2019

6 Diskussion

6.1 Vad är en smart stad?

Rapportens syfte har till viss grad uppnåtts. Definitionen av en smart stad är en stad som använder sig av teknologi för att öka levnadsstandarden för medborgarna. Men vart gränsen går för att klassificeras som smart är fortfarande otydlig. Gränsen kommer säkerligen även flyttas med tiden som teknologin utvecklas. Städerna behöver därför kontinuerligt hålla sig uppdaterade med den senaste teknologin om det är viktigt för dem att bibehålla stämpeln som en smart stad.

6.2 Vilka typer av ITS finns idag?

Det finns många typer av ITS redan, och flera svenska städer är duktiga på att använda dessa, men har även ett intresse av att utveckla dem. En teknik som har funnits länge är LHOVRA tekniken i trafiksignalerna. Den har kontinuerligt utvecklats och hjälper idag bussar med prioritering i korsningar. Den används i stor utsträckning men även här håller teknologin på att utvecklas från nedgrävda sensorer till värmekameror som läser av istället.

Även MaaS är ett gammalt koncept för att underlätta för kollektivtrafikresenärerna, men idén har inte riktigt slagit igenom även fast det finns ett flertal olika aktörer och företag runt om i världen som har försökt få igång detta.

6.3 Vilka typer av ITS förväntas i framtiden?

Generellt sett kommer nog många av de nya systemen vara sensorer eller kameror över mark då dessa har ett betydligt lättare underhåll än sensorerna i marken. Kommunerna jobbar även hårt för att minska sina drift och underhållskostnader och effektivisera dess arbete, så ny teknik inom även drift och underhållsområdet är eftertraktat. Energismarta lösningar som hade minskat elanvändningen i staden är också av intresse för städerna då de konstant letar efter nya sätt att minska sin elförbrukning.

MaaS har inte hittat en idé som attraherar allmänheten tillräckligt för att verkligen sätta sin prägel på marknaden. Men städerna jobbar för att identifiera behovet hos medborgarna och när de väl lyckats med det kommer MaaS finnas väl etablerat i många städer. MaaS är en av de grundläggande åtgärderna i trafikverkets fyrstegsprincip vilket gör den till ett bra första stadie i utvecklingen av transportsystemet. För att denna produkt ska uppnå sin fulla potential behövs fler tester och studier i verkliga miljöer för att finna behovet

hos medborgarna för att utveckla en produkt som passar deras behov och vardag.

Utvecklingen av geofencing är en bra bit på vägen och är något som kommer finnas ganska snart i städerna. Då för yrkestrafik till en början men med goda resultat kommer det att införas på biltrafiken.

De autonoma fordonen kommer förr eller senare även dem att bli en del av vår framtid men de står, utöver tekniken, även inför etiska problem vid programmering och kodning för systemen. Om fordonet hamnar i en oförutsedd händelse, vem prioriterar den? Dessa besluten måste programmeras in i förväg vilket skapar de etiska problemet om vilka trafikanter och människor som ska prioriteras. Ska den välja alternativet som dödar färre människor, är vissa människor viktigare att skydda än andra, ska man ta hänsyn till saker som ålder och hälsa eller ska den alltid skydda passagerarna? Detta blir också ett dilemma vid val av bil. Köper man bilen som kommer skydda flest människor eller väljer man bilen som skyddar sig själv? Även om Sverige införskaffar en standard så finns det inga garantier att resten av världen kommer att ha samma värderingar. Iyad Rahwan, social scientist, undersökte huruvida folk ville rädda flest människor eller sig själva. Övervägande delen ville rädda flest människor, men när frågan ställdes om de skulle köpa en sådan bil var svaret nej.¹¹³ Människor är inte villiga att offra sin egen säkerhet när det väl kommer till kritan vilket skapar ytterligare problem för att lyckas med etableringen av bilarna.

Ytterligare säkerhetsaspekter att titta på är hur bra systemet behöver vara. Ska det ligga i nivå med mänskligt bilkörande eller förväntar vi oss att systemet ska vara bättre? Hur man ställer sig till automatiserade fordon verkar skilja sig vart i världen man befinner sig. I USA verkar de flesta mer skeptiska än vad vi är i Sverige. Detta kan bero på att de har haft en dödsolycka med ett automatiserat fordon. Frågan är huruvida svenskarna skulle ställa sig mer skeptiska om en liknande olycka skulle ske här. Självkörande fordon har en bra bit på vägen innan de är anpassade för samhället, inte bara tekniskt utan etiskt, lagmässigt och försäkringsmässigt. Vilket tar oss tillbaka till att andra mer nutida åtgärder behövs därför för att klara de globala och nationella miljömålen vilket en del av Sveriges städer har förstått och istället valt att satsa på andra mer tidsnära lösningar.

¹¹³ Rahwan, Iyad. What moral decisions should driverless cars make? 2016.

6.4 Vilken typ av infrastruktur krävs för framtidens ITS?

Kommunerna är även skeptiska till att satsa pengar på infrastrukturen och dess utbyggnad då det är dyrt och de är medvetna om att ny teknologi är på väg som inte nödvändigtvis kräver utbyggnaden. För att idéer och lösningar ska få genomslag, i Sverige i alla fall, förutsätter det därför att de inte kräver stora ingrepp i infrastrukturen för att genomföra dem. I Asien har man tittat på olika varianter i form av poddar och bilar som går på räls. Detta är inget som Sveriges kommuner idag är beredda att satsa på. Vad de anser är en nödvändighet i framtiden är svårt att avgöra, det beror på utvecklingen.

För har ett utvecklat system med autonoma fordon krävs det att man investerar i infrastrukturen. Att man undersöker vad som behöver uppdateras för att självkörande fordon ska kunna röra sig fritt i trafiken. Något som är viktigt är att se till att det är tydlig linjeföring på vägarna som fordonen kan följa. Det finns även funderingar kring om man behöver uppdatera flera aspekter i trafiken bland annat vägbredd och korsningars utformning.

6.5 Hur kan ITS och IoT bidra till förverkligandet av den smarta staden?

ITS och IoT är en del av tekniken som definierar en smart stad. För att städerna ska nå statusen som smart stad är det just dessa tekniker som måste implementeras i städerna och kontinuerligt uppdateras för att bibehålla statusen. Vidare att diskutera är hur mycket av integriteten hos medborgarna som kommer att finnas kvar vid vidare utveckling. Smarta städer med både bild- och ljudövervakning i realtid innebär överlämning av all integritet till myndigheter. Även säkerhetsfrågor så som hur man ska skydda data från obehöriga är svårt. Dessa problem är fortfarande inte lösta men så kallade säkra städer finns redan och hur pass säkra de är kan bara framtiden utvisa.

6.6 Osäkerheter i rapporten

Metoden i detta arbete belyser delvis nya obeprövade lösningar. Resultaten av dessa är okända vilket gör användbarheten osäker då inga resultat finns att tillgå än så länge. Den riktar sig även på framtiden vilket i sig genererar en osäkerhet då endast gedigna antaganden kan göras. Slutsatsen av rapporten är därför ytterst osäker och baseras på vissa antaganden om hur framtiden kommer att se ut baserat på hur utvecklingen har gått hitintills. Fler intervjuer med andra delar av kommunerna hade behövt göras för att finna ytterligare möjligheter till utveckling av Smarta städer. Vidare forskning behövs även för de etiska perspektivet av självkörande fordon. Tekniken har gått fort framåt, men hänger samhället och medborgarna med på den utvecklingen?

7 Slutsatser

Då satsningarna och prioriteringarna från kommunerna är olika så är det svårt att dra en summerad slutsats. Framtidens städer kommer att vara digitaliserade. Men beroende på hur långt in i framtiden vi tittar kommer situationen variera. Inom de närmsta 10 åren kommer appar för att gynna kollektivt resande dominera marknaden. Man kan även förvänta sig satsningar på säkerhet så som geofence. De kommande 20 åren efter de kommer kollektiva, fast ändå personliga lösningar, någon form av utvecklad rideshare eller andra lösningar där resandet är kollektivt, personligt och platseffektivt men sistamilen transporterna är lösta. Därefter, ca 25–30 år in i framtiden kan självkörande bilar vara en standard inne i städerna. Men de autonoma fordonen kommer antagligen att finnas i kombination med MaaS tjänster då det inte finns någon miljö- eller framkomlighetsmässig vinst i privatägda självkörande bilar. All undersökning visar på att framkomligheten kommer att minska på grund av de ökade körningarna om autonoma fordon blir tillgängliga för allmänheten. Lösningar som Rideshare konceptet är därför att förvänta sig.

Kommunerna har ett stort intresse för MaaS och realtidsdata. Mängden satsningar gjorda på dessa utvecklingsområden skiljer sig beroende på prioriteringarna av utvecklingen kommunerna har. Vissa vill vara delaktiga i utvecklingen medan andra följer den. Men intresset för utvecklingen har de gemensamt, samt behovet av den. Hållbart resande kan inte vänta 20–30 år på teknologins framsteg utan samhällena måste göra miljövänligare val med de lösningarna vi har idag. Deras satsningar på MaaS och realtidsdata är därför ytterst relevanta för att göra vad vi kan med vad vi har idag.

Sverige är i dagsläget restriktiva med övervakningen av sina medborgare och har inte investerat i säkra städer än så länge. Men med lösningar som värmekameror vid övergångsställen, skottavlyssningar, videoövervakning för tryggare ledsagning och geofencing är det värt att ifrågasätta hur länge till svenska medborgare kommer få behålla sin integritet. Sakta men säkert börjar städerna och samhället gå mot mer övervakning även här, frågan är när det anses vara nog och att ändamålet inte längre helgar medlen.

8 Referenser

Albino, Vito. Berardi, Umberto. Dangelico Rosa Maria. 2015. Smart cities: definition, dimensions, performance and initiatives. *Journal of Urban Technology*, 2015 Vol. 22, No. 1, 3–21, <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>

Andrews, AnnaLena och Granath Berith. *Omställning till hållbara värld brådskar*. <https://fn.se/wp-content/uploads/2016/08/Faktablad-2-12-H%C3%A5llbar-utveckling.pdf> [Hämtad: 2020-04-12]

Arbetsmiljöverket. 2016. *Risker med buller*. <https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/buller/risker-med-buller/> [Hämtad: 2020-05-18]

Barkabystaden. *Självkörande bussar blir verklighet i barkabystaden*. <http://www.barkarbystaden.se/nyheter/sjalvkorandebussarblirverklighetibarkarbystaden.5.36ac70f31639ecd947f330b7.html> [Hämtad: 2020-04-01]

BBC news 2018. *Uber self-driving crash: footage showing moment before impact* <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-43497364> [Hämtad: 2020-05-13]

Bellborn, Amanda. 2020. *Variabel hasighetsskylt*. Veberöd. [Tagen: 2020-05-20].

Bellborn, Amanda. 2020. *Reversibelt körfält*. Lund. [Tagen: 2020-05-19]

Björnberg, Viktoria. 2020. *BigBelly*. Helsingborg. [Tagen: 2020-05-08]

Daws, Ryan. 2019. *Shanghai has become the first chinese city to license self-driving cars to carry passengers*. <https://iottechnews.com/news/2019/sep/19/shanghai-first-chinese-city-license-self-driving-cars-passengers/> [Hämtad: 2020-05-18]

Eliasson, Fredrik. 2018. *BRT 2020 snabb och kapacitetsstark kollektivtrafik med Bus Rapid Transit*. <https://sfpsmalandochoarna.files.wordpress.com/2018/04/brt-konferens-vc3a4xjc3b6.pdf> [Hämtad: 2020-04-24]

Eriksson, Jenny. 2012. *Användning av MCS-data för skattning av ÅDT-Stockholm etap 2* <http://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:877691/FULLTEXT01.pdf> [Hämtad 2020-05-13]

EU. *What are smart cities?* https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en [Hämtad: 2020-05-10]

EU pressmeddelande. 2018. *Europa på väg: Sista delen av EU-kommissionens agenda för säker, ren och uppkopplad mobilitet* https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sv/IP_18_3708 [Hämtad: 2020-03-23]

European Commission. 2020. *Intelligent Transport system – Road.* https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road_it [Hämtad 2020-04-18]

European data task force. 2019. *'Data for Road Safety' Collaboration Launches in Europe.* <https://www.roundtable-dtf.eu/images/Documenten/Press-Release-Data-for-Road-Safety-Collaboration-Launches-in-Europe.pdf> [Hämtad: 2020-03-26]

European Transport Safety Council. 2017. *Briefing: Intelligent speed assistance (ISA).* <https://etsc.eu/briefing-intelligent-speed-assistance-isa/> [Hämtad 2020-04-21]

EWf ECO. 2019. *Smarta soptunnor utrustade med ljus i Helsingborg.* <https://ewfecoco.com/smarta-soptunnor-utrustade-med-ljud-i-helsingborg/> [Hämtad: 2020-04-30]

Falco. 2019. *Autonoma, autonom körning.* <https://pixabay.com/sv/photos/fordon-autonoma-autonom-k%C3%B6rning-4759347/> [Hämtad: 2020-03-22]

Federal Highway Administration. 2017. *Ramp Metering: A Proven, Cost-Effective Operational Strategy—A Primer* <https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop14020/sec1.htm> [Hämtad: 2020-01-25]

FN. *FN:s historia.* <https://fn.se/vi-gor/vi-utbildar-och-informerar/fn-info/fn-som-organisation/fns-historia/> [Hämtad: 2020-04-12]

FN-förbundet. 2016. *Omställning till hållbar värld brådskar.* <https://fn.se/wp-content/uploads/2016/08/Faktabladd-2-12-H%C3%A5llbar-utveckling.pdf> [Hämtad: 2020-03-19]

Forsmann, Å. Vadeby, A. Guldlegård, D. Ringdahl, R. 2018. *Utvärdering av hastighetsmätningar med blåändssensorer*

https://www.trafikverket.se/contentassets/48ad1d6f933146559e526022d08c4207/vti_blatand.pdf [Hämtad 2020-05-05]

Globala målen. 2015. <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/> [Hämtad: 2020-04-03]

Guldborg Jensen, Rasmus & Toft Wendelboe, Jens. 2018. *ITS minskar trafikträngsel och minimerar koloxidutsläppen*.
<https://www.cowi.se/insights/its-minskar-trafiktraangseln-och-minimerar-koldioxidutslaappen> [Hämtad 2020-04-30]

Gustafsson, M. Forsberg, B. Orru, H. Åström, S. Teke, H. Sjöberg, K. *Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2,5} and PM₁₀ and estimate health impacts in Sweden 2010. 2014*
https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b5144/1443172332789/IVL+B2197_Exponering_2010.pdf [Hämtad 2020-04-20]

Heldemar, Sara och Morán, Carlos. 2017. Trängselskattan i Stockholm förändrades 1 januari https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/25891/Ineko.Product.RelatedFiles/2017_123_trangselskatten_i_stockholm_forandrades_1_januari_2016.pdf [Hämtad: 2020-04-30]

Hunhammar, Sven. Kafft, Maria, Wildt-Persson, Anna och Wenner, Per. 2019. *Tillgänglighet i ett hållbart samhälle – Målbild 2030*.
https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/69456/Ineko.Product.RelatedFiles/2019_187_tillganglighet_i_ett_hallbart_samhalle.pdf [Hämtad: 2020-03-15]

ITU, International Telecommunication Union. 2020. *ITU-T, Smart Sustainable Cities at a Glance*. <https://www.itu.int/en/ITU-T/ssc/Pages/info-ssc.aspx> [hämtad: 2020-03-04]

J. Hawkins, Andrew. 2019. *Electric scooters aren't quite as climate-friendly as we thought*. <https://www.theverge.com/2019/8/2/20751610/scooters-electric-dockless-carbon-emissions-study-life-cycle-analysis> [Hämtad: 2020-05-19]

Kabbaj, Wanis. 2016. *What a driverless world would look like*.
https://www.ted.com/talks/wanis_kabbaj_what_a_driverless_world_could_loo_k_like#t-376043 [Hämtad: 2020-05-10]

Kristoffersson, Jan. Schönback, Thomas. Deimert, Johan. Permark, Niclas. 2020. *Innovationsprojekt sprider energieffektivt ljus I natten*.

<http://www.mynewsdesk.com/se/sust/pressreleases/innovationsprojekt-sprider-energieffektivt-ljus-i-natten-2963438> [Hämtad: 2020-05-12]

Kronborg, Peter. Bergh, Torsten. Svensk, Per-Olof. Palm, Magnus. 2018. *Analys - Trafikflöden och självkörande fordon Drive Me försökssträcka*
https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/48313/Ineko.Product.RelatedFiles/2018_165_trafikfloden_och_sjalvkorande_fordon_drive_me_forsoksstracka.pdf [Hämtad: 2020-02-22]

KTH, 2019. *Mobile millennium Stockholm*.
<https://www.ctr.kth.se/research/completed-projects/mobile-millennium-stockholm-1.741875> [Hämtad: 2020-03-24]

Leater. *Safe city*. <https://leater.com/en/services/safe-city.html> [Hämtad: 2020-05-18]

Litman, Todd. 2020. *Autonomous vehicle implementation prediction*.
<https://www.vtpi.org/avip.pdf> [Hämtad: 2020-05-03]

LoRa alliance 2015. LoRAWAN™ *what is it? A technical overview of LoRA and LoRAWAN* <https://lora-alliance.org/sites/default/files/2018-04/what-is-lorawan.pdf> [Hämtad 2020-05-13]

Lu, Meng (red.) *Evaluation of intelligent road transport systems. Method and results*. London: The institution of engenering and trechnology. 2016.

M. 2019. *Volvo car mobility lanserar M – Smart bildelning i Stockholm och Uppsala*. <https://m.co/se/sv-SE/press/volvo-car-mobility-lanserar-m-smart-bidelning-i-storstockholm-och-uppsala/> [Hämtad: 2020-04-25]

Malmö Stad. *Det digitala Malmö. Plan för Malmö stads digitalisering 2017-2022*.
<https://malmo.se/download/18.4cc94c3815be8cd0d0b1b63/1494505280235/digitala%20malmo%20slutversion.pdf> [Hämtad: 2020-03-23]

Mynewsdesk 2017. *Helsingborgs stad testar Bigbelly*.
<http://www.mynewsdesk.com/se/helsingborg/pressreleases/helsingborgs-stad-testar-bigbelly-2059661> [Hämtad 2020-06-10]

Mynewsdesk. 2014. *Bil i pool ersätter fem privatbilar*.
<http://www.mynewsdesk.com/se/sunfleet/pressreleases/bil-i-pool-ersaetter-fem-privatbilar-1100224> [Hämtad 2020-04-20]

Naturvårdsverket. 2005. *Den samhällsekonomiska nyttan av cykeltrafiksåtgärder*. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5456-2.pdf?pid=3085> [Hämtad: 2020-04-23]

NBC News. 2018. *The smart cities of tomorrow are already here*. <https://smartcity.go.kr/en/2018/05/18/the-smart-cities-of-tomorrow-are-already-here-mach-nbc-news/> [Hämtad: 2020-05-15]

NCC. 2019. *Dags för cykelinfrastruktur – cykeltrafik*. <https://www.ncc.se/vart-erbjudande/infrastruktur/dags-for-ny-cykelinfrastruktur/> [Hämtad: 2020-04-23]

Nozkova, Sara. 2020. *DELTA*. <https://www.drivesweden.net/projekt-3/delta> [Hämtad: 2020-05-03]

Nyheterna. 2019. *Nya trafikljus på marken – för alla som inte tittar upp från mobilen*. TV4 14 Mars, 18;24 <https://www.tv4.se/nyheterna/klipp/nya-trafikljus-p%C3%A5-marken-f%C3%B6r-alla-som-inte-tittar-upp-fr%C3%A5n-mobilen-11974833> [Hämtad 2020-04-14]

Pernestål Brenden, Anna. Kottenhof, Karl. 2017. *Självkörande fordon som komplement till kollektivtrafiken – en förstudie för Stockholm*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1305137/FULLTEXT01.pdf> [Hämtad: 2020-05-18]

Queensland University of Technology. 2020. *'distracted walkers': can flashing footpath LEDs break the smartphone spell?*. <https://www.qut.edu.au/research/article?id=160309> [Hämtad 2020-05-01]

Rabe, Mattias. 2016. *Trafikljus I marken ska rädda telefontittande fotgängare* <https://teknikensvarld.se/trafikljus-i-marken-ska-radda-mobiltelefon-tittande-fotgangare-289570/> [Hämtat 2020-04-14]

Rahwan, Iyad. 2016. *What moral decisions should driverless cars make?* https://www.ted.com/talks/iyad_rahwan_what_moral_decisions_should_driverless_cars_make#t-662331 [Hämtad: 2020-05-15]

Rejlers. 2020. *Basstation*. [Tagen: 2020-05-19]

Samtrafiken. 2020. *BoB – Biljett och betal-standard*. <https://samtrafiken.atlassian.net/wiki/spaces/BOB/pages/36667644/BoB+-Biljett+och+Betal-standard+sv> [Hämtad 2020-05-04]

Sandberg, Lars. 2019. *Delad mobilitet idag och i framtiden*.
<https://www.svenskkollektivtrafik.se/globalassets/svenskkollektivtrafik/dokument/aktuellt-och-debatt/publikationer/rapport---delad-mobilitet-idag-och-i-framtiden-2019.pdf> [Hämtad: 2020-04-12]

Sektionen utformning av vägar och gator.2004. *Vägar och gators utformning, VGU*
<https://www.trafikverket.se/contentassets/3cc1b03a7ab7491988d46796c2c5ddf2/trafiksignaler/trafiksignaler.pdf> [Hämtad 2020-05-01]

Schröder, Karin. 2020. *Generationsmålet – miljöarbete för kommande generationer*.
<https://www.sverigemiljomal.se/miljomalen/generationsmalet/>
[Hämtad: 2020-04-30]

Skånetrafiken. 2020. *Ny tjänst som visar lediga platser*.
<https://www.skanetrafiken.se/nyhetsarkiv/lediga-platser-tjanst/> [Hämtad 2020-05-15]

Stadshubbs Alliansen 2018. *Livboj* <https://stadshubbsalliansen.se/sv/livboj/>
[Hämtad 2020-05-13]

Stockholm stad. 2018. *Anskaffningsstrategi*.
<https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1959570> [Hämtad: 2020-04-20]

Stockholm stad. 2020. *Stockholm – den smarta och uppkopplade staden*.
<https://smartstad.stockholm/> [Hämtad: 2020-05-03]

Stockholm stad. 2020. *GrowSmarter – smarta urbana lösningar*.
<https://vaxer.stockholm/tema/hallbara-och-smarta-losningar/growsmarter/>
[Hämtad: 2020-05-01]

Stockholm stad. 2020. *Stort intresse för Stockholm realtidsdata*.
<https://smartstad.stockholm/category/trafik-och-stadsplanering/> [Hämtad:
2020-03-24]

Stockholm stad. *Strategi för Stockholm som smart och uppkopplad stad*.
<https://smartstad.stockholm/wp-content/uploads/sites/10/2019/09/Bilaga-1-Strategi-for-en-smart-och-uppkopplad-stad-Stockholms-stad.pdf> [Hämtad:
2020-04-22]

Stockholm stad. 2020. *Så tycker stockholmarna om stadens digitala kontaktytor*. <https://smartstad.stockholm/2020/03/02/sa-tycker-stockholmarna-om-stadens-digitala-kontaktytor/> [hämtad: 2020-02-28]

Stockholm stad. *Tester på gång*. <https://smartstad.stockholm/tester-pa-gang/> [Hämtad: 2020-05-10]

Strålmynndigheten. 2019. *Myndighetens arbete med 5G* <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/omraden/magnetfalt-och-tradlos-teknik/myndighetens-arbete-med-5g/> [Hämtad 2020-05-06]

Svanström, Stefan. 2015. *Urbanisering – från land till stad*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2015/Urbanisering--fran-land-till-stad/> [Hämtad: 2020-02-15]

Svensk Cykling. 2018. *Cykelrapport*. https://svenskykling.se/wp-content/uploads/2018/04/Cykeltrendrapport_2018_pdf-1.pdf [Hämtad: 2020-05-01]

Svensk kollektivtrafik. 20**. *Kollektivtrafik – En investering i samhällsnytta*. <https://www.svenskkollektivtrafik.se/globalassets/svenskkollektivtrafik/dokument/fakta/branschfakta/kollektivtrafikens-samhallsnytta-folder-20172> [Hämtad: 2020-04-25]

Svensk kollektivtrafik. 2017. *Kollektivtrafikens nytta*. <https://www.svenskkollektivtrafik.se/globalassets/svenskkollektivtrafik/dokument/fakta/branschfakta/kollektivtrafikens-samhallsnytta-folder-20172> [Hämtad: 2020-05-03]

Sveriges Riksdag. 2017. *Förordning (2017:309) om försöksverksamhet med självkörande fordon*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2017309-om-forsoksverksamhet-med_sfs-2017-309 [Hämtad 2020-04-15]

Sveriges television. 2020. *Dokumentär utifrån: AI – hot eller möjlighet?* Del 1. 26 januari 2:00. <https://www.svtplay.se/dokument-utifran-ai-hot-eller-mojlighet> [Hämtad: 2020-05-18]

Sveriges television. 2020. *Vem är rädd för Huawei?* 17 maj 2:00. <https://www.svtplay.se/video/26674538/vem-ar-radd-for-huawei> [Hämtad: 2020-05-17]

Teknikensvärd. 2016. *Trafikljus i marken ska rädda mobiltelefonittande fotgängare.* <https://teknikensvarld.se/trafikljus-i-marken-ska-radda-mobiltelefonittande-fotgangare-289570/> [Hämtad 2020-05-01]

Tomzir. 2020 *Ny undersökning: här är stockholmarnas digitaliseringsförslag.* <https://smartstad.stockholm/2020/03/02/ny-undersokning-har-ar-stockholmarnas-digitaliseringsforslag/> [Hämtad: 2020-04-16]

Tomzir. 2020. *Så tycker stockholmarna om stadens digitala kontaktytor.* <https://smartstad.stockholm/2020/03/02/sa-tycker-stockholmarna-om-stadens-digitala-kontaktytor/> [Hämtad: 2020-04-27]

Trafikanalys. 2016. *Automatiserad kolonikörning – en lösning för framtiden?* https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2016/rapport-2016_22-automatiserad-kolonikorning---en-losning-for-framtiden.pdf [Hämtad: 2020-04-30]

Trafikanalys. 2020. *Fordon 2019.* https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/fordon/2020/fordon_2019.pdf? [Hämtad: 2020-04-10]

Trafikanalys. 2017. *Självkörande fordon och transportpolitiska mål.* https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2017/rapport-2017_20-sjalvkorande-fordon-och-transportpolitiska-mal.pdf [Hämtad: 2020-04-13]

Trafikanalys. 2019. *Uppkopplade, samverkande och automatiserade fordon, farkoster och system – ett kunskapsunderlag.* https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2019/rapport-2019_8-uppkopplade-samverkande-och-automatiserade-fordon-farkoster-och-system--ett-kunskapsunderlag.pdf [Hämtad: 2020-04-19]

Trafikanalys. 2020. *Vägtrafikskador 2019.* <https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/vagtrafikskador/2019/vagtrafikskador-2019.pdf?> [Hämtad 2020-04-15]

Trafikverket. 2018. *Fyrstegsprincipen.* <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/fyrstegsprincipen/> [Hämtad: 2020-03-04]

Trafikverket. 2019. *Färdplan för ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem* https://trafikverket.ineko.se/Files/en-US/62816/Ineko.Product.RelatedFiles/2019_113_fardplan_for_ett_uppkopplat_och_automatiserat_vagtransportsystem.pdf [Hämtad 2020-04-30]

Trafikverket. 2020. *Geofencing* <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/forskning-och-innovation/aktuell-forskning/transport-pa-vag/geofencing/> [Hämtad: 2020-05-01]

Trafikverket. *Nationell strategi för användandet av ITS*. https://www.trafikverket.se/contentassets/e7bc1e3e3f434566a923bae23940e7a7/nationell_strategi_anvandandet_its_kortversion.pdf [Hämtad: 2020-03-03]

Trafikverket. *Nationell strategi och handlingsplan för användningen av digitalisering i transportsystemet*. <https://docplayer.se/109168963-Nationell-strategi-och-handlingsplanfor-anvandningen-av-digitalisering-i-transportsystemet.html> [Hämtad: 2020-04-03]

Trafikverket. 2019. *Nollvisionen – Tillsammans räddar vi liv*. <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/samarbete-med-branschen/Samarbeten-for-trafiksakerhet/tillsammans-for-nollvisionen/> [Hämtad 2020-04-30]

Trafikverket. 2018. *Så ska geofencing införas i svenska städer*. <https://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/Nationellt/2018-12/sa-ska-geofencing-inforas-i-svenska-stader/> [Hämtad: 2020-05-01]

Trivector. 2018. *Bara var tionde kommun är beredd på de självkörande bilarna*. <https://www.trivector.se/hallbara-transporter/baravar-tiondekommun-ar-beredd-pa-de-sjalvkorande-bilarna/> [Hämtad: 2020-04-26]

Trivector. 2020 *Mobilitetstjänster och bilpool* <https://www.trivector.se/konsulttjanster/hallbara-transporter/kollektiva-transporter/mobilitetstjanst-och-bilpool/> [Hämtad 2020-04-27]

Trivector. 2017. *Trygg resa med självkörande buss*. <https://www.trivector.se/hallbara-transporter/trygg-resa-med-sjalvkorande-buss/> [Hämtad 2020-05-11]

Ubigo. U.å. *Resetjänst för dig och din familjs vardagsresande*. <https://www.ubigo.me/> [Hämtad 2020-04-20]

Vinnova. 2017. *Smarta städer – Vad Vinnova gör*. <https://www.vinnova.se/webbtv/2017/02/smarta-stader/> [Hämtad: 2020-04-02]

Wexnet. 2020. *Wexnet kopplar upp sopkärl*. <https://wexnet.se/nyheter/wexnet-kopplar-upp-sopkarl/> [Hämtad: 2020-04-11]

Wiklund, Kalle. 2017. *Helsingborg testar förarlös buss* <https://www.nyteknik.se/fordon/helsingborg-testar-forarlos-buss-6870626> [Hämtad 2020-05-12]

World Health Organization. 2019. *5G mobile networks and health* <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/5g-mobile-networks-and-health> [Hämtad 2020-05-06]

Yumo, Hu. 2020. *Self-driving taxi service coming to Jiading*. <https://www.shine.cn/biz/auto/2004277056/> [Hämtad: 2020-05-18]

Åström, Jonas. Mårtensson, Malin. 2018. *Hur kan uppkopplade cyklar bidra till ökad trafiksäkerhet*. http://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer_003901_004000/Publikation_003958/2018_40%20Skyltfonden%20Hur%20kan%20uppkopplade%20cyklister%20bidra%20till%20%20c3%b6kad%20trafiks%20a4kerhet%20.pdf [Hämtad: 2020-04-16]

Öresundskraft. 2020 *Kommunal stadshubb för Internet of things öppnar i Helsingborg*. https://gemigfiber.nu/pages/Kommunal_Stadshubb_For_Internet_Of_Things_Oppnar_I_Helsingborg [Hämtad 2020-05-11]

9 Bilagor

9.1 Intervju Helsingborg

9.1.1 Drift och underhåll

Frågor som ställdes under intervjun med drift och underhåll

- Berätta om digitaliseringen på Drift och Underhåll
- Hur funderar det idag med gatubelysningen eftersom ni inte har ett system för detta?
- Är det LED belysning i lyktstolparna?
- Vad har ni jobbat med och vad jobbar ni med just nu?
- Vilka utmaningar har ni i framtiden?
- Vilka tjänster behöver ni för att nå dessa målen?
- Ska Helsingborgs Stad bilar ha detta systemet?
- Hur länge har testen pågått med trafikljusen och lyktstolparna?
- Har ni sett några fördelar med detta?
- Vi läste att ni har sensorer som läser av luftkvaliteten i stan, stämmer detta? Var mäts det?
- Vad gör ni med informationen från luftkvalitets sensorerna?
- Är du involverad i H22 projektet och vad vet du om undersökningen på Drottninghög?
- Hur långt i utvecklingen är ni i appen med Universes?
- Vad har du för tankar kring autonoma fordon?
- Hur ser Helsingborg stad på 5G?
- Blir det ett problem för Helsingborgs stad som vill ligga i framkant för smarta ständer att ni inte för tillfället planerar för 5G?
- Hur gick testet med den autonoma bussen 2017?

9.1.2 Infrastruktur

Frågor som ställdes till Infrastrukturs strateg

- Är du okej med att vi spelar in samtalet?
- Vad är det du jobbar med?
- Hur jobbar Helsingborg med digitalisering?
- Exempel på projekt som Helsingborg är med i?
- Har ni några aktörer på kroken i ert MaaS projekt?
- Eftersom ni vill ha med elsparkeyklar i ert MaaS projekt, hur ser ni på dem?
- Har ni tänkt på att göra ert MaaS system som ett typ av belöningsystem som man gjort i andra länder och städer?
- Vi har hört om ett projekt med självgående godstrafik mellan Helsingborg och Göteborg, är det något du vet något om?
- Förutom MaaS projektet vad sitter du personligen med för projekt?

- Vad har ni stött på för problem i era projekt?
- Hur arbetar Helsingborg stad för vidare utveckling av kollektivtrafiken?
- Hur ser flödet ut i staden?
- Använder ni er av öppen data i Helsingborg?
- Vad finns det för fördelar med det?
- Hur jobbar ni med integriteten vid övervakning av folks rörelse i stan?
- Har Helsingborg någon särskild hjärtefråga eller en fråga som utmärker sig specifikt för Helsingborg?

9.2 Intervju Malmö

Frågor som ställdes till Enhetschef på väg och gatukontoret i Malmö

- Är du okej med att vi spelar in samtalet?
- Vad är det som du jobbar?
- Vad jobbar du med för projekt just nu?
- Var är största kapacitetsbristen i Malmö?
- Har ni hittat något samband med dessa kapacitetsbrister?
- Jobbar ni med ITS eller IoT för att öka kapaciteten?
- Finns det en avdelning i Malmö som jobbar med ITS eller IoT?
- Är Malmö stad intresserad att jobba med ITS i framtiden?
- Hur ser luftkvaliteten ut i Malmö?
- Hur ser ni på elsparkcyklarna?
- Arbetar ni med MaaS?
- Kommer samarbetet med Skånetrafiken och cykelparkeringen fortsätta även efter jojo?
- Jobbar ni med autonoma fordon i Malmö eller samarbetar med någon som vill testa autonoma fordon i stan?
- Vad har ni för vision för Malmö stad i framtiden?