

Autonoma fordons påverkan på morgondagens trafiksäkerhetsplanering

Kalle Jakobsson

Civilingenjör, Arkitektur
2020

Luleå tekniska universitet
Institutionen för samhällsbyggnad och naturresurser

Begreppsförklaring

Förkortningar

- TRÅD - Allmänna råd för planering av stadens trafiknät (Inte aktuell)
- SCAFT - Stadsbyggnad, Chalmers, Arbetsgruppen för Trafiksäkerhet
- STRADA - Swedish Traffic Accident Data Acquisition
- TRAST - Trafik för en attraktiv stad
- VTI - Statens väg- och transportforskningsinstitut
- SKL - Sveriges kommuner och landsting
- LIDAR - Light Detection And Ranging
- RADAR - Radio Detection And Ranging
- ITS - Intelligent Transportation System
- C-ITS - Cooperative Intelligent Transport Systems
- SAE - Society of Automotive Engineers
- NHTSA - National Highway Traffic Safety Administration
- UNECE - United Nations Economic Commission for Europe
- WP - Working Party, Arbetsgrupper inom UNECE

Definitioner

- Trafik - Fordon/personer/djur i rörelse
- Fordon - Transportmedel för människor, gods, eller djur på fast underlag.
- Trafikverket - Ansvarar för planering av transportsystemet samt byggande, drift och underhåll av statliga vägar och järnvägar.
- Transportstyrelsen - Arbetar med trafikfrågor, utformar regler och ger tillstånd.
- Säkerhet - Att inte vara benägen till att orsaka olyckor, inte behöver tvivla.
- Trygghet - Känslan av säkerhet och välmående.
- Trafiksäkerhet - Att inte orsaka eller möjligheten att undvika olyckor i trafiken.
- Nollvisionen - Att ingen människa ska dödas eller skadas allvarligt i trafiken.
- Autonom teknik - Teknik som fungerar helt utan övervakning av människan.
- Autonoma fordon - Fordon med autonom teknik.
- Implementering - Att förverkliga, genomföra eller förse med någonting.
- Autonoma nivåer - SAE Internationals förklaring på graden automation i ett fordon.
 - Nivå 0 - Endas varningar
 - Nivå 1 - Styrhjälp eller accelerations- och bromshjälp till föraren
 - Nivå 2 - Styrhjälp och accelerations- och bromshjälp till föraren
 - Nivå 3 - Autonom körning i vissa förhållanden och föraren måste kunna ta över körningen när som helst
 - Nivå 4 - Full autonom körning i vissa förhållanden
 - Nivå 5 - Full autonom körning överallt och i alla förhållanden

Förord

Följande arbete har genomförts som avslutande del för examen Civilingenjör Arkitektur med inriktning Stadsbyggnad vid Luleå tekniska universitet. Arbetet motsvarar 30 högskolepoängen och genomfördes under höstterminen 2019-2020. Under min tid på universiteten har jag haft lyckan att ha en mängd personer som hjälpt och stöttat mig och som jag vill tacka för allt stöd de gett mig. Jag vill börja med att tacka min familj och mina vänner som stöttat mig under utbildningen och under examensarbetets upp och nergångar.

Jag vill tacka min handledare vid Luleå tekniska universitet, Charlotta Johansson, för all uppskattad och värdefull tid och feedback jag fått ta del av. Min examinator Glenn Berggård som tagit sin tid för att bedöma mitt arbete och möjligheten att tillslut kunna kalla mig Civilingenjör.

Under examensarbetet har jag fått möjligheten att vara en del av Sweco Society Luleå och för denna möjlighet vill jag tacka Peter Ekman som inte bara tog in mig utan gjorde mig till en del av gruppen. Min externa handledare Joakim Sundén vill jag tacka för all expertis och alla de intressanta samtal och tips vi haft under tiden på kontoret. Jag vill även ge ett stort tack till alla som tog sig tiden att medverka på intervjuerna som genomfördes i arbetet, utan er hade jag inte haft ett färdigt examensarbete.

Sist vill jag tacka Helena Lidelöw för förslaget som till slut mynnade ut i detta examensarbete.

Luleå, februari 2020

Kalle Jakobsson

Sammanfattning

Väginfrastrukturen är i konstant utveckling, parallellt sker en teknisk utveckling och ökning i antalet fordon som färdas på infrastrukturen. För att inte riskera att skadade och döda i trafiken ökar, behöver trafiksäkerheten utvecklas för att möta dessa nya anspråk i trafiken. Idag arbetar Sverige efter Nollvisionen som antogs redan 1997 men som på senare år fått nytt genomslag då riksdagen fastställde en reviderad version 2016 som gav Nollvisionen en nystart. Inom fordonsindustrin har det, för att vidare arbeta mot Nollvisionen, introducerats autonoma fordon som nästa steg i trafiksäkerhetsarbetet då denna teknik sägs eliminera den mänskliga faktorn och på så sätt göra trafiken säkrare.

Examensarbetet syftar på att studera denna nya autonoma teknik och tillsammans med hur man arbetar med trafiksäkerhet idag ta fram de faktorer som förändrar hur man planerar trafiksäkerhet i morgondagens samhälle. Dessutom studeras hur denna teknik och de faktorer som tas fram fungerar och påverkas av Sveriges sommar- och vinterklimat

För att genomföra studien användes en kvalitativ metod med ett genomförande uppdelad i tre delar, en litteraturstudie som teoretisk grund följt av en praktisk del i form av en intervjustudie. Litteraturstudien genomfördes genom att studera artiklar, forskningsmaterial och abstrakt publicerade på databaserna Google Scholar och Scopus. Intervjustudien resulterade i insamling av primärdata från aktiva inom relevanta branscher med hjälp av halvstrukturerad metod och frågeformulär med 9-10 frågor. Sist analyserades resultaten vilket mynnade ut i slutsatser för arbetets frågeställningar.

Baserat på var utvecklingen och testningen av autonoma fordon är i idag har det identifierats ett antal faktorer som kommer att påverka trafiksäkerhetsplaneringen i framtiden. I och med implementering av autonoma fordon kommer en förändring ske i hur man planerar trafiken och därigenom trafiksäkerhet på grund av dess funktioner. Digitalisering kommer att behöva få allt mer fokus och med denna utveckling kommer nya sätt att analysera trafikolyckor samt nya tillvägagångssätt för jämförelser och utredningar. Dessutom kommer tekniken i autonoma fordon och det sätt den analyserar trafikmiljöer öka behovet av att göra trafikplatser enklare samt att den information som förmedlar om hur man färdas genom eller till en plats tillgänglig och lättolkad för att underlätta körning i dessa komplexa miljöer.

Vid Sveriges vinterförhållanden med snö och is blir dessa trafikmiljöer allt mer komplexa för autonoma fordon. Men på grund av att fordonet alltid analyserar vägförhållanden, väder samt ser de eventuella risker som finns för färd tillsammans med sin egen körförmåga kan fordonet, vid snö och is på vägar, välja att inte köra över huvud taget. Istället kan de utvecklingsfaktorer som tagits fram i studien istället underlätta vid dessa komplexa förhållanden med nya sätt att underhålla och handskas med dessa klimat. Med en allt mer utvecklad kartläggning av körbara vägar samt mer avancerade sätt att underlätta navigering för autonoma fordon vid snötäckta vägar.

Abstract

The road infrastructure is constantly evolving, in parallel, a technical development and a increase in the number of vehicles traveling on the road infrastructure. In order to eliminate the risk of an increase in seriously injured and death in traffic, traffic safety needs to be developed in order to meet these new traffic demands. Today traffic safety planning in Sweden is based on Vision zero, which was implemented by the Swedish parliament in 1997, which was then revised in a new version in 2016 which gave it a bigger impact and a new fresh start. In the automotive industry, in order to achieve Vision Zero, new technology that is autonomous vehicles has been presented as the next step in traffic safety as it is intended to eliminate the human factor and thus making the traffic safer.

This thesis aims to study the autonomous technology and together with how traffic safety is achieved today, present factors that will change in how traffic safety is planned in future societies. Furthermore, these factors with the autonomous technology will be examined in how they could be affected by the summer- and winter climate in Sweden.

The thesis were done with a qualitative method that was divided into three parts. Starting with a literature study as a theoretical basis followed by a practical part in the form of interviews. The literature study focused on articles, research materials and abstracts published on the databases Google Scholar and Scopus. The interviews resulted in the collection of primary data from active in relevant industries using the semi-structured method and questionnaire with 9-10 questions. The results were lastly analyzed, which resulted in conclusions for the formulated study questions.

Based on the stage in which the development of autonomous vehicles is in today and with the future implementation, a couple factors have been identified that will affect road safety planning in the future. With the implementation of autonomous vehicles, a focus on where and how traffic planning is done and through it achieving traffic safety. Digitalization will need more focus and with it new ways of analyzing traffic accidents and making comparisons and investigations will follow. In addition, the technology in autonomous vehicles and the way it analyzes traffic environments will increase the need to simplify these environments and the information conveying how to travel through or to a place accessible and easily interpreted to facilitate driving in these complex environments.

With Sweden's winter climate with its snow and ice these traffic environments gets even more complex for these autonomous vehicles. But because these vehicles always analyses the road conditions, weather and the risks that comes with the drive together with its own driving capabilities, the vehicle with these conditions decide not to drive at all. These factors can instead help and facilitate these complications with new ways of maintaining the reads during winter. With more and more evolved mapping of the roads that is drivable and more advanced ways of navigating for autonomous vehicles in snow-covered but simple roads.

Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål	1
1.2.1	Frågeställningar	2
1.3	Avgränsning och omfattning	2
2	Metod	3
2.1	Disposition.....	3
2.2	Genomföranden	4
2.2.1	Litteraturstudien	4
2.2.2	Intervjustudie.....	5
2.2.3	Analys och slutsats	6
2.2.4	Diskussion	6
2.3	Reliabilitet och Validitet.....	6
2.3.1	Litteraturstudie	7
2.3.2	Intervjuer	7
3	Litteraturstudie	8
3.1	Trafiksäkerhet.....	8
3.1.1	Trafiksäkerhetsanalys	9
3.1.2	Åtgärder för ökad trafiksäkerhet	11
3.1.3	Uppföljning och utvärdering av trafiksäkerheten.....	18
3.1.4	Trafiksäkerhetsplaneringens vinteranpassning	18
3.2	Fordon.....	20
3.2.1	Teknik för utveckling av autonomi	21
3.2.2	Autonoma fordon	22
3.2.3	Fordon och vinterförhållanden	23
3.2.4	Försöksverksamhet för autonoma fordon i och utanför Sverige	25
3.2.5	Utvecklingsområden och problematik	26
3.2.6	Framtidsscenario	28
3.2.7	Fordonsutvecklingens innebörd för väginfrastrukturens utveckling.....	30
3.2.8	Acceptans för- och påverkan av autonoma fordon.....	31
3.3	Styrmedel.....	33
3.3.1	Lagstiftning av vägtrafik	34
3.3.2	Styrmedel vid vinterväghållning	35
3.3.3	Fordonslagstiftning.....	35

4	Intervjustudie.....	38
4.1	Trafiksäkerhet och väginfrastrukturen.....	38
4.1.1	Syner på trafiksäkerhet	38
4.1.2	Användaranspråk på väginfrastruktur	38
4.1.3	Digitalisering.....	39
4.2	Fordon och dess relation till sin omgivning	39
4.2.1	Fordonsutveckling.....	39
4.2.2	Människan och det redundanta systemet.....	41
4.2.3	Problematik i tekniken	41
4.2.4	Acceptans och inställning till autonoma fordon och teknik.....	43
4.2.5	Ska infrastrukturen eller fordonen anpassas för att uppnå synergi	43
4.3	Styrmedel.....	44
4.3.1	Grunden i Wienkonventionen för vägtrafik	44
4.3.2	Produktgodkännande	44
4.3.3	Försäkring.....	45
4.3.4	Trafiksäkerhetsplanerna med piska och morot?.....	45
5	Analys och slutsats	46
5.1	Hur arbetar trafikplaneringsbranschen med trafiksäkerhet idag?.....	46
5.2	Hur arbetas det idag för att möjliggöra implementeringen av autonoma fordon?.....	47
5.3	Vilka faktorer kan komma att förändras inom arbetet för trafiksäkerhet, vid implementering av autonoma fordon?.....	48
5.3.1	Trafiksäkerheten riktad mot nya ögon	48
5.3.2	Enklare infrastruktur	48
5.3.3	Mer fokus på digitala tekniker.....	49
5.3.4	Underlättad trafikanalys	50
5.4	Hur kommer dessa faktorer påverkas av Sveriges vinterförhållanden?	51
6	Diskussion	52
6.1	Metodval.....	52
6.2	Reliabilitet och validitet.....	52
6.2.1	Litteraturstudie	52
6.2.2	Intervjustudie.....	53
6.3	Analys och slutsats	53
6.4	Framtida vidarestudier	53
7	Referenser.....	54
	Bilaga 1 – Intervjuformulär.....	I

Figurförteckning

Figur 1 – Metodbeskrivning	3
Figur 2 – Trattmodellen för intervju (Kylén, 2004)	5
Figur 3 – Antal omkomna i vägtrafikolyckor 2006-2018 (Transportstyrelsen, 2019).....	9
Figur 4 – Process för ett kommunalt trafiksäkerhetsprogram (Trafikverket och SKL, 2013) .	13
Figur 5 – Stoppsträcka för personbil (Trafikverket och SKL, 2008)	14
Figur 6 – Risk att dödas vid kollision (Trafikverket och SKL, 2008)	14
Figur 7 – Platågupp (Trafikverket och SKL, 2015b)	15
Figur 8 – Vägkudde (Trafikverket och SKL, 2015b).....	15
Figur 9 – Cirkelgupp (Trafikverket och SKL, 2015b)	16
Figur 10 – Port in i tätort (Trafikverket och SKL, 2015b).....	16
Figur 11 – Körspår genom cirkulationsplats (Trafikverket och SKL, 2015b).....	17
Figur 12 – Lastbil med diagonalplog samt sidoplog (Mählers, 2019)	19
Figur 13 – Sensorer på ett autonomt fordon (Nikolic, Agarwal, Williams, & Pearson, 2013)	23
Figur 14 – Tre olika typer av vinterdäck. Från vänster: Friktionsdäck, Dubbdäck och centraleuropeiska vinterdäck (Tuononen & Sainio, 2014).....	24
Figur 15 – Drive me-slingan i Göteborg stad (Trafikverket, Movea Trafikkonsult, 2018)	25
Figur 16 – Waymos Firefly (Waymo, 2019b).....	26
Figur 17 – Jämförelse av mängd kod som krävs p.g.a. komplexiteten i interaktioner vid körning (Litman, 2019)	27
Figur 18 – Framtidsscenarierna för självkörande bilar i Sverige (Kristoffersson, et.al., 2017)	28
Figur 19 – Kommentarer kring barriärer, positiva- och negativa effekter (López-Lambas & Alonso, 2019).....	33

1 Inledning

I följande kapitel beskrivs grunden till arbetet om autonoma fordons påverkan på morgondagens trafiksäkerhetsplanering och dess omfattning. En bild av varför ämnet som studeras är relevant samt vilka frågor som ligger till grund för arbetet. De avgränsningar som görs i arbetet presenteras även nedan för att skapa en rimlig omfattning av arbetet utifrån de resurser tillgängliga för studien.

1.1 Bakgrund

Väginfrastrukturen har alltid varit en del av samhället. Med små stigar mellan byar som utvecklats till större vägar och senare även till motorvägar. Denna utveckling av infrastrukturen har medfört att trafiksäkerhet vuxit fram som ett viktigt ämne. Trafiksäkerheten var en fråga som startade redan innan bilismens början (Englund, Gregersen, Hydén, Lövsund, & Åberg, 2007). Genom åren har dock trafiksäkerheten, på grund av utvecklingen av trafikmängden och fordonstekniken, behövts skärpas. Detta gör att trafiksäkerhet har blivit ett allt mer växande och populärt ämne.

Idag arbetar trafik- och samhällsplanerare med trafiksäkerhet efter Nollvisionen vilket trädde i kraft 1997 då Sveriges riksdag tog beslut om att Nollvisionen ska vara grunden till Sveriges trafiksäkerhetsarbete (Trafikverket, 2018a). 2016 slogs en ny reviderad version igenom för Nollvisionen, denna revidering genomfördes för att ge Nollvisionen en nystart och för att öka engagemanget samt medvetenheten kring den samt dess innebörd. Nollvisionen är ett förhållningssätt men utgör även en strategi för utformning av våra trafiksystem. Visionen säger att ingen ska dö eller skadas allvarlig till följd av olyckor i trafiken (Trafikverket, 2018b).

I takt med att trafiksäkerhetsarbetet ökar utvecklas även säkerheten i de fordon som färdas på vägarna. Med den digitalisering samt med de megatrender som sker i vårt samhälle har även utvecklingen av bilindustrin skett i en hög takt (Trafikverket, 2019c). Exempel på denna teknik är hjälpmedel som styrservo, trepunktsbilbälten, krockkudde samt ABS-bromsar som utvecklats för att underlätta och öka säkerheten i körningen. För att utveckla och hjälpa föraren har det kontinuerligt arbetats fram nya säkerhetstekniker i fordon för att ta sig fram på ett säkert sätt. Detta har nu lett till nästa steg i utvecklingen vilket är autonoma tekniker och implementering av autonoma- eller självkörande fordon (Trafikverket, 2019c).

Med den tekniska utveckling och efterfrågan av ny teknik som sker i dagens samhälle kan anspråket på väginfrastrukturen komma att förändras och i sin tur skapa nya krav på infrastrukturen. Ett nytt samspel kan behövas introduceras mellan dessa nya tekniker, som exempelvis autonoma fordon, och samhället. Detta skapar en utmaning för hur planerare ser på hur man arbetar med säkerhet och planering av trafiken, så vilka faktorer som denna förändring kan vara beroende av är av stort intresse.

1.2 Syfte och mål

Syftet med studien är att studera trafiksäkerhetens historia ur trafikplaneringsperspektiv och hur den ser ut idag, framtiden för autonoma fordon i relation till trafiksäkerhet, samt hur det idag arbetas med utveckling inom trafikplanering. Detta specifikt för Sverige med dess skiftande väderförhållanden och årstider.

Målet blir att samla de faktorer som, vid implementering av autonoma fordon, kan komma att påverka hur trafiken och trafiksäkerheten planeras samt hur arbetet kring trafiksäkerhet genomförs i framtiden. Tillsammans med de klimat som vi har i Sverige, skapa en samlad bild av de faktorer som kan komma att förändra hur trafikplanerare arbetar med trafiksäkerhet vid implementering av autonoma fordon. Aktiva inom relevanta områden kan ta del av detta resultat för att i sin tur med hjälp av de faktorer som identifierats ta ställning till vad de kan göra för att arbeta efter ett säkrare samhälle med framtidens teknik.

1.2.1 Frågeställningar

För att genomföra arbetet har frågeställningar tagits fram som grund för arbetet, dessa presenteras nedan. Frågeställningarna kommer att besvaras i rapporten under avsnittet analys och slutsats.

1. Hur arbetar trafikplaneringsbranschen med trafiksäkerhet idag?
2. Hur arbetas det idag för att möjliggöra implementeringen av autonoma fordon?
3. Vilka faktorer kan komma att förändras inom arbetet för trafiksäkerhet, vid implementering av autonoma fordon?
4. Hur kommer dessa faktorer påverkas av Sveriges vinterförhållanden?

1.3 Avgränsning och omfattning

Ämnet som ska studeras är stort och täcker många olika områden som inte enbart är relaterat till trafikteknik. Ett exempel på detta är hur autonoma fordon påverkar resvanor i framtiden, på grund av detta har det gjorts avgränsningar för att få ner arbetet till en omfattning som passar de resurser som finns tillgängliga för projektet.

Arbetet kommer fokusera på Sveriges trafiknät inom tätorter, detta med fokus på trafiksäkerhet och autonoma motorfordon. Detta reflekteras delvis genom intervjuerna då de som intervjuas representerar svenska aktörer och yrkesaktiva inom områdena: trafik- och stadsplanerare, strateg för trafikledning och samhällsutveckling, teknisk utredare och rådgivare, fordonsteknisk programutvecklingsledare samt juridisk utredare och lagutvecklare. En avgränsning görs också mot väderlekar med fokus på Sveriges klimat, specifikt sommar- och vinterförhållanden.

Vad gäller trafik har avgränsningar gjorts mot motorfordon där de olyckor som studeras är fordon i singel- eller kollisionsolyckor. Motorcykel, moped, gång och cykel studeras inte i detta arbete. Dessutom studeras inte aspekter som miljö och markanvändning utanför trafiksäkerhetsmiljön och vägområdet.

Avgränsning på trafiksäkerhet i form av trafikmiljö, utformning och fordon görs vilket betyder att människans påverkan, i form av förändring i färd sätt och trafikmängder, inte kommer att vara en bidragande del av studien. Dessutom kommer vid studerande av autonoma fordon, endast körsäkerheten, alltså aspekter som har med samverkan till själva trafikplatsen och med sin omgivning ur trafiksäkerhetssynpunkt studeras.

2 Metod

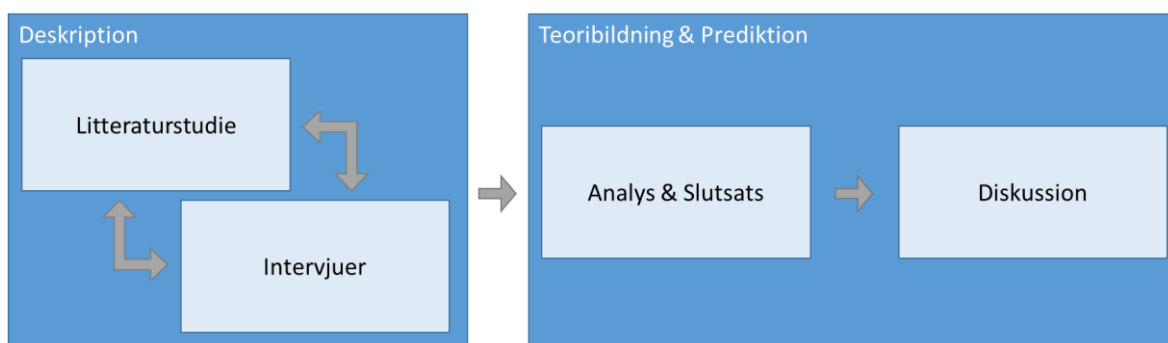
Nedan presenteras den disposition samt de metodval som gjort i studien. Arbetet är av kvalitativ typ då det syftar på att svara på frågeställningarna med hjälp av insamling och tolkning av litteratur samt insamling av empirisk data via intervjuer (Ryen, 2004). En kvalitativ metod syftar på att identifiera och bestämma företeelser som inte är helt tillfredsställda medan en kvantitativ metod syftar på att företeelsers samband och om dess egenskaper har en signifikant fördelning (Starrin & Svensson, 1994). Ryen (2004) citerar Denzin & Lincoln (2000): ”forskare som använder kvalitativa metoder studerar saker i deras naturliga miljö och försöker göra fenomen begripliga eller tolka dem utifrån den mening som människor ger dem”.

2.1 Disposition

För att svara på de frågeställningar som ställts har studien genomförts i tre moment (Se figur 1), det första momentet i en beskrivande del genomförd med en deskriptiv metod. Där en redogörelse för hur de berörda ämnena ser ut idag och vad vetenskapen säger om dess framtid. Deskription är en metod som lämpar sig vid överskådliga frågeställningar där en ren beskrivning är behövlig vilket är anledningen till att denna metod valdes (Ejvegård, 2009). För redogörelsen av ämnen berörda i frågeställningarna genomfördes en litteraturstudie vilket syftade på att samla in de som skrivits om ämnena och skapa en vetenskaplig grund vilket presenteras i följande kapitel, kapitel 3. Denna grund ligger bakom de frågor som ställs vid nästa del vilket är intervjuer som genomförts med aktiva inom branscherna som berörs av frågeställningarna. Intervjuerna syftade till att komplettera litteraturstudien samt få en bild av vad aktiva inom branscherna ser på ämnenas framtid och problem samt vad som krävs för att lösa dessa, denna del av studien presenteras i kapitel 4.

Utifrån deskriptionsdelen vilken genomfördes med litteraturstudie och intervjuer gick studien sedan vidare till de andra momentet i en teoribildningsprocess vilket gjorde i form av en analys. I detta skede konstruerades en teori om hur de olika delarna samarbetar och hör samman. Detta besvarades efteråt med hjälp av arbetets frågeställningar (Ejvegård, 2009). En slutsats följde utifrån de tidigare momenten där en prediktion i form av en redogörelse av de faktorer som studien och analysen resulterat i, detta i ett gemensamt kapitel med analys och slutsats.

Sist diskuteras resultatet, reliabiliteten, validiteten samt framtida studier som en avslutande del av rapporten.



Figur 1 – Metodbeskrivning

2.2 Genomföranden

Nedanför följer en förklaring av de tillvägagångssätt som använts inom de olika momenten i rapporten.

2.2.1 Litteraturstudien

Litteraturstudien är arbetets inledande del samt studiens bas och grund till resterande delar i rapporten. Studien genomförs för att samla in sekundärdata inom områdena som studeras, Trafiksäkerhet, autonoma fordon samt deras påverkan av Sveriges klimat. För att genomföra denna studie på ett objektivt sätt struktureras den upp på följande sätt. Innan sökning på databaser efter artiklar och annat börjar studien med att söka på hemsidor för myndigheter och verk som arbetar med trafiksäkerhet. Däribland Trafikverket, Sveriges Kommuner och Landsting (SKL) samt Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI). Dessa gav sedan en bas med sökord, viktiga artiklar och undersökningar som i sin tur gav en övergång till att söka artiklar via databaser.

Då olika databaser ger olika utslag valdes ett sökord eller en sök-fras och körs genom först Google Scholar och sedan genom Scopus. Dessa två databaser ger ett brett resultat inom rimliga gränser för omfattningen av arbetet. Efter valda ordet eller frasen var genomförd följde samma process med nästa ord eller fras. För att systematiskt hitta källor med stor bredd användes först ord och fraser på svenska följt av dess engelska motsvarigheter. Förutom artiklar som tagits från databassökningar används även källor från dessa artiklar. Studien genomfördes mellan den 2019-09-09 och 2019-11-01. De sökord och fraser som användes är:

- Trafiksäkerhet / Traffic Safety, Road Safety
- Tätort / Urban
- Autonoma fordon eller självkörande fordon / Autonomous vehicles eller Self-driving vehicles
- Vinter, Snö, Klimat / Winter, Snow, Climate
- Styrmedel, Lag, Reglering / Law, Means of control, Regulations
- Implementering / Implementation
- Problem, Lösningar / Problem, Solutions
- Teknik / Technology
- Historia / History

Med dessa ord gjordes sökningar i turordning enligt följande exempel nedan (Deras engelska motsvarigheter användes efter den svenska):

- Trafiksäkerhet & Tätort & (autonoma fordon eller självkörande fordon)
- Trafiksäkerhet & Tätort & (Klimat eller vinter eller snö)
- Trafiksäkerhet & Tätort & (Lag eller styrmedel eller Reglering)

- (“Road Safety” or ”traffic safety”) and Urban and (“autonomous vehicles” or “self-driving vehicles”)
- (“Road Safety” or ”traffic safety”) and Planning and Urban and (Climate or winter or snow)
- (“Road Safety” or ”traffic safety”) and Technology and (“Autonomous vehicles” or “Self-driving vehicles”)

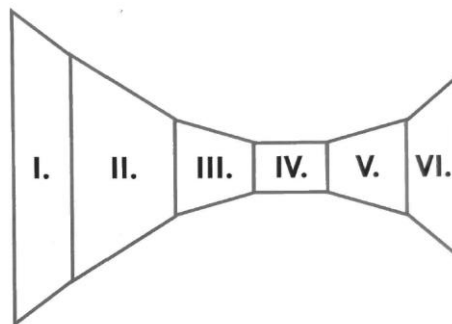
2.2.2 Intervjustudie

För att komplettera litteraturstudien och för att få en större spridning av den kunskap som inte går att få från artiklar, rapporter och böcker genomförs intervjuer för insamling av primärdata. Genom intervjuerna får arbetet en djupare insikt inom de olika ämnena men också nya perspektiv från aktuella aktörer inom de olika branscherna. Varför en intervjumetod är vald över exempelvis en enkät är på grund av att en intervju kan ge en klarare och mer direkt bild jämfört med de andra. I intervjuer kan följdfrågor ställas som är relevanta till vad den intervjuade sitter på för kunskap samt att eventuella frågor eller svar som är otydliga kan redas ut direkt.

Då intervjuerna fungerar som en explorativ del, där syftet är att samla information som den intervjuade kan komma att komplettera litteraturstudien med, genomförs de med en halvstrukturerad (eller semistrukturerad) metod. Denna struktur passar sig bra vid en kvalitativ studie då syftet är explorativt och därför bör möjligheten finnas att ställa följdfrågor samt vidareutveckla på temat om så önskas (Ryen, 2004). Om en strukturerad intervju istället används finns en risk att viss information blir utelämnad.

Den halvstrukturerade intervjun genomförs enligt en metod baserad på trattmodellen där steg två till fyra upprepas på varje fråga. (Se figur 2). Intervjuerna är strukturerade med en introduktion om studien följt av 9-10 frågor baserat på området vilka genomgår del två till fyra av trattmodellen. Intervjuerna avslutas sedan med info om transkribering och annan avslutande formalia. Trattmodellen är en basstruktur för intervjun och ett verktyg för upplägg av en halv- eller ostrukturerad intervju. Modellen baseras på att få ut så mycket som möjligt av den intervjuades kunskaper och därför är vikten av del två – Fri berättelse stor då den intervjuade får utrymme att prata fritt. Del fyra – Kontroll har även den stor vikt för att se till att den som intervjuar också har förstått det som den intervjuade förmedlar samt som en uppföljning (Kylén, 2004).

- I. Öppning
- II. Fri berättelse
- III. Precisering
- IV. Kontroll
- V. Information
- VI. Avslutning



Figur 2 – Trattmodellen för intervju (Kylén, 2004)

Inför intervjuerna har ett frågeformulär tagits fram med en huvuddel samt tre olika fördjupningsdelar. Första delen med stora generella frågor som ställs till alla personer för en bredare bild av kunskapen respondenterna har inom de olika områdena. Efter del ett är formuläret uppdelat i tre delar, den första för trafikrelaterade frågor som är riktade mot personer som arbetar inom trafiksäkerhetsrelaterade områden, och den andra riktad mot personer inom fordon- och teknikutvecklingsområden. Sista är det en del riktad mot juridiska frågor. Denna uppdelning görs för att få en mer riktad intervju och för att få ut mer av de intervjuade baserat på vad de arbetar med.

De personer som valts ut för intervjuer är experter inom sitt område och har arbetat inom följande områden: trafik- och stadsplanerare, strateg för trafikledning och samhällsutveckling, teknisk utredare och rådgivare, fordonsteknisk programutvecklingsledare samt juridisk utredare och regelutvecklare. Dessa val baseras på deras funktion och tillförsel till trafiksäkerhet, autonoma fordon samt juridiska frågor gällande dessa två. För att vara så förberedd som möjligt studeras personernas arbetsgivare i förväg för att dels veta vad de arbetar med men också för att veta vilket typ av fråga som kan ge mest hos varje person. Frågeformuläret som användes i intervjuerna återfinns i bilaga 1.

Intervjuer och transkribering genomfördes under november månad samt första veckan i december 2019 och det var totalt 11 personer som medverkade. Intervjuerna genomfördes via samtal genom Skype och Microsoft Teams. För att underlätta transkribering spelas alla intervjuer in (endast ljud) för att vid ett senare tillfälle transkriberas för att lättare kunna hålla i och följa med i intervjun. De transkriberade materialet användes sedan vid skrivandet av resultatet då de transkriberade materialet hjälper med att återblicka och komma ihåg det som sades under intervjun.

2.2.3 Analys och slutsats

Analysen baseras på den information som samlats in från litteratur och intervjuer. Strukturen är upplagd sådan att med den information som insamlats om hur man arbetar med trafiksäkerhet idag från trafikplanering, fordonsindustrin och lagstiftning/regelverksstiftning. Tillsammans med hur framtiden kan se ut inom dessa områden ta fram och presentera de faktorer som kan komma att behövas utvecklas utifrån trafiksäkerhetsperspektiv för att gynna den teknologi som kommer att försöka ta sig in i det svenska vägsystemet i framtiden.

2.2.4 Diskussion

Diskussionen är uppdelad i fyra delar vilket diskuterar metodvalen, reliabilitet och validitet, analys och slutsats samt framtida studier baserat på det som påträffats under studien som kan vara intressant att studera men som inte hunnits med i detta arbete.

2.3 Reliabilitet och Validitet

Reliabilitet och Validitet är mått på det vetenskapliga värdet av studien (Ejvegård, 2009). Om de metoder som valts är lämpliga och användbara för att nå det förväntade resultatet.

Reliabiliteten i arbetet handlar om tillförlitligheten samt säkerheten i den insamlade datan (Ejvegård, 2009). I kvalitativ forskning jämföra reliabilitet med pålitlighet och graden av konsistens av datamaterial (Ryen, 2004). Att samma tendenser i olika studier stärker resultatet av den aktuella studien.

Validitet i kvalitativ forskning anses vara huruvida undersökningar är trovärdig och överförbar (Ryen, 2004). Här handlar det om att triangulera sitt observationsdata, att genom fördjupning och förlängning av studien få mer observationer och därigenom ett bättre resultat. Ejvegård (2009) menar att validiteten är beroende av att reliabiliteten är hög men att en hög reliabilitet inte är tillräckligt för god validitet (Kylén, 2004). Dock kan reliabiliteten vara på en hög nivå utan att validiteten är det (Ejvegård, 2009).

2.3.1 Litteraturstudie

Litteraturstudiens reliabilitet stärktes genom att de källor som användes kom från granskade författare, myndigheter och företag inom området. För att begränsa sökresultaten användes databaserna Scopus och Google Scholar för vetenskapliga artiklar och böcker. Dessa databaser är sökmotorer för sammanfattningar, artiklar, forskningsmaterial och abstrakt publicerade av experter inom sitt område, akademiska förlag, universitet och andra vetenskapliga organisationer. För att vidare stärka reliabiliteten studerades även artiklarna och böckernas källor för att se vart informationen kommer ifrån.

För att arbeta utifrån att ha en hög validitet i arbetet lades mycket tid på litteraturstudien för att se till att få en stor bredd och mängd av källor. Dessutom söktes litteratur både på svenska och engelska för att vidare bredda materialet. Som tidigare nämnts studeras även källornas referenser för att ge studien ytterligare bredd samtidigt som en granskning av källan genomförs.

Vad gäller sökorden och deras felmarginal på sökresultatet används fraser som exempelvis ”autonoma fordon eller självkörande fordon” för att inte exkludera källor som använder en annan beteckning.

2.3.2 Intervjuer

För en hög reliabilitet vid intervjustudier ska källorna som intervjuas vara tillförlitliga, de ska även vara stabila i att de som sägs inte ska ändras vid förändrade omständigheter (Kylén, 2004). Därför kommer alla intervjuer genomföras med personer som arbetar på företag och myndigheter som är kända inom de olika områdena. Personerna i fråga kommer också arbeta med det som frågorna handlar om och vad gäller frågornas svar kommer trattmodellen hjälpa till för att kontrollera så att svaren är de som de verkligen menar med att varje område kontrolleras med en tillbakablick. Dessutom kommer de transkriberade svaren skickas tillbaka till den intervjuade för att ge dem en extra kontroll så ingenting förändrats sedan de genomförde intervjun.

Vad gäller validitet i intervjun bör datan från intervjuerna ha ett högt värde för studien, alltså att de svar som samlas in är relevanta för studien och inte skymmer sikten genom att ge felaktig information (Kylén, 2004). Om intervjuernas frågor inte hjälper resultatet har alltså intervjun en dålig validitet. För att se till att intervjuernas värde är högt är intervjufrågorna uppdelade i tre olika delar för att rikta in sig mot olika personer och dess expertis. Detsamma som för reliabilitet gäller här att de som intervjuas arbetar inom områden som är anknutna till de som ska studeras för att på det sättet minska fel i datan.

3 Litteraturstudie

I detta kapitel presenteras den information som hämtats för olika ämnen och som ligger till grund för de intervjuer och analyser som genomförts. Källorna är hämtade från relevanta myndigheters hemsidor och dokument, studentlitteratur samt systematiskt eftersökt litteratur.

3.1 Trafiksäkerhet

Trafiksäkerhet handlar först och främst om den objektiva säkerheten, vilket är olyckor samt skadade i vägtrafik (Hydén, Trafiken i den hållbara staden, 2010). Men det handlar även om den upplevda säkerheten, upplevelsen av risk. Detta kallas den subjektiva säkerheten.

Trafiksäkerhet har funnits med redan långt innan bilismens introduktion vilket illustreras genom lagstiftning från 1700-talet, om förhållningsätt vid möte av vägtrafikanter (Englund, et.al., 2007). Med rödljussignaler redan 1886 i London samt krav vad gäller underlättande av framkomlighet startade olycksförebyggandet och därmed trafiksäkerheten.

I Sverige startade det med motorklubbar som Kungliga Automobil Klubben (KAK) som skrev stadgar där man betonade trafiksäkerhetsaspekter genom att arbeta för ”Erhållandet av ett för hela landet gemensamt reglemente för körning med motorfordon...” (Söderberg, 1966). Med en ökning av antalet bilar i början av 1900-talet ökade även intresset för trafiksäkerhetsfrågor vilket ledde till bildandet av NTF, Nationalföreningen för trafiksäkerhetens främjande (Englund et.al., 2007). En vägtrafikbyrå inom Väg och Vattenbyggnadsstyrelsen upprättades samt obligatorisk trafikundervisning i skolan. Samtidigt kom även införandet av nya och standardiserade trafikskyltar med bland annat ett märke för övergångsställen. Sedan som en följd av högertrafikomläggningen 1967, vilket medförde en minskning av skadade och dödade i trafiken, bildades året efter Trafiksäkerhetsverket. De arbetade under kommande år fram ett trafiksäkerhetsprogram, de satte högre krav på biltillverkare samt forskade fram utformningsförslag på stadsmiljön för ökad trafiksäkerhet. Trafiksäkerhetsverket upphörde 1993 då trafiksäkerhetsfrågan lades över på Vägverket som numera heter Trafikverket.

Idag arbetas all trafiksäkerhet efter Nollvisionen vilket togs i kraft genom en transportpolitisk proposition 1997 då svenska riksdagen tog beslut om att Nollvisionen ska vara grunden till Sveriges trafiksäkerhetsarbete (Trafikverket, 2018a). För att senare 2016 ge den en nystart och med detta öka engagemanget samt medvetenheten kring Nollvisionen och dess innebörd. Nollvisionen är ett förhållningssätt men utgör även en strategi för utformning av våra trafiksystem. Nollvisionen är baserad på ett av alla delmål från propositionen, Säker trafik som säger att:

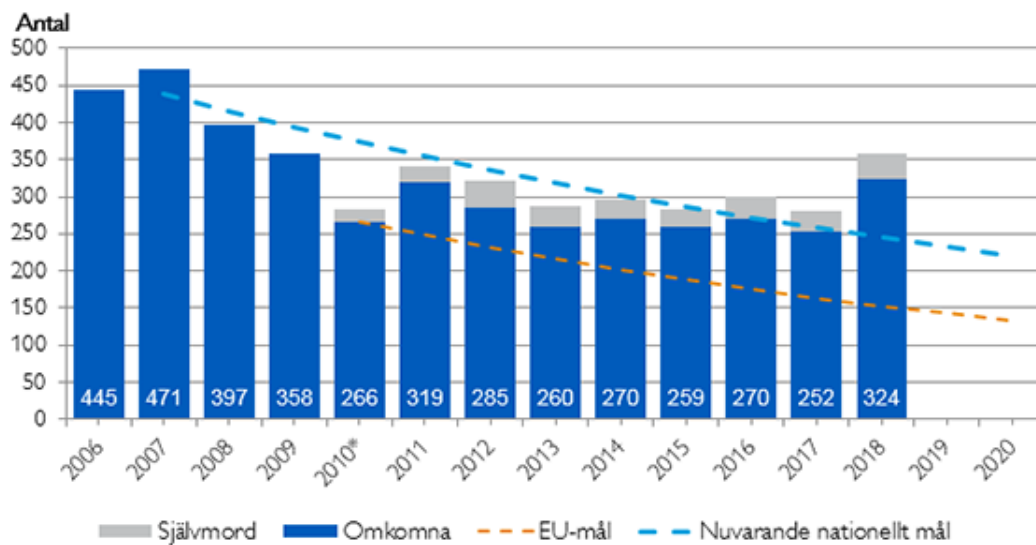
”Det långsiktiga målet för trafiksäkerheten ska vara att ingen ska dödas eller skadas allvarligt till följd av trafikolyckor. Transportsystemets utformning och funktion ska anpassas till de krav som följer av detta.” (Hydén, 2010).

För att dessa mål som etablerats i Nollvisionen ska uppnås har etappmål tagit fram (Trafikverket och SKL, 2013). Det nuvarande etappmålet kommer från en proposition från regeringen från 2008 och utifrån ett trafiksäkerhetsperspektiv säger den att antalet omkomna ska halveras och att antalet allvarligt skadade ska minska med en fjärdedel mellan 2007 och 2020.

3.1.1 Trafiksäkerhetsanalys

3.1.1.1 Trafiksäkerhet i siffror

Trafiksäkerhet handlar om att minska eller eliminera olyckor i trafiken vilket betyder att det ofta arbetas med analys och redovisning av olyckor samt risker i trafiken (Trafikverket, 2018b). För att samla in all information för redogörelser och dataanalyser inom trafiksäkerhet har ett datasystem skapats vid namn STRADA, Swedish Traffic Accident Data Acquisition (Hydén, Trafiken i den hållbara staden, 2010). Detta system ansvarar Trafikverket över och är ett internationellt informationssystem där all information om olyckor från både polis och sjukvård samlas in. Nedan presenteras data taget från STRADA och presenterar antal omkomna i vägtrafikolyckor mellan 2006 och 2018 (se figur 3).



Figur 3 – Antal omkomna i vägtrafikolyckor 2006-2018 (Transportstyrelsen, 2019)

I STRADA är olyckor indelade i ett antal olika typer:

- Singel (S)
- Möte (M)
- Omkörnings (O)
- Upphinnande (U)
- Avsvängning (A)
- Korsande kurs (K)
- Vilt (W)
- Fotgängare (F)
- Cykelolycka (Cykel i kollision med motorfordon) (C)
- Cykel-singel (G)
- Varia (Övrigt/Okänt) (V)

Till typ av olycka kommer även en klassning av skadegraden som definierar olyckans utfall. Dessa delades innan 2018 in enligt polisrapporternas skadegrader, vilka är:

- Död (D)
- Svårt skadad (SS)
- Lindrigt skadad (LS)
- Egendomsskada (EF)

Men efter 2018 ändrades dessa från polisens grader till de som används i STRADA (Trafikverket, 2018c):

- Dödsfall (DF)
- Allvarligt skadad (AS)
- Mycket allvarligt skadad (MAS)
- Allvarligt skadade exklusive mycket allvarligt skadade (AS-MAS)
- Ej allvarligt skadad (EAS)
- Egendomsskador (EF)

De vanligaste dödsolyckorna i tätorter är olyckor med oskyddade trafikanter, vilka står för 2/3 av alla som dör i trafiken (Trafikverket och SKL, 2008). För bilisternas del är den vanligaste dödsorsaken singelolyckor där det visar sig från djupgående analyser att mer än hälften av dessa olyckor orsakas av bilister som hållit högre hastighet än hastighetsgränsen. Men studier visar även att hastighetsgränserna, på ca 40 % av vägar där dessa fall sker, är för höga gentemot vad infrastrukturen klarar av krockvåldsmässigt. Andra viktiga faktorer till dödsfallen i singelolyckor visar på problem som alkohol och bristande användning av bälte.

För att analysera och redovisa riskerna i trafiken används olika riskmått vilka är kopplade till exponering och olyckans svårighetsgrad (Englund et.al., 2007). I trafiksäkerhetssammanhang används antalet olyckor eller skadade genom någon typ av exponering. Detta gör man för att kunna jämföra risker med andra verksamheter.

Bland de olika riskmått är det vanligt med att jämföra skadade per invånare inom olika grupper som exempelvis ålder, kön eller område. Det är även vanligt med att mäta olyckor per tid spenderad i trafiken.

De olika riskmått som används inom trafikanalys är (Englund et.al., 2007):

- Hälsorisk – Antal dödade eller skadade i trafiken per miljon timmar i trafiken.
- Olycksrisk – Antal trafikolyckor per miljon personkilometer.
- Skaderisk – Antalet skadade, ink. dödade, per miljon personkilometer.
- Dödsrisk – Antalet dödade per miljon personkilometer.
- Olyckskvot – Antal trafikolyckor per miljon fordonskilometer.
- Skadekvot – Antalet skadade, ink. dödade, per miljon fordonskilometer.
- Dödskvot – Antalet dödade per miljon fordonskilometer.
- Skadeföljd – Antalet skadade per polisrapporterad olycka.

För att utvärdera säkerheten på trafiktekniska lösningarna finns det två olika modeller för att hänvisa trafiksäkerhetsförändringen till den trafiktekniska faktorn (Englund, et.al., 2007). Detta för att specificera vad som får trafiksäkerheten att förändras, och på vilken faktor som förändringen ligger på. Detta gör man med kvantitativa modeller som ger en storlek på trafiksäkerhet med hjälp av trafiktekniska värden. Dessa två modeller har olika syften, den ena vilket kallas för sambandsmodeller är för att förklara olyckor och dess variation på ett översiktligt sätt. Den andra, kausala modeller, används för att kunna framställa förändringsantaganden vid förändring av olika faktorer.

3.1.1.2 Sambandsmodellen

Denna modell är fokuserad på jämförelser och kan genomföras med olika avsikter. Att identifiera platser med hög risk för olyckor vilket kallas för "Black spots". I denna modell jämförs förutsatta trafiksäkerheten med den faktiska trafiksäkerheten på plats (Englund, et.al., 2007). Inräknat i dessa jämförelser är faktorer som trafikmängd m.fl., vilket betyder att en plats med fler olyckor inte behöver vara en "Black spot" om trafikmängden är högre än på andra platser.

Liknande platsjämförelsen är att jämföra typer av trafiktekniska lösningar. Detta för att undersöka ineffektiva lösningar i trafiken för att sedan bygga andra trafiksäkrare typer av lösningar. Denna metod kallas för "Black-type-identifikation".

Om mätdata inte finns tillgänglig eller är otillräcklig går det även att göra skattningsmodeller (Englund, et.al., 2007). Där samlas data in från platsen och sedan antar man att sambandet är detsamma som på liknande platser utifrån tidigare mätningar och registrerad data.

Sambandsmodeller används utifrån de modeller som beskrivits ovan även för att ta fram hypoteser om effektivitet på typer av trafiksäkerhetsåtgärder.

3.1.1.3 Kausala modeller

Denna modelltyp baseras på sambandet mellan trafiksäkerheten och trafiktekniska förklaringsvariabler (Englund, et.al., 2007). Dessa modeller ska alltså byggas på insamlad data. Då de platser som byggs om inte alltid går att välja är det svårt att göra val av studier. Ofta görs studier på de objekt som erbjuds, vilket gör att studierna har en brist i kontrollstudier och observationsobjekt som är baserade på urvalskriterier. För att få en bra modell ska alltså valet av variabler som ingår i modellen, den typ av datamaterial som skattningarna ska baseras på samt den modellform som valts vara noggrant utvalda.

3.1.1.4 Modellnivåer

För att inte behöva täcka mer information än nödvändigt vad som behövs kan modellerna ingå i olika nivåer. Dessa beskriver olika detaljeringsgrader.

Den som studerar på lägst nivå är Mikromodeller, dessa studerar individuella beteenden och enskilda trafikkonflikter (Englund, et.al., 2007). Denna modell beräknar de enskilda fallen som en fotgångare vid en korsning eller liknande.

Därefter kommer Mesomodellen, vilket studerar trafiksäkerheten i det lokala vägnätet (Englund, et.al., 2007). Detta beroende på lokal geografisk utformning och trafikförhållanden.

Största synsättet görs i Makromodeller (Englund, et.al., 2007). I dessa modeller studerar man nationella perspektiv som exempelvis trafiksäkerheten i Sverige över tiden. Eller om man ska jämföra Europas länders trafiksäkerhet.

3.1.2 Åtgärder för ökad trafiksäkerhet

3.1.2.1 Metoder och principer för trafiksäkerhet

Trafiksäkerhet är ett av många kvalitetskrav som ställs på den fysiska miljön. Grundidén som ger en trafiksäker miljö är: Att i planeringsskedet av särskilt utformning av trafikmiljö, se till att planera och projektera för reducering av olyckors uppkommande samt minska konsekvenser vid eventuell olycka (Englund, et.al., 2007). Vid arbete för ökad trafiksäkerhet arbetas det utifrån tre principer (Englund, et.al., 2007).

- Att reducera exponering
- Att reducera risken för olycka vid exponering
- Att reducera skador vid en olycka.

Dessa principer riktar sig i sin tur mot tre komponenter i trafiksystemet vilka dessa reducerings principer kan arbetas mot (Englund, et.al., 2007).

- Trafiksystemet – Den fysiska miljön.
- Fordon – Användare av den fysiska miljön.
- Trafikanter – Använder både den fysiska miljön samt fordon.

För planering av den fysiska miljön har det tagits fram råd och principer för stadsplanering sett till trafiksäkerhet. Den första svenska upplagan var SCAFT 1968 Riktlinjer för stadsplanering med hänsyn till trafiksäkerhet (Englund, et.al., 2007). I denna var det tre principer som skulle reducera och förhindra konflikter i trafikmiljön. Dessa var Lokaliseringsprincipen, Separeringsprincipen samt Differentieringsprincipen.

Lokaliseringsprincipen syftade på att planera områden så att onödiga passager och möten av olika trafikslag ska undvikas. Separeringsprincipen syftade på att se till att olika trafikslag bör skiljas åt för att på så sätt minska konflikter. Sista var Differentieringsprincipen som eftersträvade att trafik inte ska behöva passera områden i onödan. Utan istället kunna ta sig runt detta i form av exempelvis en förbifart.

SCAFT ersattes senare av TRÅD 1982 som i sin tur fick en remissupplaga 1992. TRÅD hade fyra operativa mål som arbetades efter (Englund, et.al., 2007):

- Att minska det totala trafikbehovet
- Att öka andelen gång- och cykeltrafik och andelen kollektivtrafik
- Att minska antalet konflikter i trafiken och deras svårighetsgrad, särskilt mellan gång- och cykeltrafik och biltrafik.
- Att anpassa biltrafiken storlek och hastighet till omgivningens krav på säkerhet, trygghet, god stadsmiljö och frihet från störningar av buller och avgaser.

I TRÅD används tre modeller för trafiksystemet och dess uppbyggnad (Englund, et.al., 2007). Dessa var Grannskapsmodellen, Trafiknätsmodellen samt Livsrumsmodellen vilket i upplaga -82 istället bestod av separering- och differentieringsprincipen från SCAFT.

Grannskapsmodellen är en beskrivning av bebyggelsen strukturering på lämpligt sätt. Trafiknätsmodellen är uppbyggnaden och behovet av trafiksystemet och dess trafik. Sista är Livsrumsmodellen vilket är sambandet mellan trafiken och människan och kraven samt konflikterna dem emellan.

Idag har dessa (SCAFT och TRÅD) blivit ersatta av en ny upplaga råd och riktlinjer vid namn Trafik för en attraktiv stad, även kallad TRAST. Detta är en samling skrifter vilket har som syfte att stödja vid planering av attraktiva, säkra och hållbara samhällen (Levander, 2019). TRAST är ett samarbete mellan Sveriges Kommuner och Landsting, Trafikverket samt Boverket och syftar på att skapa ett sammanhang mellan samhällsplanerare, beslutsfattare och andra aktörer som jobbar för utformning av en god och hållbar stad (Boverket, Trafikverket och SKL, 2015). TRAST har utöver huvuddokumentet Trafik för en attraktiv stad även tagit fram en samling av fördjupningsdokument som alla har olika inriktningar från handboken. En

av dessa är Trafiksäkra staden som är framtagen för kommuner som underlag för hur man tar fram ett trafiksäkerhetsprogram för det kommunala trafiksäkerhetsarbetet.

I TRAST fördjupning mot trafiksäkerhet har de arbetat fram en process för att visa på en systematisk arbetsprocess som är målinriktad och leder till en åtgärdsplan (Trafikverket och SKL, 2013). Denna process är indelad i flera steg: Initiering, Trafikolyckornas konsekvenser, målformulering och förankring, åtgärdsplan och förankring samt genomförande och uppföljning. Dessa delprocesser presenteras i bilden nedan.



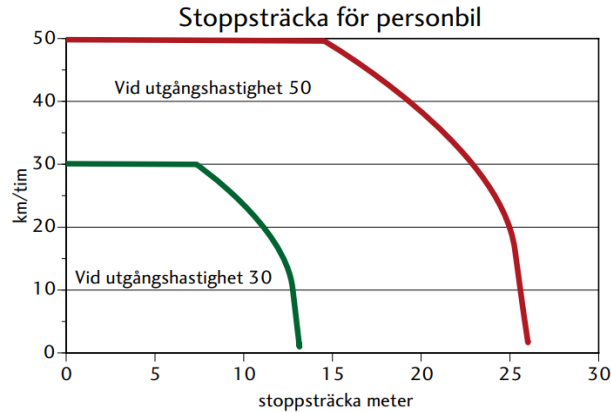
Figur 4 – Process för ett kommunalt trafiksäkerhetsprogram (Trafikverket och SKL, 2013)

Första delmomentet initiering syftar på att samla den information, kunskap och argument som finns till programmet. Den andra delen i processen Trafikolyckornas konsekvenser är den del som ger en bild av de följder som trafikolyckorna ger och de hälsoförluster samt samhällsekonomiska förlusterna. Detta görs för att få en djupare bild som är baserad på fakta (Trafikverket och SKL, 2013).

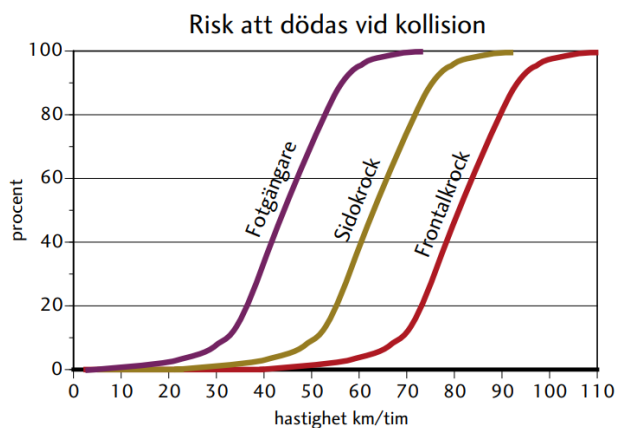
Del tre i processen är förankring och mål, handlar om att sätta upp mål för att nå de krav och mål som är beslutade på nationell och EU nivå för att sedan förankra och kvalitetssäkra dem. Åtgärdsplanen syftar på att ta fram en plan för att på ett systematiskt sätt nå de mål som beslutats om i tidigare moment. Sist kommer genomförande och uppföljning vilket är bryggan mellan planen och planeringsprocessen.

3.1.2.2 Hastighetssäkrande åtgärder

En central roll i trafiksäkerhet är hastighet vilket gör hastighetssäkrande åtgärder en stor del av trafiksäkerhetsarbetet (Englund, et.al., 2007). Detta kan härledas till att hastigheten korrelerar med stoppsträckan (Se figur 5), men speciellt konsekvenserna av en olycka (Se figur 6). Enligt Christer Hydén (2010) påverkar en sänkt hastighet två faktorer. Först minskar risken att en olycka kommer ske genom en ökning av förarens möjlighet att förhindra den. Det andra är att skadeföljden minskar och kan bli lindrigare vid minskad hastighet. I de fall där hastigheten sänkts har antalet dödade minskat med 25 % och de skadade minskade med upp till 15 % (Hydén, Jonsson, Linderholm, & Towliat, 2008). Störst effekt gav de orter som sänkt hastigheten på hela eller större delarna av huvudgatunätet jämfört med de som sänkt på specifika ställen.



Figur 5 – Stoppsträcka för personbil (Trafikverket och SKL, 2008)



Figur 6 – Risk att dödas vid kollision (Trafikverket och SKL, 2008)

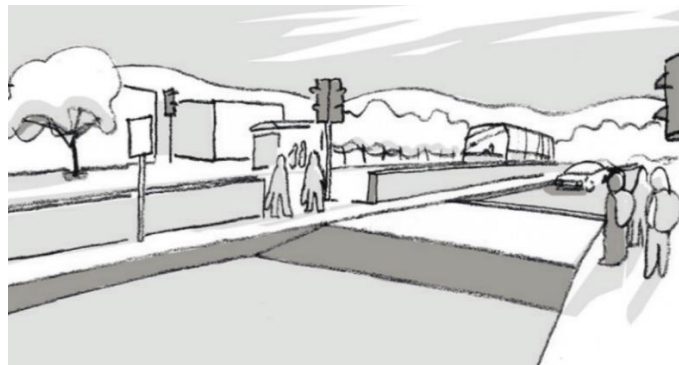
Valet av hastighet beror på flera faktorer men hastighetsgränser, vägförhållanden samt väggeometri är klara faktorer (Haglund & Åberg, 1990). I Sverige infördes till en början hastighetsbegränsningar på 30,50,70,90 och 110 km/h men senare efter uppdrag från regeringen infördes även 40, 60, 80, 100 och 120 för att då ha hastighetsbegränsningar i 10km/h intervall mellan 30 och 120km/h (Hydén, Trafiken i den hållbara staden, 2010). Vilken hastighet som används utgår från vägens utformning samt andra faktorer som omkringliggande miljö samt tillgänglighet och säkerhetsgraden på vägen.

Inom samtliga tätbebyggda områden är det kommunerna som beslutar om hastighetsgränserna, detta oavsett väghållare (Statlig eller kommunal). Tidigare var dessa reglerade till att vara 30- eller 50km/h men efter augusti 2008 så gäller hastighetsval mellan 30 och 110km/h (3kap 17§ TrF). Innan beslut ska polismyndighet samt väghållningsmyndigheten få yttra sig i frågan och sedan går det vidare till beslut. Kommunens beslut överprövas sedan av Länsstyrelsen följt av Transportstyrelsen (Trafikverket och SKL, 2008).

Vid hastighetssäkring används idag ett flertal åtgärder vilka kan delas upp i fyra olika typer. Vägdesign, Vägytans utformning, Trafikkontroller samt Övervakning. Inom dessa finns ett antal olika åtgärder för hastighetsäkrande åtgärder och därför presenteras nedan en del av dessa samt en kort förklaring av några få (Gustafsson, Jägerbrand, & Grumert, 2011).

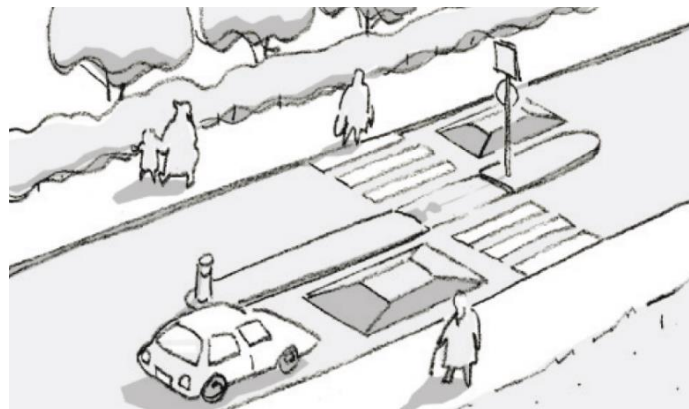
- Gupp
- Vägkudde
- Plåtå
- Våghåla
- Upphöjd korsning eller övergångsställe
- Avsmalning av körbana
- Chikan
- Refug
- Trafikö
- Cirkulationsplats
- Port
- Möblering i trafikmiljön
- Bullerräfflor

Gupp är mycket effektiva men då det endast är en punktlösning är det rekommenderat att ha dem utplacerade med ett avstånd som gör att de inte är möjligt att komma upp i hög hastighet mellan dem (Englund, et.al., 2007). Gupp kan ha olika utformning vilket bestäms av användare samt hastighet. En typ av gupp är plåtågupp, vanligt är att anlägga ett plåtågupp vid gångpassager (Trafikverket och SKL, 2015b).



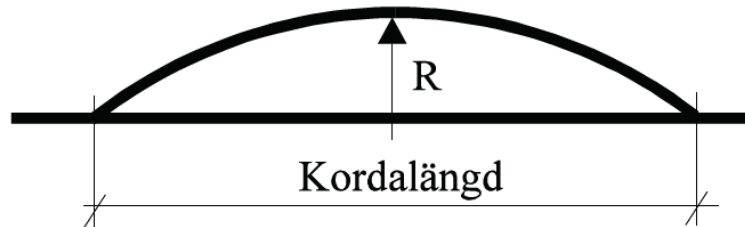
Figur 7 – Plåtågupp (Trafikverket och SKL, 2015b)

Sedan finns vägkudden vilket är ett gupp som gör det möjligt för större uttryckningsfordon och bussar att passera utan att behöva åka över.



Figur 8 – Vägkudde (Trafikverket och SKL, 2015b)

Cirkelguppet är ett simpelt gupp som sträcker sig över hela vägbanan och är cirkulärt formad enligt bilden nedan (Se figur 9). Cirkelguppet är lämpligt att använda på en sträcka där hastighetsäkning behövs och då med flera utplacerade med ett mellanrum som försvårar körning i högre hastighet än reglerat på sträckan.



Figur 9 – Cirkelgupp (Trafikverket och SKL, 2015b)

Portar används som hastighetsäkrande åtgärd vid entré till ett område. Dessa utformas genom förskjutning av körbanor med eller utan körbaneavsmalning vilket bryter den visuella ledningen.



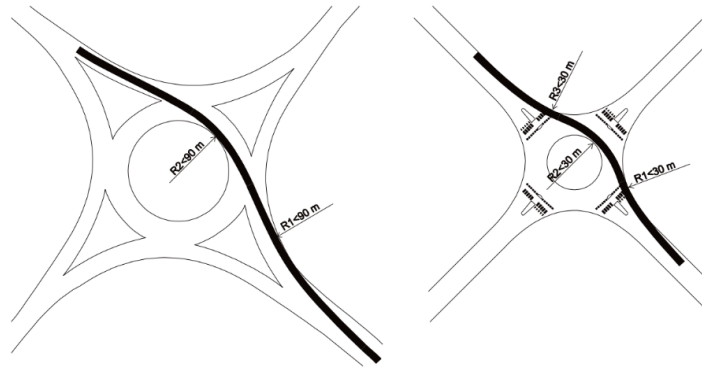
Figur 10 – Port in i tätort (Trafikverket och SKL, 2015b)

3.1.2.3 Cirkulationsplatser

I tätorter idag används cirkulationsplatser allt mer ofta. Dessa typer av korsningsutformning har en del olika trafiksäkerhetsaspekter (Hydén, Trafiken i den hållbara staden, 2010).

- Korsningspunkterna blir färre
- Kollisionsvinkeln mellan fordon minskar vilket reducerar krockvåldet
- Färre stopp i jämförelse med signalreglerad korsning
- Endast en färdriktning vilket gör det mer sannolikt att upptäcka andra trafikanter
- Underlätta vänstersvängar
- Jämnt flöde av trafik

Vad gäller de hastighetsäkrande åtgärderna har utformning av körspåret för fordonen en stor påverkan. Valet av radie till av- och påfarter samt radien i cirkulationsplatsen kan avgöra vilket hastighet cirkulationsplatsen kan färdas igenom (Se figur 10). Vad gäller trafiksäkerheten i en cirkulationsplats spelar anslutningar in i cirkulationsplatsen roll i trafiksäkerheten, detta då olycksrisken och skaderisken ökar vid exempelvis fyra anslutningar gentemot tre (Brülde & Larsson, 1999).



Figur 11 – Körspår genom cirkulationsplats (Trafikverket och SKL, 2015b)

3.1.2.4 Fysiska trafiksäkerhetsåtgärder utanför tätort

För att studera skillnaden och övergången mellan de fysiska åtgärder som används för trafiksäkerhet i tätort och på landsbygden har en kort genomgång av landsbygdsåtgärder studerats.

Utanför tätorter uppdelas vägar i olika klassningar för reglering och planeringsmetoder, dessa är: Nationella, regionala och lokala vägar. Vidare finns även klassningar som: Europavägar, riksvägar, primära, sekundära och tertiära länsvägar (Englund, et.al., 2007).

I en rapport från VTI presenteras fysiska åtgärder för trafiksäkerhet (Thomas & Vadeby, 2007). De börjar med mötesseparation med mitträcke som presenteras som en klart positiv åtgärd för trafiksäkerhet. Denna mötesseparation lämpar sig på vägar med tvärsnitt mellan 12,5 till 13 meter och avser en så kallad 2+1 väg. Till denna åtgärd bör sidoområdet förbättras och sidoräcken införas. Därefter presenteras frästa räfflor i kanter och/eller intill mitten på motorväg, motortrafikled och landsväg av storlek 9 meter eller bredare. Denna åtgärd bedöms dock som ett osäkert kunskapsläge för en bedömning. Som nämnt vid mötesseparation så är förlåtande sidoområde en positivt klassad åtgärd. Denna åtgärd innebär att man kan ta bort farliga hinder som förhindrar plötsliga stopp och avser att mildra skadeverkningar när bilar kör av vägen. Även på landsvägar lämpar sig cirkulationsplatser, som då minskar konfliktpunkter, sänker hastigheten, eliminerar vänstersvängar samt konfliktpunkten blir i spetsig vinkel. Sedan nämner de två underhållsåtgärder i form av vinterväghållning samt beläggningsåtgärd där det förstnämnda visats ha en positiv effekt medan den andra har osäkert kunskapsläge för bedömning. Vinterväghållningen syftar på att minska halka genom att forsla bort lös snö som minskar grepp mot vägbanan. Beläggningsåtgärd är underhållsarbete som att åtgärda spår-bildning samt hål i vägbanan (Thomas & Vadeby, 2007).

Vägar och gators utformning, VGU ställer i rapporten Krav för vägar och gators utformning ett par krav för säkerhet på vägar utanför tätorter (Trafikverket och SKL, 2015a). I denna rapport presenteras även åtgärder som användning av räcke. Detta för att skapa mittseparering mellan mötande trafik samt för att skapa en säkerhetsbarriär mellan vägbanan och järnvägsspår. Här nämner de dessutom skiljeremisar, uppställningsytor och framkomlighetskrav för uttryckningsfordon samt hastighetsdämpande åtgärder (Trafikverket och SKL, 2015a). På landsbygd ställer VGU även krav på plankorsningar. Dessa kan tillåtas på enstaka vägar som är enfältsväg eller tvåfältsvägar med hastigheter under 80 km/h. Dock gäller att vid byggnation av en ny väg med dubbelspår, en äldre väg byggs om till sträcka med dubbelspår, en ny sträcka med hastighet över 80 km/h byggs eller då en äldre väg byggs om till en sträcka

med hastighet över 80 km/h måste sträckan vara fri från korsning i plan (Trafikverket och SKL, 2015a).

Vad gäller litteratur kopplat till fysiska åtgärder för trafiksäkerhet kopplat till autonom körning har ingen relevant litteratur hittats under studien.

3.1.3 Uppföljning och utvärdering av trafiksäkerheten

Då trafiksäkerheten arbetar efter nollvisionens mål till 2020 där Trafikverket är en stor aktör, då de har fått som uppgift att leda övergripande samverkan i trafiksäkerhetsarbetet för vägtrafik. De tar därför fram en rapport årligen om nuläget samt utvecklingen från föregående åt vilket görs utifrån ett par indikatorer som presenteras nedan.

1. Hastighetsefterlevnad, statligt vägnät
2. Hastighetsefterlevnad, kommunalt vägnät
3. Nykter trafik
4. Bältesanvändning
5. Hälmanvändning
 - Cykelhjälm
 - Mopedhjälm
6. Säkra personbilar
7. Ökad regelefterlevnad bland motorcyklister
8. Säkra statliga vägar
9. Säkra gång-, cykel- och mopedpassager i tätort
10. Underhåll av gång-, cykel- och mopedvägar
11. Systematiskt trafiksäkerhetsarbete

Utifrån den rapport som kommit ut från 2018 syns en tydlig trend i att arbetet mot 2020-målen utvecklas negativt. Målet med omkomna i trafiken ligger 2018 på 35 % över den nivå som bör ha uppnåtts för att kunna nå målet till 2020. Däremot är antalet allvarligt skadade i trafiken i nivå med den nivå som följer målet. Enligt rapporten kommer inte målen till 2020 nås på de flesta indikatorer och utifrån detta har trafikverket arbetat fram en aktionsplan för 2019-2022 tillsammans med myndigheter och aktörer som är berörda. Denna plan presenterar 111 åtgärder som ska leda till en ökning trafiksäkerhet på väg (Trafikverket, 2019a).

Ett konstaterande som görs i rapporten är att vägsystemet inte är dimensionerat efter människans fysiska och mentala förmågor. Att den anpassning av infrastrukturens och fordonens säkerhet som råder idag inte heller är tillräcklig. En anpassning måste alltså ske, antingen om det är från systemets sida att öka säkerheten på infrastrukturen och fordonen eller att sänka graden som krävs på vägar genom sänkta hastigheter och efterlevnaden efter dessa (Trafikverket, 2019a).

3.1.4 Trafiksäkerhetsplaneringens vinteranpassning

I tätorter är drift- och underhållsarbete på vägar och intilliggande vägbanor ibland krävande. Detta arbete är det kommunerna själva som ansvarar för, men hur de går tillväga varierar. En del kommuner tar hand om arbetet själva medan andra tar och upphandlar skötseln till entreprenörer (Trafikverket och SKL, 2013).

Vid vinterväghållning är snöröjning samt halkbekämpning de vanligaste problemen. Inom snöröjning genomförs en del olika bekämpningsmetoder för att ta hand om snö och is. Den vanligaste metoden är plogning men andra metoder är också snöbortforsling, vallavskärning,

isrivning (Ljungberg, 2001). För plogning används olika kategorier av plogar vilka har olika syften. Frontplogar är den vanligaste typen och monteras fram på ett fordon. Frontplogen kan delas in i olika underkategorier, Spetsplogar, moddplogar, diagonalplogar och kommunalblad, som är anpassade efter olika typer av miljöer. Utöver frontplogar finns även sidoplogar (Se figur 12) som monteras vid sidan på fordonet för att öka snöröjningsbredden, underplogar samt borstar.



Figur 12 – Lastbil med diagonalplog samt sidoplog (Mählers, 2019)

Vid snöröjning finns det en del problem och dessa speciellt i städer där mycket snö faller. Där är det inte bara en fråga om prioriteringar med vilken väg som ska skottas först utan även problemet med att snöhögar måste forslas bort för att inte skapa avrinningsproblem. Detta då snöröjningen tar med sig salter och mikroplaster, vilka följer med dagvattnet ner i avrinningssystemen (Trafikverket och SKL, 2013).

På grund av detta föroreningsproblem arbetas det fram andra alternativ för att ersätta dagens halkbekämpningsmedel: I dag används bland annat en kemisk bekämpning genom användning av salt vilket påskyndar snösmältningen på vägen. På senare tid har även andra kemiska produkter testats, ett exempel på detta är socker som inte smälter snön eller isen men kan motverka plötslig isbildning. Det används även en mekanisk bekämpning på andra ställen där man sprider sand eller stenkross samt isrivningshyvling (Trafikverket och SKL, 2013).

Vid snöröjning kan en del positiva och negativa utfall följa, exempel på detta är då skottning genomförs på vägar kan inte alltid hela körbanan skottas. Detta leder till en minskning av körfältens bredd och detta kan då leda till en sänkning av hastighet för de fordon som färdas på vägen, vilket leder till en ökad trafiksäkerhet (Gruhs, et.al., 2011). En negativ aspekt som kan följa av detta är då avsmalning sker färdas fordonen på vägen i samma spår vilket leder till att slitaget på just dessa ställen blir större och kan därigenom bilda körspår i asfalten.

Effekterna av dessa vinterväghållningsåtgärder är viktiga för trafiksäkerheten på trafiksystemet. Den ökar tryggheten väsentligt samt har stor betydelse för framkomlighet. Ett exempel på hur detta är att på vägar där det normalt saltas körs det fortare än på vägar som normalt i saltas, trots detta reducerar saltningen riskerna för olycka med 20 % (Trafikverket och SKL, 2013).

3.2 Fordon

Till trafiksäkerhet hör även fordon och deras uppbyggnad samt funktion, vilket inom trafiksäkerheten benämns som aktiv säkerhet (Englund, et.al., 2007). För att ett fordon ska kunna färdas säkert i trafiken krävs att fordonet är utrustat med en del vitala element.

- Manövreringsorgan för hastighetsreglering samt styrning av fordon.
- Stabilitet i fordonet för att motverka vältrisk samt under- och överstyrning.
- Styrbarhet vilket syftar på krafterna mellan fordon och vägbanan. Styrbarhet beror på styrgeometrin i fordonet och den maximala sidfriktion och sidkrafter som fordonet kan belastas med.
- Bromsförmåga, vilken beror på däck- och vägfriktion samt bromssystemets reaktionstid.
- Utrymmesbehov vilket är den yta som fordonet behöver för att manövreras exempelvis i kurvor eller på vändplatser.

Fordon finns i många olika typer med olika funktioner. Exempel på fordon är bil, lastbil, buss, motorcykel, cykel eller traktor. Och har som uppgift att transportera gods eller personer och djur. Vad gäller säkerhet i fordonen delas den upp i två kategorier, krocksäkerhet och körsäkerhet. Körsäkerheten är de egenskaper som minskar risken att olyckor sker, detta genom väghållningen, bromsar samt förarens sikt. Med krocksäkerheten menas de aspekter som skyddar vid olycka. Exempel på detta är bälte och krockkudde (Trafikverket och SKL, 2013).

Men teknikutvecklingen utvecklas fordonen i trafiken med datorer och mätinstrument i fordonen som kan mäta position, hastighet m.m. (Englund, Gregersen, Hydén, Lövsund, & Åberg, 2007). Fordonen kommer med den tekniska utvecklingen att hjälpa föraren mer och mer med information som vägval och vägförhållanden. Med en ökad grad teknik och tekniska hjälpmedel i fordonen låter man fordonet ta över mer för att underlätta för föraren i sin körning.

För ökad säkerhet har fordon utvecklats med tekniska hjälpmedel för att dels hjälpa föraren med olika delar av framförandet av fordonet men även som förhindrar eller förebygger risktagande i trafiken. Detta är exempelvis manöverstöd, krockskydd osv. Nedan presenteras de tekniska stöd som visats ha positiv påverkan på trafiksäkerhet både hos förare samt för infrastrukturen, Samt en kort förklaring för vad de har för funktion för trafiksäkerheten (Almqvist, Varhelyi, & Larsson, 2010).

- Alkolås
 - Färre alkoholpåverkade i trafiken
- Bältespåminnare
 - Större grad av bältesanvändning
- Automatisk lagring av färddata
 - Datakällor till utredning samt bättre regelefterlevnad.
- Adaptiv farthållare
 - Bättre anpassning till trafikflödet
- Hastighetsanpassare
 - Bättre anpassning av hastigheter

- Körfältsstöd
 - Minskar risken för avkörning och kollisioner
- Kollisionsvarnare
 - Snabbare reaktion vid kritisk situation
- Larmfunktion (e-call)
 - Snabbare räddningsinsats
- Däcklufttrycks kontroll
 - Minskad användning av olämpliga däcktillstånd
- Antisladdsystem
 - Förhindrar förlorad kontroll av fordonet

Utöver dessa finns det andra tekniska stöd men utifrån undersökningar syns ingen tydlig positiv effekt av dessa utan de har både positiv och negativ effekt. Exempel på detta är ABS-broms som kan ha motsatt effekt då förare anpassar sin körning över systemets förmåga. Trötthetsvarnare kan också ha en motsatt effekt då förare väljer att köra trötta då de litar på att systemet säger till då de behöver ta en paus vilket kan bidra till en sämre körförmåga (Almqvist, et.al., 2010).

3.2.1 Teknik för utveckling av autonomi

Samverkan mellan fordon och fordon eller mellan fordon och infrastrukturen har det arbetats med länge. Sedan tidigare finns det system som samtalar med föraren genom information om trafiken via dess förare, dessa kan vara exempelvis hastighetsskyltar som varnar för att hastigheten är för hög jämfört med hastighetsgränsen (Gustafsson, Jägerbrand, & Grumert, 2011). Eller exempelvis övergångsställen med signal som lyser eller blinkar då en fotgängare eller cyklist närmar sig ett övergångsställe.

Men framtida förhoppningar är att informationen istället ska gå direkt till fordonet, antingen från ett annat fordon till ett annat eller från själva infrastrukturen (Gustafsson, et.al., 2011). Denna typ av system kallas för ITS (Intelligent transport system) och omfattar användandet av informations- och kommunikationsteknik (Arrias, et.al., 2014). Inom vägtrafikteknik kan ITS användas för ökat trafikflöde, trafiksäkerhet m.fl.

Inom ITS utvecklas det idag samverkanssystem som gör det möjligt för direkt interaktion mellan både fordon och fordon (V2V), mellan fordon och infrastrukturen (V2I) samt mellan infrastruktur och infrastruktur (I2I) (Arrias, et.al., 2014). Denna teknologi kallas samverkande intelligenta transportsystem eller C-ITS (Europeiska Kommissionen, 2016). Detta system kommer ge trafikledning och alla typer av trafikanter möjligheten att ta del av information för att med hjälp av denna information samordna och planera rutter för ökad trafiksäkerhet och flöde. Denna EU standard kommer vara vital för att fordon från olika tillverkare ska kunna använda systemen och kunna kommunicera med varandra och infrastrukturen (Arrias, o.a., 2014). Denna integrering av kommunikation för samverkan, uppkoppling samt automatisering kommer inte bara vara vitala element i sig själv utan deras samverkan kommer komplettera de andra och tillslut kommer de vara så samverkande att de slås ihop till ett komplett system (Europeiska Kommissionen, 2016).

3.2.2 Autonoma fordon

Historien bakom autonoma eller självkörande fordon sträcker sig långt tillbaka till så tidigt som 1918 när visionen av självkörande bilar först kom på tal (Faisal, Yigitcanlar, Kamruzzaman, & Currie, 2019). Utvecklingen har sedan dess sakta accelererat med första konceptet för ett självkörande fordon vid 1939 följda av olika forskningsprojekt över hela världen. Sedan dess har utvecklingen kommit långt och Volvo har sedan 2006 arbetat med autonoma fordon och introducerade 2017 ett testfordon med full autonom körning (Faisal, et.al., 2019). Många fordon har redan idag autonoma egenskaper i sina fordon, dock inte autonomi av högre grad vilket motsvarar fullt självkörande.

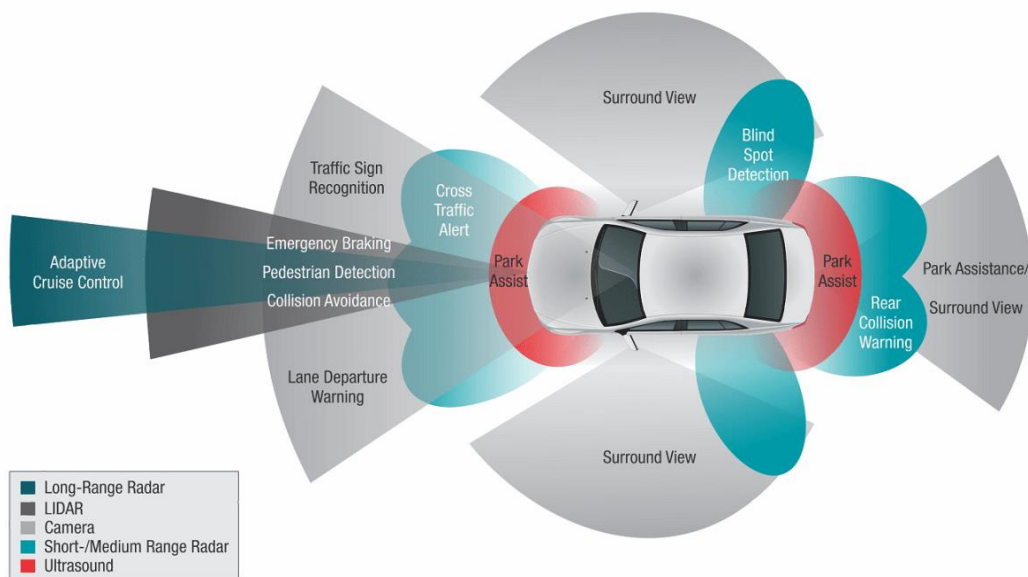
Autonom teknologi kan definieras på olika sätt baserat på hur tekniken används och fungerar, för att klassa denna variation har SAE international tagit fram 6 nivåer av autonomi för att på ett enklare sätt förklara tekniken och dess variation (Kristoffersson, Pernestål Brenden, & Mattsson, 2017) (Trafikverket, 2019c).

- Nivå 0 – Ingen automation
- Nivå 1 – Förarstöd. Exempelvis adaptiv farthållare.
- Nivå 2 – Partiell automation. Förarstöd för styrning, acceleration och inbromsning.
- Nivå 3 – Villkorlig automation. Fordonet kan ta över körningen fullt ut under vissa förhållanden. Föraren måste vara med att ta över när som helst.
- Nivå 4 – Hög nivå av automation. Fordonet kan ta över körningen fullt ut under vissa förhållanden. Fordonet ska också kunna stanna säkert om föraren inte kan ta över.
- Nivå 5 – Full automation. Fordonet klarar körning på alla vägsträckor under alla förhållanden.

National Highway traffic safety administration (NHTSA) har också tagit fram en nivåklassificering av autonomi vilket består av 5 nivåer istället för 6 (Arrias, o.a., 2014). Nivåer 0 – 3 är liknande SAE international:s klassning. Nivå 4 i NHTSA är vad som skiljer dem åt då NHTSA inte särskiljer mellan full autonomi i särskilda förhållanden och full autonomi i alla förhållanden. De slår istället ihop dem till en och samma nivå, NHTSA:s nivå 4 motsvarar alltså både 4 och 5 i SAE international:s klassning. I denna rapport är det SAE international:s klassning med nivåer 0 till 5 som används.

3.2.2.1 Sensorer och informationsinsamling

För att kunna uppnå autonomi krävs att fordonet är utrustat för att kunna navigera miljöer av olika slag. Detta görs med flertalet avancerade sensorer, GPS:er, kameror och dataprocessorer som med hjälp av bildanalytiska mjukvaror samt beslutstagande algoritmer skapar en bild som en dator sedan använder för att styra fordonet rätt (se figur 13).



Figur 13 – Sensorer på ett autonomt fordon (Nikolic, Agarwal, Williams, & Pearson, 2013)

Med radar som kan användas både på långt och kort avstånd kan fordonet anpassa sig till både närliggande fordon som fordon långt fram. Som bilden ovan (Se figur 13) indikerar kan Radar användas för adaptiv farthållare samt till döda vinkeln sensorer och backsensorer. Radar är en teknik som använder sig av radiovågor som skickas ut och studsas tillbaka för att mäta avstånd. Denna teknik är bra då väder som dimma inte påverkar denna signal (Karlsson & Wikström, 2018).

LIDAR är ett liknande koncept som använder sig av laserljusvågor istället för radiovågor för att skapa, med hjälp av dataanalys, en bild av sin omgivning. Detta gör att tekniken kan ta fram en bild av omgivningen och analysera för avstånd, identifiera objektet samt hur de rör sig (Karlsson & Wikström, 2018). Denna teknik används som detektor för exempelvis andra trafikanter som gående och cyklister samt som kollisionsvarnare. Denna teknik är dock känslig mot väder vilket gör den oanvändbar ensam men viktig i kombination med andra.

För att läsa av trafikskyltar och trafikmarkering används kameror. Denna identifiering görs genom att bilder analyseras med artificiell intelligens (AI) genom att studera färger (Karlsson & Wikström, 2018). Precis som LIDAR är detta system känsligt, om en skylt är delvis övertäckt, att vädret är dåligt eller att det är mörkt och ljuset bländar kan AI:n få problem att identifiera informationen.

Sist använder de flesta fordon även ultraljud för att mäta korta avstånd för assistans vid parkering eller då oönskade objekt kommer in framför fordonet i låga hastigheter. Denna teknik kan användas som komplement till kamerorna på korta distanser då denna teknik är mer noggrann än de andra teknikerna (Karlsson & Wikström, 2018).

3.2.3 Fordon och vinterförhållanden

Vid vinterväglag är det oftast friktionen mellan väglag och fordonet som är problemet, därför sker idag forskning kring just detta ämne och tekniska lösningar utvecklas utifrån just friktion och kontroll. Ett exempel på detta är fordons antisladdsystem som förhindrar föraren att förlora kontrollen vid sladd (Trafikverket och SKL, 2013).

För att öka friktionen vid vinterväglag används vinterdäck vilka är anpassade efter att öka friktion mellan däck och underlag som snö och is (Tuononen & Sainio, 2014). Vinterdäck som används i Skandinavien delas in i två olika typer. Friktionsdäck är ett vinterdäck vilket har en mjukare gummiblandning samt att kontaktytans del av däckets är indelat i strimlor. Den andra modellen som används är Dubbdäck. Dessa är utrustade med ca 130 metallspikar i däckets för att öka greppet mot glatta ytor på vägen (Tuononen & Sainio, 2014). Utöver detta finns det en till variant på vinterdäck som är anpassad för vinterväglag i centrala och södra delar av Europa.



Figur 14 – Tre olika typer av vinterdäck. Från vänster: Friktionsdäck, Dubbdäck och centraleuropeiska vinterdäck (Tuononen & Sainio, 2014)

Vid studier där friktionsdäck och dubbdäck studerats visar det sig att dubbdäck och friktionsdäck har samma laterala stabilitetsgrad vid användning av fordon med antisladdsystem (Tuononen & Sainio, 2014). Däremot ger dubbdäck en 42 % signifikant effekt på olycksreducering vid studier med bilar utan antisladdsystem. I Norge har de, p.g.a. de negativa aspekter som dubbade vinterdäck medför, inför en avgift för att använda dubbdäck vilket har minskat användningen av dessa. Trots att de minskat användningen har de allvarliga trafikolyckorna inte ökat (Trafikverket, 2017). Här nämner de även att det enda förhållande där dubbdäck är bättre är på våt is.

En annan fråga som studerats är däremot om dubbade däck påverkar körytan på ett positivt vis då de tillför slitage på isytan och tar bort slätheten. I studien som Tuononen och Sainio genomfört kommer de fram till att användningen av dubbdäck borde minska till 25 – 50 % för att det i dessa fall inte finns någon risk att friktionen på isvägar blir för låg. Dock bör det inte ligga under 25 % då det visat sig i olycksstatistik att olycksfallen då kan öka (Tuononen & Sainio, 2014).

Även fast dubbdäcken kan ge ett bättre grepp vid låga temperaturer på is är detta däckvalet inte alltid det bästa ut miljösynpunkt. Dubbdäck tillför en ökning av vägslitage och slitage av markeringar på vägen (Tuononen & Sainio, 2014). Detta skapar både säkerhetsbekymmer men också ekonomiska problem. Dessutom ger dubbdäck en ökning i partikelemissioner samt ökat buller.

Det finns studier om hur mjukvaran i autonoma fordon ska använda modeller för algoritmer som hjälper att kontrollera antisladd och tappad kontroll av fordon men detta är det enda gällande vinterväglag och autonoma fordon som hittats under litteraturstudien (Fang, et.al., 2011).

3.2.4 Försöksverksamhet för autonoma fordon i och utanför Sverige

Utvecklingen av autonoma fordon har det forskats om länge. Teknologin har redan idag kommit en bit på vägen och idag kör autonoma fordon på vägar i en del länder. Det är dock inte bara fordonstillverkare som har visat intresse för denna typ av teknologi utan försöksverksamheten är bred och det är många olika företag och organisationer som medverkar i dessa över hela världen. Nedan presenteras två av de projekt som arbetas och testas idag.

3.2.4.1 Drive me (Göteborg, Sverige)

Drive me är ett av världens första storskaliga projekt vad gäller autonoma fordon. Projektet drivs av Volvo Car Group, Trafikverket, Transportstyrelsen, Lindholmen Science Park och Göteborgs Stad (Lindholmen Science Park, 2013). Projektet, som med stöd från den svenska regeringen, syftar på att studera de samhällsfaktorer som kan påverkas vid autonom körning. 100 stycken autonoma fordon på en 5 mil lång sträcka på Göteborg tätorts allmänna vägar.



Figur 15 – Drive me-slingan i Göteborg stad (Trafikverket, Movea Trafikkonsult, 2018)

Projektet arbetar efter ett par olika fokusområden som exempelvis är: Hur autonoma fordon kan ge samhälleliga och ekonomiska fördelar i form av förbättringar av trafikflöde, miljö och säkerhet. Om det finns infrastrukturkrav för autonom körning, vilka trafiksituationer som är lämpliga för självkörande fordon, kundernas förtroende för självkörande fordon samt hur förare i omgivningen smidigt kan interagera med en självkörande bil.

3.2.4.2 Waymo (Phoenix, USA)

Waymo, före detta Google self-driving car projekt, är ett teknikföretag under Googles moderbolag Alphabet Inc och startades 2009 då de påbörjade sin forskning kring helt förarlösa fordon. Företaget siktar mot att göra transporter lätta och säkra med sina autonoma fordon (Waymo, 2019a).

De har sedan dess kört över 8 miljoner kilometer i sex städer i USA och de har kört över 8 miljarder simuleringskilometer (Waymo, 2018). Det har även lanserat en egen bil de kallar Firefly (Se figur 16) vilket är ett fordon helt utan ratt och pedaler. Sedan 2017 har de testkört sina fordon på allmänna vägar utan personer i förarsätet och arbetar idag med utvecklingen av Waymo för större fordon som lastbilar (Waymo, 2019a).



Figur 16 – Waymos Firefly (Waymo, 2019b)

3.2.4.3 Andra försöksverksamheter

Förutom Drive me och Waymos testprojekt finns andra som arbetar med liknande projekt. Många av dessa arbetar med bussar som kör på bestämd rutt utan förare (Trafikverket, 2019c). Detta bland annat i Rotterdam i Nederländerna där sex autonoma bussar trafikerar gatorna helt utan förare och kör upp till 20 passagerare på en sträcka som är 1800 meter. Ett företag vid namn WEpod testar även de, i Nederländerna, en eldriven buss för sex personer.

I Storbritannien sker det även testverksamhet från GATEway samt UK Autodrive. De testar bland annat autonoma elbilar i låga hastigheter på gågator i en stad (Trafikverket, 2019c).

CityMobil2 är ett storskaliga projekt som genomförts ibland annat Grekland och Frankrike (Trafikverket, 2019c). Detta projekt är finansierat av EU och syftar till att tillhandahålla trafik med autonoma bussar.

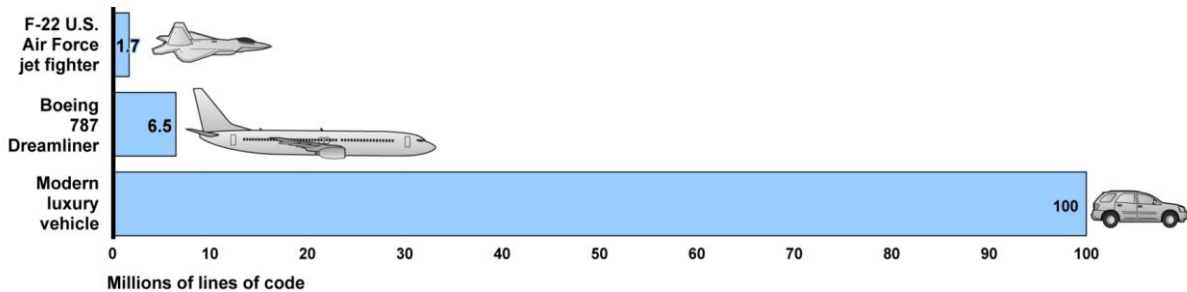
Förutom tester i Europa och Amerika pågår en del projekt i Asien, med självkörande taxi i Japan samt andra försöksverksamheter i Singapore, Kina och Sydkorea (Trafikverket, 2019c).

3.2.5 Utvecklingsområden och problematik

Det finns många olika visioner när autonoma fordons kommer bli verklighet. De som ser från en optimistisk syn tror att vid 2030 kommer de autonoma fordonen vara så pass billiga och säkra att de kommer ta över fordonsflottan (Litman, 2019). Dock ligger fokus för tillverkare på när teknologin är redo för implementering och inte när samhället är redo eller när styrmedel finns för implementering (Arrias, et.al., 2014). Litman (2019) menar att synen med implementering är för optimistisk och att alla olika faktorer som bör redas ut kommer kräva längre tid att utreda och testas. Exempel på detta är körning i vinterklimat eller på vägar som inte är asfalterade men också ämnen som ansvar och datahantering.

Dessutom finns det specialfall som kan vara svåra för en dator att hantera, detta kan exempelvis vara då någon passerar framför ett fordon. Datorn måste kunna kategorisera denna

person vilket ibland kan vara svårt beroende på vad personen klär sig i och hur denna beter sig, exempel på ett sådant problem kan vara maskeringar eller om folk bär konstigt formade föremål vilket gör siluetter eller formen annorlunda och svåra att identifiera. Detta gör att ett fordon i vägtrafik kräver en större och mer komplex mjukvara för att klara en vardag (Litman, 2019).



Figur 17 – Jämförelse av mängd kod som krävs p.g.a. komplexiteten i interaktioner vid körning (Litman, 2019)

Enligt en omfattande litteraturgenomgång av forskning och utveckling gällande autonom körning, genomförd av Viktoria Swedish ICT, togs olika forskningsområden fram. Dessa områden identifierades som utmaningsområden och kommer behövas att utvecklas i framtiden (Arrias, et.al., 2014). Dessa presenteras nedan med en kort förklaring.

Ansvarsfrågan – Som behandlar frågan om ansvaret då föraren inte längre kontrollerar fordonet och vem som blir ansvarig vid eventuell olycka bl.a.

Mänskliga faktorn – Då autonoma fordon inte kommer gå direkt till nivå 5 av autonomi kommer den mänskliga faktorn vara en del av körningen en bit in i framtiden. Därför kan forskning om hur människan anpassar sig till övergången både på lång samt kort sikt vara aktuell.

Autonom körning i blandad trafik – Då införandet kommer ske i vågor och i olika nivåer av autonomi kommer ett utvecklingsarbete för hur dessa ska föra sig i trafiken. Om det kommer behövas en separering mellan icke autonoma- och autonoma fordon eller inte.

Datahantering – Nytt för fordonsindustrin är den data som kommer behövas att samlas in och hanteras av fordon. Hur denna data hanteras och lagras kommer behövas utvärderas och utvecklas.

Tillförlitlighet – Hur ett fordon tar sig kring oförutsägbara förhållanden. Att föraren blir informerad om att ta över kontrollen i tid för anpassning för trafiksituation.

Kommunikation – Utveckling av kommunikationen mellan det tekniska systemen, hur fordonet kommunicerar med andra fordon eller mellan fordon och infrastrukturen.

Utvärderingsmetoder – Detta område handlar om hur utvärdering av dessa nya teknologier påverkar samhället utifrån olika aspekter som trafiksäkerhet, samhällsplanering etc.

3.2.6 Framtidsscenarion

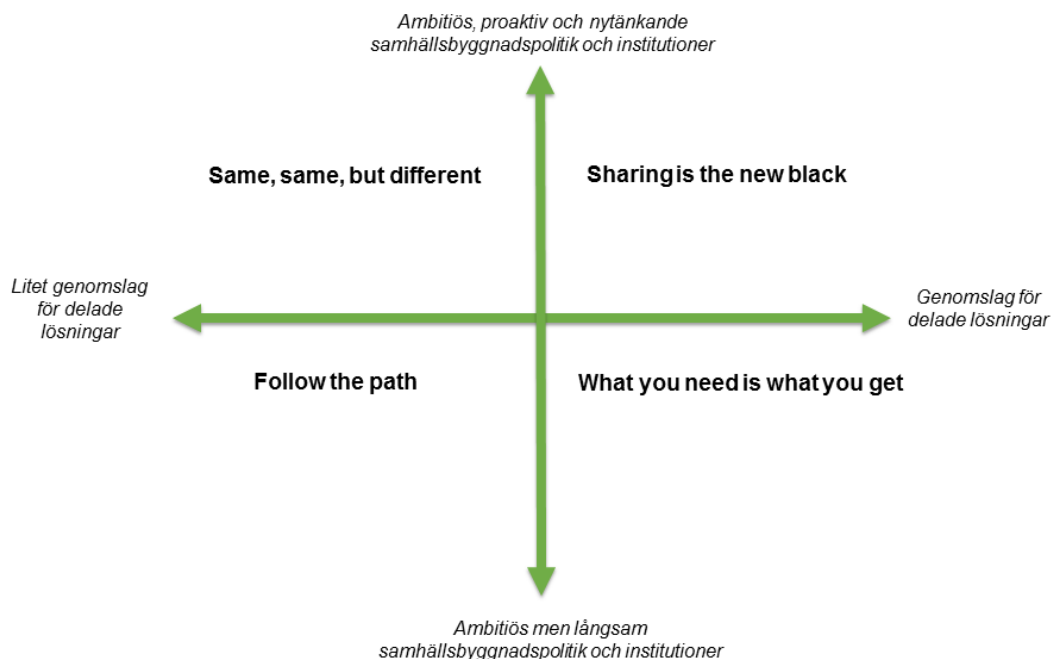
Nedan presenteras två olika modeller för hur framtiden kan komma att se ut, dessa har tagits fram baserat på människors syn på autonoma fordon samt hur olika forskare ser på teknologin och dess framsteg.

3.2.6.1 De fyra framtidsscenarierna

I rapporten "Framtidsscenarier för självkörande fordon på väg" presenteras fyra framtidsscenarier för persontransporter (Kristoffersson, et.al., 2017). Dessa scenarier är baserade på två faktorer. Hur omfattande människor anammar delningsekonomin och i vilken utsträckning detta speglas i de tjänster som kommit ut på marknaden. Hur politiken och institutioners mål följer och är nytänkande om hur samhället kommer förändras. Utifrån dessa togs fyra framtidsscenarios fram för situationen i Sverige 2030:

- Same, same, but different
- Sharing is the new black
- Follow the path
- What you need is what you get

Dessa fyra olika scenarion presenterar olika typer av samhällen med olika användning av fordonsanvändning (Kristoffersson, et.al., 2017). Detta arbete ger vikt i betydelsen av samhällsbyggnadspolitiken och att den måste arbetas med på ett proaktivt vis för att gynna och styra utvecklingen av autonomin åt en hållbar och socialt hållbar riktning.



Figur 18 – Framtidsscenarierna för självkörande bilar i Sverige (Kristoffersson, et.al., 2017)

Same, same, but different

Ett scenario där samhället är sparsam med anammande av den teknologi och utveckling som presenteras. Samtidigt som samhällsbyggnadspolitiken är framåttänkande med reglering som trängselskatt för minskade trängsel inne tätbebyggda områden och energieffektivare lösningar för energi i ett försök för utveckling (Kristoffersson, et.al., 2017).

Sharing is the new black

Scenariot där allt faller på plats. Samhällsbyggnadspolitiken är proaktiv med nya stora satsningar som även samhället var positiva till förslagen och de lösningar som infördes. Man är inte rädd att dela med sig av personlig information för utvecklingen och tilliten till den offentliga sektorn är hög (Kristoffersson, et.al., 2017).

Follow the path

Detta scenario bygger på att utveckling av nya teknologier går långsamt framåt medan man väljer att fokusera på det som redan finns såsom röststyrning och VR m.fl. Samhället lever fast i sitt ”äga och inte dela” tänk och trafiken är dominerad av egenägda eller privatleasade personbilar. Staten är inte mycket bättre med frånvaro i stöd för nytänkande utveckling utan subventionering av moderna fordon (Kristoffersson, et.al., 2017).

What you need is what you get

En långsam men ambitiös framtid med öppenhet från samhället där skraddarsydda mobilitetstjänster är dominant och storbolagen har tagit över. Med personinfo som valuta är detta scenariot ett omfattande av all ny teknologi och skiftet mellan att äga själv till anpassade helhetskoncept i form av tjänster (Kristoffersson, et.al., 2017).

3.2.6.2 Tre faser mot framtiden

En annan vision på hur framtiden kan komma att se ut och hur implementeringen av autonoma fordon kommer att se ut har även studerats av Michele Bertoncello och Dominik Wee (2015). De har genom intervjuer med branschaktiva samt egna studier tagit fram ett revolutionsschema för tre olika faser fram till 2050 där de ser autonoma fordon som det primära transportmedlet.

Fas 1 är utvecklingsfasen med implementering hos industrier som gruvor och jordbruk men även andra kommer utveckla och implementera (Bertoncello & Wee, 2015). I fas 1 kommer även tillverkare ta fram strategier för hur de kommer gå tillväga med autonoma fordon samt att företag kommer utveckla modeller för hur människor tar sig med hjälp av tjänster som ”car sharing” och ”peer-to-peer rental”.

Fas 2 är starten för användandet av autonoma fordon hos den publika sidan men detta i små mängder (Bertoncello & Wee, 2015). Detta skulle skapa förändring inom olika områden. Exempel på detta är kundens syn på service, då tekniken är vital i autonoma fordon skulle fler söka sig till verifierade verkstäder för fordonsservice. Försäkring på fordonen kommer också ändras och bli anpassade efter att den mänskliga faktorn inte kommer vara en faktor i körandet. Med dessa fordon samt den smarta teknologin kommer tillverkningen utvecklas och minska tillverkningskostnad och öka produktiviteten i fabrikerna.

Fas 3, då autonoma fordon blir accepterad av den publika massan (Bertoncello & Wee, 2015). Detta skulle innebära att den tid som idag spenderas bakom ratten kan användas till annat vilket i snitt är 50 minuter per dag och användare. Parkering skulle inte vara ett problem längre då passagerare inte behöver parkera själv, fordonet kan även ta mindre plats då ingen behöver gå ur fordonet när den parkerat. Teknologin som används i fordonet kommer hjälpa utvecklingen av liknande teknologier. Sist kommer även denna stora implementering minska trafikolyckor drastiskt.

3.2.6.3 Utvecklingsområden för ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem

Trafikverket har, i rapporten Färdplan - För ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem (Palm, et.al., 2019), tagit fram åtgärder för olika utvecklingsområden identifierade inom områdena uppkopplat- och automatiserat vägtransportsystem. Specifikt har de tagit fram fyra åtgärder inom automatisering och dess effekter.

Automatiserad buss mellan noder på landsväg är åtgärd ett, och förslaget är att med ett pilotprojekt undersöka vad som krävs av det framtida vägtransportsystemet för att uppnå samma standard som de manuellt opererade bussar och dess tillgänglighet (Palm, et.al., 2019). Med denna åtgärd tror de att tillförlitligheten för kollektivtrafiken kommer öka och att denna åtgärd kommer generera en positiv miljö med mindre buller, bättre luftkvalitet samt en högre trafiksäkerhet.

Åtgärd två kallas Automatiserade godstransporter mellan noder och är även detta ett pilotprojekt fast med automatiserad samt elektrifierad godstransport (Palm, et.al., 2019). Denna åtgärd syftar på att undersöka vart automatiserade godstransporter kan tillföra mest för transportsystemet samt de förutsättningar och krav som ställs på infrastrukturen kring dessa. Denna åtgärds långsiktiga mål syftar på miljöns påverkan samt att minska de allvarliga olyckor som sker med tunga fordon på vägnätet då trafiksäkerheten tros öka.

Åtgärd tre, automatiserade fordon på statligt vägnät i dedikerat körfält är en vidareutveckling på de pilotprojekt som redan idag är verklighet (Palm, et.al., 2019). Här syftar man att med de vägnät som finns idag undersöka vad automatiserade fordon fungerar och interagerar med omgivningen och medtrafikanter. Denna åtgärd tror de har potentialen att öka trafiksäkerheten och förbättra miljön med buller och luftkvaliteten.

Den sista åtgärden inom automatisering är automatiserade robotar för underhåll av cykelinfrastrukturen (Palm, et.al., 2019). Denna åtgärd är riktad mot underhåll av cykelinfrastruktur för att kunna öka standarden av underhållet utan den kostnadsökning det skulle krävas utan automatiseringen. Denna åtgärd har som målbild att göra förutsättningarna för cyklister bättre under längre tid av året. Vilket skulle kunna innebära en ökning av andelen cyklister gentemot personbilar vilket skulle gynna klimatet och säkerheten för just cyklister.

3.2.7 Fordonsutvecklingens innebörd för väginfrastrukturens utveckling

Vid implementering av autonoma fordon kommer nivån av autonomi vara en stor faktor i hur trafiksäkerheten kommer att fungera. Exempelvis kan fordon utan full autonomi (t.o.m. Nivå 3) medföra en trafiksäkerhetsrisk då föraren eventuellt kan överskatta fordonets förmåga vilket kan leda till olycka då föraren inte är bered att ta över (Jussila Hammes, 2019). Om däremot ett fordon med full autonomi (Nivå 4 och 5) implementeras kan en marknadsandel på 10 procent minska trafikolyckor med 50 procent (Jussila Hammes, 2019).

Vad gäller framtida utformning av infrastrukturen då autonoma fordon införs i trafiksystemet kommer fordonet vara i stort behov av att kunna läsa av de trafikreglerande skyltar och aviseringar som finns ute i trafiken (Faisal, et.al., 2019). Detta har även trafikverket identifierat i rapporten Färdplan (Palm, et.al., 2019) där de skriver om utmaningen om att utvecklingen av väginfrastrukturen inte går lika snabbt som den digitala infrastrukturen.

Dessutom kommer snöröjning vara vital för att infrastrukturen ska kunna avläsas året om. Därför kommer drift och underhåll vara av stor vikt samt att det i framtiden kan krävas någon typ av förändring (Arrias, et.al., 2014). Om någon sådan förändring behövs kommer de inte

kunna implementeras direkt. Utan det kommer behövas utredningar för hur en sådan förändring kommer behöva se ut och vad som krävs av den. Därefter kan föreskrifter tas fram på hur denna förändring kommer att se ut.

Andra viktiga aspekter som kommer att behövas enligt Faisal et.al. (2019) är bland annat att uppdatera transportmodeller med nya antaganden, undersöka filanvändning och om av autonoma fordon kommer kunna använda samma fil som icke autonoma fordon, minska filbredden samt reducering eller omlokalisering av stadsnära parkeringsplatser.

Bland de förändringar som diskuterats är idén om ett smalare körfält eftersom ett autonomt fordon förväntas kunna på ett säkrare sätt färdas centralt i körfältet (Arrias, et.al., 2014). Dagens körfält är byggda med ett mått som låter förare kränga lite inom sitt körfält men med autonomi i fordonen kommer körfälten kunna smalna av till ca tre meter för tyngre fordon och ner till två meter för personbilar. En teknik som idag testas är magneter i vägbanan för att hjälpa fordonet med sin navigering och skulle underlätta vid slitage av vägmarkeringar. I och med utveckling av fordon och infrastruktur som kan samtala med varandra är geofencing en viktig aspekt att utreda (Palm, et.al., 2019). Detta verktyg använder position för informationsutskick och reglering, denna teknik skulle kunna användas för att effektivisera infrastrukturen med minskning av störning i trafiken, ökat tillförlitlighet samt hjälpa utryckningsfordon med räddningsgator m.fl.

3.2.8 Acceptans för- och påverkan av autonoma fordon

3.2.8.1 Påverkan vid implementering av autonoma fordon

Autonoma fordon förutspås kunna påverka trafikmiljön på ett positivt sätt. Med alla sensorer samt den datakraft som datorer har idag kommer ett autonomt fordon ha snabbare reaktionsförmågor än mänskliga förare (Fagnant & Kockelman, 2015). De kommer inte heller köra påverkade eller bryta mot trafiklagar. Dock kan denna nya teknik medföra nya risker som hackning av mjukvaran samt att hårdvaran slutar fungera (Litman, 2019).

Med all ny teknologi som tillkommer i autonoma fordon som exempelvis V2V och V2I kommer fordonet kunna planera sin körning på ett smartare sätt med miljöeffektivare inbromsningar som minskar slitage på både infrastruktur och fordonet (Fagnant & Kockelman, 2015). Detta kommer också leda till bättre flöden med mindre stopp och en bättre bränsleförbrukning. Samtidigt kan detta leda till problem då icke autonoma fordon ska samarbeta med den nya teknologin vilket kan skapa problem och olyckor (Litman, 2019). Att det inte krävs en förare kommer troligtvis medföra ökad fordonskilometer per fordon både i aspekter som att ägarna kan skicka sina fordon för att hämta personer eller att det är bekvämare att resa med vilket leder till fler och längre resor.

Beroende på hur dessa autonoma fordon kommer användas i framtiden kan de påverka fotgängare, cyklister och samhället både på ett positivt eller negativt sätt. De olika utfallen är baserade på hur autonoma fordon kan komma att bli använda (Meeder, Bosina, & Weidmann, 2017). Då autonoma fordon skapar nya sätt att dela fordon med andra sägs det bli färre fordon på vägarna och att en implementering av autonoma fordon därför kan minska köer och förseningar. Samtidigt kommer de kunna göra det lättare och säkrare för fotgängare och cyklister i urbana miljöer då de på ett nytt och säkert sätt kommer följa hastighetsbegränsningarna. Den negativa sidan av utvecklingen är då fordonen blir lättillgängliga och privatägda vilket medför att alla som kan äger en. Detta skapar ett samhälle där fordonen dominerar, de är lätta att parkera, fordonet kan åka själv och hämta varor och

liknande. Gångtrafik kommer i ett scenario som detta nästan helt försvinna utan endast ske för de som inte har råd med ett fordon eller i motionssyfte (Meeder, Bosina, & Weidmann, 2017).

Vid en simuleringsstudie av cirkulationsplatser visade det sig att vid 50 % implementering av fullt autonoma fordon (nivå 4 och 5) ger en minskning av stop-förseningar och en ökning av hastighet genom cirkulationsplatsen med i genomsnitt 20 % (Tibljias, Giuffrè, Surdonja, & Trubia, 2018). Dock kan designen och trafikdistributionen ge en ökning av köer in till cirkulationsplatsen.

Med ett autonomt fordon kommer användaren påverkas på olika sätt. Där föraren kan släppa taget och inte behöva fokusera på vägen kan föraren fokusera på annat och slappna av. Detta kan tillföra en bättre levnadsstandard och en ökad produktivitet då föraren kan arbeta eller göra något de inte hade kunnat göra tidigare i sitt fordon (Litman, 2019). Genom att slappna av istället för att fokusera på körningen kommer även en minskning av icke-smittsamma sjukdomar som exempelvis de sjukdomar som följer av stress minska (Jussila Hammes, 2019).

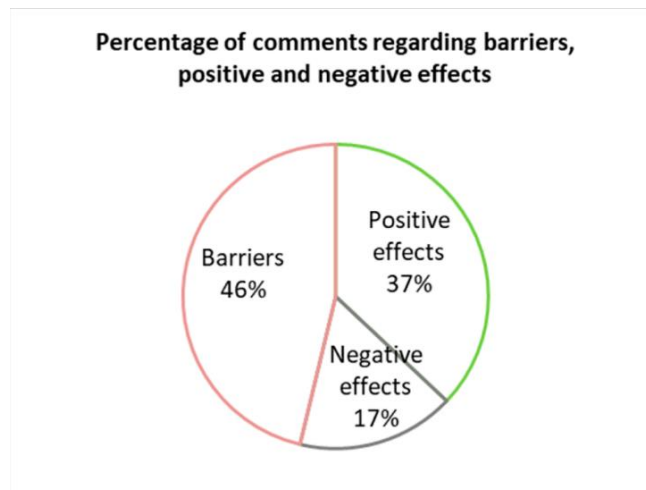
Om autonoma fordon av nivå 5 blir verklighet kommer de som inte har körkort idag kunna färdas med fordon på ett helt nytt sätt (Jussila Hammes, 2019). Ett exempel på detta är att äldre som kört hela sitt liv och på grund av ålder inte får köra längre kommer kunna transportera sig utan assistans och på så sätt inte tappa allt för mycket livsglädje (Charness, et.al., 2018).

Förutom miljö- och säkerhetspåverkan kommer dessa faktorer även påverka samhällsekonomin positivt. Fagnant och Kockelman (2015) uppskattar att den totala kostnad som sparas för en 10 %, 50 % och 90 % implementering av autonoma fordon för USA är \$37,7, \$211,5 respektive \$447,1 miljarder dollar. Dessa kostnader kan komma att hamna på andra delar av trafiksystemet då autonoma fordon kan behöva en högre grad av underhåll på vägarna för att fordonen ska fungera (Litman, 2019).

3.2.8.2 Acceptans för implementering av autonoma fordon

För att implementering ska ske i samhället kommer konsumenterna behöva acceptera den nya teknologin då det anses vara den största begränsningen för implementering (Charness, Yoon, Souder, Stothart, & Yehner, 2018). I en undersökning genomförd i Madrid, Spanien om vad personer tycker om autonoma fordon vad de mest omtalade positiva effekterna av ett autonomt fordon dennes regelefterlevnad (López-Lambas & Alonso, 2019). Andra positiva aspekter som lades fram är olycksreducering och i samma utsträckning minskningen av den mänskliga faktorn.

Av kommentarer angående barriärer, positiva- samt negativa effekter låg barriärer högst med 46 % följd av positiva på 37 % (Se figur 19) (López-Lambas & Alonso, 2019). En av dessa barriärer som många identifierade var känslan av kontroll, att inte kontrollera körningen ses som en stor barriär för implementering. En barriär som kommer vara ett problem till en början är barriären som skapas vid delvis implementering av autonoma fordon. Ett trafiksystem med både förarlösa fordon samt fordon med mänsklig förare i kan komma att skapa kommunikationsproblem och till följd av detta skapa osäkerhet och eventuell minskad säkerhet (López-Lambas & Alonso, 2019).



Figur 19 – Kommentarer kring barriärer, positiva- och negativa effekter (López-Lambas & Alonso, 2019)

Det visar sig i studien från Charness, et.al. att exponering av autonoma fordon och annan fordonsteknik minskar oron hos användare. En ökad exponering visade en ökad positiv attityd samt en ökning i personernas framtida chans för användning av de tekniska medlen (Charness, et.al., 2018).

3.3 Styrmedel

För att kunna uppnå de mål samt att hålla det komplexa och ständigt förändrande transportsystemet på en nivå som följer dessa mål och krav används styrmedel i olika former. Detta görs för att gemensamt nå de mål och krav som ställs på prestanda samt relationer och nedan presenteras några av de viktigaste styrmedel som används för att uppnå målen (Arrias, et.al., 2014).

- Författningsregleringar
- Praxis i tillståndsprövning och tillsyn
- Förhandlingar och överenskommelser
- Ekonomiska styrmedel
- Infrastrukturplanering, fysisk planering och trafikplanering
- Upphandling
- Mål- och resultatstyrning av myndigheter
- Forskning, utveckling och analyser
- Information och opinionsbildning

Dessa styrmedel bör användas i kombinationer av flera då en inte utesluter en annan. Syftet är att de ska vara stödjande och hjälpa de andra styrmedlen för sammanställning.

Utvecklingen av dessa styrmedel är viktig för framtiden, de måste kunna följa med den tekniska utvecklingen och se till att effektiviteten i transportsystemet ökar med den tekniska (Palm, et.al., 2019). Regelverken finns som en gemensam uppgörelse för hur infrastrukturen ska användas, följer utvecklingen av regelverken inte med eller går åt fel håll kan den försvåra eller hindra den utvecklingen som sker inom transport- och väginfrastrukturbranschen.

3.3.1 Lagstiftning av vägtrafik

Sverige har, vad gäller vägtrafik, ratificerat UNECE:s (Underorgan till FN) Konvention om vägtrafik samt Konvention om vägmärken och signaler som båda vart givna i Wien den 8 november 1968. I och med detta har Sverige åtagit sig att följa dessa konventioner (Arrias, et.al., 2014). Dessa konventioner är skapta för att underlätta för trafikanter som färdas mellan landsgränser. Detta innebär att Sverige är med i ett internationellt trafiksystem för utformning och anpassning av trafikregler, vägmärken samt anvisningar för trafik. Dessa konventioner är i Sverige anpassade via tranformeringsmetod till förordningar. Konventionen om vägtrafik är anpassad i trafikförordningen (1998:1276) och konventionen för vägmärken och signaler är anpassad med bestämmelser i vägmärkesförordningen (2007:90).

3.3.1.1 Trafikförordningen

Denna förordning beslutar om trafik på väg och i terräng, men även specifika krav på förare och hur framförande av fordon ska ske. Här finns även krav för andra trafikregler. Vad gäller särskilda trafikregler meddelas detta genom lokala föreskrifter som meddelas av kommuner eller länsstyrelserna. Kommunen ansvarar för tätbebyggt område medan länsstyrelsen meddelar utanför dessa. Dessa särskilda trafikregler får endast vara avsedda för:

- En viss trafikantgrupp
- Ett eller fler fordonsslag
- Fordon med last av speciell karaktär

I Konventionen om vägtrafik artikel 8 finns skrivet att det vid varje ögonblick ska finnas en förare i tillstånd att kontrollera fordonet, vilket det i trafikförordningen endast är antaget via att bestämmelserna utgår från att det finns en förare som framför fordonet (Arrias, et.al., 2014). I förordningen finns det alltså krav på hur föraren ska framföra fordonet och att en förare i vissa förhållanden inte är lämplig att göra sådant. I sin tur är det då föraren som står inför rätta då dessa regler bryts. I lagstiftningen finns det undantag för ansvar på annan än föraren vilket gäller vid exempelvis övningskörning enligt körkortsförordningen (1998:980).

3.3.1.2 Vägmärkesförordningen

Vägmärkesförordningen reglerar i sin tur instruktioner för trafik samt utmärkning på väg och i terräng (Arrias, et.al., 2014). Detta görs via vägmarkeringar, vägmärken samt trafiksignaler vilka har krav på utformning, placering samt underhåll så att de kan upptäckas i tid samt förstås av de förare de berör. Detta ansvar har regeringen lagt över på kommunerna, den statliga väghållningsmyndigheten m.fl.

3.3.1.3 Vägreglering av trafikregler specifikt för autonoma fordon

Med de regler om specifika trafikregler som kommuner och länsstyrelsen får meddela är det idag enligt Arrias et.la. (2014) inte möjligt att ta fram särskilda trafikregler specifikt för autonoma fordon. De har i sin utredning tagit fram tre huvudskäl till detta problem.

- Idag finns det inte en legal definition av vad ett autonomt fordon är för fordonsslag.
- Det finns idag inga anordningar för markering av reglering för specifikt autonoma fordon enligt vägmärkesförordningen.
- Det får inte enligt 2kap. 2§ kommunallagen (1991:900) ske någon som helst särbehandling av kommunens medlemmar om det inte finns sakliga skäl för detta. Därför kan det inte ske någon separation mellan autonoma och icke autonoma fordon då detta skulle klassas som en förmånlig behandling.

3.3.2 Styrmedel vid vinterväghållning

Vinterväghållningen i Sverige är uppbyggt med att ansvaret för underhåll som ligger på väghållaren (Ljungberg, 2001). För de statliga vägarna är det därför Trafikverket som har ansvar för underhåll medan som tidigare nämnts i tätorter där det är kommunerna själva som ansvarar för underhållet. En del kommuner tar hand om arbetet själva medan andra tar och upphandlar skötseln till entreprenörer (Trafikverket och SKL, 2013).

Trafikverkets vinterväghållningsarbete görs via ett antal olika entreprenörer och har på alla de statliga vägarna ett klassningssystem som avgör vilket avgör prioritering och hur vägarna ska se ut under vintern. Dessa klasser heter Standardklass 1-5 och är definierade enligt nedan (Trafikverket, 2019b).

- Standardklass 1 – Då en centimeter fallit ska det vara plogat efter två timmar. Efter slutat snöfall ska denna vägsträcka vara snö- och isfri inom två timmar.
- Standardklass 2 – Då en centimeter fallit ska det vara plogat efter tre timmar. Efter slutat snöfall ska denna vägsträcka vara snö- och isfri inom tre timmar.
- Standardklass 3 – Då en centimeter fallit ska det vara plogat efter fyra timmar. Efter slutat snöfall ska denna vägsträcka ha snö- och isfria hjulspår inom fyra timmar.
- Standardklass 4 – Då två centimeter fallit ska det vara plogat efter fem timmar. Efter slutat snöfall får det högst ligga två centimeter snö på vägen inom fem timmar.
- Standardklass 5 – Då tre centimeter fallit ska det vara plogat efter sex timmar. Efter slutat snöfall får det högst ligga tre centimeter snö på vägen inom sex timmar.

För detta område finns ingen litteratur kopplat till autonoma fordon och påverkan mellan dessa två. Men som kommit upp under studien och som tidigare nämnt i litteraturstudien är vinterväghållning en viktig faktor för trafiksäkerhet då grepp mellan fordon och väg minskar drastiskt vid snö eller is på vägen.

3.3.3 Fordonslagstiftning

För försäljning av ett fordon inom EU krävs ett godkännande av fordonet enligt EU:s ramdirektiv 2007/46/EG (Arrias, et.al., 2014). Detta godkännande syftar på att fordonstillverkare ska hålla en viss standard vad gäller trafiksäkerhet, miljöskydd, energieffektivitet och skydd mot obehörig användning. Reglerna är beslutade av EU men de tekniska bestämmelserna tar UNECE (WP 29) hand om genom UNECE-reglementen som lagstiftning från EU hänvisar till. WP syftar på arbetsgrupper inom UNECE eller FN. I detta sammanhang är det WP1 och WP29 som man pratar om där WP1 arbetar med trafikreglerna och föraren medan WP29 arbetar med teknisk reglering av fordonet.

EU:s ramdirektiv om krav för fordon är i Sverige genomförda genom fordonsförordningen (2009:211). I ramdirektivet finns det utrymme för undantag vilket transportstyrelsen genom fordonsförordningen kan fatta beslut om. Detta kan dock endast genomföras vid fåtal förutsättningar och görs genom bemyndigande i fordonsförordningen 8 kap. 18§. Detta undantag används exempelvis vid testverksamhet av nya fordon som kan ta sig utan fara för trafiksäkerheten.

3.3.3.1 Autonoma fordon och styrmedel

Vid en högre grad av implementering av autonoma fordon kommer det behövas nya styrmedel. Inte bara för hur de ska ta sig i trafiken utan andra delar kommer även behöva regleras. Det första som redan idag arbetas med är regler kring test och spridning av fordonen. Detta är viktigt för att se till att implementeringen sker på rätt sätt utifrån säkerhetsperspektiv utan att hindra utvecklingen (Faisal, et.al., 2019).

Med ett fordon som är uppkopplat på den nivå som krävs för ett autonomt fordon kommer även säkerhetsfrågor i form av uppkoppling till nätet och informationsspridning i form av platsindikationer som exempel. Dessa aspekter kommer vara mycket viktigt att reglera så fordon inte stängs av i en komplicerad trafiksituation eller att de förstörs av- eller att all data som är lagrad i bilen blir kapad vid cyberattacker. Samtidigt kan all data som lagras användas vid rättsliga processer, vilket underlättar utredning samt försäkringsfrågor. Frågan om vem som bär ansvaret vid olycka bör definieras innan autonoma fordon implementeras.

3.3.3.2 Modell för styrmedel och framtida implementering av autonoma fordon

I rapporten En rättslig konstruktion för straffrättsligt ansvar gällande självkörande fordon presenterar Wanna Svedberg (2017) en rättslig konstruktion för straffrättsligt ansvar för autonoma fordon i nivå 4 och 5. Denna modell, som kallas WS-ansvarsmodell, är menad som en av många vägar för implementering av autonoma fordon av nivå 4 och 5 och hur ansvarsfördelning skulle kunna fungera.

I WS-ansvarsmodell ska förare med fordon med autonomi på nivå 4 och 5 kunna ansöka till en vägtrafikledningscentral för aktivering av autonom körning. Denna ledningscentral kan då med hjälp av myndigheters föreskrifter och lagar, sambandscentraler information om förhållanden på vägarna samt med information om fordonets lämplighet ta ett informativt beslut och då bevilja med en säker rutt eller avslå förfrågan.

Svedberg presenterar även ett förslag på att kriminalisera framkallande av fara för trafiksäkerhet vilket kan knytas an till aktivering av autonom körning samt attacker mot den. Med denna brottsrubricering kommer ett ansvar ligga på alla parter i systemet och detta kan då lägga grunden för framtiden samt fungera som en övergångsperiod för uppdatering av fordonsflottan.

3.3.3.3 Straffansvar

För straffrättsligt ansvar vid vårdslöshet i trafik går man efter kraven enligt brottsbeskrivningenssenligheten vilket är att gärningspersonen ska vara vägtrafikanter, förare av motordrivna fordon eller spårvagn. I rapporten straffansvar vid autonom bilkörning utreder Sanna Lindgren (2016) vem som är ansvarig i de olika nivåerna av autonomi. I detta fall anses ingen av tillverkaren eller ägaren av fordonet som förare då det är systemet som kör. Dessa två personer anses inte heller vara vägtrafikanter och kan alltså inte bli straffrättsligt ansvariga då de inte uppfyller rekvisiten för brottet. Det gäller däremot i de flesta fall, till skillnad från tillverkaren och ägaren, att en fysisk person i fordonet klassas som vägtrafikanter och uppfyller därigenom rekvisiten vilket kan leda till straffrättsligt ansvar vid körning av autonoma fordon i de flesta nivåer (Lindgren, 2016).

I en utredning utredd av regeringen SOU 2018:16 – Vägen till självkörande fordon resonerades det kring en möjlig lösning på detta problem med straffrättsligt ansvar (Söderqvist, 2019). Utredningen kommer även den fram till att om föraren behöver övervaka

körningen bör detta inte klassas som autonom körning. Att vid autonom körning har förare inget med fordonets handlande att göra och därför bör denne inte ha något straffrättsligt ansvar för själva körningen (Söderqvist, 2019). Utredningen ägnade även en del åt det straffrättsliga ansvaret då ett autonomt fordon mot förmodan bryter mot trafikregler, resonemanget kring denna situation är att införa en sanktionsavgift. Att fordonsägaren i första hand ska ligga som huvudansvarig för överträdelsen med tillägg att om felet ligger på fel i fordonet ska fordonsägaren kunna kräva ersättning från tillverkaren (Söderqvist, 2019).

Vid brott bestående av vållande till annan död kan lagen tolkas annorlunda då andra juridiska problem bör redas ut (Lindgren, 2016). I detta fall är det oaktsamheten som är av störst roll vilket utifrån utredningen kan ligga hos både en fysisk person i fordonet men även hos ägaren av fordonet. Ett straffrättsligt ansvar hos tillverkaren var dock uteslutet (Lindgren, 2016).

4 Intervjustudie

Nedan följer resultatet av de 11 intervjuer som genomförts med personer som arbetar som trafik- och stadsplanerare, strateg för trafikledning och samhällsutveckling, teknisk utredare och rådgivare, fordonsteknisk programutvecklingsledare samt juridisk utredare och utvecklare av lagar.

4.1 Trafiksäkerhet och väginfrastrukturen

4.1.1 Synen på trafiksäkerhet

På frågan om trafiksäkerhet och trafiksäkerhetsplanering, resonerade en del av respondenterna att den passiva säkerheten är den viktigaste utav passiv och aktiv säkerhet. Detta då passiv säkerhet gynnar fler än vad åtgärden direkt syftar mot att åtgärda jämfört med det som aktiv säkerhet påverkar. En specifik aspekt som de tog upp i intervjuerna är hastighetsanpassning och att då olika trafikslag är i rörelse ska denna spridning i hastighet vara så liten som möjlig. Att det inte enbart genom skyltning förmedlas vikten i hastighetsanpassning utan att det även med hur man väljer att utforma ytorna som fordonen rör sig på. Att se till att de som färdas i trafiken förstår att de färdas i en miljö som inte enbart prioriterar dem och därför färdas på de villkoren. Genom att försäkra låg hastighetsskillnad mellan trafikslagen kan också en mer attraktiv miljö skapas på vägsystemet.

För att uppnå en trafiksäker plats ska det försäkras om att det i tidiga skeden av planeringsfasen ges plats och prioritering för trafiksäkerhetstänk i planeringen. På så sätt ges översiktsplaner och detaljplaner trafiksäkerhetsåtgärder och att det inte blir en eftertanke eller något som inte får den plats som krävs för att uppnå en så trafiksäker plats som möjligt. Med detta tänk se till att de olika typer av trafikanter som har anspråk på vägnätet får den plats och eftertanke som krävs för att färdas säkert.

Vad gäller den aktiva trafiksäkerheten är det den mänskliga faktorn som dominerar orsaken till olycka i olycksstatistiken och att det därför är just denna faktor som aktivt arbetas med för att eliminera vid framförande av fordonet. Detta görs delvis med autonoma assistanssystem som assisterar föraren i sin körning men även via utvecklingen av autonoma fordon som förhoppningsvis då ska eliminera den mänskliga faktorn helt.

4.1.2 Användaranspråk på väginfrastruktur

Bland respondenterna finns synen att ytorna i staden inte kommer bli effektivt använda, detta i och med att autonoma fordon kommer göra det bekvämare och lättare att resa vilket gör att de prioriterar bort kollektivtrafik och samåkning för bekvämligheten i ett eget fordon. Är de helt självkörande kommer dessutom folk antagligen inte behöva ett körkort, vilket tillsammans med de andra aspekterna kan öka antalet fordon på vägarna och med det skapa en motsatt effekt vilket då även minskar tillgängligheten.

Förutom implementeringen av autonoma fordon kan även en anpassning av en ökad efterfrågan på allt mer diversifierad fordonsflotta, med många olika typer av fordon i olika hastigheter och användningsområden. Att detta anspråk med autonoma fordon som tidigare nämnt inte kommer minska anspråket på vägsystemen utan istället öka.

4.1.3 Digitalisering

Vad gäller framtiden inom väginfrastruktur säger respondenterna att det kommer behövas ett större fokus på den digitala infrastrukturen. För den infrastruktur vi har idag kommer, på ett fysiskt plan, enligt respondenterna inte utvecklas speciellt mycket. Den digitala utveckling av infrastrukturen kommer behöva allt mer resurser för att kunna hänga med i den växande efterfrågan på digitala system som kommer ställas av de nya fordonen som kommer implementeras i vägnätet i framtiden.

Den digitala infrastrukturen kan med sin möjliga utveckling kunna ta allt mer plats i planeringen då de som använder vägarna kommer använda sig av digitala hjälpmedel i en allt större utsträckning. Samtidigt som en utveckling kan medföra mer verktyg och hjälpmedel för att arbeta mot en trafiksäkrare väginfrastruktur. Redan idag ser vi att mer och mer teknik tar hjälp av den digitala infrastruktur som finns idag. Ett exempel är GPS som hämtar ner data för att underlätta med hastighetsinformation samt information om vägarbeten bland annat. Denna information är inte alltid perfekt utan kan i vissa fall vara utdaterad och därför inte gälla på den aktuella vägsträckan. Om då trafikanter lägger allt mer vikt på denna information kommer det bli viktigare för väghållare att se till att denna information stämmer överens med vad som gäller på vägarna och att den förmedlas på ett korrekt sätt. Denna så kallade digitala tvilling till de fysiska skyltar och lokala bestämmelser kommer att ha större och större betydelse och kan alltså skapa stora problem om dessa två inte stämmer överens.

Digital information från väghållare kommer dock inte direkt styra fordon utan istället kommer den information som de tillhandahåller vara offentlig och tillgänglig för att kunna ta del av och med den informationen göra körningen lättare. Detta betyder att ansvaret för framförandet av fordonet fortfarande kommer ligga på föraren, eller vid autonom körning, på fordonet. Istället kommer informationen finnas tillgänglig för att skapa ett underlag för att underlätta körningen för de som färdas på vägarna.

Med en utbredd digital infrastruktur kommer teknologi som Geofencing kunna bli verklighet. Geofencing är ett verktyg som kan användas för att inom ett område informera, begränsa eller tillåta vissa saker. Ett exempel kan vara att använda geofencing för att hastighetssäkra fordon som färdas utanför skolor under vissa timmar till en viss hastighet. Ett annat exempel kan vara att via digitala verktyg kunna ändra och variera dessa begränsningar beroende på varierande förhållanden och situationer.

4.2 Fordon och dess relation till sin omgivning

4.2.1 Fordonsutveckling

Det finns olika syner från respondenterna på hur fordon kommer fungera och användas i framtiden. Men att en hög nivå av autonomi (upp till nivå 4) inom en snar framtid kommer uppnås och bli verklighet är det ingen som tvivlar på. Samtidigt som att det finns en gemensam bild bland respondenterna av att det inte bara är utvecklingen inom autonomi som kommer ha en stor påverkan utan även diversifieringen av fordonsflottan som tidigare nämnts. Att nya typer av fordon kommer ta plats i staden och hur invånarna färdas kommer att se annorlunda ut på grund av det.

4.2.1.1 Arbetet med autonoma fordon hos respondenterna

Av de som intervjuades, arbetade respondenterna indirekt eller direkt med implementering av autonoma fordon.

Inom de juridiska områdena så arbetar respondenterna med utredningar av regelverk och hur man arbetar med dessa för att täppa ihop de gap som finns idag mellan just innovation och regelverk. Förutom utredningar arbetade en respondent även med tillståndsprövning för test av självkörande fordon. För den tillståndsprövningen utgår de från tillståndsförordningen som berättar vad som krävs för att få genomföra test av dessa fordon.

Många av de respondenter som intervjuats arbetar med projekt som utreder många olika aspekter om trafiksäkerhet och autonoma fordon. Detta kan vara projekt om autonoma fordons påverkan på samhället och utredningar för städer för hur de ska hantera tekniken och hur de kan utvecklas med den. Alltså vad städer kan göra för att kunna ta del av denna teknik och även testverksamhet och pilotprojekt.

Förutom diverse projekt och utredning av olika slag så var en del respondenter som direkt arbetar med produktutveckling och mjukvaruutveckling. Att se till att fordonet fungerar så som man tänkt sig. Att säkerheten i fordonet har den säkerhet och redundans som krävs för att bli godkända för att få köra på vägarna och det på den säkerhetsnivå man vill uppnå.

4.2.1.2 Uppdelning i två marknader och användning

Under intervjuerna beskrivs en framtid med en marknad uppdelad i två olika delar vad gäller fordonsanvändningen. Den ena marknaden är i de urbana miljöerna där autonoma fordon i nivå 4 eller 5 kan bli verklighet och den andra marknaden ligger utanför de urbana miljöerna där nivå 4 eller högre av autonomi är svårare att uppnå.

Den första marknaden som kommer befinna sig i urbana miljöer med stadskörning av autonoma fordon i nivå 4 eller 5 som fungerar som ett alternativ till kollektivtrafik. Att med dessa fordon, som kan beskrivas som taxipoddar eller liknande, på förbestämda områden fungera som en färdtjänst och kunna köra runt personer inom dessa områden. Detta kan enligt respondenter ske antingen helt autonomt eller med en ledningscentral som kan övervaka tjänsten för att se till att alla fordon fungerar och rullar som de ska.

Den andra marknaden ligger utanför det urbana där autonomi i nivå 5 är mer komplicerat att uppnå på grund av de olika typer av vägar som finns och med olika nivåer av underhåll och utformning. Detta betyder att denna marknad kan nyttjas för fordon upp till automation i nivå 4 då komplexiteten av vägar och miljöer gör att nivå 4 eller 5 är svår att uppnå.

4.2.1.3 Begränsningen styr

Vid frågan om vilken problematik och utmaning som finns inför framtiden så svarade respondenter att sensortekniken kommer vara en begränsande faktor i systemet. Att på grund av att fordonet inte kan skapa en bild av en miljö på grund av snöfall eller tät dimma, vilket gör det svårt eller till och med omöjligt för fordonet att ta fram en helhetsbild för beslutsgrunder vid körning, kommer den inte kunna erbjuda självkörning vid dessa förhållanden. Idag tar vi människor risker som kan vara över vår förmåga då man känner sig trygg i det man gör men ett autonomt fordon vet om vart gränsen går och kör därför inte vid förhållanden som är för svåra eller oklara. Ett autonomt fordon ska istället inse sina begränsningar utifrån sin kapacitet då den är mätbar och att den förstår att fordonets förmåga att köra i de rådande förhållandena inte är tillräcklig och därför inte gör just detta.

4.2.2 Människan och det redundanta systemet

En diskussion som respondenterna tog upp är frågan om vart människan ska vara i relation till fordonet då det kan anses som självkörande. Och som man resonerar idag finns det tre loopar som ska förklara människans relation till systemets beslutsfattande och hur det tar sig framåt. De tre looparna är: Inside the loop, outside the loop och above the loop.

Inside the loop är det vi har idag där människan är en del av systemet och alltid påverkar fordonet på något sätt och är en del av besluten. Outside the loop är då människan är helt utanför systemet och på så sätt inte kan påverka besluten som fordonet gör. Detta skapar problem då regelverk och straffrätten alltid vill ha någon person som ansvarig. Därför har den tredje graden tagits fram för att beskriva en annan synvinkel, above the loop. Denna syftar på att människan i fråga ska ha en övervakande roll och blir i detta fall en faktor i systemets redundans.

Problematiken man stöter på i detta system, above the loop, är då systemet fallerar och personen som övervakar måste ta över. För när människan är med, inside the loop, och kör är fokus näst intill alltid på vägen och omgivningen. Men då människan hamnar över loopen och bara övervakar kan det skapas problem då personen bakom ratten kan vara ofokuserad och upptagen med annat än övervakning av fordonets färd. Personen måste alltså sätta sig in i situationen på sekunder och sedan reda ut den, vilket blir problematiskt då personen i en övervakande roll inte nödvändigt vis har den kognitiva förmågan för att göra detta.

Denna problematik vill tillverkarna gärna gå förbi och direkt låta personen i bilen vara outside the loop. Alltså hoppa över nivå tre enligt SAE:s nivåer och gå direkt in på nivå fyra eller fem av autonomi. Men det är i denna diskussion som dagens lagstiftning kommer in. Idag är det nämligen så att det alltid måste finnas en förare bakom ratten som är ansvarig över fordonet och dess handlingar vilket i sin tur gör att det alltid finns någon att straffa då en olycka skulle ske.

4.2.3 Problematik i tekniken

4.2.3.1 Ointelligent artificiell intelligens

Vid autonomi i nivå 3 och 4 kommer det finnas de situationer då fordonet måste lämna över ansvaret till en förare. Detta kan skapa ett problem vilket kan ses ur ett tekniskt perspektiv men även ur ett vanetekniskt perspektiv. Alltså hur gränssnittet mellan människa och maskin ska fungera rent tekniskt, vare sig det är mellan personer i fordonet eller utanför. Om exempelvis en människa står och visar vägen, ska fordonet följa efter detta direktiv eller inte. Detsamma gäller om en förare sitter bakom ratten och fordonet behöver lämna över körningen till föraren. Då måste det vara självklart för föraren att detta kommer att ske.

Själva tekniken har kapaciteten att tyda människan i det här fallet men att tolka informationen är det som systemet kan falla på. Att ta beslut på det som sker och om det är relevant eller inte. Det är alltså detta som det idag spekuleras om, huruvida nivå fem någonsin kommer bli verklighet då det finns många olika situationer och förhållanden att anpassa sig till.

4.2.3.2 Fordonens tillvägagångssätt till omgivningen

Fordonstillverkarna skapar produkter till sina kunder och vill därför utveckla ett fordon som är lätt att använda och som prioriterar ägaren eller den som blir körd. Därför är den mesta forskning som sker baserad på hur personen i fordonet kommer fram samt prioriteras i trafiken och inte hur fordonet ska informera och bete sig vid kontakt med andra trafikanter som cyklister och gångtrafikanter. För i en sådan situation borde ett fordon vara passivt för att ge tillit och en känsla att det går att lita på fordonet samt att de lämnar företräde. Men även om detta är en positiv egenskap för omgivningen kan det bilda en för stor tillit till fordonet och att trafikanter går ut framför fordonet och ignorerar fordonet då de antar att det kommer stanna. Fordonet i sin tur kommer då inte komma någonstans om personer hela tiden går in framför fordonet vilket är negativt ur fordonstillverkarens syn för om detta blir fallet kommer fordonet inte kunna ta sig fram och restider kommer bli svåra att förutse vilket kan leda till att ingen kommer vilja köpa fordonet.

4.2.3.3 Användning och behovssits

Ett problem som autonoma fordon sägs hjälpa till med är tillgänglighet i trafiken samt en minskning av parkeringsbehov i centrala delar av staden då de kan lämna av passagerare för att sedan åka och parkera själv på annan plats. Detta presenterar dock ett problem då det idag pratas om att användningen av fordon är för låg för de antalet fordon som finns. Att de inte använder den effekt som de borde utan istället står parkerade längre än de används samtidigt som det är för få personer per fordon när de väl körs. Om autonoma fordon dessutom ska köra utan passagerare och parkera för att sedan åka in igen till staden för att hämta, kommer detta minska användningskvoten ytterligare och eventuellt riskera att hamna under en person per resa.

Autonoma fordon testas för tillfället i urbana områden eller inom bestämda områden där det oftast är bättre vägförhållanden eller att körningen sker under övervakning. Detta sker då dessa områden eller platser har bästa förhållanden med vägar i bra skick och underhåll av dem är av hög nivå. Det är dock i centrala städer som kollektivtrafiken är som bäst utbredd vilket gör att tekniken riskerar att ersätta kollektivtrafiken med enskilda fordon och missgynna det kollektiva åkandet och öka antalet fordon i trafiksystemet. Det är istället ute på landsbygden, där turtäthet och hållplatsfrekvenser är låga, som autonoma fordon kan göra stor nytta då de exempelvis kan hämta och lämna på områden som bussar inte kommer åt.

Ett problemområde som respondenter identifierar som ett område man bör ha i åtanke är att i och med den begränsning som tagits upp tidigare med att ett autonomt fordon antagligen inte kommer kunna köra i alla förhållanden då sensorerna inte klarar av att tolka omgivningen. Att samhället inte sätter sig i en behovssituation gentemot denna nya teknik utan att de använder autonoma fordon som ett hjälpmedel till en början innan de kan köra i alla förhållanden.

4.2.3.4 Datahantering

En annan problemfrågeställning som kom upp under intervjuerna är huruvida data som fordonstillverkare delar med sig av till den offentliga sektorn men som de vill hålla hemligt för konkurrenter. Detta blir problematiskt då all data inom den offentliga sektorn är öppen för alla efter en bestämd tid. Så i detta skapas ett dilemma för fordonsutvecklarna som inte vill dela med sig av sin data men att ett samarbete mellan utvecklare av fordon och den offentliga sektorn kan hjälpa utvecklingen av autonoma fordon. På grund av denna offentliga data kan ett samarbete hamna i bakkant och förhindra den utveckling som skulle kunna ske.

4.2.4 Acceptans och inställning till autonoma fordon och teknik

Acceptansen för ny teknik är något som förändras under utvecklingens förlopp och dels genom kunskapen i att man tränas upp i hur tekniken fungerar. Alltså är acceptansen helt beroende på vad det är för typ av teknik och hur den utvecklas. Vad gäller just autonomi finns det redan en acceptans för den autonoma teknik som finns i fordonen idag, det kan exempelvis vara nödbroms som bromsar då föraren inte hinner reagera i tid. En teknik som denna är redan idag accepterad och ingen skulle tacka nej till en sådan teknik i sitt fordon. Men när det gäller ett autonomt fordon utan en person bakom en ratt, som kan se över körningen och vara en del av det redundanta systemet, kan det se lite annorlunda ut. Människor kan ha svårt att släppa kontrollen men här gäller det som togs upp tidigare att acceptansen kan komma med kunskap, att med användning kan en acceptans skapas.

Hastighet och användningsområde spelar även det roll i hur acceptans hos användarna ser ut. En taxipodd som kör inne i staden i lägre hastighet kan ses som både positiv som negativ. Den positiva sidan är då de inte ses som ett hot i dessa låga hastigheter då den har lätt för att stanna om något skulle hända och den låga hastigheten gör fordonet säkrare om olycka skulle ske. Men samtidigt kan detta ses som negativt då de i lägre hastighet kan ha krav på att köra på gångbanor och i gångfartsområden och kan därför bli ett störande moment för fotgängare och cyklister då den trots att den är förarlös tar upp mycket plats.

Likadant som acceptans måste det finnas en god inställning till de tekniska innovationerna som implementeras. Ett exempel, som gavs under intervjuerna, på hur det kan se ut om inställning till teknik inte är bra är variabla hastighetsskyltar som sitter längs med E4:an. Dessa finns för att kunna anpassa hastigheter efter de köer som bildats samt den trafikmängd som befinner sig på sträckan samtidigt som de minskar risken för incidenter. Trots detta så är det många som inte följer dessa och skyltarnas syfte försvinner.

Acceptansen hos staden är också viktig, speciellt för hur någonting accepteras och implementeras. Som man kunde se när elsparkcyklar implementerades i städer, där var man positiv till att de kunde hjälpa och underlätta transporter inne i staden. Det visade sig i senare skede att de istället för att ersätta biltransporter och liknande inte ersatte många transporter utan ersatte gång för de sista metrarna av färden. Ett sådant här scenario är farligt då det enbart lägger till fordon i fordonsflottan istället för att ersätta andra vilket var tanken från början. Så för att autonoma fordon ska få en så positiv effekt som möjligt bör dessa typer av fordon ersätta gamla för att inte hamna i samma situation som elsparkcyklarna där de implementeras men som ett nytt alternativ som endast används istället för att gå eller cykla.

Sen vad gäller acceptansen spelar även marknadsföringen roll i hur människor ser på fordonet. Om en tillverkare marknadsför sitt fordon som helt självkörande men att det egentligen handlar om självkörande under bevakning skapas en lucka i förståelse för tekniken mellan föraren och själva fordonet. Detta kan skapa problem i hur en person använder fordonet vilket i sin tur, om en olycka sker, kan missgynna tekniken och dess acceptans då det används på fel sätt och där igenom hamnat i oönskade situationer.

4.2.5 Ska infrastrukturen eller fordonen anpassas för att uppnå synergi

Med den allt mer komplexa och snabbt utvecklande teknik som finns i fordonen dyker frågan upp om vem som ska ta ansvaret för att infrastrukturen och de autonoma fordonen ska fungera tillsammans. Här finns det olika synsätt hos respondenterna där en del säger att det borde vara ett samspel mellan de två parterna för att styrka utveckling av trafiksäkerhet och arbeta efter

efterfrågan och behovet för nya tekniker. Eftersom båda branscher på ett eller annat sätt arbetar efter att göra vägtrafiken säkrare och på så sätt arbeta för att nå Nollvisionen, borde det vara av bådass intresse att se efter vad som kan göras för att ny teknik ska kunna implementeras. Men dessutom se till att den fungerar om det är så att denna teknik syftar till att göra förare och trafiken säkrare. Om detta betyder att en part behöver göra mer eller behöva lägga mer resurser borde inte det spela stor roll då liv räddas och det är värt att satsa på.

Andra säger att dessa två delar, fordon och väginfrastrukturen, ingår i branscher som utvecklas och arbetar i olika tempon. Att det är därför som fordonen, vilka färdas på infrastrukturens krav, ska anpassa sig efter de krav som finns idag. Detta styrks också med att då teknikbranschen utvecklas mycket snabbare än infrastrukturen vilket gör att om infrastrukturen ska anpassa sig har teknikutvecklingen redan arbetat sig runt problemet innan det är löst i infrastrukturen.

4.3 Styrmedel

4.3.1 Grunden i Wienkonventionen för vägtrafik

Om autonoma fordon ska bli verklighet kommer en förändring i lagar och regler behöva ske. Wienkonventionen om vägtrafik som antagit av UNECE har antagits i sin helhet av både EU och Sverige. Wienkonventionen om vägtrafik säger att det i varje ögonblick ska finnas en person bakom ratten av fordonet som ska ha förmåga att kontrollera fordonet. Detta gör att det idag inte kan köra ett fordon på väg där människan är outside the loop. Detta är något man idag arbetar med att formulera om i denna konvention för att möjliggöra för denna typ av körning. De arbetsgrupper som är inblandade är WP1 och WP29 vilka arbetar med trafikregler och förare respektive teknikutveckling av fordon. Dessa två grupper har tidigare inte behövt samarbeta men nu när dessa två områden går samman måste grupperna göra det med.

Om förarlösa fordon blir verklighet kommer straffrätten antagligen gå över till enbart produktansvar. Men detta är beroende på vad resultatet blir i den nya konventionen om vägtrafik. Men om det enbart hamnar på produktansvar kommer det rättsliga systemet gå över på ekonomiskt skadestånd och produktsäkerhet. En fråga om godkännande av produkten och försäkring.

4.3.2 Produktgodkännande

För att få köra på vägar med ett autonomt fordon måste denna verksamhet bevisa att deras fordon är tillräckligt säkert. Det finns idag testverksamhet på Sveriges vägsystem som testas och dessa testverksamheter måste få godkännande vilket delas ut av Transportstyrelsen. Dessa testgodkännanden utgår från tillståndsförordningen som har ramar för hur organisationen som ska hålla i testverksamheten samt själva fordonets funktioner ska fungera och se ut. Dock är denna godkännande-typen endast temporär och får endast delas ut till och med 2022 men att det arbetas på en mer permanent typ av godkännande för testverksamhet. På grund av denna tidsbegränsning finns det heller inga testverksamheter som idag har tillstånd efter 2022.

För att få köra fordonen måste säkerheten bevisas hos fordonet och detta är ett problem då ingen hittills har kommit fram till exakt hur man ska gå till väga för att göra detta. Det finns idag olika tillvägagångssätt att bevisa att fordonet just är säkert i alla trafiksituationer. En av dem är det som Waymo (Se kapitel 3.2.4.2) arbetar efter. De har för tillfället flertalet fordon

ute i trafiken som kör miltal jämförbart med flertalet varv runt jordklotet för att utsätta dem för så många situationer som möjligt. Dock är det inte alla som kan använda denna metod utan de måste hitta andra tillvägagångssätt då denna metod är tidskrävande och resurskrävande.

En andra produktgodkännande som diskuteras enligt respondenter är produktgodkännande via scenarion, vilket är då AI:n blir utsatt för situationer genom simuleringar. Men då en manöver kan göras på miljontals sätt blir denna metod snabbt komplicerad och lång.

Det tredje sättet, som används i Sverige idag, är att göra en uppkörning med fordonet. Fordonet tillsammans med typgodkännandemyndigheten Transportstyrelsen får göra en uppkörning i stadsmiljö. Efter uppkörningen får fordonet ett delbeslut om provkörning i exempelvis en dag och därefter bedöms om fordonet får lov att fortsätta köra.

En respondent tar upp att dessa sätt inte riktigt fungerar utan att utvecklare istället måste bygga på argumentation genom att de system man använder är uppbyggt av flera delsystem och komponenter. Dessa delsystem kan arbeta tillsammans men framförallt fungerar ensamma för att därigenom skapa ett oberoende. Detta ger att om alla oberoende system kan testas och på så sätt skapa en tillräckligt bra redundans för att kunna bevisa att tekniken har en felfrekvens som är tillräckligt låg för att vara godkänd i trafiken. Med system som då fungerar i alla lägen och kan anses som säkert, måste systemet kunna förklara sina handlingar i alla lägen. För om ett system inte kan förklara eller ha belägg för sin handling är det inte fullt ut säkert.

4.3.3 Försäkring

Frågan om hur framtida försäkringspremier kommer att fungera är en fråga som i Sverige kommer bli lättare att lösa än i andra länder. I Sverige är försäkringsupplägget så att det är bilen som försäkras och inte föraren i bilen vilket det är på andra platser i världen. Detta gör att det idag inte spelar någon roll vilket automatiseringsgrad fordonet har utan fordonet kommer alltid att vara det som är försäkrat. Detta kan dock bli problematisk sett till hur säkert ett fordon är och, på grund av detta, hur framtida försäkringspremier är utformade då försäkringsföretaget ska ta det autonoma systemets säkerhetsrisker i åtanke vid bedömning av premie.

4.3.4 Trafiksäkerhetsplanerna med piska och morot?

Trots att det finns lagar och regler om hur man ska bete sig i trafiken bryter förare mot dessa för att det hindrar dem från en handling samtidigt som det inte kostar allt för mycket att bryta mot dessa regler. Därför kan det krävas att planera utifrån piska och morot, alltså att man på något sätt gör det svårare att bryta mot regeln samtidigt som det görs lättare och bekvämare att göra på det sätt som är tanken. Exempel på detta är vid stationer för kollektivtrafik. Oftast finns det ett övergångsställe vid sidan om dessa stationer men personer springer över vägen för att det kan vara kortare eller ta kortare tid samtidigt som de då utsätter sig för större risk att hamna i olycka. På dessa ställen kan då ett staket sättas upp mellan körbanorna för att göra det svårare. I ett större perspektiv kan en fysisk åtgärd alltså göra mer skillnad än om man skulle sätta hårda krav. Denna typ av planering kan påverka hur en implementering av autonoma fordon kommer se ut. Detta då en implementering av autonoma fordon kommer ske gradvis under lång tid ska de olika typerna av fordon samarbeta i vägsystemet. Om de fordon med mänsklig förare premieras att köra rätt och på så sätt skapa en mindre skillnad i hur de två olika typerna beter sig i trafiken vilket kan leda till en trafiksäkrare väginfrastruktur.

5 Analys och slutsats

I följande kapitel presenteras analyser samt de slutsatser som gjorts av resultatet från litteraturen och intervjustudien där tendenser, skillnader och samband mellan de två delarna studerats. Följande delar i analysen berör de frågeställningar som arbetet baserats på.

5.1 Hur arbetar trafikplaneringsbranschen med trafiksäkerhet idag?

Hur man än arbetar med trafiksäkerhet, om det är med passiv säkerhet eller med aktiv säkerhet som trafikplanerare eller som fordonsutvecklare är det gemensamma att det i alla fall handlar om att reducera olyckor i trafiken samt att om det sker en olycka så ska utfallet vara så lindrigt som möjligt. Alla olika infallsvinklar arbetar på sitt sätt för att nå nollvisionen på olika sätt. Skillnaden ligger i vilken komponent de olika branscherna arbetar med men oavsett om det är trafiksystemet, fordonet och trafikanten så arbetar de alla för att gynna trafiksäkerheten för att på ett eller annat sätt nå nollvisionen.

Att studera grunden till det problem som ska lösas är idag en stor del av trafiksäkerhetsarbetet. Därför är data från en olycka mycket viktigt för att se hur, varför och vart olyckan skett. Med datan från platsen kan en värdering göras på om platsen är en Black spot eller om det enbart är en plats där det råkat ske olyckor. Dessa klassas sedan utifrån vad som har hänt, exempelvis om det är en singelolycka eller korsande kurs, och sen olyckans utfall som då kan vara egendomsskada. Med denna data kan därefter analyser genomföras på vad som hänt, varför de hänt samt vad som kan åtgärdas och i framtiden genomföras på ett bättre sätt. Detta görs med olika analytiska modeller och metoder för att utvärdera, jämföra och analysera olika platser utifrån trafiksäkerhetsperspektiv.

Med dessa jämförelser och analyser arbetas därefter fram med stöd från TRAST en åtgärdsplan för området, om det behövs görs något för att göra platsen mer trafiksäker. Vad gäller dessa eventuella åtgärder arbetar trafiksäkerhetsplanerare med dem för att reducera exponering, risker och skador. En viktig aspekt i arbetet med trafiksäkerhet är hastighetssäkring då det finns en stark korrelation mellan hastighet och konsekvenserna vid olycka. Detta märks även i intervjuerna då det oftast är hastighet som kommer upp vid frågan om trafiksäkerhet. För att säkra hastighetsgränserna används ett par olika tillvägagångssätt genom fysisk utformning. Dessa kan vara via hastighetsgränser genom skyltning, vägutformning, alltså gatans storlek eller exempelvis gupp, samt vägförhållanden med snö som exempel. Utanför och intill tätorter arbetas det istället med högre hastigheter och därför är fokus på mötesseparering, förlåtande vägrenar och separering av korsningar i plan för att eliminera krock med mötande trafik.

För att se till att dessa platser får en förbättring men också att helheten förbättras görs även uppföljning samt utvärdering av arbetet. Detta gör att det går att få en bild av åtgärden och dess påverkan då det kan vara svårt i tidigt skede att se dess påverkan. Detta gör att nästa åtgärd som ska göras har mer data och därigenom kan komma med bästa möjliga lösning för just den plats som utvärderas.

5.2 Hur arbetas det idag för att möjliggöra implementeringen av autonoma fordon?

En av de trafiksäkerhetslösningar som sägs kunna påverka trafiksystemet positivt är autonoma fordon då de ska ta bort de mänskliga felen hos föraren. Denna teknik kan komma att minska olyckor i trafiken är det en teknik som trafikplanerare idag studerar, både ur ett teknikperspektiv men även på vad som kan göras för att underlätta för tekniken från väginfrastrukturens sida.

Vad som kan ses från respondenterna arbetas det idag med många projekt som från olika vinklar utreder och studerar hur autonoma fordon kan komma att användas samt hur samhället kommer påverkas samt fungera med implementering av tekniken. Samtidigt genomför man tester för att se hur fordonen fungerar på väginfrastrukturen men detta endast i småskaliga tester och ofta på små övervakade områden. För att skala upp dessa tester finns det fortfarande förändringar som måste ske, både i lagstiftning samt hos tekniken i fordonen.

Först och främst så finns det idag restriktioner vad gäller lagar och regler för hur fordon får framföras på väg. Att det idag alltid måste sitta en person bakom ratten enligt Wienkonventionen är någon man idag arbetar för att formulera om och anpassas efter den nya generationen fordon. Detta arbete är mycket viktigt för att kunna gå vidare och börja testa helt autonoma fordon i Sverige. De autonoma fordonen måste även kunna visa att de är tillräckligt säkra och smarta för att kunna köra på vägarna vilket kräver ett produktgodkännande. Idag sker det via Transportstyrelsen som ger ut testgodkännande till organisationer utifrån tillståndsförordningen. Men då den endast är temporär utreds det därför hur dessa testverksamheter ska få genomföras och godkännas mer hållbart och långsiktigt. Det finns idag som tidigare nämnt en förordning som gör det möjligt att ge ut tillstånd för testverksamhet men denna är endast en temporär och lösning för att ge tid för en mer grundlig utredning i hur denna typ av testgodkännande ska gå till och fungera vilket ska stå klar innan den som står idag går ut 2022. Dessutom kommer det behöva ske ett arbete för att kunna studera hur fordon ska bevisa sin tillförlitlighet i en framtida godkännandeprocess. Huruvida det är genom att ha ett så pass redundant system så att det inte kan falla eller om det är via en typ av uppkörning är något vi inte vet idag men det är något som kommer behöva besvaras innan en total implementering sker.

En fråga som lätt kan bli förbisedd är frågan om behovet och användningen av autonoma tekniker, denna fråga är mycket viktig för hur tekniken kommer användas och fungera i framtiden och en stor faktor i hur trafikplanering kommer förändras. Med studier i hur samhället kommer att använda autonoma fordon och hur de i sin tur kommer påverka samhället med dess anspråk på ytor. Kommer implementering av autonoma fordon medföra en minskning, ökning eller inte alls påverka användningen av ytor i staden till fordon. Alltså kommer arbeten om vad som kan komma att behövas för implementering av fordonen att vara en faktor i hur samhället ser positivt eller negativt på tekniken. En annan behovsfråga är huruvida data ska eller får samlas in från fordonet och hur denna data kommer distribueras. För fordonstillverkare kommer inte vilja dela med sig av sin data offentligt på grund av konkurrens men samtidigt kan delning av data underlätta och hjälpa utveckling samt körning av autonoma fordon i publik miljö. Dessa frågor är alltså det som idag utreds och diskuteras för att föra hela arbetet kring autonoma fordon och dess implementering vidare och närmare en verklighet.

5.3 Vilka faktorer kan komma att förändras inom arbetet för trafiksäkerhet, vid implementering av autonoma fordon?

Då autonoma fordon fortfarande är i ett tidigt skede vad gäller tester runtom i världen är det idag problematiskt att säga exakt hur framtiden kommer se ut med användning och funktion i trafiksystemet. Men nedan diskuteras och presenteras ett par faktorer som kan komma att påverka och förändra trafiksäkerhetsarbetet vid implementeringen av autonoma fordon.

5.3.1 Trafiksäkerheten riktad mot nya ögon

När autonoma fordon blir en verklighet för allmänheten kommer det inte längre enbart vara en förare som ska tolka platser och situationer samt avgöra om de är säkra eller inte. Det kommer vara samma typ av säkerhet som kommer behövas då det fortfarande kommer vara personer i fordonen och andra trafikanter runt om i miljön men det kommer nödvändigtvis inte vara en människa som kör. Därför kommer morgondagens trafiksäkerhetsplanering behöva rikta in sig med nya ögon. Under en gradvis implementering måste både förare och autonoma fordon kunna ta del av all den information som syftar på att göra en trafikplats mer trafiksäker. Det första är att inte glömma att det kommer ta lång tid innan alla fordon blir autonoma vilket gör att trafiksäkerhetsplanering för mänskliga förare inte får försvinna helt utan att arbetet för trafiksäkerhet kommer behöva anpassas för dem båda, både för mänskliga förare som autonoma fordon.

5.3.2 Enklare infrastruktur

Autonoma tekniker är komplexa datahanterare som hela tiden gör bedömningar på sin omgivning och tar beslut på hur den ska handla baserat på den data som samlas in genom sensorer och digital kommunikation. Ju mer komplex en miljö som fordonet är i desto svårare blir det att köra på platsen. Dessutom med väder som är i konstant förändring kan förhållanden som man kör i ändras vilket i sin tur också kan skapa problem.

I vägtrafikmiljöer som är komplexa, vid till exempel öppna plankorsningar där fordon måste samspela med andra typer av trafikanter som också har anspråk på platsens utrymme, kan problem skapas i form av behovet av att kommunicera mellan trafikanterna. Ett autonomt fordon kan även ha problem med att kommunicera med exempelvis mänskliga förare, fotgängare och cyklister på ett sätt som en vanlig förare kan göra genom blickar och rörelser. Detta tillsammans med frågan om till vilken grad av passivt tänk som ett autonomt fordon bör ha kan skapa problem i flöden för dessa fordon. För att underlätta och förebygga eventuella risker i framtidens trafik med den nya teknik som utvecklas men även för att samtidigt göra det lättare för andra trafikslag, bör därför ett fokus ligga på att utveckla väginfrastrukturen på ett mer enklare och lättförståeligt sätt. Dels med trafikplatser som är självförklarande i hur manövern ska gå till för autonoma fordon men inte bara autonoma fordon utan även för mänskliga förare. Men med enklare väginfrastruktur kan även kommunikationen mellan fordon och andra trafikanter i form av cyklister och fotgängare underlättas.

En enklare infrastruktur uppnås genom en kombinerad utformning av den fysiska miljön tillsammans med den digitala på ett sådant sätt att de båda kommunicerar med varandra för att på det effektivast sättet informera förare, fordon och omgivningen om vad som gäller för just denna plats. Detta kommer som tidigare nämnt skapa en mindre skillnad mellan autonoma fordon och fordon med mänskliga förare. Ett exempel för varför en enklare trafikmiljö kan gynna körning är vid vänstersväng på landsväg som kan genomföras på miljontals sätt hos ett

autonomt fordon. Att vid trafikplanering av en sådan plats tänka hur ett autonomt fordon gör för att handskas med platsen och planera för båda typer av förare och fordon för att med en gemensam bild skapa en så enkel och trafiksäker plats som möjligt. Att dessutom planera efter piska och morot för att gynna den aktionen som är regelmässigt rätt och att med detta skapa en säker manöver vilket samtidigt blir den som är lättast att genomföra för alla parter.

Detta skapar en säkrare miljö då autonoma fordon kommer kunna hantera fler situationer och kan då lägga mer datakraft på omgivningen, förare i trafiken kommer kunna framföra sitt fordon på ett lättare och i sin tur trafiksäkrare sätt samt att samspelet mellan dessa två kan bli lättare att hantera. Och med en enklare väginfrastruktur kommer det även bli lättare att i framtiden implementera nya fordonstyper. Att autonoma fordon inte kommer vara det enda nya färdssättet i framtiden utan att med autonoma fordon kommer det komma andra typer av färdssätt vilket även de kan gynnas av en väginfrastruktur som är enklare och lätt att hantera.

5.3.3 Mer fokus på digitala tekniker

Med autonoma fordon och dess teknik kan även andra delar av trafiken komma att behöva utvecklas. Ett arbete som påbörjats idag och som med en allt större implementering och mer test av autonoma fordon kan komma att ta allt mer resurser är digitalisering av infrastrukturen. Att med en utveckling som gör att de som använder väginfrastrukturen lägger mer vikt på digitala verktyg kommer det också komma krav på att väginfrastrukturen hänger med i denna utveckling. Med ett ökat fokus och mer resurser på en digital infrastruktur tillkommer mycket nya verktyg för hur trafiksäkerhet kan uppnås.

Som visas i studien är verktyget geofencing ett av dessa digitala verktyg, vilket kan stärka hur trafiken hastighetssäkras på ett effektivare sätt jämfört med de fysiska hastighetsreglerande medlen man använder idag. Istället för att lokalt reglera hastighet med exempelvis gupp kan istället geofencing användas för att säkra hastigheter baserat på område samt tid på dygnet och på så vis skapa en mer dynamisk och regelbunden hastighetssäkring. Skoloråden skulle kunna vara ett exempel på detta då det skulle kunna vara en hastighet på dagar då skolan är öppen jämfört med de dagar då det inte vistas någon på området och då risker inom området inte är lika höga.

Dessutom genom att med en digital tvilling i framtiden kunna ersätta vissa fysiska medel för trafiksäkerhet som exempelvis bullerräfflor eller liknande, kunna utforma gaturummen på nya sätt då reglering och restriktioner kan förmedlas på effektivare sätt. Om detta blir möjligt kan det dessutom kunna gå längre med att skapa en attraktivare stadsbild som inte är i behov att ha vägar med trottoarer och övergångsställen. Istället använda sig av just digitala verktyg för att skapa ett mer dynamiskt användande av stadsytorna. Geofencing och andra digitala verktyg kommer även kunna möjliggöra nya sätt att använda väginfrastrukturen på. Att med mer konstanta trafikmätningar och snabbare kommunikation mellan fordon och infrastruktur kunna reglera hur filer på vägar får användas samt vilka områden som motorfordon som exempel får färdas inom. Precis som man gör med dubbade däck i vissa stadsdelar, kan man med en digitaliserad väginfrastruktur på ett mer dynamiskt sätt reglera användning av gator och områden.

Då informationsflödet kan förmedlas på ett mer effektivt sätt kommer även information gällande olyckor eller stående fordon på väg kunna informeras till fordon som är på väg mot denna plats. Ett exempel är då räddnings- eller vägarbetsfordon behöver ta upp en andel av vägutrymmet kan detta område regleras genom geofencing för att på så sätt minska risker för de som arbetar på området och även kunna möjliggöra för de fordon som åker mot området att välja andra rutter och därigenom eventuellt öka flöden vid olyckor eller vägarbete.

En digitalisering medför inte enbart verktyg som geofencing utan även tekniker som V2V och V2I. Med fordon som kan kommunicera kan köbildning minskas då fordonen kommer kunna meddela inkommande fordon om eventuell olycka eller vägarbete och med det kan de fordonen minska hastigheten mycket tidigare och med det minska köer.

Vad gäller anspråket på ytan i staden, kommer det antagligen inte ske en stor förändring. Detta då autonoma fordon kommer ta lång tid på sig att implementeras och då användandet av fordon kan komma att ändras är det svårt att dra slutsatser kring om det är autonoma fordon som i framtiden kommer påverka hur användningen av ytan i staden ser ut eller om det är färdvanor. Istället för om fordonen kommer ta mer eller mindre plats tror jag att med autonoma tekniker i fordon tillsammans med en digitalisering av väginfrastrukturen så kommer användandet av vägsystemet bli smartare. Att istället för att ta bort eller lägga till plats för nya fordon kommer man med digitala verktyg göra användningen av ytorna varierande med tid och anspråk. Med all den data som kommer finnas tillgänglig kan trafiken styras för att öka flöden och prioritera vissa trafiktyper under vissa tider på dygnet. En gata som sällan är använd kommer kunna byta fokus för hela eller delar av dagen beroende på hur just den dagen ser ut. Detsamma på större vägar som endast belastats tungt på förmiddagarna och eftermiddagar kommer kunna ha ett mer dynamiskt användande som exempelvis högre hastighet vid låg trafikmängd än vid hög trafikmängd.

5.3.4 Underlättad trafikanalys

Förutom att digitalisering kan medföra många positiva egenskaper i samspelet mellan infrastrukturen och dess användare med nya tekniker och nya sätt att kommunicera kan den även medföra att trafiksäkerhetsutredningar blir mer tillförlitliga i och med att data för trafiken kan samlas in i större utsträckning. Att inte bara förare kan förklara vad som hänt utan även fordonet samt infrastrukturen då de kan kommunicera mellan varandra och på det sättet skapa en tydligare bild av vad som orsakade olyckan.

Ett autonomt fordon med en dator ombord som tar beslut genom algoritmer kommer även ha anledningar och beslut bakom varje manöver. Detta kommer då att vid olycka kunna analyseras för att se vad och varför fordonet valde att göra som den gjorde och med det lättare kunna utvärdera trafikplatsen på ett helt nytt sätt.

5.4 Hur kommer dessa faktorer påverkas av Sveriges vinterförhållanden?

Som tidigare framkommit är väginfrastrukturen en komplex miljö och med Sveriges vintermiljö blir inte trafikmiljöer lättare att handskas med. Detta skapar problem för autonoma fordon då deras bild av miljön skapas av sensorer och kameror som i sin tur med algoritmer skapar en digital bild av omgivningen som den sedan tar beslut baserat på. Med den teknik som finns idag kan en bild av omgivningen göras till en mycket detaljerad nivå. Men så fort snö kommer in i bilden blir det problematiskt för sensorerna då vägmarkeringar, skyltar samt omgivningen blir svåra att läsa av och tolka.

Vid dessa förhållanden kan det bli så att autonoma fordon ser på risken att köra och anser att det inte är värt risken och att det därför vid dessa förhållanden inte går att använda ett autonomt fordon. Då det i dagsläget inte finns mycket forskning om hur autonoma tekniker beter sig i dessa förhållanden är risken stor att ifall autonom körningen endast skulle vara en tjänst kommer denna inte kunna erbjuda autonom körning vid vinterförhållanden. Eller vid de fall då det inte är en tjänst utan ett helt autonomt fordon kommer inte fordonet ge sig ut i trafiken vid dessa förhållanden utan avstå från att ens försöka då den är medveten om sina egna begränsningar.

Vad gäller digitalisering av väginfrastrukturen kan den underlätta autonom körning vid vinterförhållanden med att via användning av digital kommunikation och geofencing kunna snabbare erbjuda autonom körning då man lättare kan studera körbarheten på vägar genom de fordon som kör där samt att de som skottar kan kommunicera vart de kört och vart de planerar att skotta. Detta gör att då förhållanden hindrar autonom körning kan en digitalisering av trafiksystemet hjälpa till att på ett snabbare sätt kunna erbjuda körningen. Så för att kunna erbjuda denna typ av körning kommer underhåll av gator och väginfrastruktur vara en viktig aspekt i trafiksäkerheten.

I och med vinterförhållanden kan även en enklare trafikmiljö underlätta för att möjliggöra körning av autonoma fordon. Om en enklare trafikmiljö uppnås kan det autonoma fordonet använda enklare metoder för att navigera i trafiksystemet för att ta sig fram.

6 Diskussion

I diskussionsavsnittet nedan diskuteras fyra delar. Metodvalen, reliabilitet och validitet, analys och slutsats samt framtida studier diskuteras utifrån genomförande och tankar från studien.

6.1 Metodval

Den valda metoden för studien fungerade bra för det valda ämnet. Med den valda metoden flöt arbetet på bra och det gick framåt systematiskt med ett steg i taget och med ett par tillbakablickar då ny information kom fram för att förtydliga vissa delar av rapporten. Det som kom att ändra sig under arbetets gång var vid analys och slutsats. Till en början var tanken att hålla analysen för sig och ett eget kapitel för slutsatser men då analysen var mycket lik de resultat som tagits fram vart det nästan enbart ett repetitivt avsnitt och rapporten fick en bättre struktur då dessa två, analys och slutsats, slogs ihop och skrevs som ett kapitel.

Att välja att genomföra studien med en kvalitativ metod fungerade bra och en kvantitativ metod hade inte haft samma funktion då det inte funnits tillräckligt med specifik data att analysera på ett kvantitativt sätt. En kvalitativ metod gav mig verktygen att kunna skapa en bred bild av ämnet och med det insamlade materialet kunna göra analyser och slutsatser på materialet.

Litteraturstudien fungerade bra med att söka på myndigheter och verk följt av databaser. Att börja söka på svenska och sedan gå vidare med att söka på engelska källor fungerade bra. Det enda anmärkningsvärda gällande litteraturstudien är att det inte fanns mycket litteratur som behandlar autonoma fordon relaterat med vinterklimat med snö och is. Jag tror inte detta handlar om valda sökord då ett par olika sökord testades utan resultat, istället tror jag det beror på att detta ämne inte är något som idag har något fokus från studier gällande autonoma fordon.

Vad gäller intervjuerna var strukturen lite svårare att följa då det var första gången som jag genomförde intervjuer. Men den valda metoden fungera bra och hjälpte mig genom strukturen med en inledande del följt av de inriktade delarna mot olika typer av personer. En del av intervjustudien som jag hade velat ändra på i efterhand är att börja höra av mig till personer tidigare i studien och sedan bokat in intervjuerna mer tätt inpå varandra. Detta hade kunnat ge mig mer tid att analysera materialet och skriva ihop resultatet och sedan ha mer tid för analys och slutsats. Vad gäller trattmodellen vart den i genomförandet mer som en guide till hur intervjuerna genomfördes istället för en faktisk struktur. Detta på grund av att det ofta hoppades mellan frågor och det var då svårt att genomföra vissa steg av modellen.

6.2 Reliabilitet och validitet

6.2.1 Litteraturstudie

Vad gäller reliabiliteten i litteraturstudien bedöms studien uppnå sitt mål och syfte då sökmotorerna bestod av databaser samt att materialet som användes var artiklar och utdrag från böcker publicerade av experter, akademiker samt andra vetenskapliga organisationer vilket styrker dess tillförlitlighet. De material som hämtades från hemsidor var från hemsidor av organisationer och myndigheter som arbetar inom ämnet samt är erkända inom området.

Då större delen av studien bestod av litteraturstudie kan, utifrån nerlagda resurser, litteraturstudien anses ha relativt hög validitet. Sen kan man argumentera för att det kunde

ägnats mer tid till litteraturstudien för att vidare öka validiteten men mot slutet av studien märks att en mättnad uppnåtts i sökningarna då många resultat återkom samt att författare påträffas vid alltmer sökningar.

6.2.2 Intervjustudie

Reliabiliteten hos intervjustudien kan även den anses vara hög då det totalt intervjuades 11 personer där alla respondenter på ett eller annat sätt arbetade med autonoma fordon eller trafiksäkerhet.

Dock kunde validiteten kunnat vara högre i och med att det var första gången som jag genomfört en intervjustudie och att frågorna därför kunnat vara strukturerade på annat sätt för att fungera bättre med hur en intervju fungerar och är strukturerad. Dessutom kommer det med erfarenhet en förändring i hur jag som intervjuare beter mig under en intervju.

En sak som jag tar med mig från intervjustudien och som hade kunnat påverka resultatet är att jag i en större utsträckning hade kunnat skicka ut ett kort frågeformulär till de som ska intervjuas för att få en ännu bättre bild av deras arbetsuppgifter och hur de är som personer för att lättare kunna strukturera upp intervjun och mentalt förbereda mig bättre.

6.3 Analys och slutsats

Analysen och slutsatsen är arbetets mest svåra del då studien som genomförts studerar en teknik som endast är i tidiga skeden och att det på grund av detta blir det svårt att få fram tydliga slutsatser och en tydlig och sammanhängande analys av det studerade materialet. Vid studerande av autonoma fordon och samhällets påverkan blev det lätt att slutsatserna blev riktade på den autonoma tekniken och hur den skulle kunna komma att fungera. Men då detta inte var fokus och avgränsade fick jag ta ett steg tillbaka för att se till de frågeställningar och avgränsningar som ställts i början av arbetet och inte gå utanför de ramar som ställts för studien.

6.4 Framtida vidarestudier

Då autonoma fordon fortfarande är i ett så pass tidigt skede och att tester som genomförs idag är få borde denna studie fortsätta eller göras om på nytt inom snar framtid då tester och lagar utvecklats och även i framtiden då en marknadsintroduktion kommit.

En intressant aspekt av autonoma fordon är hur de kan påverka en tätorts infrastruktur och ytor. En studie som studerar framtida användning av tätortens ytor och dess användning vore intressant. Hur anspråket för vägar i tätorter kan förändras, kommer de öka eller minska vid implementering av autonoma fordon.

Det vore intressant att studera färdvanor. Hur kommer autonoma fordon påverka hur människor färdas i framtiden? Kommer autonoma fordon endast ersätta de bilresor vi genomförs idag eller kommer de även ersätta andra typer av resor, t.ex. de gångavstånd som är mellan parkering och arbetet?.

Ur ett tekniskt perspektiv vore det även intressant att studera vad den autonoma tekniken kan användas till i framtiden utöver fordon. Dessutom vore det intressant att studera hur fordonstekniken ska fungera i dåliga förhållanden som exempel då vägarna är täckta med snö.

7 Referenser

- Almqvist, S., Varhelyi, A., & Larsson, A. (2010). *Säkrare fordon genom integrerade säkerhetssystem - en litteraturstudie*. Institutionen för teknik och samhälle, Trafik och väg. Lund: Lunds universitet. Hämtat från <https://portal.research.lu.se/portal/files/5621283/1784469.pdf> den 20 09 2019
- Arrias, B., Elmquist, A.-L., Skymning, A., Larsson, P., Malmstig, J., Mörsell, A., . . . Öhgren, P. (2014). *Autonom körning Förstudie*. Väg- och järnvägsavdelningen. Transportstyrelsen. Hämtat från https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/press/autonom_korning_forstudie.pdf den 25 09 2019
- Bertoncello, M., & Wee, D. (06 2015). *Ten ways autonomous driving could redefine the automotive world*. Hämtat från Mckinsey.com: <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/ten-ways-autonomous-driving-could-redefine-the-automotive-world#> den 03 10 2019
- Boverket, Trafikverket och SKL. (2015). *Trafik för en attraktiv stad: Handbok* (3 uppl.). Stockholm: Trafikverket och SKL.
- Brülde, U., & Larsson, J. (1999). *Trafiksäkerhet cirkulationsplatser avseende motorfordon*. Linköping: VTI. Hämtat den 17 09 2019
- Charness, N., Yoon, J. S., Souders, D., Stothart, C., & Yehnert, C. (den 18 December 2018). Predictors of Attitudes Toward Autonomous Vehicles: The Roles of Age, Gender, Prior Knowledge, and Personality. *frontiers in Psychology*, 9. doi:10.3389/fpsyg.2018.02589
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (2000). *Handbook of qualitative research* (2 uppl.). Thousand oaks, USA: SAGE Publications, Inc. Hämtat den 28 10 2019
- Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod* (4:1 uppl.). Lund, Sverige: Studentlitteratur. Hämtat den 16 09 2019
- Englund, A., Gregersen, N. P., Hydén, C., Lövsund, P., & Åberg, L. (2007). *Trafiksäkerhet, En kunskapsöversikt* (2 uppl.). Malmö: Studentlitteratur.
- Europeiska Kommissionen. (2016). *A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility, COM(2016) 766 final*. Bryssel: Europeiska Kommissionen. Hämtat från <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52016DC0766> den 01 10 2019
- Fagnant, D., & Kockelman, K. (07 2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 167-181. Hämtat från <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856415000804> den 08 10 2019
- Faisal, A., Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., & Currie, G. (den 28 January 2019). Understanding autonomous vehicles: A systematic literature review on capability,

- impact, planning and policy. *The journal of Transport and Land use*, 12(1), 45-72. Hämtat från <https://eprints.qut.edu.au/125343/8/125343.pdf> den 20 09 2019
- Fang, H., Dou, L., Chen, J., Lenain, R., Thuilot, B., & Martinet, P. (2011). Robust anti-sliding control of autonomous vehicles in presence of lateral disturbances. *Control Engineering Practice*, 468-478. Hämtat den 06 12 2019
- Gruhs, P., Johansson, C., Niska, A., Grönvall, O., & Caesar, K. (2011). *Drift- och underhållsproblem vid trafiksäkerhets- och tillgänglighetsutformning*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:674020/FULLTEXT01.pdf> den 02 10 2019
- Gustafsson, S., Jägerbrand, A. K., & Grumert, E. (2011). *Hastighetsdämpande åtgärder, En litteraturstudie med fokus på nya trafikmiljöåtgärder och ITS-orienterade lösningar*. Linköping: VTI. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A670463&dswid=-5030> den 19 09 2019
- Haglund, M., & Åberg, L. (1990). *Stabilitet och generaliserbarhet i förarens beteende. Egenskaper i mått på hastighet*. Psykologiska institutionen. Uppsala: Uppsala universitet.
- Hydén, C. (2010). *Trafiken i den hållbara staden* (1:3 uppl.). Malmö, Sverige: Studentlitteratur AB, Lund. Hämtat den 12 09 2019
- Hydén, C., Jonsson, T., Linderholm, L., & Towliat, M. (2008). *Nya hastighetsgränser i tätort - Resultat av försök i några svenska kommuner*. Technology and Society, Transport and Roads. Lund: Lund University Faculty of Engineering. Hämtat den 17 09 2019
- Jussila Hammes, J. (2019). *Styrmedel för självkörande fordon*. Statens väg- och transportforskningsinstitut, Samhälle, miljö och transporter, SAMT, Transportekonomi, TEK. Stockholm: VTI. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1345231&dswid=-8130> den 23 09 2019
- Karlsson, E., & Wikström, J. (2018). *Autonoma fordons påverkan på utvecklingen av infrastrukturen*. Uppsala: Uppsala Universitet. Hämtat den 16 10 2019
- Kristoffersson, I., Pernestål Brenden, A., & Mattsson, L.-G. (2017). *Framtidsscenarier för självkörande fordon på väg*. Linköping: VTI. Hämtat den 12 09 2019
- Kylén, J.-A. (2004). *Att få svar* (1 uppl., Vol. 1). Vellinge: Skogs Rulloffset. Hämtat den 15 10 2019
- Levander, E. (den 20 Mars 2019). *Trafikplanering, trafiksäkerhet*. Hämtat från Sveriges Kommuner och Landsting: <https://skl.se/samhallsplaneringinfrastruktur/trafikinfrastruktur/trafikplaneringtrafiksakerhet.2990.html> den 09 September 2019
- Lindgren, S. (2016). *Straffansvar vid autonom bilkörning*. Juridiska institutionen. Uppsala: Uppsala Universitet. Hämtat från <https://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:955464/FULLTEXT01.pdf> den 02 10 2019
- Lindholmen Science Park. (den 02 12 2013). *Volvo Car Group initierar världsunik pilotprojekt med självkörande bilar*. Hämtat från lindholmen.se:

- <https://www.lindholmen.se/nyheter/volvo-car-group-initierar-varldsunik-pilotprojekt-med-sjalvkorande-bilar> den 01 10 2019
- Litman, T. (2019). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions, Implications for Transport Planning*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute. Hämtat från <https://www.vtpi.org/avip.pdf> den 08 10 2019
- Ljungberg, M. (2001). *Vinterväghållning och expertsystem – en kunskapsöversikt*. Linköping: VTI. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:673365/FULLTEXT01.pdf> den 30 09 2019
- López-Lambas, M., & Alonso, A. (den 12 September 2019). The Driverless Bus: An Analysis of Public Perceptions and Acceptability. *Sustainability*, 11(18), s. 15. Hämtat från <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/18/4986> den 29 10 2019
- Meeder, M., Bosina, E., & Weidmann, U. (2017). Autonomous vehicles: Pedestrian heaven or pedestrian hell? *Swiss Transport Research Conferance, STRC* (s. 11). Ascona: ETH Zürich.
- Mählers. (den 30 09 2019). *A ground-breaking snow clearing revolution*. Hämtat från Mahler.se: http://mahlers.se/campaigns/flexiway/en/flexiway-ii.html#svid10_3e7626b413ec3d5c652230ee den 30 09 2019
- Nikolic, Z., Agarwal, G., Williams, B., & Pearson, S. (2013). *TI Gives Sight to Vision-Enabled Automotive Technologies*. Texas: Texas Instruments. Hämtat från <http://www.ti.com/lit/wp/spry250/spry250.pdf> den 19 09 2019
- Palm, M., Berg, J., Smeds, P., Olsson, L., Johansson, O., Persson, A., & Fredricsson, C. (2019). *Färdplan - För ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1327830&dswid=5252> den 07 10 2019
- Ryen, A. (2004). *Kvalitativ intervju* (1 uppl., Vol. 1). (O. Håkansson, Red., & S.-E. Torhell, Övers.) Malmö: Liber AB. Hämtat den 14 10 2019
- Starrin, B., & Svensson, P.-G. (1994). *Kvalitativ metod och vetenskapsteori*. Lund: Studentlitteratur. Hämtat den 15 10 2019
- Svedberg, W. (2017). *En rättslig konstruktion för staffrättsligt ansvar gällande självkörande fordon*. Göteborg: VTI. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1103501/FULLTEXT01.pdf> den 30 09 2019
- Söderberg, O. (1966). *Motororganisationer i Sverige: Bakgrund, grupperingar, aktiviteter*. Stockholm: Rabén & Sjögren.
- Söderqvist, P. (2019). *Självkörande fordon - En analys om hur ansvarsfrågan ska fördelas*. Fakulteten för humaniora och samhällsvetenskap, Rättsvetenskapliga programmet. Karlstad: Karlstad University. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1328306&dswid=-7964> den 30 10 2019
- Thomas, F., & Vadeby, A. (2007). *Sammanställning av 34 trafiksäkerhetsåtgärder*. Linköping: VTI. Hämtat den 06 12 2019

- Tibljás, A. D., Giuffrè, T., Surdonja, S., & Trubia, S. (2018). Introduction of Autonomous Vehicles: Roundabouts Design and Safety Performance Evaluation. *Sustainability*, 10(4), 14. Hämtat från <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/4/1060/htm> den 11 10 2019
- Trafikverket. (den 13 01 2017). *Vinterdäck och trafiksäkerhet*. Hämtat från Trafikverket.se: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/Trafiksakerhet/Din-sakerhet-pa-vagen/Dack/vinterdack/Vinterdack-och-trafiksakerhet/> den 10 10 2019
- Trafikverket. (den 08 05 2018a). *Det här är Nollvisionen*. Hämtat från trafikverket.se: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/Trafiksakerhet/det-har-ar-nollvisionen/> den 11 09 2019
- Trafikverket. (den 20 04 2018b). *2018 års återrapportering av uppdraget att leda övergripande samverkan i trafiksäkerhetsarbetet för vägtrafik*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från trafikverket.se: <https://trafikverket.ineko.se/se/2018-%C3%A5rs-%C3%A5terrapportering-av-uppdraget-att-leda-%C3%B6vergripande-samverkan-i-trafiks%C3%A4kerhetsarbetet-f%C3%B6r-v%C3%A4gtrafik> den 11 09 2019
- Trafikverket. (2018c). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från https://www.trafikverket.se/contentassets/4b1c1005597d47bda386d81dd3444b24/asek-6.1/09_trafiksakerhet_a61.pdf den 27 09 2019
- Trafikverket. (2019a). *Analys av trafiksäkerhetsutvecklingen 2018*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat den 17 09 2019
- Trafikverket. (den 30 09 2019b). *Standardklass vinter*. Hämtat från trafikverket.se: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall-av-vag-och-jarnvag/Sa-skoter-vi-vagar/Vintervaghallning/Standardklass-vinter/> den 30 09 2019
- Trafikverket. (den 11 10 2019c). *Uppkopplade fordon*. Hämtat från trafikverket.se: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/forskning-och-innovation/aktuell-forskning/transport-pa-vag/uppkopplade-fordon/> den 14 10 2019
- Trafikverket och SKL. (2008). *Rätt fart i staden Hastighetsnivåer i en attraktiv stad*. Stockholm: Trafikverket och SKL. Hämtat den 19 09 2019
- Trafikverket och SKL. (2013). *Trafiksäkra staden*. Stockholm och Borlänge, Sverige: Trafikverket och SKL. Hämtat den 16 09 2019
- Trafikverket och SKL. (2015a). *Krav för vägars och gators utformning*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från <https://trafikverket.ineko.se/se/krav-f%C3%B6r-v%C3%A4gars-och-gators-utformning> den 14 11 2019
- Trafikverket och SKL. (2015b). *Råd för vägars och gators utformning*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, Movea Trafikkonsult. (2018). *Analys - Trafikflöden och självkörande fordon Drive Me försökssträcka*. Borlänge: Trafikverket. Hämtat från <https://trafikverket.ineko.se/Files/sv->

SE/48313/Ineko.Product.RelatedFiles/2018_165_trafikfloden_och_sjalvkorande_ford
on_drive_me_forsoksstracka.pdf den 01 10 2019

Transportstyrelsen. (2019). *Officiell statistik för vägtrafikolyckor*. Hämtat från

Transportstyrelsen.se:

[https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/statistik/Olycksstatistik/officiell-
statistik-polisrapporterad/](https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/statistik/Olycksstatistik/officiell-statistik-polisrapporterad/) den 18 09 2019

Tuononen, A., & Sainio, P. (2014). Optimal proportion of studded tyres in traffic flow to prevent polishing of an icy road. *Accident Analysis and Prevention*, 65, 53-62. Hämtat från [https://pdf.sciencedirectassets.com/271664/1-s2.0-S0001457513X00144/1-s2.0-S000145751300506X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=AgoJb3JpZ2luX2VjEND%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIChtBa%2FYea%2FXQ7KGmEam2kcS3AMMo7qOqirnevqjkrLAIbKoTdf6X%2](https://pdf.sciencedirectassets.com/271664/1-s2.0-S0001457513X00144/1-s2.0-S000145751300506X/main.pdf?X-Amz-Security-Token=AgoJb3JpZ2luX2VjEND%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2F%2FwEaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIChtBa%2FYea%2FXQ7KGmEam2kcS3AMMo7qOqirnevqjkrLAIbKoTdf6X%2) den 10 10 2019

Waymo. (2018). *Waymo Safety rapport, On the road to fully self-driving*. Phoenix: Waymo. Hämtat från [waymo.com/safety/](https://storage.googleapis.com/sdc-prod/v1/safety-report/Safety%20Report%202018.pdf): <https://storage.googleapis.com/sdc-prod/v1/safety-report/Safety%20Report%202018.pdf> den 01 10 2019

Waymo. (den 01 10 2019a). *Our Journey*. Hämtat från Waymo.com:

<https://waymo.com/journey/> den 01 10 2019

Waymo. (den 01 10 2019b). Waymo's fully self-driving reference vehicle, Firefly 1. Waymo.

Bilaga 1 – Intervjuformulär

Del 1 – Inledande frågor

1. Berätta om dig och de företag du arbetar för
 - Vad ditt företag arbetar med gällande Trafiksäkerhet, trafikreglering, Teknikutveckling och/eller Fordonsteknik
 - Din roll i företaget
2. Vilka aspekter tycker du är viktigast inom trafiksäkerhetsplanering?
 - Hastighetsdämpande åtgärder exempelvis,
 - Nollvisionens påverkan? Har den påverkat oss.
3. Hur arbetar du med autonoma fordon idag?
 - Andra tekniker för säkerhet?
4. Vad tror du att trafikanters acceptans av autonoma fordon vara beroende av, eller bero på?
 - Till vilken grad är acceptansen viktig (Kommer de implementeras oavsett acceptans eller måste trafikanter ha en nivå av acceptans för att de ska kunna implementeras?)

Del 2.1. – Trafikfördjupning

5. Förutom de du nämnde tidigare, kan du fördjupa något om trafiksäkerhet, specifikt för tätorter?
 - Teknik i trafiken för trafiksäkerhet?
 - Arbete för vinterns påverkan
 - Andra svårigheter som man planerar för ur trafiksäkerhetsperspektiv?
6. Arbete för framtiden, vet du om något speciellt arbete sker för framtiden?
 - Implementering av framtidens teknik för trafiksäkerhet (Autonoma fordon, Kommunikationsmedel M.fl.)
 - Framtidens teknik i vintermiljö och arbetet för att motverka dessa svårigheter.
 - Andra svårigheter med detta arbete för framtiden
7. Möter denna utveckling som vi diskuterat den tekniska utvecklingen inom fordonsteknik och internet som sker idag?
8. Hur kan styrmedel påverka implementering av autonoma fordon?
9. Sist, hur tror du framtiden kommer se ut med infrastruktur och den fordonstekniska utvecklingen vi ser idag? Framtidsvision!

Del 2.2. – Fordons- & Teknikutveckling

5. Förutom det du nämnde tidigare, finns det något mer om autonoma fordon eller andra tekniker för trafiksäkerhet du kan berätta om?
 - Sensorer för navigering
 - V2X
 - C-ITS
 - Andra tekniker för trafiksäkerhet?
6. Vad finns det för utmaningar inför framtiden?
 - Vinter och annat väder
 - Implementering
7. Vad vet du om testverksamheter och kan du berätta om någon isf.?
 - Drive me, Waymo, m.fl.
8. Vad skulle du säga finns för krav på infrastrukturen för implementering?
9. Hur kan styrmedel påverka implementering av autonoma fordon?
10. Sist, vad tror du framtiden kommer se ut med infrastruktur och den fordonstekniska utvecklingen vi ser idag? Framtidsvision!

Del 2.3. – Regelgivning och Styrmedel

5. Styrmedel, tror du något kommer behövas ändras för implementering och vad isf.?
 - Straffansvar?
 - Tillstånd?
 - Försäkring?
6. Kommer en förare alltid behövas för att autonomi kommer ske?
 - Kommer vi nå nivå 5?
7. Kommer det krävas regelförändring mot trafikplanerare ur ett trafiksäkerhetsperspektiv i framtiden med autonoma fordon och annan teknologi?
 - Krav på underhåll?
8. Kommer det krävas regelförändring mot fordonsutvecklare ur ett säkerhetsperspektiv i framtiden med autonoma fordon och annan teknologi?
 - Krav på redundans, m. liknande?
9. Sist, hur tror du framtiden kommer se ut med infrastruktur och den fordonstekniska utvecklingen vi ser idag? Framtidsvision!