

# Effekter av självkörande bilar för stadsplan – En vision 2017

Nico Lindgren

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för lantmäteriteknik

Vasa 2017



## EXAMENSARBETE

Författare: Nico Lindgren

Utbildning och ort: Lantmäteriteknik, Vasa

Handledare: Leif Östman

Titel: Effekter av självkörande bilar för stadsplan – En vision 2017

---

Datum 27.4.2017

Sidantal 43

Bilagor 2

---

### Abstrakt

I detta examensarbete undersöks det hurdan inverkan självkörande bilar kan komma att ha på stadsplaneringen. Uppdragsgivare är Vasa stads planläggning inom ramen för ett AIKO-projekt. Arbetet beskriver elbilar och vad en självkörande bil har för sensorer och navigering. Därefter har undersökts hur man i framtiden kommer att resa i städer. Samåkning och busstrafik tas upp och går igenom, samt vilka förändringar de troligen kommer att ha i framtiden. De sista kapitlen beskriver effekterna som självkörande bilar troligen kommer att ha med tanke på trafiken och stadsplaneringen.

Som resultat samlades all information och undersökningar ihop till ett sista kapitel. Kapitlet beskriver de ändringar som bör göras inom städerna för att kunna ta emot självkörande bilar och hur den vanliga vardagen kan förändras för invånarna. Bland bilagor finns ett fiktivt exempel på en möjlig situation där städer redan tagit i bruk självkörande bilar.

---

Språk: svenska

Nyckelord: Stadsplanering, självkörande bil, elbil

---

# OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Nico Lindgren

Koulutus ja paikkakunta: Maanmittaustekniikka, Vaasa

Ohjaaja: Leif Östman

Nimike: Itseohjautuvien autojen vaikutukset kaupunkisuunnitteluun – visio vuonna 2017

---

Päivämäärä 27.4.2017

Sivumäärä 43

Liitteet 2

---

## Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan itseohjautuvien autojen mahdollisia vaikutuksia kaupunkisuunnitteluun. Toimeksiantaja on Vaasan kaupungin kaavoitus ALKO-projektin puitteissa. Työn ensimmäinen osio kertoo sähköautoista ja itseohjautuvien autojen antureista sekä paikannuksesta. Sitten tutkitaan miten tulevaisuudessa tehdään matkat kaupungeissa. Yhteismatkustusta ja bussiliikennettä käydään läpi ja tutkitaan niiden mahdollisia kehitysvaiheita tulevaisuudessa. Viimeiset luvut kertovat itseohjautuvien autojen mahdollisista vaikutuksista liikenteeseen ja kaupunkisuunnitteluun.

Kaikki tiedot ja tutkimukset kerättiin yhteen viimeiseen tuloslukuun. Luku kertoo muutoksista, jotka kaupunkien pitää tehdä jos haluavat ottaa vastaan itseohjautuvia autoja, ja kuinka asukkaiden arkipäivä voi muuttua. Liitteissä on kertomus esimerkki mahdollisesta tulevaisuuden päivästä, jona itseohjautuvat autot ovat jo yleistyneet.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kaupunkisuunnittelu, itseohjautuva auto, sähköauto

---

## BACHELOR'S THESIS

Author: Nico Lindgren

Degree Programme: Land surveying, Vasa

Supervisor: Leif Östman

Title: Effects of Self-Driving Cars on City Planning – a Vision in 2017

---

Date April 27, 2017

Number of pages 43

Appendices 2

---

### **Abstract**

This thesis examines impacts of self-driving cars on city planning. The client is City Planning of Vasa, as a part of the AIKO-project. The first part discusses electrical vehicles and what kind of sensors and navigation a self-driving car uses. Then it was investigated how you would travel in cities in the future. Carpooling and bus services will be discussed and furthermore what changes they will go through in the coming decades. The final chapters describe the effects of self-driving cars considering traffic systems and city planning.

All the information and studies are gathered into one final result chapter. The chapter describes the changes that should be done for cities to be able to adapt to of self-driving cars and how the everyday life can change for the residents. There is also one annex as a fictive story about future life in cities already adopted to self-driving cars.

---

Language: Swedish

Key words: City planning, self-driving car, electrical car

---

# Innehållsförteckning

|       |                                                      |    |
|-------|------------------------------------------------------|----|
| 1     | Inledning.....                                       | 1  |
| 1.1   | Syfte .....                                          | 1  |
| 1.2   | Problematik.....                                     | 1  |
| 1.3   | Begreppsförklaringar och översikt över innehåll..... | 2  |
| 2     | Bilens teknik.....                                   | 3  |
| 2.1   | Elmotor.....                                         | 3  |
| 2.1.1 | Elmotor typer.....                                   | 4  |
| 2.2   | Elsystem.....                                        | 6  |
| 2.3   | Sensorer .....                                       | 8  |
| 2.3.1 | Lidar.....                                           | 8  |
| 2.3.2 | Radar och kamera.....                                | 9  |
| 3     | Navigering och Positionering .....                   | 10 |
| 4     | Autonom samåkning .....                              | 13 |
| 4.1   | Nutid.....                                           | 13 |
| 4.2   | 2020-talet.....                                      | 15 |
| 4.3   | 2030-talet.....                                      | 17 |
| 4.4   | 2050-talet.....                                      | 19 |
| 5     | Autonom busstrafik.....                              | 21 |
| 6     | Trafiken.....                                        | 24 |
| 7     | Stadsplanering.....                                  | 26 |
| 7.1   | Parkering .....                                      | 27 |
| 7.2   | Laddning.....                                        | 29 |
| 8     | Slutsatser .....                                     | 31 |
| 9     | Källförteckning.....                                 | 32 |
| 9.1   | Figurförteckning.....                                | 37 |

Bilaga 1      Exempel situation 2030-talet

Bilaga 2      Intervju av Vasa planläggningsingenjör

# 1 Inledning

Dagens storstäder är fullpackade av olika fordon, gatorna är stockade och luftkvaliteten är inte den bästa. Självkörande bilar skulle ändra detta genom att göra städerna rymligare och grönare. Utvecklingen av självkörande bilar har ökat radikalt under 2000-talet och flera länder har redan börjat tillåta dem för testkörning.

Dessa bilar, producerat i stora mängder, kommer att forma om städerna vi känner idag. Men på hurdant sätt? Kommer självkörande bilar att producera ett bättre samhälle inom städerna?

Dessa är frågor som kommer att besvaras i detta examensarbete.

## 1.1 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka idéer om självkörande bilar och sammanställa en helhetlig vision om vilken inverkan detta kommer att ha på städernas utveckling. Jag tar upp hur bilarna kommer att ändra samåkningen och varför de kunde hjälpa till att skapa grönare städer. Parkering, säkerhet och tillgänglighet är några saker som tas upp och jag kommer även att beskriva teknologin bakom dessa bilar.

Jag kommer att berätta vilka städer som redan är intresserade av självkörande bilar och hur kollektivtrafik och samåkningen kommer att ändra under de kommande årtiondena. Jag beskriver både finländska och utländska städers intresse för självkörande bilar och bussar samt mer utvecklat samåknings system.

## 1.2 Problematik

Eftersom ämnet är så nytt finns det inte så gott om litteratur om självkörande bilar. Därför har jag främst använt internet källor som information. Detta gör det också besvärligt att hitta pålitliga texter. Eftersom internet är full av olika källor måste man kritiskt granska artiklarna och att författarna är insatta i ämnet de skriver om. Ett problem är också att storföretag inte ger ut all information i sina rapporter, de vill hålla en stor mängd information hemligt. Källor som varit dugligast med information och trovärdighet är rapporter från företag, andra slutarbeten och artiklar där författaren är kompetent inom ämnesområdet.

Ett annat problem är att ämnet jag skriver om är något som kan bli aktuellt i framtiden, vilket gör idéerna och undersökningarna tillförlitliga. Teknologin går snabbt framåt och människans intresse för förändringar påverkar starkt hur framtiden kommer att bli.

### **1.3 Begreppsförklaringar och översikt över innehåll**

Metodiken bygger på källstudier och en sammanställning av idéer. På grund av att detta handlar om framtiden och framtida förändringar, för vilket det inte finns fakta att tillgå, baserar visionen på osäkra fakta och olika parterers föreställningar om framtidens utveckling. Huvudmålet är dock visionen och dess tänkbara betydelse för stadsbyggande, varför betoningen ligger på att skapa en helhetlig vision. Källorna som används härstammar främst från internet. Teknik beskrivs men baserar sig främst på information som är tillgänglig, varvid man måste konstatera att utvecklingen drivs av privata storföretag och tillgången till information är minimal.

## 2 Bilens teknik

Självkörande bilarna är i majoriteten elbilar, men det finns hybrid-versioner. Några aspekter på varför en självkörande bil är el-driven är att en mindre motor gör bilen lättare och lokala utsläpp finns inte. För det andra är en elbil lättare för en dator att styra, och detta leder till färre kablar än i en bränsle driven bil. För det tredje är elbilar säkrare att köra med<sup>1</sup>.



Figur 1 Tesla är ett av de största företagen som tillverkar elbilar

### 2.1 Elmotor

En elmotor är en maskin som transformerar elektrisk energi till kinetisk energi. Elmotorns funktion baserar sig på elektriska magneter, vilka kan kopplas på och av. Elmotorn innefattar två grundläggande delar, en roterande axel hos rotorn och en stationär stator. Det elektriska magnetfältet kan uppnås i statorn eller rotorn<sup>2</sup>.

Elbilens motor behöver en noggrann styrning för att motorns acceleration- och bromsmomentets justering ska vara tillräckligt snabb och smidig. I bilar beordrar man elmotorn med en frekvensomvandlare, som ändrar likströmmen från batteriet till en passlig lik- eller växelström<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> <http://evworld.com/news.cfm?newsid=31853>

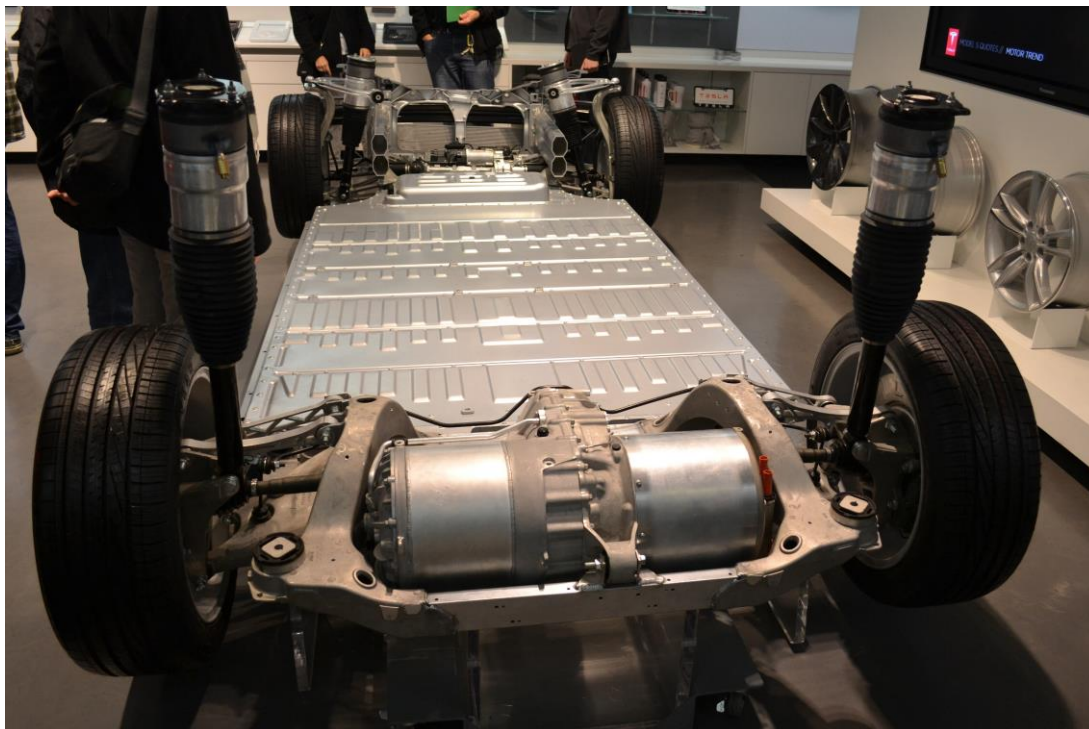
<sup>2</sup> <http://www.explainthatstuff.com/electricmotors.html>

<sup>3</sup>

[https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/nain\\_liikut\\_viisaasti/valitse\\_auto\\_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot/sahkomoottorityypit](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/nain_liikut_viisaasti/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot/sahkomoottorityypit)



Elbil med en växelströms-drivande motor har oftast möjligheten att fungera som en generator. Då bilen körs tar motorn ström från batterierna, men vid bromsning går strömmen åt andra hållet och batterierna laddas<sup>4</sup>.



Figur 2 Tesla model S, stomme med elmotorn

### 2.1.1 Elmotor typer

Elbilarnas motor kan vara uppbyggd på två olika sätt. Den mest använda idag är induktionsmotorn, Tesla använder denna motortyp, som är billig att producera och underhålla men den har lägre effektivitet och kraft täthet ( $\text{W/m}^3$ )<sup>5</sup>. Motorn producerar sin ström genom att då motorns stator ansluts till en trefas växelspanning bildas ett roterande magnetfält runt rotorn. Denna frekvens som produceras av fältet kallas för synkrona frekvensen. Ström produceras i det roterande magnetfältet som enligt Lenz lag orsakar ett vridmoment kring rotorns axel. Det genereras inget vridmoment om rotorns rotationsfrekvens är lika stor som den synkrona frekvensen.

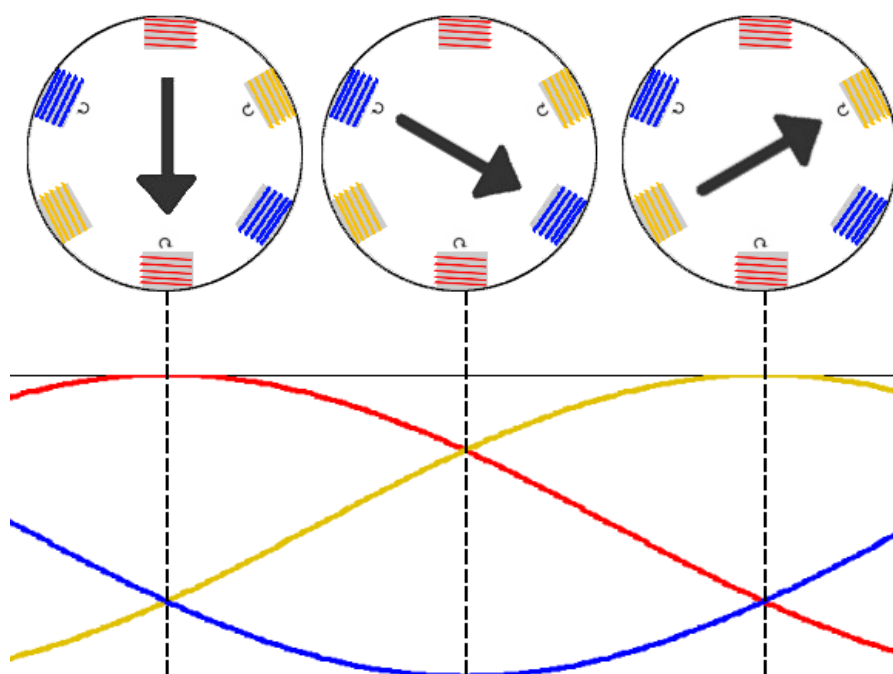
4

[http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot/sahkomoottorityypit](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot/sahkomoottorityypit)

<sup>5</sup> <https://www.quora.com/Which-type-of-motors-are-mostly-used-in-electric-cars>

Om induktionsmotorn inte skulle ha några förluster skulle detta vara den slutliga situationen för motorn, men på grund av oundvikliga förluster som t.ex. värmeutveckling, kommer rotationsfrekvensen alltid understiga den synkrona frekvensen<sup>6</sup>.

Den andra elmotor typen är en borst lös likströmsmotor med permanent magneter. Motorn producerar en likströms magnetfält med hjälp av två eller fler permanenta magneter. Detta magnetfält tas upp av statorn och samverkar med ström flödet i lindningarna för att producera vridmoment mellan rotorn och statorn. Medan rotorn roterar är det nödvändigt att stator-strömmens polaritet varierar, så att vridmomentet hålls konstant och att omvandlingen av elektrisk energi till mekanisk energi är optimal. Anordningen som förser motorn med ström kallas till en växelriktare. Utan det är borst lösa motorer värdelösa<sup>7</sup>.



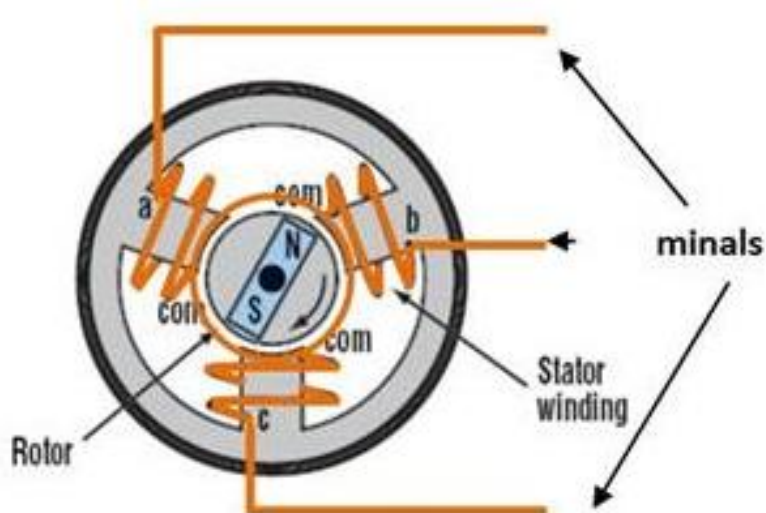
**Figur 3 Borst lös motor tvärsnitt**

<sup>6</sup> <http://www.learnengineering.org/2013/08/three-phase-induction-motor-working-squirrel-cage.html>

<sup>7</sup> [https://www.tesla.com/en\\_GB/blog/induction-versus-dc-brushless-motors?redirect=no](https://www.tesla.com/en_GB/blog/induction-versus-dc-brushless-motors?redirect=no)

## 2.2 Elsystem

Då en självkörande bil använder sig av en elmotor kommer bilen inte att ha lika många rörliga delar som en bränsle driven bil. Bränsle drivna bilar har tusentals rörliga delar som måste hållas smörjda hela tiden och dessa delar kan gå sönder. El-drivna bilar däremot har bara tre huvud delar, batteriet, inverter och elmotorn, och dessa behöver relativt litet underhåll<sup>8</sup>.



**Figur 4 En tre-fas strömförsörjning ger ett roterande magnetfält i en induktionsmotor**

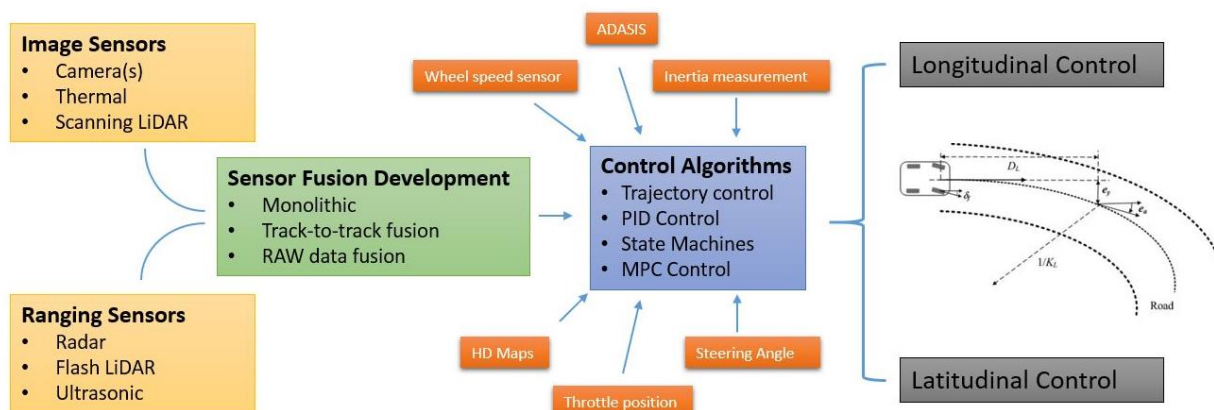
En självkörande bil kan beskrivas som en dator på hjul. Datorn behöver elektricitet för att hantera kamerorna, navigeringen och kartläggningen samt behandla den allt ökande volymen av mjukvaru-kodning. Den mängd programvarukod och data som finns i dagens självkörande bilar är enorm och allt detta fortsätter att öka desto mer fin-justerings det görs.

Man kan ta som illustrerande exempel fallet att en självkörande bil kör omkring i London, bilen måste klara av att förstå varje situation, även förutse ovanliga situationer inom trafiken. För att kunna göra allt detta försöker bil tillverkarna producera en sorts artificiell intelligens i bilarna så att bilen skulle kunna lära sig dessa situationer förrän de släpps ut i trafiken<sup>9</sup>. Självkörande bilarna måste i flesta länder enligt lag ha ratt och pedaler för föraren.

<sup>8</sup> <http://www.businessinsider.com/credit-suisse-on-tesla-2014-8?r=US&IR=T&IR=T>

<sup>9</sup> <https://ercim-news.ercim.eu/en67/special-theme-embedded-intelligence/autonomous-systems-safety-critical-embedded-systems-and-intelligence>

# Autonomous Control Systems



Figur 6 Exempel på vad datorn måste klara av att räkna och hantera

Därför använder dagens självkörande bilar samt elbilar en teknik som heter Drive-by-Wire eller DbW. Denna teknik ersätter det mekaniska styrsystemet med ett elektroniskt. Med DbW finns det ingen fysisk anslutning mellan pedalerna och motorn. Istället är det sensorer som berättar åt datorn hur långt ner pedalen tryckts. Informationen översätts och skickas till reglage som varierar motorns varvtal. Med hjälp av DbW fås det mer utrymme och vikten sänks eftersom alla pumpar, axlar, remmar, slangar etc. saknas<sup>10</sup>.



Figur 5 Illustration av Drive-by-Wire tekniken i en Tesla

<sup>10</sup> <https://www.lifewire.com/what-is-drive-by-wire-534825>

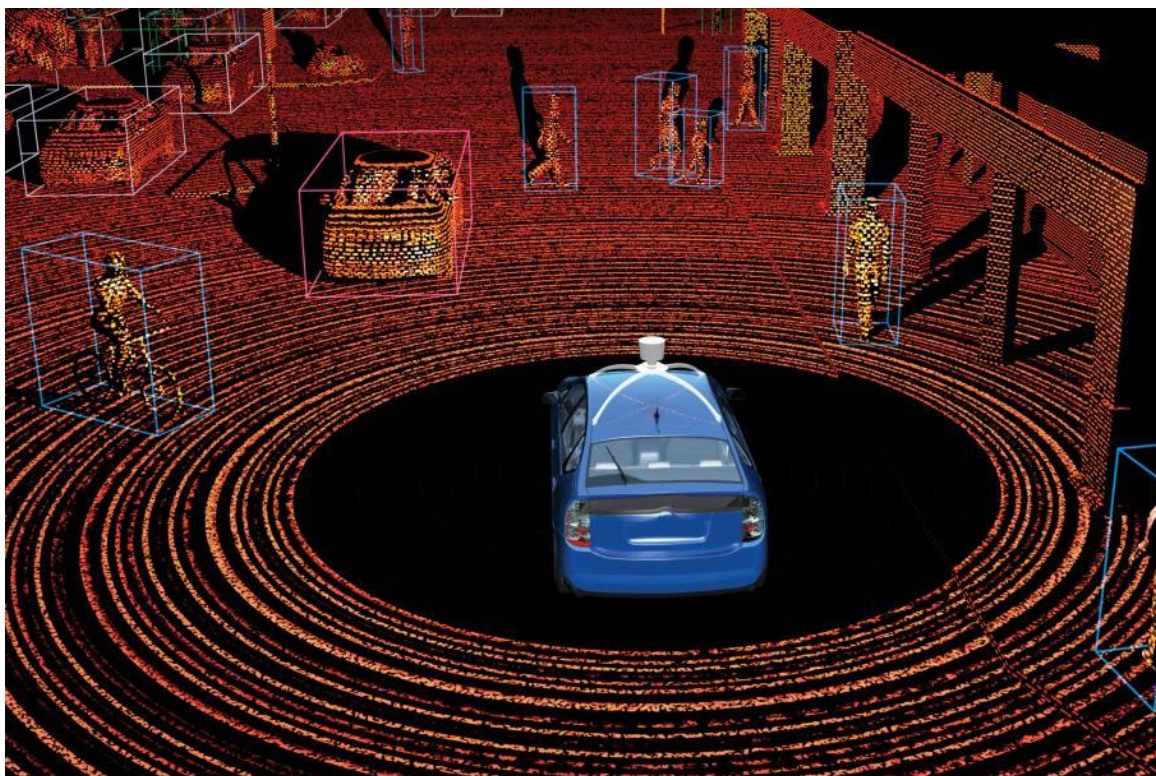


## 2.3 Sensorer

### 2.3.1 Lidar

Lidar är ett optiskt mätinstrument som mäter sträckan mot ett objekt genom att skicka iväg laser strålar. Systemet skjuter ut upp till 150 000 laser-pulser på en sekund. Därefter räknar systemet ut hur länge det tar för varje stråle att komma tillbaka till systemet och enligt det räknar det ut sträckan till objekt. Ljus färdas i konstant och känd hastighet och därför kan Lidar räkna ut sträckan mellan sig själv och objekt med mycket hög noggrannhet. Genom att upprepa detta i snabb följd kan systemet bygga ihop en komplex ”karta” över ytorna den mäter. Självkörande bilarnas Lidar använder sig av laser som inte kan skada ögonen. Våglängden på laser-strålen är 1550nm vilket inte heller syns i bildförstärkaren<sup>11</sup>.

När en Lidar sensor monteras på en bil är det nödvändigt att bestämma absoluta positionen och orienteringen av sensorn för att bevara användbar data. GPS (Global Positioning System) förser noggrann geografisk information angående positionen av sensorn och Inertial Measurement Unit (IMU) registrerar den exakta orienteringen av sensorn. Dessa två apparater förser metoden att översätta sensor data till statiska punkter för användningen av en variation olika system<sup>12</sup>.



**Figur 7 Bil-monterad Lidar visar hur systemet detekterar objekt**

<sup>11</sup> <http://www.lidar-uk.com/how-lidar-works/>

<sup>12</sup> <http://www.lidar-uk.com/how-lidar-works/>

Nackdelen med Lidar är att eftersom systemet använder sig av laser kan väderförhållanden påverka resultaten. T.ex. om det är en dammig väg finns det mycket med damm partiklar i luften som gör det svårare för lasern att positionera och lokalisera objekt. Detta kan man undvika med hjälp av kameror<sup>13</sup>.

### 2.3.2 Radar och kamera

Medan Lidar är optimal för att noggrant kartlägga omgivningen, har den ett stort fel i att noggrant övervaka hastigheterna av omgivande bilar i realtid. Radar systemet däremot klarar av detta tack vare fyra stycken radar monterade vid stötfångarna av bilen. Med två radar fram och två bak kan systemet ta upp små ändringar i hastigheten hos andra fordon. Radar fungerar i samband med andra bilens funktioner såsom inertial measurement unit (IMU) för att skicka noggranna signaler till bilens processor. IMU är ett instrument som mäter objektens vridning, vinkel och lutning med hjälp av accelerometrar och gyroskop. På detta sätt kan bilens dator bättre räkna ut andra bilars beteende och undvika olyckor<sup>14</sup>.



**Figur 8 Radar-sensorn (nere i mitten av stötfångaren) och kameror (små cirklarna vid varsin sida av stötfångaren, blanka området)**

<sup>13</sup> <https://www.forbes.com/sites/centurylink/2016/11/29/how-autonomous-vehicles-will-navigate-bad-weather-remains-foggy/#4c53c1868662>

<sup>14</sup> <http://www.makeuseof.com/tag/how-self-driving-cars-work-the-nuts-and-bolts-behind-googles-autonomous-car-program/>

Även om radar är ett noggrant system måste man för säkerhetens skull också ha kameror som stöd. Även om radar klarar av att lokalisera och följa objekt, kan den inte forma och förstå hurdant objekt det är frågan om. Därför använder man kameror för att kompensera denna brist i systemet. Dessa kameror kan ha en räckvidd upp till 500 meter med ett 50 graders synfält<sup>15</sup>.

Kombinationen av radar och kamera är ett effektivt system för en självkörande bil. Systemet fungerar tillförlitligt i vilket väderförhållande som helst och tack vare dagens teknologi kan bilens dator lära sig känna igen de olika objekten kamerorna tar upp. Att datorn lär sig själv att känna igen objekt och färd situationer är något som utvecklas hela tiden och målet är att få en mera avancerad artificiell intelligens i framtidens självkörande bilar.

### 3 Navigering och Positionering

Nuvarande självkörande bilar använder sig av GPS för att få ut sin position men det kommer inte att räcka till i framtiden. GPS klarar bra att positionera i områden där det inte finns så många hinder, men om man försöker få ut positionen t.ex. mitt i en storstad med höga byggnader blir signalen mycket dålig och t.o.m. försvinner totalt. För att lösa detta problem har man börjat utveckla ett eget system för bilarna, vilka genererar en egen karta åt bilen. Först måste man kartlägga vägarna och detta har t.ex. Google redan gjort sedan de släppte ut i trafiken de första självkörande bilarna. Eftersom en självkörande bil har instrument som upptäcker objekt (Lidar) kan systemet skapa en 3D modell av omgivningen. Detta är i princip rådata åt bilen för att den ska kunna börja producera ett eget kartsystem åt sig själv<sup>16</sup>.



**Figur 9 Kombinerad Lidar och kamera-punktmoln av omgivningen**

<sup>15</sup> <http://www.makeuseof.com/tag/how-self-driving-cars-work-the-nuts-and-bolts-behind-googles-autonomous-car-program/>

<sup>16</sup> <https://digitalworlds.wordpress.com/2016/09/15/augmented-reality-and-autonomous-vehicles-enabled-by-the-same-technologies/>



När man har kartlagt ett område som en 3D modell kan man föra in datat i bilen som sedan använder det som en bakgrundskarta. Genom denna bakgrundskarta känner nu bilen till alla trafikskyltar, byggnader och hinder i trafiken. Nu kan självkörande bilen börja sin färd och medan den kör uppdaterar den hela tiden bakgrundskartan i real-tid. Om man har många självkörande bilar som kör runt omkring samma område kan bilarna uppdatera kartorna mellan varandra för att få en ännu mer noggrannare och säkrare karta<sup>17</sup>.

Men varför besvära sig för att tillverka ett kartsystem åt en bil som har fantastiska mätninginstrument och real tids sensorer? Ett antal forskare och tillverkare anser att självkörande bilen inte behöver veta sin exakta position för att kunna reagera på omgivningen runtomkring. Genom att följa körfältet, lyda trafikmärken och trafikljus och reagera på ett lämpligt sätt till andra bilar och trafik användaren kan bilen utföra resan lika bra som en person som kör på en okänd väg. De större tillverkarna håller inte med om detta och säger att en bakgrundskarta ger ett tillägg av säkerhet och information åt bilen. En bakgrundskarta gör också bearbetningen av real-data lättare eftersom inte alla objekt behöver tas in på nytt. Man kan tänka en bakgrundskarta som om man kör i ett välbekant område, man vet hur vägen vänder sig och hurdana trafikmärken det kommer emot. För en självkörande bil är att köra omkring på samma områden en effektiv metod att den ”lär” sig, t.ex. kan bilen lära sig hur den ska köra vid olika väderlek så den nästa gång vet hur den ska hantera situationen. Informationen bilen konstruerat ihop kan den sedan dela med sig med andra bilar så att de därefter vet hur man ska köra på det område.



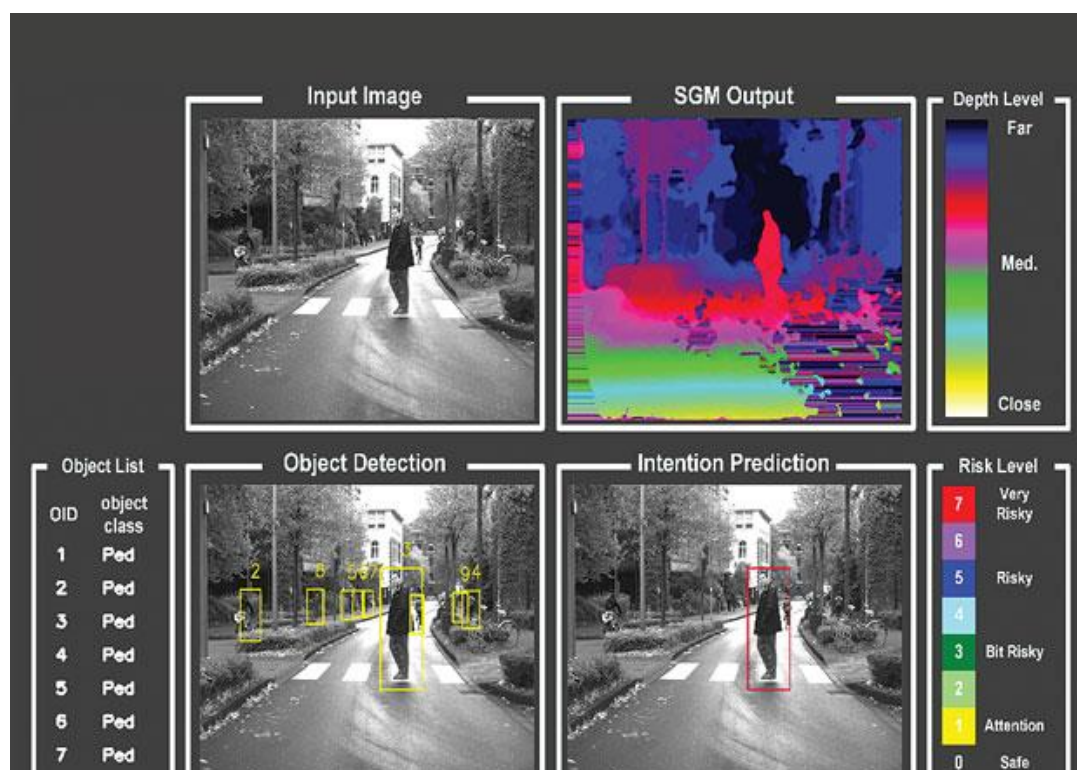
**Figur 10 Hur en självkörande bil ser trafiken runt omkring**

<sup>17</sup> <http://gizmodo.com/how-to-teach-an-autonomous-car-to-drive-1694725874>



All information bilarna tar upp och delar med varandra bildar till slut ett nätverk som hela tiden uppdateras och som har information i real tid<sup>18</sup>. Ett annat steg för självkörande bilen är att känna igen vad olika objekt är och reagera enligt detta. Man försöker alltså utveckla ett system åt bilen som motsvarar människans uppfattning av objekt. Google har utvecklat sina bilar uppfattning genom att lära dem skillnaden mellan två objekt och ange åt systemet vad som är skillnaden mellan dem och hur bilen ska reagera. Googles bilar har blivit lärda att se skillnaden mellan fotgängare, cyklister och fordon. De klarar även av att förstå om bilen är en polisbil eller en skolbuss. Vad Google också försöker lära sina bilar är att förutspå kommande händelser i trafiken, t.ex. om en cyklist sätter sin högra hand upp kan bilen förutspå att cyklisten förmodligen svänger åt höger<sup>19</sup>.

Det slutliga steget för en självkörande bil är att lära sig själv, utan någon utomstående hjälp. ”The ability emulate the human brain... that’s going to be – if I may say – the secret sauce, the thing that allows one company to get to the market first<sup>20</sup>”. Ända tills självkörande bilen klarar av att förstå och svänga runt ett barn som springer ut på vägen kommer det alltid att finnas motstånd för deras närvaro i trafiken. Utgående från den allt ökande utvecklingen inom teknologin och algoritmer kan man anta att det inte tar så länge tills bilarna kan tänka själv.



**Figur 11** Bilden visar hur bilens dator klassificerar och förstår omgivningen framför sig

<sup>18</sup> <http://gizmodo.com/how-to-teach-an-autonomous-car-to-drive-1694725874>

<sup>19</sup> <https://www.recode.net/2016/7/5/12101360/google-self-driving-car-cyclist-bike-handsignals-report>

<sup>20</sup> <http://gizmodo.com/how-to-teach-an-autonomous-car-to-drive-1694725874>

## 4 Autonom samåkning

Efter introduktionen av de första självkörande bilarna började en hård tävling mellan företag om vem som klarar av att tillverka de säkraste och pålitligaste bilarna, eftersom den som gör det först och klarar av det kommer att revolutionera trafiken och bilmarknaden. Den första och troligen sannolikaste modellen är samåkning och autonom kollektivtrafik. Städernas luft problem är orsaken till varför man vill se ändringar inom detta område, samt smidigare trafik som kan leda till mindre stress, mer öppna utrymmen i staden och minskningen av koldioxid<sup>21</sup>.

### 4.1 Nutid

Majoriteten av samåkningsmodellerna bygger på att ett företag äger en flotta med bilar som ställs på olika ställen i en stad varvid en person via en applikation på mobiltelefonen kan reservera en bil åt sig själv. Företaget tar betalt av personen enligt hur många kilometer som körs och personen kan lämna bilen vart som helst i staden för någon annan att åka med. Detta system har fungerat bra och människor som samåker har ökat mycket inom de senaste åren. I Europa har man sett en stabil ökning med samåkning, 2006 var det ca 250 000 människor som använde samåkning<sup>22</sup> och 2016 hade antalet ökat till ca 6 miljoner<sup>23</sup>, det är en enorm ökning och siffran stiger hela tiden.



**Figur 12** Användningen av samåkning i Sydney, Australien. Ökningen är signifikant pga. det handlar bara om en storstad.

<sup>21</sup> [https://www.lta.gov.sg/ltaacademy/doc/J14Nov\\_p12Rodoulis\\_AVcities.pdf](https://www.lta.gov.sg/ltaacademy/doc/J14Nov_p12Rodoulis_AVcities.pdf)

<sup>22</sup> <https://www.slideshare.net/FrostandSullivan/corporate-carsharing-3-1814>

<sup>23</sup> <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/market-for-carsharing-scenario-analysis/market-for-carsharing-scenario-analysis>

Vad som gjort att människor vill använda sig mer av samåkning än att äga en egen bil beror mycket på mobiltelefonerna och städernas beskattningar av bilar. Många storstäder tar skatt av människor som kör med bilen i centrum (t.ex. Stockholm och Oslo) för att minska på antalet bilar inne i staden. Mobiltelefonernas applikationer har gjort att man kan nu smidigt låna en bil, hoppa in och köra till sin destination och lämna bilen var man vill. De största företagen som använder sig av detta system är Uber, Lyft och Car2Go. De har t.o.m. utvecklat sitt program så att den hittar personer som vill åka åt samma håll och parar då ihop dem. Resultatet blir flera människor som använder samma bil under samma sträcka, om då alla skulle istället haft en egen bil skulle utsläppen och bil användningen varit större. Applikationerna kan då också ha poängsättnings system för bilföraren och passageraren så att andra i fortsättningen kan se med hurdana personer man vill åka med eller undvika<sup>24</sup>.

Skillnaden i principer mellan de olika företagen varierar inte så mycket. Uber och Lyft fungerar litet som en taxi, genom att via en applikation begära efter en skjuts, men istället för en förare med licens är det en privat olicensierad person som kör. Föraren får pengar per timme (USA 25\$/h, vilket inte är mycket eftersom föraren måste betala bränsle och tull avgifter själv)<sup>25</sup>. Därför har Uber börjat utveckla och släppa ut självkörande bilar i trafiken varvid de inte behöver någon förare<sup>26</sup>. Företaget Car2Go däremot äger en flotta med bilar som vem som helst kan låna, personen betalar enligt minuter och timmar bilen är lånad<sup>27</sup>.



**Figur 13 En Car2Go bil som väntar att bli körd**

<sup>24</sup> <http://www.businessinsider.com/leaked-charts-show-how-ubers-driver-rating-system-works-2015-2?r=UK&IR=T&IR=T>

<sup>25</sup> <http://www.thesimpledollar.com/how-to-make-money-driving-for-uber/>

<sup>26</sup> <https://www.wired.com/2016/09/self-driving-autonomous-uber-pittsburgh/>

<sup>27</sup> <https://www.car2go.com/CA/en/calgary/how/>



## 4.2 2020-talet

Till år 2020 är det beräknat att flera stora bilföretag kommer att ha utvecklat halvt självkörande bilar ut i trafiken. En halvt självkörande bil är ett fordon som kan själv köra men där föraren har en viss kontroll över bilen. Det är nödvändigt för föraren att hålla öga på trafiken och ta över styrandet vid vissa situationer<sup>28</sup>. Dessa bilar kommer troligen inte att revolutionera trafiken eftersom de ännu har brister i automatiseringen, men de kommer troligen att ha en inverkan på samåkningen. De kan däremot bidra till publicitet och få mer människor att använda deras bilar och tjänster. Det kan också innebära mindre kostnader eftersom de flesta av de halvt självkörande bilarna är elbilar eller hybrider och deras försäkringar kan bli billigare än dagens bilar<sup>29</sup>.



**Figur 14** Biltillverkaren Fords exempel på självkörande bilar

<sup>28</sup> <http://www.techrepublic.com/article/autonomous-driving-levels-0-to-5-understanding-the-differences/>

<sup>29</sup> <https://www.compare.com/auto-insurance/coverage/new-car-insurance>

Helt självkörande bilar kommer att få större spridning i världen redan 2020 och biltillverkare som Google och Tesla kommer att ha utvecklat sina bilar säkrare och noggrannare än förr. Många andra biltillverkare såsom Toyota, Ford och Mercedes kommer att ha börjat sälja sina första självkörande bilar och detta kommer småningom att leda till hård konkurrens mellan företagen<sup>30</sup>. Därför är det uppskattat att 2020-talet kommer att bli en tid då utvecklingen för självkörande bilar kommer att vara stark<sup>31</sup>. De första självkörande bilarna som kommer att användas fritt med människorna kommer troligen att användas vid skolor, turist attraktioner och vid kollektivtrafiks stationer. Vid dessa ställen kan bilarna köra med en lägre hastighet och områdena är inte så stora och invecklade för bilen att lära sig. Bra exempel är vid större universitet och campus där det finns många människor och gångsträckorna kan vara relativt långa. Då skulle en grupp med studerande kunna ta en bil från campus till sin rätta skolbyggnad bara genom att hoppa in, mata in destinationen och åka. Genom att använda självkörande bilar på offentliga områden gör det också för biltillverkarna lättare att kunna utveckla sina bilar säkrare, effektivare och bekvämligare.



**Figur 15** Visualisering av idé om hur insidan av en självkörande bil kan se ut

<sup>30</sup> <http://www.businessinsider.com/companies-making-driverless-cars-by-2020-2016-11?r=US&IR=T&IR=T>

<sup>31</sup> [http://www.driverless-future.com/?page\\_id=384](http://www.driverless-future.com/?page_id=384)

### 4.3 2030-talet

Under 2030-talet kommer produktionen av självkörande bilarna att vara billigare och deras teknologi har utvecklats till allt mer pålitligare så att det inte behövs en förare mera. Detta ger stora fördelar åt taxi och samåknings tjänster eftersom man kan slopa utbildade föraren vilket ger billigare resor. Självkörande bilarna kommer också klara av att själv ladda sina batterier och köra in i biltvätt då det behövs, samt även automatiskt meddela åt ägaren om att bilen behöver reparation<sup>32</sup>.

Sambandet mellan självkörande bilarna och mobiltelefoner kommer att vara vardagligt och detta har lett till bildandet av en ny kategori av transporttjänster, TNC (Transportation Network Companies). Dessa företag har programmerat färdiga rutter för bilen att köra och människor använder applikationer på telefonen för att beställa och betala sina resor. I princip fungerar detta system som en kombinerad taxi- och busslinje. TNC kan även ha privata föraren om efterfrågan är hög eller vid rusningstider, men då är kostnaderna högre<sup>33</sup>. Medlemskap till företagen kommer också att krävas för dessa applikationer. Detta betyder en person kan vara medlem vid ett företag och alla kostnader tas automatiskt från personens bankkonto<sup>34</sup>.



**Figur 16 Symboler för olika funktioner som självkörande bilar klarar av och en översikts bild hur bilarna kommunicerar med städer och satelliter**

<sup>32</sup> <https://www.wired.com/2016/10/heres-self-driving-cars-will-transform-city/>

<sup>33</sup> <http://www.oxera.com/Latest-Thinking/Agenda/2014/Is-the-ride-right-Transportation-network-companies.aspx>

<sup>34</sup> <https://www.enterprisecarshare.ca/ca/en/programs/retail/toronto/payment-policies.html>



Eftersom det kommer att bildas många nya företag inom TNC och andra transporttjänster kommer detta också att öka mängden av självkörande bilar (tillverkningen av elbilar ökar markant). För att undvika en alltför hög tillväxt av bilar i städer kommer man troligen att utveckla ett system där individuella städer äger en flotta med bilar som de sedan hyr ut åt företagen. På detta sätt kan städerna lättare kontrollera sin trafikmängd och på samma gång få pengar<sup>35</sup>.

Vad som ganska så säkert kommer att hända under 2030-talet är att taxi- och buss-chaufförsyrket försvinner och förmodligen t.o.m. spårvägs-föraren. Fördelarna kommer att vara billigare resor för människorna och besparingar för städerna, även luftkvaliteten förbättras då alla bilar är el-drivna. Nackdelar är arbetslöshet för alla yrkes chaufförer som kan leda till negativ inverkan på ekonomin. Förändringen från manuellt styrda bilar till flottor av självkörande bilar kommer högst sannolikt att börja i mer tätbefolkade områden var efterfrågan är hög. Därefter sprids det gradvis till förorter och sedan kanske till landsbygdsområden<sup>36</sup>.



**Figur 17 Självkörande bussar började trafikera i Helsingfors hösten 2016**

<sup>35</sup> <https://www.seattle.gov/business-regulations/taxis-for-hires-and-tncs/transportation-network-companies>

<sup>36</sup> [http://www.huffingtonpost.com/sam-tracy/autonomous-vehicles-will-\\_b\\_7556660.html](http://www.huffingtonpost.com/sam-tracy/autonomous-vehicles-will-_b_7556660.html)

#### 4.4 2050-talet

Vid 2050-talet har ökningen av självkörande bilar nått en punkt där man börjar sakta ner på ökningen av produktionen av bilarna. Detta beror på att självkörande bilarna har totalt ersatt vanliga manuella bilar i städerna och städernas bil flottar har uppnått sina önskade antal med bilar. Människorna som bor i städer kommer inte att äga en egen bil utan bilarna kommer att vara tillgängliga genom applikationer och skilda parkeringsplatser varifrån man kan få en bil<sup>37</sup>. Om en person vill köpa en egen självkörande bil måste den i alla fall delas med andra människor då ägaren inte använder den. Privatägda självkörande bilar skapar tillsammans en samåknings system som kallas för P2P (Peer-to-Peer) där bilarna kan användas av andra för en tidsperiod. Människorna som använder P2P bilar betalar enligt förbrukningen och bilmodell. Eftersom bilarna är privatägda måste det finnas någon slags försäkring för bilen och det kommer troligen att ges av P2P företaget som bilen är registrerad till<sup>38</sup>. Det kommer också troligen att finnas ett dyrare alternativ för människor som inte vill låna bilen åt vem som helst och vill ha en exklusivare bilmodell. Till denna dyrare variant av självkörande bilar kan personen själv välja hur bilen ska vara utrustad, utseendet på bilen och även välja med vilka människor bilen ska delas med.



**Figur 18** Koncept av hur framtidens självkörande bil kunde se ut, alla bänkar går att rotera 360°

<sup>37</sup> <http://www.quantumrun.com/prediction/how-driverless-cars-reshape-megacity-future-cities-p4>

<sup>38</sup> [https://itspubs.ucdavis.edu/files/carsharing\\_taxi.pdf](https://itspubs.ucdavis.edu/files/carsharing_taxi.pdf)

Följderna av att städerna anpassats till självkörande bilar kommer att börja märkas under 2050-talet<sup>39</sup>:

- Alla självkörande bilar är eldrivna vilket kan leda till större elförbrukningar i städerna om elbatterierna inte utvecklats. Om elproduktionen eller elbatterierna inte har nått tekniska genombrott måste det byggas nya kraftigare elkraftverk<sup>40</sup>.
- Luftkvaliteten i städerna har blivit avsevärt bättre och städer som har haft problem med smog kommer att få bort detta.
- Eftersom självkörande bilar inte behöver så mycket vägutrymme kan man plantera mer träd i städer som bidrar till renare luft och man kan planera mer grönområden eller frigöra arealer att exploatera.
- Städernas buller kommer att minska då elmotorerna är tysta och onödiga tutningar försvinner.
- Självkörande bilar har nått förorter och t.o.m. några ställen på landsbygden, vilket leder till enklare förbindelser åt människor som bor utanför städerna.
- Städernas trafik har bildats till ett stort fordonssystem som tar hand om sig och lär sig själv. Detta leder till minskningen av vägstockningar i rusningstider<sup>41</sup>.
- Om dagens prototyper av ihop vikbara bilar blir verklighet kan de revolutionera parkeringsutrymmen dagens bilar behöver<sup>42</sup>.

Det är svårt att förutse hur städerna och självkörande bilarna kommer att vara vid 2050-talet eftersom teknologin går framåt. Vad som är säkert att städerna och bilarna kommer att vara mycket mer miljövänligare än idag och att internet kommer att vara allt mer involverat i samhället<sup>43</sup>.

---

<sup>39</sup> [http://www.adlittle.com/downloads/tx\\_adlreports/ADL\\_Future\\_of\\_urban\\_mobility.pdf](http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_Future_of_urban_mobility.pdf)

<sup>40</sup> <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856415002694>

<sup>41</sup> <http://www.pcmag.com/article/351871/driverless-cars-can-they-really-eliminate-traffic>

<sup>42</sup> <http://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2015/11/05/454693583/how-a-folding-electric-vehicle-went-from-car-of-the-future-to-obsolete>

<sup>43</sup> <http://www.bbc.com/future/story/20131108-what-will-we-be-driving-in-2050>

## 5 Autonom busstrafik

I Finland görs det årligen 346 miljoner bussresor och bussarnas andel av kollektivtrafiken är ca 60 %. Detta bildar en mycket tät busslinjenät över hela landet. Med över 2 miljoner människor som inte har körkort är bussen ett mycket viktigt transportmedel i deras liv<sup>44</sup>. Majoriteten av bussarna är gamla och uppfyller inte dagens kriterier för utsläpp, säkerhet och bullernivå. I större städer har man bytt ut de gamla bussarna med nya hybrid bussar som uppfyller dagens kriterier och städerna har börjat med kampanjer att lämna bilen hemma och använda bussar istället. Om varje person skulle använda bussar istället för egen bil skulle Finland spara omräknat 928 miljoner liter olja (statistik 2009), och minska på koldioxidutsläppen och spara flera miljoner euro<sup>45</sup>.

Eftersom Finland har en så stor mängd bussar som trafikerar har man börjat planera att ta i bruk självkörande bussar. Hösten 2016 tog Helsingfors och Esbo i bruk några självkörande bussar och hösten 2017 är det planerat att Hervanta i Tammerfors får sina egna bussar. Bussarna är inte så stora och det ryms bara 9st personer och hastigheten är också låg. Hastigheten ligger vid max 40 km/h men i trafiken körs det 30 km/h och de kör endast en kort sträcka på högst några kilometer. Tekniken är den samma som på självkörande bilar med Lidar, radar, kameror, sensorer och GPS positionering. Innan de sätts in i trafik programmerar man körlinjerna. Responsen av människorna har varit positiva och flera städer i Finland är intresserade av att testa bussarna<sup>46</sup>.



**Figur 19 Självkörande buss i Helsingfors med en trafikskylt som kanske blir allmänna i framtiden**

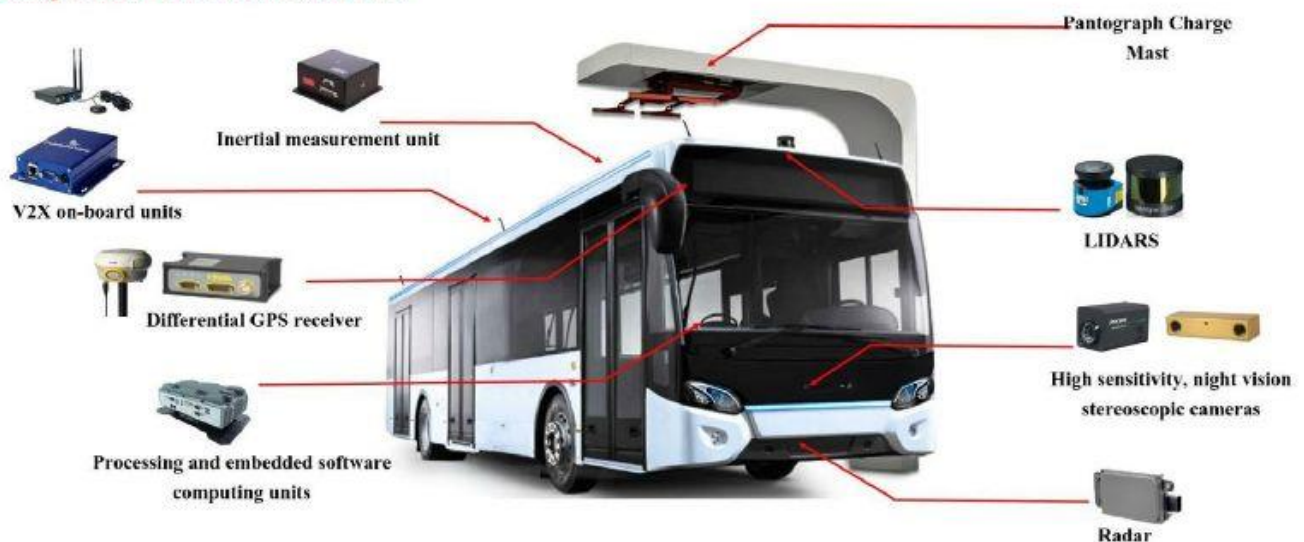
<sup>44</sup> <http://www.linja-autoliitto.fi/fi/tietoa-alasta/bussijarjestelma/>

<sup>45</sup> <https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/suomi-ilman-henkiloautoja-olisiko-se-mahdollista/>

<sup>46</sup> <http://www.aamulehti.fi/kotimaa/uskaltaisitko-kyytiin-robottibussit-tulevat-tampereen-hervantaan-ensisyksyna-23788857/>

Globalt har man också börjat introducera självkörande bussar åt större städer. Paris började i januari använda samma bussar som i Finland och de är intresserade av flera bussar<sup>47</sup>. Singapore har börjat med en stadsplanering för att börja använda självkörande bussar, eftersom Singapore är ett litet land med ca 6 miljoner invånare är det förståeligt de vill satsa på kollektivt. Singapore har försökt begränsa invånarnas köpande av bilar genom att höja priserna, varvid t.ex. Toyota Camry (modell 2016) i Finland kostar runt 30 000 euro medan samma bil i Singapore kostar runt 96 000 euro<sup>48</sup>. Singapore siktar inte heller på att använda sig av små bussar som Finland och Frankrike utan de planerar att använda fult stora bussar som rymmer 80 personer och som är helt självkörnade. Bussarna är eldrivna och laddas vid varje busshållplats via en s.k. laddnings master<sup>49</sup>. Laddningen skulle ske då bussen kör under masten och sensorer känner igen att det är en buss och inte en bil. Därefter sänker masten laddnings kontakter ner på bussens kontakter på taket.

### Components of AV Robotics Kit



Figur 20 Självkörande buss som är på förslag att trafikera i Singapore

<sup>47</sup> <https://www.rt.com/viral/375060-driverless-buses-paris-bus/>

<sup>48</sup> <http://www.engineering.com/DesignerEdge/DesignerEdgeArticles/ArticleID/14136/The-Future-of-Public-Transit--Face-Scans-Autonomous-Buses-and-Flying-Taxis.aspx>

<sup>49</sup> <https://www.engadget.com/2016/10/24/singapore-autonomous-bus-trial/>



I framtiden har man planerat att om alla bussar är självkörande skulle det byggas en centralstation där all information om rutter, tidtabeller och olyckor lagras och sänds ut till bussarna. Stationen skulle också kunna räkna ut hur många människor som åker en viss rutt och enligt det kunna justera hur många bussar det behövs på olika tider av dygnet. Som exempel om det inte finns tillräckligt med bussar vid rusningstid kan stationen skicka ut flera bussar. Detta system skulle vara lämpligt även för natt trafik då passagerarnas antal är få. Bussarnas laddning skulle ske via laddnings master vid varje hållplats för att förlänga bussens körtid och effektivitet<sup>50</sup>.

Utvecklandet av självkörande bussar är på god väg och man har beräknat att behovet av en automatiserad centralstation skulle vara aktuellt om 10 år. Förutom att centralstationen delar ut information skulle den också användas som lager och laddningsplats till bussar som inte är i trafiken<sup>51</sup>. Detta betyder att centralstationen skulle vara en stor byggnad vilket gör det svårt att placera på ställen där dagens buss stationer är placerade. Bussarna spelar en stor roll i dagens samhälle och kommer att göra det ännu långt in i framtiden, automatiserat eller inte.



**Figur 21 Hybrid-bussar i Luxembourg använder sig redan av laddnings master vid hållplatser**

<sup>50</sup> [https://ecv-fi-bin.directo.fi/@Bin/347c7c0a4bc575256c138043fd912a10/1493118676/application/pdf/215749/19\\_16\\_NEBI2\\_Session5\\_M%C3%A4kinen\\_ABB.pdf](https://ecv-fi-bin.directo.fi/@Bin/347c7c0a4bc575256c138043fd912a10/1493118676/application/pdf/215749/19_16_NEBI2_Session5_M%C3%A4kinen_ABB.pdf)

<sup>51</sup> [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts\\_2016-19eng\\_road\\_transport\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2016-19eng_road_transport_web.pdf)

## 6 Trafiken

Dagens trafikstockningar orsakas främst av människans otålighet, inte olyckor eller vägarbeten, vilket allmänt tros vara orsaken. Den vanligaste orsaken bakom stockningar är då alla kör vid samma hastighet och någon släpper för mycket på gasen så att hastigheten sjunker 5-10 km/h för en liten stund. Fastän föraren märker detta relativt snabbt och det ser först ut som att allting fortsätter smidigt, men desto mer bilar påverkas av denna lilla bromsning desto värre blir bromsningen och leder till slut total stopp i trafiken. Detta fenomen kallas för "phantom traffic jam" eftersom det inte finns något hinder som orsakat det<sup>52</sup>. Trafikstockningar i städer orsakas inte av samma saker som på motor- och landsvägar, största orsaken är sökandet av parkeringsplatser. Flera undersökningar har visat att vid trafikstockningar är det 64 % som söker efter parkeringsplats, och det är inte bara inne i storstäder utan också vid förorter där det finns tätt med köpcentrum<sup>53</sup>.



Figur 22 Trafik-stockning i New York, USA

<sup>52</sup> <http://www.bbc.com/autos/story/20160428-how-ai-will-solve-traffic-part-one>

<sup>53</sup> <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/08/driverless-cars-robot-cabs-parking-traffic/400526/>

Självkörande bilar skulle kunna lösa detta problem eftersom bilarna är styrda av en dator som kan hålla sin hastighet konstant på längre sträckor och mellanrummet mellan bilarna kan vara mindre. Detta kommer att eliminera den vanliga synen innanför och utanför städer, långa bil köer med arga föraren och onödiga tutningar. Det kommer också att omdefiniera hur vi använder marken i städerna eftersom bilarna kommer att röras snabbare till sina destinationer behövs det inte lika mycket väg yta vilket leder till ökning inom fastighetsmarknad med miljarder. Vägarna skulle bli tätare men utrymmet som blir kvar kan användas för att planera fler byggnader, grönområden, parker etc. och kan därefter leda till trevligare bostadsmiljö. Självkörande bilar behöver inte heller parkera på gatan utan kommer att lämna passagerarna vid deras destination och därefter fortsätta sin färd till nästa plats. Detta kommer att eliminera parkeringsrutorna längs med kvarteren och ger mer utrymme mellan byggnader<sup>54</sup>.

Även om självkörande bilar har många positiva inverkan på trafiken har de också negativa. Man har funderat över hur bra trafiken skulle löpa om det började regna, snöa eller det förekommer tät dimma. Dessa väderförhållanden gör det mycket svårt för bilens sensorer att känna igen objekt eftersom partiklarna i luften blockerar eller reflekterar laserstrålar och ljud impulser vilket leder till felaktig data<sup>55</sup>.

Andra nackdelar är att självkörande bilar inte behöver trafikljus men människorna behöver. Om det skulle hända en olycka måste polisen komma på plats och guida människor och bilar. Problemet är att bilarna inte förstår sig på människans egna tecken så polisens signalering är något som inte kommer att förstås om man inte programmerar och lär bildatorn. Bilens dator är också något som kan orsaka problem i trafiken, såsom dator inte är perfekta och kan orsaka tekniska fel. Om bilen råkar ut för sådant och stannar på vägen kan inte passagerarna göra något om det inte finns möjlighet att styra bilen manuellt<sup>56</sup>.

---

<sup>54</sup> <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/08/driverless-cars-robot-cabs-parking-traffic/400526/>

<sup>55</sup> <https://cleantechnica.com/2016/07/29/tesla-google-disagree-lidar-right/>

<sup>56</sup> <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/08/driverless-cars-robot-cabs-parking-traffic/400526/>

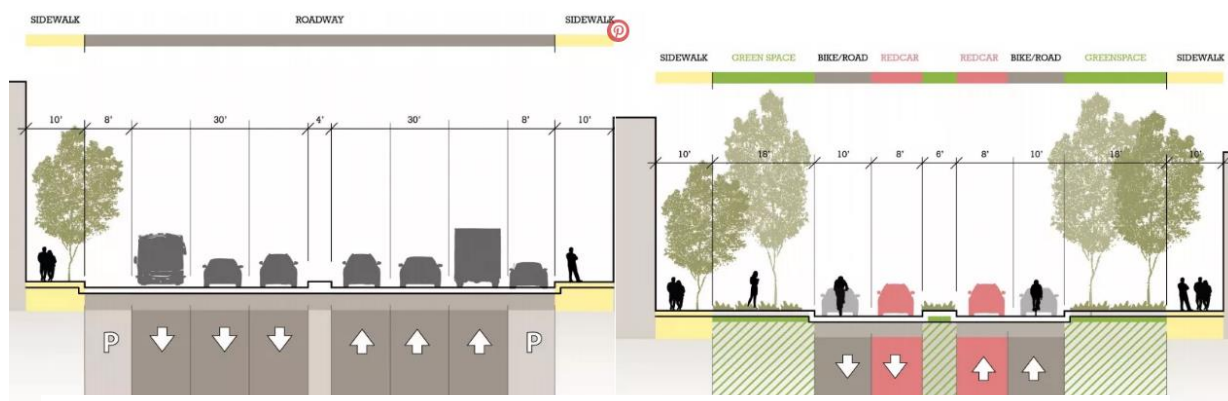




Figur 23 Självstyrande testbilar har varit i några olyckor

## 7 Stadsplanering

Dagens städer har utvecklats och planerats enligt det ökande behovet av bilar. Vägarna är breda med parkeringsrutor längs med kvarteren, vägnätet planeras så enkelt orienterbart som möjligt och parkeringshallar finns det överallt. Självkörande bilar skulle ändra på dagens städer till något som kunde likna städer från tiden före bilarna blev allmänna. Eftersom självkörande bilar inte kommer att ägas privat, utan alla bilar delas med andra människor för att minska på antalet bilar på vägarna, behöver inte vägarna vara lika stora. Bilarna kan också, tack vare bildatorn, köra mycket närmare varandra för att ännu mer minska på stadens vägar. Omplaneringen av vägarna kommer att leda till mera utrymme mellan nuvarande byggnader som kan användas till för att göra det mer grönt och trevligare för människorna<sup>57</sup>.



Figur 24 Utrymme i gaturummet i framtiden. Vänstra bilden visar en bred gata i en större stad. Högra bilden visar hur det kan se ut om man tar bort parkering längs med vägen samt en körfil

<sup>57</sup> <https://www.vox.com/a/new-economy-future/cars-cities-technologies>

Självkörande bilarna behöver inte trafikljus och trafikmärken för att navigera i städer vilket betyder att städer kan ta bort alla trafikljus och -märken som rör biltrafik. Trafikljus för människor och cyklister kan behövas för att människan behöver vägledning. Någon sorts ny signal sätt skulle borda tas i bruk för att meddela självkörande bilarna att de ska stanna. Men man kommer troligen inte att ha så många övergångsställen eftersom de hindrar trafiken att löpa. Alternativ såsom tunnlar och bron, eller t.o.m. förhöjd väg för bilarna, skulle vara alternativ och kommer att bli aktuellt i framtiden. Alla farthinder som kan finnas på dagens vägar kan tas bort vid ökningen av självkörande bilar. Då sensorerna och kamerorna märker ett hinder på vägen, vad de gör idagens läge, kopplar bilen bort sig från automatiserade läge och föraren får ta över. Detta kommer eventuellt att försvinna då bilarna börjar mera förstå sig på deras omgivning och kan programmeras att köra en viss hastighet på områden, vilket gör trafik hinder onödiga att ha<sup>58</sup>.

## 7.1 Parkering

Behovet av parkeringshallar och parkeringsrutor kommer att bli något i det förflutna eftersom självkörande bilar inte behöver parkeras i lika stor omfattning. Bilarna för människor från punkt A till punkt B och fortsätter därefter till nästa ställe där någon behöver den. Mängden av utrymme som kommer att bildas då parkeringsplatser tas bort är enorma. Parkeringsrutorna går relativt lätt att förvandla till bredare cykelväg eller grönområden och parkeringshallar kan man omplanera. Rivning är ett alternativ om staden behöver mer fastigheter för boende eller arbetsutrymmen. Man kan också låta bli att bygga någonting efter rivningen och istället förvandla området till ett rekreationsområde. Andra alternativet är att omplanera hela parkeringshallen för något annat ändamål t.ex. köpcentrum. Städerna kommer att ha många olika alternativ att välja mellan vilket gör det flexibelt för en stad att bygga det som behövs. Man har även möjligheten att fråga invånarna vad de skulle vilja göra med de tomma områdena och byggnaderna<sup>59</sup>.

Trots att självkörande bilar inte behöver parkeringsplatser vid användning måste de i alla fall ha någon plats att ladda och lagras under tiden de inte är aktiva. Dessa utrymmen skulle vara väldigt kompakta för att lagra så många bilar som möjligt. Detta betyder att inte alla parkeringshallar kanske behöver rivas utan en del kan istället omplaneras till utrymme för självkörande bilar.

<sup>58</sup> <https://www.wired.com/2016/03/self-driving-cars-wont-work-change-roads-attitudes/>

<sup>59</sup> <https://www.wired.com/2016/10/heres-self-driving-cars-will-transform-city/>



Städerna får själv välja om de vill riva den gamla byggnaden och bygga ett nytt modernare parkeringsutrymme. Läget av dessa byggnader har en roll i sig för hur snabbt bilarna kan köra iväg till deras destinationer. Det är idag svårt att räkna ut hur många av dessa byggnader måste byggas eftersom allt beror på hur stor mängd självkörande bilar en stad kommer att använda. Men om man skulle få veta ett exakt värde på antalet bilar skulle man kunna bygga exakta antal parkeringsutrymmen istället för att bygga enligt ett medeltal<sup>60</sup>. Byggnaderna skulle kunna ha egna förnybara energikällor för att hjälpa till att ladda bilarna såsom solpaneler.



Figur 25 Visualisering av parkeringshall och laddnings plats åt självkörande bilar

<sup>60</sup> <http://www.curbed.com/2016/8/8/12404658/autonomous-car-future-parking-lot-driverless-urban-planning>

## 7.2 Laddning

Självkörande bilar kommer att laddas inomhus i egna byggnader men laddningen kommer inte att hålla så väldigt länge med dagens teknik. Man kan inte heller börja ladda sin bil genom laddningsstationer med kablar för det skulle vara osmidigt och tidskrävande. Därför vill man ersätta laddningsstationerna med trådlösa alternativ av vilket den mest lovande är induktionsladdning. Induktionsladdning är ett mycket flexibelt sätt att överföra energi trådlöst på korta sträckor eftersom överföringen kan göras genom material, t.ex. betong och asfalt, och laddnings plattor kan installeras på varierande ställen. De nyaste induktions plattor är t.m.o. så effektiva att de är lika bra på att överföra energi som med kablar. Då teknologin blir allmännare och billigare kan företag arbeta med städer för att planera alla deras vägar till totalt trådlösa. Detta leder till att då en självkörande bil kör längs med vägen laddas den hela tiden och behöver inte stanna emellan för att köra till laddningsstationer, sparar tid och pengar<sup>61</sup>.

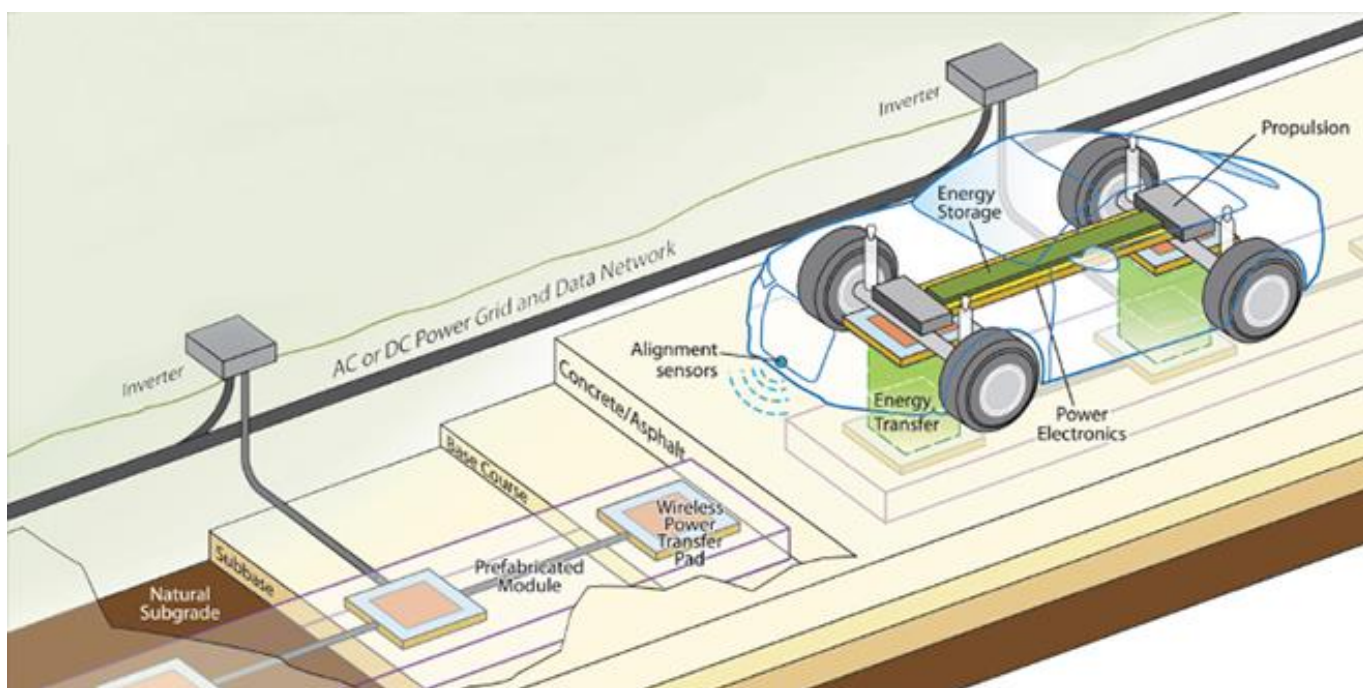
Även om rollen för självkörande bilar kommer främst att vara att skjutsa på människor till olika platser kommer de också att ha en sidoroll tack vare trådlös energi överföring. Ett koncept som kallas för ”vehicle-to-grid” -system (V2G) erbjuder ett flexibelt och sparsamt sätt att hantera energi mellan elnätet och bilarna. Med V2G kan bilarna mer effektivt kontrollera elförbrukningen genom att bilen laddar så mycket den behöver för en sträcka och då sträckan är körd laddar den av sig extra energin tillbaka ut i elnätet. På detta sätt kan elnätet och bilarna styra energin dit som det behövs mest och all överlopps energi skickas tillbaka till elnätet, vilket minskar på elförbrukningen. Fastän bilarna laddar ur sig energi betyder det inte att de laddar allting de har, istället skulle man programmera bilarna att alltid hålla en viss laddning i sig för nöd situationer eller dylikt. Bilarna är också för det mesta inaktiva vilket gör att V2G är ett mycket idealt system för städer med självkörande bilar och som vill göra staden grönnare<sup>62</sup>.

<sup>61</sup> <https://chargedevs.com/features/wireless-charging-and-autonomous-vehicles-will-mobilize-the-smart-city/>

<sup>62</sup> <http://www.triplepundit.com/2010/07/v2g-vehicle-to-grid-will-change-the-whole-energy-picture/>

Ändringen till ett trådlöst system kommer inte att hända under en natt men de första stegen har redan tagits mot ett nytt system. Idag har laddningsstationer för elbilar lagts upp på flera olika ställen och nästa steg är att byta dem emot trådlösa parkeringsrutor. Efter att elbilarna blivit allmännare och trådlösa laddningen billigare kan man börja integrera laddningsplattformar på och under vägarna.

Redan i ett tidigt skede borde man börja använda V2G systemet för att spara energi förbrukning. Lösningen för att trådlösa systemet blir allmänt beror allt på hur effektivt bilarna byts till elbilar. Desto fler som använder elbilar desto större blir elförbrukning och därför föreligger större orsak att byta system. En stark statlig inblandning i förmån för elbilar i någon av de största kinesiska städerna, som exempel, för att minska föroreningarna, kunde sätta igång en global ändring tidigare än vi annars skulle förvänta oss<sup>63</sup>.



**Figur 26 Energi överföring med induktions plattformar**

<sup>63</sup> <https://chargedevs.com/features/wireless-charging-and-autonomous-vehicles-will-mobilize-the-smart-city/>

## 8 Slutsatser

Fastän det känns som en lång väg att gå innan självkörande bilar kommer att köra omkring i våra städer är det till slut närmare realitet än man kanske tror. De första stegen tas genom att man övergår till elbilar. Fastän människor är skeptiska med ny teknologi och förändringar är den yngre generationen mycket lättare att övertala för ändringar.

Samåkningen blomstrar redan i länder som USA, Frankrike och Australien och sakta blir det allt allmännare i andra länder. I några städer har samåkningen en så stor effekt på människornas vardag att nya lagar måste tas i bruk. Nyligen hade staden Austin i Texas en folkomröstning om att föraren för samåkningsföretagen Uber och Lyft måste ge sina fingeravtryck för att man ska kunna hålla koll på vem som kör bilarna. Företagen avslutade sina operationer för en stund för att ändra på systemet, detta ledde till ett ganska stort kaos för människor som inte hade bil och som förlitade sig på samåkningen. Detta är ett exempel på hur samåkningen på bara några år blev allmänt i människornas vardag. Då städer där invånarna aktivt använder samåknings-tjänster börjar använda och rekommendera eldrivna och självkörande bilar kommer produktionen att öka och priserna att minska för dessa bilar. Detta leder till att bilarna blir allt mer tillgängligare för människor att använda. Den snabba utvecklingen för trådlös laddning gör det också mer sannolikt att städer så småningom börja använda mer eldrivna bilar, vilket också skulle hjälpa städer att förbättra luftkvaliteten.

Trots de stora utmaningar som måste övervinnas och hanteras, har självkörande bilar potentialen att radikalt förändra våra städer och hur vi rör oss i dem. Trots detta ignoreras deras eventuella effekter till stor del i nuvarande transport- och stadsplanering. Självkörande bilar representerar den största förändringen inom transportsektorn vi någonsin kommer att se. Städernas ledning och stadsplanerare behöver förstå och integrera självkörande bilar i sina framtidsvisioner. Samhället kommer nödvändigtvis att kräva ändringar i städernas infrastruktur som möjliggör fullt utnyttjande av dessa teknologier. Även om allt detta inte är verklighet visar redan allting positiva effekter på våra liv och städer. Desto tidigare vi adopterar och förbereder oss för självkörande bilar kommer det att innebära betydande fördelar för samhället.

## 9 Källförteckning

Motiva. ”Sähkömoottorityypit” [Online]. Tillgängligt: [http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse\\_auto\\_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot/sahkomoottorityypit](http://www.motiva.fi/liikenne/henkiloautoilu/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot/sahkomoottorityypit) [Hämtat 14.1.2017]

S. Pitre. (2 juli 2016). “Type of motors mostly used in electric cars?” [Online]. Tillgängligt: <https://www.quora.com/Which-type-of-motors-are-mostly-used-in-electric-cars> [Hämtat 16.1.2017]

Learn Engineering. “How does an induction motor work?” [Online]. Tillgängligt: <http://www.learnengineering.org/2013/08/three-phase-induction-motor-working-squirrel-cage.html> [Hämtat 16.1.2017]

W. Rippel. (9 januari 2007). “Induction Versus DC Brushless Motors” [Online]. Tillgängligt: [https://www.tesla.com/en\\_GB/blog/induction-versus-dc-brushless-motors?redirect=no](https://www.tesla.com/en_GB/blog/induction-versus-dc-brushless-motors?redirect=no) [Hämtat 16.1.2017]

E. Schoitsch, W. Kubinger. (Oktober 2006). “Autonomous Systems - Safety Critical Embedded Systems and Intelligence” [Online]. Tillgängligt: <https://ercim-news.ercim.eu/en67/special-theme-embedded-intelligence/autonomous-systems-safety-critical-embedded-systems-and-intelligence> [Hämtat 22.1.2017]

J. Laukkonen. (21 mars 2017). “What is Drive-By-Wire Technology?” [Online]. Tillgängligt: <https://www.lifewire.com/what-is-drive-by-wire-534825> [Hämtat 22.1.2017]

LiDAR UK. “How does LiDAR work?” [Online]. Tillgängligt: <http://www.lidar-uk.com/how-lidar-works/> [Hämtat 17.2.2017]

B. Clark. (21 februari 2015). “How Self-Driving Cars Work: The Nuts and Bolts Behind Google’s Autonomous Car Program” [Online]. Tillgängligt: <http://www.makeuseof.com/tag/how-self-driving-cars-work-the-nuts-and-bolts-behind-googles-autonomous-car-program/> [Hämtat 17.2.2017]

Digital Worlds. (15 september 2016). “Augmented Reality and Autonomous Vehicles – Enabled by the Same Technologies?” [Online]. Tillgängligt: <https://digitalworlds.wordpress.com/2016/09/15/augmented-reality-and-autonomous-vehicles-enabled-by-the-same-technologies/> [Hämtat 22.4.2017]

J. Condliffe. (8 maj 2015). “The Reason We Won’t Have Autonomous Cars Any Time Soon” [Online]. Tillgängligt: <http://gizmodo.com/how-to-teach-an-autonomous-car-to-drive-1694725874> [Hämtat 26.2.2017]



S. Rodoulis. "The Impact of Autonomous Vehicles on Cities" [Online]. Tillgängligt: [https://www.lta.gov.sg/taacademy/doc/J14Nov\\_p12Rodoulis\\_AVcities.pdf](https://www.lta.gov.sg/taacademy/doc/J14Nov_p12Rodoulis_AVcities.pdf) [Hämtat 22.4.2017]

M. Briggs. (18 mars 2014). "Future of Mobility: Corporate Carsharing" [Online]. Tillgängligt: <https://www.slideshare.net/FrostandSullivan/corporate-carsharing-3-1814> [Hämtat 1.3.2017]

European Environment Agency. (9 november 2011). "Market for carsharing: scenario Analysis for Carsharing Members (Europe)" [Online]. Tillgängligt: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/market-for-carsharing-scenario-analysis/market-for-carsharing-scenario-analysis> [Hämtat 1.3.2017]

J. Cook. (11 februari 2015). "Uber's internal charts show how it's driver-rating system actually works" [Online]. Tillgängligt: <http://www.businessinsider.com/leaked-charts-show-how-ubers-driver-rating-system-works-2015-2?r=UK&IR=T&IR=T> [Hämtat 22.4.2017]

H. Johnson. (18 januari 2017). "How to Make Money Driving for Uber" [Online]. Tillgängligt: <http://www.thesimpledollar.com/how-to-make-money-driving-for-uber/> [Hämtat 1.3.2017]

H. Reese. (20 januari 2016). "Autonomous driving levels 0 to 5: Understanding the differences" [Online]. Tillgängligt: <http://www.techrepublic.com/article/autonomous-driving-levels-0-to-5-understanding-the-differences/> [Hämtat 8.3.2017]

Driverless car market watch. "Forecasts" [Online]. Tillgängligt: [http://www.driverless-future.com/?page\\_id=384](http://www.driverless-future.com/?page_id=384) [Hämtat 8.3.2017]

S. Lubell. (21 oktober 2016). "Here's How Self-Driving Cars Will Transform Your City" [Online]. Tillgängligt: <https://www.wired.com/2016/10/heres-self-driving-cars-will-transform-city/> [Hämtat 9.3.2017]

A. Meaney. (Augusti 2014). "Is the ride right? Transportation network companies and taxicabs" [Online]. Tillgängligt: <http://www.oxera.com/Latest-Thinking/Agenda/2014/Is-the-ride-right-Transportation-network-companies.aspx> [Hämtat 9.3.2017]

Enterprise. "Payment Policies" [Online]. Tillgängligt: <https://www.enterprisecarshare.ca/ca/en/programs/retail/toronto/payment-policies.html> [Hämtat 22.4.2017]

Seattle.gov. "Rules for Transportation Network Companies" [Online]. Tillgängligt: <https://www.seattle.gov/business-regulations/taxis-for-hires-and-tncs/transportation-network-companies> [Hämtat 9.3.2017]

S. Tracy. (11 juni 2015). "Autonomous Vehicles Will Replace Taxi Drivers, But That's Just the Beginning" [Online]. Tillgängligt: [http://www.huffingtonpost.com/sam-tracy/autonomous-vehicles-will-\\_b\\_7556660.html](http://www.huffingtonpost.com/sam-tracy/autonomous-vehicles-will-_b_7556660.html) [Hämtat 22.4.2017]

D. Tal. (23 juni 2016). "How driverless cars will reshape tomorrow's megacities: Future of Cities P4" [Online]. Tillgängligt: <http://www.quantumrun.com/prediction/how-driverless-cars-reshape-megacity-future-cities-p4> [Hämtat 22.4.2017]

S. Shaheen, M. Galczynski. (18 juli 2014). "Autonomous Carsharing/Taxi Pathways" [Online]. Tillgängligt: [https://itspubs.ucdavis.edu/files/carsharing\\_taxi.pdf](https://itspubs.ucdavis.edu/files/carsharing_taxi.pdf) [Hämtat 17.3.2017]

W. Lerner. "The Future of Urban Mobility" [Online]. Tillgängligt: [http://www.adlittle.com/downloads/tx\\_adlreports/ADL\\_Future\\_of\\_urban\\_mobility.pdf](http://www.adlittle.com/downloads/tx_adlreports/ADL_Future_of_urban_mobility.pdf) [Hämtat 17.3.2017]

NPR. (5 november 2015). "How A Folding Electric Vehicle Went From Car Of The Future To 'Obsolete'" [Online]. Tillgängligt: <http://www.npr.org/sections/alltechconsidered/2015/11/05/454693583/how-a-folding-electric-vehicle-went-from-car-of-the-future-to-obsolete> [Hämtat 22.4.2017]

S. Beiker. (8 november 2013). "The cars we'll be driving in the world of 2050" [Online]. Tillgängligt: <http://www.bbc.com/future/story/20131108-what-will-we-be-driving-in-2050> [Hämtat 17.3.2017]

Linja-autoliitto. "Busseilla paljon käyttäjiä" [Online]. Tillgängligt: <http://www.linja-autoliitto.fi/fi/tietoa-alasta/bussijarjestelma/> [Hämtat 20.3.2017]

A. Niemi. (26 oktober 2012). "Suomi ilman henkilöautoja – olisiko se mahdollista?" [Online]. Tillgängligt: <https://suomenkuvalehti.fi/jutut/kotimaa/suomi-ilman-henkiloautoja-olisiko-se-mahdollista/> [Hämtat 20.3.2017]

A. Riihimäki. (14 juli 2016). "Uskaltaisitko kyytiin? Robottibussit tulevat Tampereen Hervantaan ensi syksynä" [Online]. Tillgängligt: <http://www.aamulehti.fi/kotimaa/uskaltaisitko-kyytiin-robottibussit-tulevat-tampereen-hervantaan-ensi-syksyna-23788857/> [Hämtat 20.3.2017]

- A. Souppouris. (24 oktober 2016). "Singapore will trial a full-size autonomous bus" [Online]. Tillgängligt: <https://www.engadget.com/2016/10/24/singapore-autonomous-bus-trial/> [Hämtat 20.3.2017]
- P. Keane. (18 januari 2017). "The Future of Public Transit – Face Scans, Autonomous Buses and Flying Taxis" [Online]. Tillgängligt: <http://www.engineering.com/DesignerEdge/DesignerEdgeArticles/ArticleID/14136/The-Future-of-Public-Transit--Face-Scans-Autonomous-Buses-and-Flying-Taxis.aspx> [Hämtat 25.3.2017]
- B. Plumer. "Cars take up way too much space in cities. New technology could change that." [Online]. Tillgängligt: <https://www.vox.com/a/new-economy-future/cars-cities-technologies> [Hämtat 22.4.2017]
- P. Wayner. (5 augusti 2015). "How Driverless Cars Could Turn Parking Lots into City Parks" [Online]. Tillgängligt: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/08/driverless-cars-robot-cabs-parking-traffic/400526/> [Hämtat 27.3.2017]
- P. Sisson. (8 augusti 2016). "Why high-tech parking lots for autonomous cars may change urban planning" [Online]. Tillgängligt: <http://www.curbed.com/2016/8/8/12404658/autonomous-car-future-parking-lot-driverless-urban-planning> [Hämtat 30.3.2017]
- R.P. Siegel. (20 juli 2010). "V2G: Vehicle to Grid Will Change the Whole Energy Picture" [Online]. Tillgängligt: <http://www.triplepundit.com/2010/07/v2g-vehicle-to-grid-will-change-the-whole-energy-picture/> [Hämtat 22.4.2017]
- A. Gruzen. (1 september 2016). "Wireless charging and autonomous vehicles will mobilize the smart city" [Online]. Tillgängligt: <https://chargedevs.com/features/wireless-charging-and-autonomous-vehicles-will-mobilize-the-smart-city/> [Hämtat 30.3.2017]
- EV World. "Five Reasons Electric Cars Are Safer Than Gasoline Ones" [Online]. Tillgängligt: <http://evworld.com/news.cfm?newsid=31853> [Hämtat 25.4.2017]
- C. Woodford. (24 mars 2017). "Electric motors" [Online]. Tillgängligt: <http://www.explainthatstuff.com/electricmotors.html> [Hämtat 25.4.2017]
- R. Wile. (14 augusti 2014). "Credit Suisse Gives Point-By-Point Breakdown Why Tesla Is Better Than Your Regular Car" [Online]. Tillgängligt: <http://www.businessinsider.com/credit-suisse-on-tesla-2014-8?r=US&IR=T&IR=T> [Hämtat 25.4.2017]

D. Bradbury. (29 november 2016). "How Autonomous Vehicles Will Navigate Bad Weather Remains Foggy" [Online]. Tillgängligt: <https://www.forbes.com/sites/centurylink/2016/11/29/how-autonomous-vehicles-will-navigate-bad-weather-remains-foggy/#4c53c1868662> [Hämtat 25.4.2017]

J. Bhuiyan. (5 juli 2016). "Google's robot cars recognize cyclists' hand signals – better than most cyclists" [Online]. Tillgängligt: <https://www.recode.net/2016/7/5/12101360/google-self-driving-car-cyclist-bike-handsignals-report> [Hämtat 25.4.2017]

J. Mäkinen. (23 maj 2016). "Fundamentals of electric bus charging" [Online]. Tillgängligt: [https://ecv-fi-bin.directo.fi/@Bin/347c7c0a4bc575256c138043fd912a10/1493118676/application/pdf/215749/19\\_16\\_NEBI2\\_Session5\\_M%C3%A4kinen\\_ABB.pdf](https://ecv-fi-bin.directo.fi/@Bin/347c7c0a4bc575256c138043fd912a10/1493118676/application/pdf/215749/19_16_NEBI2_Session5_M%C3%A4kinen_ABB.pdf) [Hämtat 25.4.2017]

A. Lumiaho, F. Malin. (2016). "Road Transport Automation" [Online]. Tillgängligt: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts\\_2016-19eng\\_road\\_transport\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2016-19eng_road_transport_web.pdf) [Hämtat 25.4.2017]

D. K. Gibson. (28 april 2016). "Can we banish the phantom traffic jam?" [Online]. Tillgängligt: <http://www.bbc.com/autos/story/20160428-how-ai-will-solve-traffic-part-one> [Hämtat 25.4.2017]

## 9.1 Figurförteckning

Figur 1. Laddningen av en Tesla  
Tesla.

[https://www.tesla.com/sites/default/files/blog\\_images/model-s-photo-gallery-10.jpg](https://www.tesla.com/sites/default/files/blog_images/model-s-photo-gallery-10.jpg)

[Hämtat 16.1.2017]

Figur 2. Tesla model S stomme med motorn  
Wikimedia.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Tesla\\_Motors\\_Model\\_S\\_base.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/Tesla_Motors_Model_S_base.JPG)

[Hämtat 16.1.2017]

Figur 3. En tre fas strömförsörjning ger ett roterande magnetfält i en induktionsmotor  
Wikimedia.

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Rotatingfield.png>

[Hämtat 16.1.2017]

Figur 4. Borstlös motor tvärsnitt  
Static4Arrow.

<https://static4.arrow.com/-/media/images/research-and-events/articles/0716/0716-correct-motor-comparison.jpg?mw=639&hash=8775A7C6D4668F6C7DDEAB140692734217D70B45>

[Hämtat 16.1.2017]

Figur 5. Exempel på vad datorn måste klara av att räkna och hantera  
Prweb.

[http://ww1.prweb.com/prfiles/2015/12/22/13140178/VSI\\_Graphic.JPG](http://ww1.prweb.com/prfiles/2015/12/22/13140178/VSI_Graphic.JPG)

[Hämtat 22.1.2017]

Figur 6. Drive-by-Wire tekniken i en Tesla  
Wired.

[https://www.wired.com/images\\_blogs/autopia/2013/05/AL\\_drivebywire\\_th.jpg](https://www.wired.com/images_blogs/autopia/2013/05/AL_drivebywire_th.jpg)

[Hämtat 22.1.2017]

Figur 7. Bil monterad Lidar visar hur systemet detekterar objekt  
Webpages.

[http://www.webpages.uidaho.edu/vakanski/Images/Lidar\\_Map\\_1.jpg](http://www.webpages.uidaho.edu/vakanski/Images/Lidar_Map_1.jpg)

[Hämtat 17.2.2017]

Figur 8. Radar sensorn (nere i mitten av stötfångaren) och kameror (små cirklarna vid varsin sida av stötfångaren, blanka området)  
Arstechnica.

<http://cdn.arstechnica.net/wp-content/uploads/2015/10/Tesla-11-980x653.jpg>

[Hämtat 17.2.2017]



Figur 9. Kombinerad Lidar och kamera punkt moln av omgivningen  
Gizmodo.

<http://gizmodo.com/how-to-teach-an-autonomous-car-to-drive-1694725874>

[Hämtat 26.2.2017]

Figur 10. Hur en självkörande bil ser trafiken runt omkring  
Company.

<https://x.company/media/projects/waymo/lidar.jpg>

[Hämtat 27.2.2017]

Figur 11. Bilden visar hur bilens dator klassificerar och förstår omgivningen framför sig  
Spectrum.

<http://spectrum.ieee.org/image/MjczNDMxNw>

[Hämtat 20.3.2017]

Figur 12. Användningen av samåkning i Sydney, Australien. Ökningen är signifikant pga.  
det handlar bara om en storstad.

City of Sydney.

[http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/\\_data/assets/image/0020/260642/car-sharing-chart-160720-web.jpg](http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/_data/assets/image/0020/260642/car-sharing-chart-160720-web.jpg)

[Hämtat 1.3.2017]

Figur 13. En Car2Go bil som väntar att bli körd  
Miss604.

<http://www.miss604.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/05/car2go-vancouver.jpg>

[Hämtat 1.3.2017]

Figur 14. Biltillverkaren Ford har också börjat med utvecklingen av självkörande bilar  
Cbsistatic.

<https://tr3.cbsistatic.com/hub/i/r/2017/01/03/197cf368-ce6f-4894-960a-0295d6d25b74/resize/770x/07dc5889a9637747dc034640ba88a84a/forddev.jpg>

[Hämtat 8.3.2017]

Figur 15. Idé på hur insidan av en självkörande bil kan se ut  
Media cache.

<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/6b/5b/f3/6b5bf302fcb8da50864e81df22084cf7.jpg>

[Hämtat 8.3.2017]

Figur 16. Självkörande bilarna kommer att kunna tvätta och ladda sig själv  
Geekwire.

<http://www.geekwire.com/wp-content/uploads/2017/02/Screen-Shot-2017-02-28-at-11.04.52-AM.png>

[Hämtat 9.3.2017]

Figur 17. Självkörande bussar ska började trafikera i Helsingfors hösten 2016  
Iltalehti.

[http://static.iltalehti.fi/digi/robobussi\\_etu\\_150716\\_du.jpg](http://static.iltalehti.fi/digi/robobussi_etu_150716_du.jpg)

[Hämtat 17.3.2017]

Figur 18. Koncept av hur framtidens självkörande bil kunde se ut, alla bänkar går att rotera 360°

Rickey.

<https://www.rickey.org/wp-content/uploads/2015/10/Nissan-IDS.jpg>

[Hämtat 17.3.2017]

Figur 19. Självkörande buss i Helsingfors med en trafikskylt som kanske blir allmänna i framtiden

Twimg.

<https://pbs.twimg.com/media/C0g0RD3WIAAKXnn.jpg>

[Hämtat 20.3.2017]

Figur 20. Självkörande buss som ska möjligen trafikera i Singapore  
Engadget.

<https://www.engadget.com/2016/10/24/singapore-autonomous-bus-trial/>

[Hämtat 20.3.2017]

Figur 21. Hybrid bussar i Luxembourg använder sig redan av laddnings master vid hållplatser

ABB.

[http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/5b1cd723b89bd008c12580c6004654ee/\\$file/ABB\\_HVC\\_Luxembourg\\_eBus\\_20170213.jpg](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/5b1cd723b89bd008c12580c6004654ee/$file/ABB_HVC_Luxembourg_eBus_20170213.jpg)

[Hämtat 25.3.2017]

Figur 22. Trafik stockning i New York, USA

Vosizneias.

<http://www.vosizneias.com/wp-content/uploads/2010/04/NY-Traffic.jpg>

[Hämtat 27.3.2017]

Figur 23. Googles bilar har varit i bara några olyckor ännu

Tnwcdn.

<https://cdn1.tnwcdn.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2016/09/google-self-driving-car-intersection-accident-796x363.jpg>

[Hämtat 27.3.2017]

Figur 24. Vänsta bilden visa dagens vägar i städer. Högra bilden visar hur vägarna i städer kan se ut om man tar bort parkering längs med vägen samt en körfil Curbed.

<http://www.curbed.com/2016/2/25/11114222/how-driverless-cars-can-reshape-our-cities>

[Hämtat 30.3.2017]

Figur 25. Parkeringshall och laddnings plats åt självkörande bilar visualiserat Curbed.

<http://www.curbed.com/2016/8/8/12404658/autonomous-car-future-parking-lot-driverless-urban-planning>

[Hämtat 30.3.2017]

Figur 26. Bilden visar hur energi överföring med induktions plattformar fungerar Chargedevs.

<https://chargedevs.com/wp-content/uploads/2015/01/Utah-State-Unv-Wireless-Charging-1.png>

[Hämtat 30.3.2017]

## Bilaga 1

### Exempel situation 2030-talet

Året är 2035 och en familj har just anlänt med tåg till Tammerfors med idén att besöka Särkänniemi. Innan de åker till nöjesfältet ska de via hotellet Cumulus vid Hämeenpuisto. Föräldrarna är registrerade kunder åt ett samåkningsbolag och beställer via en applikation på telefonen skjuts till hotellet från tågstationen. Applikationen meddelar att det finns en ledig bil utanför stationen. När de kommit till bilen märker de att bilen är en av de nya självkörande bilarna som tagits i bruk inom företag. Lite skeptiska hoppar de in i bilen. Bilen börjar rulla framåt utan förare och ljud och försiktigt navigerar den sig genom parkeringsområdet. Bilen kör med en hastighet på runt 45 km/h på Hämeenkatu och märker att en äldre person är på väg att gå över vägen med en rollator. Bilens dator reagerar och börjar sakta in för att låta fotgängaren gå över gatan. När bilen anlänt till hotellet tar familjen sitt bagage och lämnar bilen där den stannat. Betalningen av resan sker via applikationen och summan räknas enligt resans längd.

Efter att familjen är klar på hotellet kollar de på sin mobil hur de bäst tar sig till Särkänniemi. De väljer att gå till närmaste busshållplats. Vid busshållplatsen lägger de märke till en pylon som är lika hög som en elstolpe. De undrar vad det är för något medan bussen anländer till hållplatsen. När bussen stannat märker de hur det från pylonen automatiskt sänks ner kontakter som rör vid bussens tak. De förstår att det är fråga om en laddningsmast som laddar bussen medan den stannar vid hållplatser. De kliver in i bussen och märker att det inte finns någon chaufför, istället finns det bara en betalningsautomat. En av föräldrarna tar fram sin telefon och öppnar en MobilePay-applikation som deras bank stöder. De väljer på bussens betalningsautomat hur många personer och går vidare för att betala. Föräldern med MobilePay lägger telefonen emot maskinen och köper varsin biljett åt familjen. Efter att alla passagerare är inne börjar bussen köra framåt, utan andra ljud än hjulen och igen utan förare. Hela resan går smidigt och bussen anländer till Särkänniemi.

## Bilaga 2

Några frågor som svarades av Vasa stads planläggningsingenjör Matti Laaksonen.

K=kysymys V=vastaus

K: Miten muutokset vaikuttaisi kaupungin talouteen?

V: Vaikutusta kaupungin talouteen on vaikea arvioida, mutta helpompi on uskoa sen olevan positiivinen kuin negatiivinen asia kaupungin talouden kannalta. Jos robottiautoilla korvataan yksi yhteen nykyiset ihmisen ajamat autot, vaikutuksia tuskin on merkittävästi, elleivät robottiautot sitten vaadi merkittäviä satsauksia kunnallistekniikkaan. Yksi yhteen korvaamisella tarkoitan tilannetta, jossa mikään muu ei muutu kuin auton kuljettamisesta vastaava taho. Vähäisempien vahinkojen myötä voi tulla säästöjä. Robottiautoihin liittyy kuitenkin paljon potentiaalia positiivisiin taloudellisiin vaikutuksiin, jos robottiautoilla saavutetaan muita etuja, kuten parempi mahdollisuus yhteiskäyttöautoihin tai vähemmän tarvetta parkkipaikoille tietyillä alueilla. Suoria säästöjä kaupungille voi tietysti tulla kuljetuskustannuksissa.

K: Tulisiko kaupungeista vihreämpiä?

V: Edellisen vastaukseen viitaten, robottiautoista löytyy potentiaalia myös vihreämpään kaupunkiin, mutta se ei ehkä toteudu vain kuskia vaihtamalla. Robotit osaavat todennäköisesti ajaa taloudellisemmin kuin ihmiset. Robottibussit voisivat olla taloudellisempia ja ajaa tiheämpiä vuoroja, jolloin yksityisautoilun tarve vähenee.

K: Kuinka turvallisuus voitaisiin taata kaupunkilaisille?

V: Kaupungin vaikutusmahdollisuudet turvallisuuteen ovat rajalliset. Kaupunki voi mahdollisesti tehdä infraan satsauksia, jotka parantavat robottiautojen toiminta edellytyksiä. Yhteistyö robottiautojen valmistajien kanssa esimerkiksi kartta-aineistojen ajan tasalla pitämiseksi lisännee turvallisuutta. Kun kaupunki vaihtaa omia ajoneuvojaan robotteihin, hankinnassa voidaan painottaa turvallisuutta. Toki käsitykseni on, että jo nykyisellään robotit ajavat autoa keskimääräistä ihmiskuljettajaa turvallisemmin.



K: Miten ja mistä Vaasa aloittaisi suunnittelun robottiautojen tullessa?

V: Kaupungin olisi todennäköisesti syytä aloittaa robottiautoihin liittyvät suunnitelmat selvityksistä ja strategisesta suunnittelusta. Esimerkiksi kaavoituksessa olisi selvitettävä aikaisessa vaiheessa vaikutukset muun muassa pysäköintimitoitukseen.