



GÖTEBORGS UNIVERSITET

HANDELSHÖGSKOLAN

Autonoma fordon i transportnätverket

En studie om de implementeringsbarriärer som föreligger
för tunga autonoma transporter

Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet
Kandidatuppsats 15/180 HP
Vårterminen 2021

Handledare: Jon Williamsson

Författare:
Axel Petré 991025
Tom Lidgard 970814

Förord

Denna kandidatuppsats är författad av Tom Lidgard och Axel Petré, studenter i företagsekonomi och logistik. Samtliga delar av arbetet har framtagits på ett jämlikt och likvärdigt sätt, där samarbete genomsyrat arbetsprocessen.

Vi vill rikta ett stort och genuint tack till vår handledare Jon Williamsson för ett adekvat och stort stöd under denna period. Vidare vill vi rikta ett stort tack till bolaget Einride som varit vänliga att låta oss skriva uppsatsen hos företaget, likväl till Per-Olof Arnäs som agerat mentor. Stor tacksamhet riktas även gentemot respondenterna för intressanta intervjusamtal. Utan ert engagemang, uppmuntran och givna möjlighet hade denna uppsats aldrig blivit verklighet.

Slutligen vill vi tacka våra kurskamrater för en värdig opponering.

Tom Lidgard & Axel Petré

Juni 2021

Sammanfattning

Autonoma tunga transporter förmodas förändra transportsektorn i grunden. För att kunna implementera dessa fordonslösningar i dagens transportsystem behöver emellertid flertalet barriärer överkommas. Syftet med denna studie har varit att kategorisera och verifiera de barriärer som föreligger en implementering av tunga autonoma transporter. Studien har författats hos teknikföretaget Einride, vilka tillhandahåller förarlösa lastbilar.

Målet har varit att påvisa att privat och offentlig sektor tillsammans ger en sektorsöverskridande verifiering av de barriärer som beskrivs i befintlig forskning på området. Semistrukturerade intervjuer med aktörer från privat och offentlig sektor har lagt grunden för det empiriska materialet. Tillsammans med en kvalitativ forskningsansats har en kategorisering och verifiering av de implementeringsbarriärer identifierade i använd litteratur möjliggjorts. Huvudresultatet påvisar att somliga barriärer väger tyngre än andra. Barriärerna som kategoriserats är relaterade till infrastruktur, juridiska ramverk, säkerhet, cybersecurity och kostnader.

Studiens slutsats är att barriärer kopplade till infrastruktur samt juridik utgör de dominanta etableringshindren för Einride och liknande aktörer. Framtida forskning och arbete behöver anta ett internationellt perspektiv. Juridiska ramverk och infrastrukturella frågor lär justeras i linje med automatiseringen av transportsystemet först när trafiklagstiftning och digital infrastruktur prioriteras i högre instans, med utgångspunkt i UNECE.

Abstract

Autonomous heavy transports are expected to fundamentally change the transport system. However, in order to be able to implement these vehicle solutions in today's transport system, barriers need to be overcome. The purpose of this study has been to categorize and verify the barriers that exist related to the implementation of autonomous heavy transports. The Swedish tech-company Einride, which provides driverless trucks, has given the authors of this essay the possibility to conduct this study for them.

The aim of the study has been to demonstrate that the private and public sectors together provide a cross-sectoral verification of the barriers described in the existing research in the field. Semi-structured interviews with actors from the private and public sectors have laid the foundation for the empirical material. Together with a qualitative research approach, a categorization and verification of the barriers for implementation identified in the used literature has been made possible. The main result of the study shows that some barriers outweigh others. The barriers categorized are related to infrastructure, legal frameworks, safety, cybersecurity and costs.

The study concludes that barriers related to infrastructure and law constitute the dominant barriers for implementing autonomous heavy transports. Future research and work need to adopt an international perspective. Legal frameworks and infrastructural issues are expected to be adjusted in line with the automation of the transport system only when traffic legislation and digital infrastructure are prioritized at a higher instance. Thus, the United Nations Economic Commission for Europe is the outset of a crucial change management process, one that is essential for a large-scale implementation of autonomous transports.

Innehållsförteckning

1. Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Problembeskrivning	7
1.3 Syfte	9
1.4 Frågeställning	9
1.5 Avgränsningar	9
1.6 Förväntat resultat	9
2. Studiens referensram	10
2.1 Teknologiska transitioner	10
2.2 Autonoma fordon	11
2.2.1 Grad av automation	11
2.3 Vad är en barriär?	12
2.4 Infrastruktur, intelligenta transportsystem och mobilitet	13
2.5 Juridik, regelverk och tillstånd	15
2.6 Teknik och säkerhet	16
2.7 Cybersecurity	17
2.8 Kostnadsbild	18
2.9 Syntes	19
3. Metod	20
3.1 Metodval	20
3.2 Einride - uppsatsens möjliggörare	21
3.3 Urval	21
3.4 Litteraturgenomgång och Källor	23
3.5 Intervjuteknik	24
3.6 Validitet och Reliabilitet	25
3.7 Etiska aspekter	26
4. Resultat	28
4.1 Intervjuer	28
4.1.1 Einride - Björn Gidlund och Per-Olof Arnäs	28
4.1.2 Trafikverket - Hamid Zarghampour och Johnny Svedlund	31
4.1.3 Trafikkontoret Göteborgs Stad - Mikael Ivari	33
4.1.4 Privat fastighetsbolag - Anonym respondent	35
5. Analys	36
5.1 Mobilitetsrelaterade- och infrastrukturella barriärer	37
5.2 Juridiska barriärer	40
5.3 Teknik-och säkerhetsrelaterade barriärer	41
5.3.1 Social acceptans och förlust av arbetstillfällen	42
5.4 Cybersecuritybarriär	43
5.5 Kostnadsbarriär	44
6.1 Generaliserbarheten av framtagna resultat	46

6.1.2 Studiens brister	47
7. Slutsats	48
7.1 Rekommendationer för framtida studier	49
8. Referenslista	50
9. Bilagor	54

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Automatiseringen av fordon förmodas av somliga att fundamentalt kunna förändra det transportsystem i vilket vi verkar idag (Fagnant & Kockelman, 2015). Hela industrin står inför en massiv transformation (Palermo, 2018), där automatiserade transporter förmodas generera en flora av positiva effekter, exempelvis mindre förorening, förhöjd säkerhet och ett högre kapacitetsutnyttjande (Litman, 2021). Denna teknologiska utveckling går mycket snabbt, och har gjort senaste decenniet, framförallt då den traditionella fordonsindustrin tillsammans med teknologiska konglomerat möjliggör för en grundlig förändring av transportsektorn. En förändring av det system som i sin essens varit sig likt sedan vi frångick transport med hästar för inte mindre än ett sekel sedan (Sveriges Kommuner och Landsting, 2018).

Ett privat transportbolag som tillhandahåller fullt automatiserade och elektriska tunga vägtransporter är det svenska teknikföretaget Einride. Med självkörande och eldrivna lastbilar är målet att revolutionera vägtransporter för en hållbar och miljövänlig utveckling. Detta för att skapa en mer önskvärd framtida version av planeten (Einride, 2021). Sedan bolaget grundades år 2016 har samarbeten inletts med större bolag som Lidl år 2017 (Einride, 2020), DBSchenker 2018 (DBSchenker, 2018) och Coca Cola år 2019 (Einride, 2019).

Detta indikerar att ett intresse, behov och efterfrågan för automatiserade samt hållbara vägtransporter existerar. Emellertid är offentlig sektor, andra näringsidkare, och policymakers i Sverige medspelare i denna utveckling. Vad fullt automatiserade fordonslösningar i en bredare samhällskontext kommer att innebära för medborgarna och för infrastrukturen är inte helt självklart. Även legala- och policyrelaterade aspekter vilka reglerar transportsystemet återstår att utforska, då automatiseringen av transportsektorn är någonting som sker i vår nutid (Litman, 2021). Hur exempelvis Trafikverket betraktar, reglerar och planerar för autonoma fordon har betydelse för Einride och liknande aktörer avseende möjligheterna för implementering av autonoma transporter. Det är trots allt på städernas och nationens vägar som dessa fordon skall rulla.

1.2 Problembeskrivning

Problematiken kring implementeringen av autonoma transporter är tvåsidig. Dels för bolagen som behöver tillgodose krav och regler för att kunna implementera självkörande transportlösningar, men även för de myndigheter och beslutsfattare som kommer behöva styra och anpassa befintliga konstellationer. Detta för att gå i linje med den allt ökande automatiseringsgraden, samtidigt som säkerheten skall bevaras (Fagnant & Kockelman, 2015). Einrides autonoma fordon kan enligt Geels (2002) klassas som en radikal innovation, då verksamheten befinner sig i "nischfasen". Ett sociotekniskt skifte behöver därför ske på samhälls nivå. Sker detta förändras användarpraxis, juridiska ramverk och strukturer, vilket möjliggör fullskalig implementering av autonoma transporter.

En situation som stimulerar trängsel kommer dock påverka individens mobilitet. Ökad trängsel förmodas uppstå då autonoma fordon har en mer återhållsam körstil jämfört med mänskliga bilister (Palermo, 2018). I enlighet med en studie från Storbritannien lär trängseln vara fortsatt pågående tills 50-75% av hela fordonsflottan är automatiserad (DW Amanuel, 2017). En studie från Kina fastslår att fordonsflottan behöver vara automatiserad till 68% för att positiva effekter avseende trängsel skall uppnås (Ziaqiang & Ting, 2017). Det är alltså i övergångsfasen från fordonsflottans manuella karaktär till övervägande automatiserad som trängseln förmodas uppstå. Med detta som bakgrund kan det föranleda utmaningar för autonoma lastbilars förmåga att bemöta dessa grundförutsättningar samtidigt som individens mobilitet ej äventyras.

Sedermera är den infrastrukturella anpassningsförmågan relevant. Framförallt hur infrastruktur samspelar med autonoma fordon samt utmaningen att säkerställa god mobilitet och säkerhet för befintliga person- och fordonsflöden. Således blir utmaningen att eventuellt hantera och anpassa övrig infrastruktur i takt med införandet av tunga autonoma godstransporter, samtidigt som detta skall samspela med befintlig fordonsflotta.

Individens säkerhet skulle dessutom kunna äventyras av tekniska skäl. De autonoma fordonens inneboende säkerhetsbrister kan potentiellt utgöra fara och i förlängningen ge upphov till komplexa bedömningsvårigheter juridiskt (Cui et. al, 2019). Fördröjningen i samspel mellan den tunga autonoma fordonsutvecklingen och lämpliga lagrum som skall appliceras vid diverse olyckor eller problem, är en barriär. Inom detta område avses

problematik i form av ansvarsfördelning vid olycksfall, vilka rättigheter och skyldigheter en ansvarande part har, samt diverse legala tillståndsfrågor (Collingwood, 2017). Således utgör den juridiska parametern en uppsättning av legala hinder som begränsar en full implementering av tunga autonoma fordon, likväl är ansvarsfördelningen ett centralt begrepp som behöver konkretiseras med lagstöd.

Vidare beaktas cybersecurity, alltså bolagens strävan att säkra intrång från datorhackare, terroristattacker och utomstående parter som har för avsikt att skada företagets autonoma fordon, andra trafikanter eller infrastruktur. Exempelvis kan fientliga aktörer orsaka kollisioner och trafikstörningar med avsikt att sabotera för både bolaget, människor och för nationer. Således är detta en barriär som bör behandlas ur ett proaktivt syfte (Cui et. al, 2019).

Även kostnadsorienterade aspekter utgör en barriär i form teknikrelaterade och infrastrukturella investeringskostnader. Aspekten belyser även kostnaden för den grundläggande tekniken avseende kommunikations- och styrtekniken i fordonen, samt för den programvara som krävs för funktionaliteten.

Sammanfattningsvis kan problematiken konkretiseras i två delar. Den ena delen behandlar det kunskapsgap som råder gällande vilken påverkan autonoma transporter kommer ha gällande trängsel, infrastruktur samt person- och fordonssäkerhet. Eftersom utfallet av en bredare implementering ännu inte är känt, ger kunskapsgapet upphov till barriärer berörande trängsel, infrastruktur och fordonssäkerhet. Den andra delen berör bolagens förmåga att kunna implementera autonoma transporter givet de juridiska förutsättningarna, nivån av cybersecurity som förväntas samt kostnaderna för detta. Följaktligen skapar även dessa parametrar implementeringsbarriärer för Einride och liknande bolag.

1.3 Syfte

Uppsatsens syfte är att utifrån använd litteratur samt bedriva intervjuer verifiera och kategorisera vilka barriärer som föreligger en implementering av tunga autonoma transporter.

1.4 Frågeställning

Med utgångspunkt i uppsatsens problemdiskussion och syftesformulering är det således följande frågeställning som skall besvaras;

- Vilka barriärer föreligger en implementering av tunga autonoma transporter?

1.5 Avgränsningar

Perspektivet på uppsatsen utgår ifrån företaget Einrides synvinkel, då uppsatsen skrivs hos detta bolag. Dock beskriver de teoretiska ramverken, använd litteratur och intervjupersonerna stundtals en mer generell problembild för autonoma transporter, personbilar inräknat.

Emellertid anser författarna att den breda problembild som identifierats är applicerbar för tunga autonoma transporter. Detta då flertalet av barriärerna härleds till en större kontext, inte sällan en juridisk och infrastrukturell sådan, vilken berör både autonoma persontransporter samt tyngre godstransporter.

Det antal barriärer som undersöks är dock begränsade. Forskningen kring autonoma transporter och relaterade barriärer är ett relativt nytt fenomen. Följaktligen lär det i realiteten finnas fler implementeringsbarriärer som ej tas ställning till i denna uppsats. De barriärer som behandlas är funna i den använda litteraturen, samt beskrivna av intervjupersonerna.

1.6 Förväntat resultat

Studien förväntas verifiera den vetenskapliga litteratur som berör ämnesområdet, genom att förse läsaren med en bild av de barriärer som föreligger i en svensk kontext. Teorierna verifieras utifrån det faktum att både privat och offentlig sektor belyser problembilden utifrån ett praktiskt, samhälleligt och industrinära perspektiv.

2. Studiens referensram

I detta kapitel beskrivs inledningsvis teknologiska transitioner som teori. Därefter förklaras både begreppet barriär och kategoriseringen av de identifierade barriärerna, samt vad automatiserade fordon de facto innebär. Slutligen beskrivs respektive barriärs innebörd.

2.1 Teknologiska transitioner

Geels (2002) beskriver i sin forskning teknologiska transitioner. Transitionerna beskrivs som massiva och långsiktiga teknologiska förändringar i det sätt som sociala funktioner såsom transporter och kommunikation uppfylls. Förändringarna involverar inte enbart skiften i teknologi, utan förändrar även industriella nätverk, infrastruktur och användarpraxis. Geels (2002) exemplifierar detta med skiftet från hålkortsanvändning till digitala datorer mellan åren 1930-1960.

Teknologiska transitioner är skiften från en socioteknisk konfiguration till en annan, där viss teknologi och andra element substitueras. Radikalt nya teknologier har svårt att få genomslag, inte sällan då regelverk, infrastruktur samt användarpraxis är anpassat efter befintlig teknologi och existerande constellationer. Nya teknologier är därför ofta missanpassade till etablerade socio-institutionella ramverk. Tonvikt läggs i Geels (2002) forskning vid det faktum att radikalt nya teknologier och innovationer inträder på icke-etablerade marknader, där avsaknad av användarpreferenser är ett faktum. Istället utvecklas teknologierna, marknaderna och användarpreferenserna tillsammans på meso, makro och mikronivå. Geels (2002) inkorporerar denna utveckling i det s.k. "multi-level" perspektivet.

Perspektivet är bestående av tre nivåer. Den s.k. "regimen" utgör mesonivån, vilken stabiliserar de sociala funktionerna, infrastrukturen och de industriella nätverken. "Landskapet" kännetecknas av externa faktorer som långsamt förändras på makronivå, exempelvis befintliga regelverk, infrastruktur samt användarpraxis. "Nischerna" på mikronivå genererar radikala innovationer, vilka sår frön för förändring. Genomslaget av innovationerna är beroende av processerna inom nischen, men till lika stor del av flexibiliteten i det sociotekniska landskapet samt utvecklingen i den existerande regimen.

En teknologisk transition anses enligt Geels (2002) ha skett först när full adaptation av innovationen genomsyrar hela strukturen på samtliga tre nivåer.

2.2 Autonoma fordon

Automatiseringen av fordon har successivt ökat över årens lopp. Detta innebär i allmänna ordalag att fordonen över tid blir mindre manuella genom teknologiska innovationer och istället i ökande grad mer självkörande. Det är således viktigt att innebörden av automatisering är införstådd på en bred skala då fordonsflottan och transportsektorn utvecklas i denna riktning.

I regel kan sägas att lägre grad av automatisering avlastar föraren av diverse körmoment, exempelvis genom att fordonet tillåts bromsa, gasa och i viss mån styra fordonet. Denna grad av automatisering är framförallt upplevelse- och säkerhetsbetingad. En högre grad av automatisering är, som i fallet med förarlösa lastbilar, något som sträcker sig bortom komfort. Med full automatiseringsgrad ersätts inte bara samtliga uppgifter som tillfaller en förare, utan även föraren i sig. (Society of Automotive Engineers, 2019).

2.2.1 Grad av automation

Society of Automotive Engineers är den organisation som för tillfället tillhandahåller den mest vedertagna nivåbeskrivningen av fordons automatiseringsgrad (Society of Automotive Engineers, 2019). Nedan beskrivs de sex olika automationsnivåerna av vägfordon, där nivå noll representerar lägst grad av automatisering och nivå fem, högst.

Nivå 0: Föraren blir ej avlastad med framförandet av fordonet. Fordonet är manuellt styrt och föraren är i kontroll. Eventuella nödbromsningar som fordonet kan göra självmant räknas dock in här.

Nivå 1: Föraren får hjälp med att hålla hastighetsgränsen samt körningen i fil. Fordonet är dock manuellt styrt vad gäller all annan form av manövrering. Föraren är i kontroll och bär ansvar.

Nivå 2: Fordonet är karakteriserat av partiell automation. Detta innebär delvis automatiserad körning då fordonet både kan öka, sänka samt kontrollera hastigheten på vägen. Föraren är i kontroll och bär ansvar.

Nivå 3: Fordonet klarar av samtliga parametrar av förarens uppgifter. Detta innefattar allt ifrån att byta fil, gasa och bromsa, hålla hastigheten samt körningen i fil. Däremot skall föraren vara införstådd med att ansvaret kan, med liten marginal, behöva tas över i komplexa trafiksituationer.

Nivå 4: Fordonet är karakteriserat av hög automation. Föraren förväntas ej vara beredd på att ta ansvaret, då fordonet är helt självkörande under givna premisser såsom bra sikt.

Nivå 5: Hundraprocentig automation. Fordonet kan med eller utan förare avklara samtliga delar av körningen som en mänsklig förare kan. Detta på alla vägunderlag, i alla väder och på alla platser. Fordonet är här helt i kontroll. (Society of Automotive Engineers, 2019)

2.3 Vad är en barriär?

Begreppet barriär definieras av Davidsson och Anderzén (2008) som ett skydd alternativt ett hinder vilket ämnar fånga upp en specifik riskkälla och således minimera den eventuella risken. Innan en risk blivit bedömd samt klassificerad benämns den som just riskkälla. Detta begrepp definieras enligt Bron et. al (2014) som en orsak till möjligt olycksfall eller möjlig ohälsa.

Denna uppsats har identifierat flera olika barriärer, exempelvis juridiska, infrastrukturella och tekniska sådana. I enlighet med Davidsson och Anderzén (2008) definition av barriär anser författarna således att de barriärer identifierade i använd litteratur utgör etableringshinder för tunga autonoma transporter. Detta då riskerna med den autonoma teknologin försöker minimeras och fångas upp av diverse aktörer.

De barriärer som presenteras nedan är de som författarna identifierat som de mest dominant utifrån använd litteratur. Kategoriseringen och dominansen av de presenterade barriärerna är ej värderade från högst till lägst, utan likvärdigt. Dock lär uppsatsens resultat påvisa vilken eller vilka av dessa som de facto väger tyngst.

2.4 Infrastruktur, intelligenta transportsystem och mobilitet

För att en fullbordad implementering av autonoma fordon skall möjliggöras finns krav på intelligenta transportsystem (ITS). ITS är det system som behandlar information- och kommunikationsteknik inom transportnätverket, vilket digitaliserar det traditionella transportsystemet. Genom att nyttja ITS underlättas processen för autonoma fordon i samhället, likväl dess samspel med väginfrastrukturen genom informationsdelning med trafikanterna. Således utgör även ITS fördelaktiga effekter i form av ett samordnat trafiksystem som bygger på säkerhet och innovation. (Roberg, 2017)

Intelligenta transportsystem är en grundförutsättning för utveckling av autonoma fordon i samhället. Alla komponenter som involveras inom ITS behöver vara uppkopplade med varandra i trafiksystemet. Detta innefattar infrastruktur, fordon och användare, som i sin tur behöver dela information med varandra. (Roberg, 2017)

Som presenterat ovan är kommunikation mellan trafiksystemets olika komponenter en grundförutsättning, således är det av relevans att utformningen av fordonskommunikation konstrueras (Papadimitratos et al. 2009). Kommunikationsarkitekturen består enligt Kosch et al. (2009) av fyra huvudsakliga komponenter, nämligen fordonsenhet, central infrastruktur, väginfrastruktur och personlig utrustning. Respektive komponent innehåller utrustning för kommunikation som kopplas till en så kallad gateway, en nätverksnod som möjliggör kommunikationen mellan alla komponenter. När alla komponenterna sammankopplas uppnås ett kooperativt ITS. Enheterna kommunicerar då direkt via ett nätverk eller indirekt genom olika sorters nätverk.

Fordonsenheten, i detta fall autonoma fordonet, består av en hårdvara för att möjliggöra kommunikation med andra fordon i form av datadelning och även direktkontakt med infrastrukturen. Här krävs det ett inbyggt nätverk som sammankopplas med hårdvaran, som i sin tur fildelar den data som transportnätverket sammanställer för delning till andra fordon (Kosch et al. 2009).

Väginfrastruktur bygger på komponenter inom ITS som exempelvis programmerade trafikljus med kommunikationsutrustning, likväl diverse meddelandeskyltar för att kommunicera med nätverkets trafikanter. Komponenterna används därför till

informationsdelning gentemot autonoma fordon, eller som mottagare för kommunikation mellan nätverkets användare. Via internetuppkoppling möjliggör även lösningen att infrastrukturen kan informationsdelas mellan centralstationer och fordon (Kosch et al. 2009). Vidare är den personliga utrustningen en kommunikationskomponent inom ITS-systemet. Här innefattas mobiltelefoner och GPS-enheter, vilka har möjlighet att kommunicera med användarna, autonoma fordon och infrastruktur (Kosch et al. 2009). Slutligen finns komponenten centralstationen som agerar trafikledningsaktör vilken har översiktlig kontroll berörande väginfrastrukturen. (Kosch et. al. 2009).

De autonoma transporter som kommer implementeras i trafiksystemet lär ställa krav på den framtida infrastrukturen. Fordonen kommer att vara beroende av att registrera samt avläsa trafikreglerande skyltar, aviseringar och andra vägmärken. Problematiken uppstår då den tekniska utvecklingen, mer specifikt den digitala infrastrukturen, utvecklas snabbare än väginfrastrukturen (Palm et. al 2019). Detta kan ge upphov till en implementeringsbarriär i övergångsfasen, där den automatiserade andelen av fordonsflottan är i ett introduktionsstadium och den fysiska väginfrastrukturen inte ännu är anpassad till de autonoma fordonen (Palm et. al 2019).

Faisal et. al (2019) menar även att de kontemporära transportmodellerna behöver uppdateras. Vidare poängterar författarna att filanvändningen mer noggrant behöver analyseras, speciellt avseende delad filanvändning mellan självkörande och manuella fordon. Slutligen lyfter författarna att eventuell reducering av filernas bredd och eventuell omlokalisering av parkeringsplatser nära stadskärnan kan bli aktuellt, vilket följaktligen genererar effekter för infrastrukturen och det urbana rummet (Faisal et. al, 2019).

Sedermera pekar Palm et. al (2019) på att samverkande åtgärder för den digitala och fysiska väginfrastrukturen är av största vikt. Denna samordningsinsats kommer att kräva stora gemensamma krafttag internt inom organisationer, men även i samarbete med andra myndigheter och privat sektor (Palm et. al. 2019).

Fördelarna med ett automatiserat transportsystem kommer att skapa en ökad efterfrågan på vägtransporter. Dels för individen avseende komfort och säkerhet, men också för bolagen då effektiviseringsmöjligheter kostnadsbesparingar kan förverkligas. En högre transportefterfrågan kan dock i en redan globaliserad och tätbefolkad värld riskera att öka de

negativa miljömässiga effekterna, inte minst trängsel- och mobilitetsproblem (Fagnant & Kockelman, 2015).

Ett automatiserat transportsystem ställer även krav på infrastrukturen då denna kommer behöva planeras och förändras för att garantera ett koordinerat och säkert samspel i trafiksystemet. Exempel på anpassning är att vägutrymmets kapacitet används mer optimalt genom att automatiserade fordon förväntas kunna packa trafiken mer tätt, vilket följaktligen kan göra att vägbanorna blir smalare. Ett annat exempel är att vägutrustning, trafiksignaler och variabla aviseringskyltar kommer behöva anpassas likaså. Med detta ställs ytterligare krav på ännu bättre linjeföring vilket krävs för att de autonoma fordonens sensorer och kameror skall kunna fungera optimalt. (Palm, et. al. 2019)

Slutligen menar Palm et. al (2019) att automatiserade fordon och dess expansion kräver ovanstående förutsättningar för att en säker trafikmiljö skall råda. Vidare behöver olika former av tester, demoprojekt och funktionella kravspecifikationer utvecklas och testas.

2.5 Juridik, regelverk och tillstånd

Trots att de moderna autonoma fordonens prestanda är solid, lär det uppstå situationer där ett olycksfall är oundviklig. Hoppas ett djur ut på motorvägen behöver kännedom om hur autonoma fordon fattar beslut vara tydlig. Dessa val kan komma att påverka andra bilister, fotgängare eller infrastruktur beroende på hur autonoma fordon fattar dessa beslut.

För människor i denna typ av situation, med ytterst lite tid för beslutsfattande, kan det ibland vara svårt att utkräva ansvar från bilisten. För autonoma fordon är premisserna något annorlunda. För dessa är grundförutsättningarna att sensorerna, mjukvaran och de algoritmer som styr fordonet skall vara säkra. Säkra beslut skall kunna fattas med ytterst lite marginal. Hur autonoma fordon följaktligen fattar dessa beslut skulle kunna skapa diverse rättstvister, oavsett om det autonoma fordonet agerade likvärdigt en människa, eller om det någon extern faktor orsakade problematiken. Fagnant och Kockelman (2015) pekar på att ansvarskrävande i denna typer av situationer är problematiskt och skulle kunna utgöra en av de största implementeringsbarriärerna för autonoma fordon.

Landskapet för dessa typer av scenarion är för försäkringsbolagen och domstol svårt att navigera i, vilket utgör en barriär då utkrävande av ansvar kan visa sig diffust. Detta resulterar i att autonoma fordon tar lång tid för att penetrera marknaden i större skala. Juridik

och praxis är ännu inte utvecklad nog för att fastställa hur diverse situationer skall hanteras rent lagligt, vilket fördröjer diverse tillstånd för autonoma fordonstillverkare (Fagnant & Kockelman, 2015).

Dock har vissa framsteg gjorts i Kalifornien avseende just detta, men förutsättningarna är ej generaliserbara. Kalifornisk lag kräver åtkomst till 30 sekunder av sensorisk datalagring före en krock för att kunna utkräva ansvar och fastställa vem av inblandade parter som är skyldig. Detta är givet att det autonoma fordonet i fråga har testats och programmerats ordentligt (Fagnant & Kockelman, 2015).

Trots att detta är en början, så är denna lösning inte applicerbar i de fall datalagringen ej är tillgänglig på grund av tekniska fel eller skada på fordonet, vilket försvårar åtkomsten. I generella termer genomsyras transportindustrin av ett föråldrat juridiskt ramverk, vilket behöver uppdateras i relation till tekniken för att möjliggöra hög grad av automation i transportnätet (Fagnant & Kockelman, 2015).

2.6 Teknik och säkerhet

Flertalet autonoma bilar använder i regel tre typer av teknologiska uppfinningar för att navigera. Dessa är kameror, radarsystem samt det s.k. "LiDAR" systemet, vilket står för Light Detection and Ranging (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2021).

Under färd registrerar radarsensorerna reflektionen av radiovågor från diverse föremål i en radie runt fordonet. Ögonblickliga kalkyleringar av den tidsåtgång som krävs för att registrera diverse objekt ger det autonoma fordonet möjlighet att göra uppskattningar, exempelvis hur långt bort eller hur nära ett objekt är. Detta ger möjlighet för fordonet att anpassa hastigheten, manövrera samt parkera. Dock kan en teknisk barriär uppdagas i situationer där flertalet autonoma fordon befinner sig intill varandra, då radarsensorerna eventuellt registrerar felaktigt (Palermo, 2018). Denna typ av risk skulle kunna äventyra säkerheten för andra bilister, fotgängare eller cyklister.

För att dämpa denna risk finns GPS-system, vilka kan brukas för att lokalisera den exakta positionen av kringliggande autonoma fordon. Dock finns viss skepsis avseende hur stark GPS-funktionaliteten faktiskt är i det fall flera autonoma fordon är precis intill varandra (Palermo, 2018). GPS-system är dessutom inte funktionella för fasta ting såsom väggar, träd och vrakdelar (Palermo, 2018). I det fall GPS-systemen ej kan särskilja dess signaler från de

andra fordonen kan skaderisk och trängsel uppstå. Detta kan bli en av de största utmaningarna för autonoma fordon inom de närmsta åren (Palermo, 2018).

Det verkar dock råda konsensus bland både forskare och i industrin att autonoma fordon med tiden sannolikt kommer att skapa högre säkerhet i trafiksystemet och således minska antalet olyckor (Fagnant & Kockelman, 2015). Resonemanget bottnar i att autonoma fordon är programmerade att köra försiktigt och alltid följa lagen. De har dessutom högre reaktionsförmåga än människor, blir aldrig trötta eller berusade. Dock kvarstår det faktum att dåliga väderförhållanden såsom regn, dimma och snö utgör en barriär för den autonoma fordonsindustrin att överkomma. Exempelvis påverkar kraftigt regn och snöfall effektiviteten av LiDAR systemen, medan dimma och dålig sikt försämrar prestandan i de optiska systemen (Palermo, 2018).

Dalal och Triggs (2005) belyser även att identifieringen av diverse objekt och människor på körbanan kan vara svårare för autonoma fordon än för människan själv. Exempelvis kan faktorer som människans storlek och position försvåra avläsningen för det autonoma fordonets sensorer, vilket påverkar dess beslutsfattande. Människan anses också vara bättre på att avgöra materialtyper med kort tidsåtgång. I hög hastighet kan distinktionen mellan ett föremål av plast eller ett i metall vara svår för autonoma fordon (Dalal & Triggs, 2005). Det är således kritiskt att de autonoma fordonen kan identifiera objekten korrekt för att kunna agera rationellt och säkert.

2.7 Cybersecurity

Risken för dataintrång och cyberhot finns i vår samtid. Attackerna kan utföras av flera olika organisationer eller personer, exempelvis professionella hackers, fientliga nationer, terrorgrupper eller i somliga fall missnöjda anställda. Skulle de autonoma fordonssystemen angripas kan kollisioner och skada ske. Varje automatiserat fordon i en fordonsflotta är en väg in för en sabotör att potentiellt kunna utnyttja. Med så pass många åtkomstpunkter till denna typ av system, ter det sig svårt att konstruera ett system som är hundra procent säkert från intrång.

För att förstå bredden av dessa hot, menar Fagnant och Kockelman (2015) att det är av vikt att aktivt identifiera riskminimerande tekniker, som ofta appliceras i liknande infrastruktursystem av liknande betydelse. Attackerna som hittills observerats är inte sällan

av karaktären obehörig informationsinsamling, en så kallad passiv attack. Attacker som syftar till att förstöra driften för hela system eller fordon har hittills varit få (Cui et. al. 2019). Vidare skulle även en driftstörningsrelaterad attack kräva betydligt högre kompetens, sofistikerad och framförallt resurser, menar Fagnant och Kockelman (2015), vilket förklarar avsaknaden av tyngre sabotage. En attack riktad mot en större fordonsflotta med målet att manipulera flera fordon simultant, är alltså svårt att genomföra (Fagnant & Kockelman, 2015).

Trots detta är hoten reella. Sedermera är den autonoma fordonsindustrin i ett utvecklingsstadium där inga internationella standarder ännu etablerats avseende säkerhet, där mycket av informationen dessutom är konfidentiell (Cui et. al. 2019). Cui et. al (2019) menar att detta sammantaget gör att forskningen på området är svår att bedriva, där säkerhetsaspekter behöver studeras mer noggrant.

2.8 Kostnadsbild

Ett etableringshinder för implementering av autonoma fordon är kostnaden berörande den grundläggande teknik som fordonen kräver för funktionalitet. Tekniken innefattar plattformar för hantering av fordonen, kommunikation-och styrteknik, sensorer samt programvara. Exempelvis är det kostsamt att tillgodose LIDAR-system tekniken, vilket beräknas ha en implementeringskostnad på cirka \$30,000 till \$85,000. Utöver detta finns kostnader för övriga tekniska datorkrav, ytterligare sensorer och fullbordad programvara (Fagnant & Kockelman, 2015).

Andersson och Ivehammar (2019) studerar hur högt kapitalkostnaderna kan stiga innan de kraftigt motverkar de kvantifierade nettofordelarna av autonoma fordon. Vid ett implementeringsscenario av den autonoma tekniken, råder i ett kortsiktigt perspektiv en hög initial kostnad för den digitala infrastrukturen samt för utvecklingen av den autonoma fordonsteknologin. Likväl bör det beaktas att både manuella och autonoma fordon behöver koordinera med varandra i trafiken. För att möjliggöra detta menar Andersson och Ivehammar (2019) att specialbyggda vägfiler kan krävas för att möjliggöra ett flytande samspel i trafiknätverket, vilket genererar ytterligare kostnader berörande väginfrastruktur. Andersson och Ivehammar (2019) poängterar emellertid att kostnaden för den infrastrukturella upprustningen med tiden kommer att minska successivt, likväl kostnaderna för fordonsutveckling.

2.9 Syntes

Sammanfattningsvis behandlar teoriavsnittet autonoma fordon i generella termer, där det presenteras att automatiseringen av fordon ökar successivt med åren, samt att en utveckling av fordonsflottan går i denna riktning. Vidare presenteras autonomiskalan av fordon, vilket innefattar nivåer 0 till 5. För att en fullständig implementering av autonoma fordon skall vara möjligt i samhället, krävs det infrastrukturella anpassningar. Således är det aktuellt att utforma ett så kallad intelligent transportsystem för att autonoma fordon skall kunna interagera med andra förarlösa bilar, oskyddade trafikanter samt manuella fordon. Av det teoretiska underlaget att bedöma är autonoma fordon i ett utvecklingsstadium, där ytterligare praktisk kunskap och juridisk praxis behöver skapas kring dess samspel med övrig trafik, infrastruktur och regulatoriska ramverk.

3. Metod

Inledningsvis motiveras valet av metod. Därefter bolaget Einride och deras autonoma fordon, följt av urval. Efter detta förklaras bedriven litteratursökning samt semistrukturerad intervjueteknik. Slutligen diskuteras validiteten av uppsatsen utifrån att arbeta industrinära samt etiska aspekter.

3.1 Metodval

Denna studie har gjorts med en kvalitativ forskningsansats. Det empiriska materialet är erhållet från semistrukturerade intervjuer och det teoretiska underlaget från litteratursökning. En kvalitativ forskningsmetod är en rimlig forskningsansats för denna uppsats då metoden används för att tolka data och intervjumaterial. Mer specifikt innebär detta att en kvalitativ forskningsansats fokuserar kring mjukare data, ej kvantitativa, där diverse analyser, tidigare forskning och bland annat intervjumaterial konkretiseras samt görs begripliga (Patel & Davidson, 2011). Utöver detta bör man enligt Bryman och Bell (2013) anta en kvalitativ metod om en kontextualisering och förståelse av ett ämnesområde skall göras. Således är en kvalitativ forskningsansats rimlig att anta för denna uppsats då intervjuer skall bedrivas med privata och offentliga aktörer, för att därefter analysera hur dessa betraktar de barriärer som föreligger för tunga autonoma transporter.

Primärdatan erhållen från intervjuerna lägger grunden för uppsatsens resultat. Analys behöver dock göras i relation till redan befintlig forskning för att bättre kunna nyansera resultatet och den teoretiska bakgrunden. Den befintliga forskningen som ligger till grund för teorikapitlet är så kallad sekundärdata. Detta innebär att den information som står angiven där är härledd från artiklar, dokument och annan vetenskaplig litteratur vars upphovsmän författarna ej varit i kontakt med (Patel & Davidsson, 2011). Insamlandet av sekundärdata har gjorts genom datainsamlingsprocedur där både internet och universitetsdatabasen på Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet nyttjats för att finna relevant litteratur.

Att i denna kontext anta en kvantitativ ansats ansågs emellertid ej lämpligt givet syftesformuleringen. Detta hade krävt en matematisk modellering av ett kvantifierbart problem, vilket ej är applicerbart i kontexten för denna uppsats. De identifierade

implementeringsbarriärerna skall istället kategoriseras, verifieras och analyseras med hjälp av insamlad primärdata samt aktuell forskning bedriven på området.

3.2 Einride - uppsatsens möjliggörare

Einride är ett svenskt högteknologiskt transportföretag som ämnar revolutionera godstransporter på allmän väg. Detta genom helt elektrifierade lastbilar med full automation. Einride tillhandahåller även elektrifierade lastbilar vilka framförs av förare. De autonoma lastbilarna kan monitoreras och fjärrstyras från distans, vilket är banbrytande för transportindustrin. Einride grundades år 2016 av Robert Falck, Linnéa Kornehed och Filip Lilja (Einride, 2021). Företaget har tillåtit författarna att skriva denna uppsats hos dem, för dem. Mer specifikt innebär detta att syftesformuleringen som kontaktpersonen på detta bolag, Per-Olof Arnäs, hjälpte till att formulera skall besvaras. Per-Olof Arnäs är universitetslektor från Chalmers inom Service Management and Logistics (Chalmers, 2021), men arbetar numera heltid på Einride. Arnäs agerar även mentor under uppsatsskrivandet.

3.3 Urval

De sex intervjuobjekten företräder privata och offentliga aktörer, nämligen Trafikkontoret på Göteborgs Stad, Trafikverket, det privata företaget Einride samt ett privat och anonymt fastighetsbolag i Stockholmsregionen. Intervjuobjekten har erfarenhet kring området autonoma fordon, trafikledning samt styrning och planering av det urbana rummet, vilket är relevant för forskningsfrågan. Författarna har således valt att kontakta nämnda organisationer, med utgångspunkt i både privat- och offentlig sektor, för att en så komplett och nyanserad bild av situationen skulle erhållas.

Företaget Einride kontaktades via personliga relationer till en av författarna av uppsatsen, medan resterande aktörer kontaktades via mailkonversation. Kontaktuppgifter eftersöktes på internet. Utöver respondenterna som deltog på intervjuerna, gavs avslag på tre ytterligare förfrågningar där respektive arbetade med juridiska frågor relaterat till området.

Att kontakta Einride gjordes primärt av intresse för problemområdet och företaget i sig. Att företaget dessutom är innovativt samt miljömedvetet skapade ytterligare incitament att skriva uppsatsen hos detta bolag. Att få önskemålet beviljat skapade möjligheten att bygga en uppsats med detta bolag som utgångspunkt för forskningsfrågan. Att intervjua Per-Olof

Arnäs, strategisk logistikexpert, ansågs relevant för besvarandet av uppsatsens syfte. Detta då Arnäs ger en inblick i problemområdet samt hur detta kan komma att utvecklas strategiskt. Från Einride har även Björn Gidlund intervjuats för att få en bättre inblick i de barriärer som föreligger i det operativa ledet. Gidlund arbetar som Business Unit Director.

Sedermera betraktades Trafikverket som relevant intervjuobjekt. Denna samhällsaktör förvaltar och utvecklar underhållsarbetet kring den framtida utvecklingen av vägnätverken. Vidare är det tydligt förklarat i projektet DriveMe (2018) att Trafikverket beaktar framtidens möjligheter avseende autonoma fordon samt genomför en planering avseende dess framtida plats i samhället. Baserat på Trafikverkets funktion för transportsektorn blir denna aktör en som Einride behöver samspeka med, vilket stärker dess relevans för primärdatan och problemområdet. Från Trafikverket är Hamid Zarghampour, chefsstrateg, samt Johnny Svedlund, Project Manager, intervjuade.

Vidare har eventuella barriärer som föreligger på fastighetssidan med fokus på urban stadsplanering undersökts, där trängsel och mobilitetsaspekter står i fokus. Intervjupersonen och bolaget önskade vara anonyma. Intresset att undersöka fastighetsbranschens syn på ämnesområdet grundas i att fastighetsbolagen ej agerar köpare av autonoma fordon, men troligtvis lär påverkas då byggnationsmöjligheter, stadsplanering samt infrastruktur kan påverkas av dessa. Kontaktpersonen är utbildad planarkitekt men arbetar numera som projektledare för stadsplanering. Att intervjua en person med kunskap inom urban stadsplanering anser författarna relevant för forskningsfrågan, då problembilden stundtals beskrivs i en urban kontext.

Slutligen betraktades Trafikkontoret på Göteborgs Stad som relevant samhällsaktör att intervjua. Detta då Göteborgs Stad både diskuterar och proaktivt planerar för autonoma fordon i samhället. Vidare arbetar Trafikkontoret med Trafikverket för att utveckla och bedriva forskning på området. Respondenten Mikael Ivari arbetar som utvecklingsledare på Trafikkontoret med kunskap kring projekt rörande autonoma fordon.

Gemensam nämnare för respondenterna är deras tillhörighet till relevanta organisationer verksamma inom relaterbara områden till autonoma fordon, med visst undantag för fastighetsbolaget. Således besitter intervjupersonerna för forskningsfrågan lämplig kunskap,

bakgrund och utbildning för att besvara frågeställningen samt bidrar med underlag för en djupare analys av problemområdet.

3.4 Litteraturgenomgång och Källor

Med en identifierbar forskningsfråga och en formulerad problembeskrivning startade litteratursökningen för att få en översikt kring tidigare forskning avseende autonoma fordon. Detta gav verktyg för att skapa en förståelse för autonoma fordon och relaterade barriärer. Litteratursökningen var således grunden för val av teoriunderlag och en möjliggörare till analysavsnittet av resultatet, samt besvarelse av uppsatsens forskningsfråga och syfte.

Litteratursökningen har ursprung från sedvanliga Googlesökningar med relevanta nyckelord som exempelvis: autonoma fordon, mobilitet, barriärer, intelligenta transportsystem och etableringshinder för autonoma fordon. Utöver detta har litteratursökningen baserats på en växelverkan mellan Google Scholar och Göteborgs universitets sökmotor ‘’supersök’’. För att utvidga litteratursökningen identifierades även relevanta rapporter från trafikmyndigheter som behandlat forskningsområdet. Dessa vetenskapliga artiklar och annat material kompletterade de teoretiska utgångspunkterna samt empirin.

Sedermere är Sciencedirect en webbsida som tillhandahåller vetenskapliga artiklar i PDF-format vilken genomsyrat arbetet. Åtkomst till hemsidan fås genom inloggning via Handelshögskolans universitetsportal. Från denna källa har information inhämtats avseende autonoma fordon i generella termer samt olika barriärer på området. Utöver detta har DriveSweden bidragit i egenskap av vetenskapliga blogginlägg, vilka behandlar de autonoma fordonens utveckling och processen för intelligenta transportsystem.

I övrigt har artiklar från myndigheter som exempelvis Trafikverket använts, då detta är ett organ som behandlar trafiksäkerhet och införandet av autonoma fordon. Vidare anses respektive källa som använts i denna uppsats relevant, framförallt då upphovsmännen till respektive är utbildade på ämnesområdet. Somliga besitter även praktisk kunskap från fordonsindustrin.

Det generella budskap källorna förmedlar är att autonoma fordon, samt samhällets förmåga att hantera dessa, befinner sig i utvecklingsfasen. För att en implementering skall ske krävs

efterforskning och samhällsrelaterad anpassning, bland annat avseende infrastruktur och regelverk.

3.5 Intervjuteknik

Innan inspelningen av respektive intervju fick respondenterna frågan om de önskade vara anonyma, samt om samtalet gick bra att spela in. Samtliga godkände inspelning och ville ej vara anonyma, med undantag för respondenten från fastighetsbolaget. Enda kravet från respondenterna var att de skulle informeras i de fall refererat gjordes.

För de genomförda intervjuerna har en kvalitativ ansats anammats. De ställda intervjufrågorna har en låg standardiseringsgrad vilket resulterat i att ordningen för frågorna i somliga fall ändrats beroende på respondenten. Vidare är intervjuerna semistrukturerade, då en låg grad av strukturering genomsyrat dessa. Detta för att ge intervjuobjekten marginal att tänka fritt, bidra med egna reflektioner samt besvara frågorna personligt. Frågorna skall kunna besvaras mycket fritt av respondenten samt ge denna möjlighet att utforma svaren på ett individuellt och nyanserat sätt. Semistrukturerade intervjuer passade väl för forskningsfrågan och syftet, eftersom målet med intervjuerna varit att erhålla så individuella och nyanserade svar som möjligt. Hade istället en helt strukturerad intervju bedrivits hade respondenten fått mycket liten möjlighet att individualisera sin svar. I kontrast hade en ostrukturerad intervju blivit för spretig, vilket hade resulterat i att konkretisering av svaren blivit svårt. Följaktligen hade detta försvårat den kvalitativa analysen av det framtagna resultatet. (Patel & Davidsson, 2011)

De sex olika intervjuerna är bestående av åtta till tio frågor som är övervägande lika för respondenterna från Trafikkontoret, Trafikverket och Einride. Vissa frågor har dock justerats något för att gå i linje med respondenternas yrkesroll och specifika kompetens. Den intervju som är mest avvikande sett till frågorna är med projektledaren för stadsplanering, från det privata fastighetsbolaget. Detta då personens akademiska bakgrund och yrke inte berör autonoma fordon per sé, men vars syn på ämnesområdet ansågs vara relevant. Således har frågorna som ställts till personen antagit ett mer urbant stadsplanerings- och infrastrukturellt fokus.

Respondenterna erhöll ej frågorna i förväg. Detta är ett aktivt val från författarnas sida, eftersom respondenterna företräder olika verksamheter från både offentlig och privat sektor.

För att minimera risken för vinklade och förskönande svar som författats i förväg av endera parten, ställdes frågorna enbart direkt i videomötet.

För samtliga intervjuer har frågor såsom framtida, aktuella och hypotetiska barriärer har undersökts, samt vilken eller vilka av dessa respondenterna ansett vara mest påtaglig. Vidare har även frågor ställts kring dialogen mellan den offentliga och privata sektorn om ämnesområdet utforskats. Sedermera har vilka risker och följder en implementering av tunga autonoma fordon medför i samhället på både individ- och stadsnivå täckts. I intervjuernas avslutande del har på ett övergripande de dominanta barriärer som identifierats utifrån använd litteratur presenterats. Därefter tilläts respondenterna att reflektera kring vilken eller vilka av dessa som är mest betydande.

Samtliga intervjuer har bedrivits över kommunikationsverktyget Zoom, i cirka 30-45 minuter per intervju, beroende på de tidsmässiga förutsättningarna. Samtliga intervjuer har genererat relevanta svar för både resultat- och analysdelen. Därutöver har intervjuerna verifierat problemområdet samt barriärerna identifierade i använd litteratur. Respondenterna höll sig till ämnet samt de ställda frågorna. Författarna upplever ej att någon av respondenterna tappade den röda tråden i varken resonemang eller ämne som diskuterats. Samtliga intervjuer har spelats in då respondenterna godkänt detta, vilket underlättade transkriberingen. Samtliga frågor, personspecifika frågejusteringar samt eventuella följdfrågor återfinns i bilagorna.

3.6 Validitet och Reliabilitet

Rapporten i egenskap av en kvalitativ studie betraktar validiteten kring hela forskningsprocessen, där målet är att behandla företeelser, tolka tidigare forskning och beskriva konkreta uppfattningar av innehållet. Reliabiliteten inom uppsatsen betraktas i det enskilda fallet, där man ser till förmågan att hantera innehållet av intervjufrågorna i ett unikt kontextuellt sammanhang. Begreppen validitet och reliabilitet inom kvalitativa studier har snarlika betydelser, således är det inte lika aktuellt att använda sig av begreppet reliabilitet inom ramen för kvalitativa studier (Patel & Davidson, 2011). Därav kommer författarna behandla begreppet validitet som det centrala i detta avsnittet för studien i sin helhet.

Transkribering av intervjuer har utvärderats i en transkriptionsprocess, där målet varit att få ut det mest betydelsefulla och relevanta från respondenten, utan att förvrida eller försköna detta.

I intervjuprocessen har utgångspunkten varit att ej påverka svaren, utöver detta har transkriberingsprocessen sorterat irrelevant innehåll.

Analysavsnittet genomsyras av en röd tråd som följer logiken i uppsatsen. Innehållet i både intervju och teori skall utgöras i ett format så att läsaren kan skapa sig en egen trovärdig bild av ämnesområdet (Patel & Davidson, 2011). Genom en sammanhängande hänvisning till teori och empiri skall analysavsnittet vara lättförstått och väl avvägt till resterande komponenter i arbetet.

I enlighet med Patel och Davidsson (2011) har författarna systematiskt studerat en urvalsgrupp som bidragit med relevanta insikter. Emellertid kan hög grad av generaliserbarhet med en kvalitativ intervjumetod eventuellt bli något bristfällig. Däremot besitter respondenterna arbetspositioner som är direkt kopplade forskningsområdet, vilket kompenserar för detta. Ur ett kritiskt perspektiv kan viss risk för icke objektivitet finnas när företag och myndigheter med personliga intressen intervjuas. Dock har insamlad empiri från intervjuerna samspelat i god utsträckning mellan privat sektor och offentlig sektor. Detta talar för att det råder ett relativt samförstånd mellan parterna, vilket möjliggör viss generalisering och objektivitet. Dock vore det aktuellt att intervjua ytterligare personer från fler myndigheter eller företag för att öka tillförlitligheten av resultatet. Den kvalitativa analysen kan trots detta skapa mervärde till uppsatsen (Patel och Davidsson, 2011).

Slutligen råder en risk att intervjupersonerna undanhåller information, avviker från objektivitet eller förfinar sanningen under omedvetenhet. Respondenterna tilltog emellertid ett öppensinnat perspektiv och besvarade frågorna sakligt och informativt. De ställda frågorna berör dessutom en gemensam problembild för privat och offentlig sektor. Det identifierades inga incitament att respondenterna deltog för att gynna sitt eget företag eller myndighet.

3.7 Etiska aspekter

Studien genomsyras av de fyra forskningsetiska principerna som presenteras nedan.

Informationskravet

Eftersom studien har tillämpat intervjuer är det således betydelsefullt att deltagande respondenter blir informerade huruvida materialet används. Likväl presenterar vi för

respondenterna vad syftet med arbetet är samt att ett eventuellt deltagande alltid är frivilligt. Slutligen är det framfört att materialet erhållet från intervjuerna endast kommer användas i forskningssyfte och sedan tas bort.

Samtyckeskravet

Inför intervjuerna är respondenterna medvetna om att de förbehåller sig rätten att avbryta på eget initiativ under hela samtalet. Innan intervjun genomfördes presenterades villkoren och deras val att delta var helt frivilligt.

Konfidentialitetskravet

Vi har tydligt utlovat anonymitet och att respondenternas personuppgifter kan hållas konfidentiellt. Av alla deltagande respondenter var det en av dessa som önskade att förbli anonym. Eventuella känsliga uppgifter kommer undertecknas i enlighet med tystnadsplikt.

Nyttjandekravet

Det insamlade materialet som har sammanställts för denna studien kommer endast att användas för vetenskapligt syfte. Således är det inte aktuellt att utlåna detta material för kommersiellt bruk eller andra icke-vetenskapliga sammanhang. (Vetenskapsrådet, 2002)

4. Resultat

I följande kapitel redovisas de erhållna svaren från respektive intervju. Primärdatan insamlad från Trafikverket, Trafikkontoret samt Einride presenteras i ett ramverk där aktuella barriärer beskrivs först, därefter framtida. Slutligen presenteras fastighetsbranschens perspektiv, som skall bidra till djupare analys av forskningsfrågan.

4.1 Intervjuer

4.1.1 Einride - Björn Gidlund och Per-Olof Arnäs

Aktuella barriärer

Aktuella barriärer benämner både Gidlund och Arnäs som den juridiska tillståndsfrågan. Detta innefattar de regulatoriska begränsningar som föreligger samt diverse tillstånd Einride behöver beviljas. Inte sällan blir dessa tillstånd nekade på grund av att praktiska, geografiska eller juridiska parametrar är odefinierade. Gidlund exemplifierar denna problematik (2021) då Einride sökte tillstånd att framföra fordonen på allmän väg i Jordbro, detta blev ej beviljat. Detta för att fordonets operatör inte var på plats vid fordonet för en alkoholkontroll. Däremot kunde operatören genomföra alkoholtestet från den fjärrstyrningscentral där han befann sig och de facto styrde fordonet ifrån. Detta ansågs emellertid ej giltigt, då föraren enligt Transportstyrelsen behövde befinna sig vid fordonet fysiskt under kontrollen. Barriären blir här tydlig, eftersom kontroller blir svårgenomförda (Gidlund, 2021).

Exemplet tydliggör att det juridiska ramverket ej hunnit utvecklas i relation till autonoma fordon. Annat exempel är att en förare har skyldighet att placera en varningstriangel vid fordonet vid haveri, vilket ej är möjligt då Einrides autonoma lastbilar ej har någon förare (Arnäs, 2021). Vidare stiger komplexiteten då viss lagstiftning sköts på FN-nivå, samt att förändringsprocessen är mycket byråkratisk. Arnäs (2021) belyser även den tekniska barriär som föreligger i nutid. Teknologin anses fortfarande vara ny, trots att pilotprojekt och fordonstester fungerat väl. Det krävs i nuläget fortsatt utveckling, för tillfället är inte teknologin i ett sådant stadie att det är lämpligt att släppa ut på allmän väg i större utsträckning (Arnäs, 2021).

Sedermera talar Gidlund (2021) för att infrastrukturella laddningsmöjligheter för fordonen är en barriär. För att överkomma denna barriär skulle Sverige behöva etablera laddningsstationer för elfordon likt ett blodförsörjningssystem (Gidlund, 2021). En omställning av energisystemet behövs för att en större volym tunga autonoma fordon skall kunna operera (Arnäs, 2021). Dock menar Gidlund (2021) att detta inte omöjligen kommer kunna göras i samråd med befintliga fossilbränsleförsäljande bolag. Både Arnäs och Gidlund understryker att Sverige behöver överkomma denna barriär genom att vara mer offensiva i utvecklingen. De betonar att våga satsa och våga agera föregångare (Gidlund, 2021).

“Det behövs en tro på att de som springer fort vill väl, och att låta dem göra det. Vi ser att vi ibland vill springa lite fortare än vad samhället kanske hinner med” - Arnäs, 2021

Det behöver ske en förskjutning av tyngdpunkten från det manuella till det autonoma systemet innan en större andel av fordonen på vägarna är automatiserade (Arnäs, 2021)

“Som det är nu vill man både ha kakan och äta den. Man vill inte ändra det gamla systemet men gärna ha det nya. Förr eller senare måste man flytta tyngdpunkten från det manuella till det autonoma systemet.” - Arnäs, 2021

Framtida barriärer

Gidlund (2021) poängterar att implementeringen av autonoma godstransporter kommer resultera i fler antal lastbilar, och således minskade transportkostnader. Vid en drastisk reducering av transportkostnader lär både privat och offentlig sektor försöka styra transporter mot det elektrifierade, för att minimera koldioxidutsläppen (Gidlund, 2021). Detta kan därför tolkas som en framtida barriär, då en balans mellan utbud och efterfrågan behöver uppnås vid en kraftig prissänkning Gidlund (2021).

Gidlund (2021) nämner de autonoma transporternas framtida ökning av trafikvolymen. Ett sådant arbete för Trafikverket menar Gidlund (2021) är att minska mängden trafik genom att synkronisera transportvolym, exempelvis samtransport via smarta plattformar. Således bygger Gidlund (2021) sitt resonemang på att både transporter och personbilar kommer öka nyttjandegraden av sina fordon vid en konkurrenskraftig kostnadsminimering. Den framtida barriären innefattar därav en utmaning att nyttja fordon på ett smartare vis i relation till en

ökad volym, samtidigt som miljöhänsyn beaktas i utvecklingen, exempelvis genom förnyelsebara batteridrivna transportsystem (Gidlund, 2021).

Gidlund (2021) talar för att det kommer råda en hög konkurrensutsatt transportmarknad. Gidlund (2021) refererar till "older operators", alltså personer med egen bil som organiserar sig med företagsstrukturer likt DHL eller DB Schenker. Dessa bolag har en låg marginalkostnad, likväl är det manuella klassiska transportfordonet fullt avskrivet sedan år tillbaka. Detta innebär att det endast finns en marginell kostnad för att uppnå en break even situation för redan etablerade aktörer. Gidlund (2021) poängterar därav att det finns kunder som fokuserar på prisbilden istället för hållbarhetsaspekter, vilket kommer vara en framtida barriär för Einride att kommunicera sitt värdeerbjudande trots en enorm prispress.

En lastbil producerad idag kommer vara kvar någonstans i världen om 20 år, så till vida inga hårda styrmedel i form av sanktioner införs (Arnäs, 2021). Införs inga sanktioner kommer det vara billigare att underhålla en gammal lastbil än att införskaffa en ny (Arnäs, 2021). Detta talar för att en marknadspositionering för Einrides autonoma transporter kräver ett starkt värdeerbjudande och en konkurrenskraftig prisbild. Arnäs (2021) talar för att insatser på statlig nivå hade underlättat implementering av autonoma elektrifierade fordon, exempelvis sanktioner för bilar som drivs på fossila bränslen, samt miljölagstiftning i generella termer.

Arnäs (2021) talar för att framtida barriärer kan medföra övervägande kring trafikregler och avgränsningar. Exempelvis ställningstaganden kring när transportnätverket skall sluta tillåta manuella fordon i vissa väglänkar. Arnäs (2021) refererar därför till den punkt då policymakers tar beslut att endast tillåta autonoma fordon för specifika vägfiler. Idag betraktas oftast situationen som att man vill bibehålla det gamla systemet utan förändringar, samtidigt som man önskar det nya. Arnäs (2021) konkretiserar även fenomenet som tidpunkten där de manuella fordonen tvingas anpassas efter de autonoma, vilket är en framtida barriär i sig självt.

Slutligen berörs den eventuella förlust av arbetstillfällen för chaufförer vid införandet av tunga autonoma fordon. Det faktum att lastbilschaufförer kan komma att mista sina jobb är dock inget som Gidlund (2021) betraktar som en barriär för Einride. Företaget ämnar att sätta dessa personer i jobb på annat vis, genom att omvandla chauffören till en "operator", med uppgift att övervaka och fjärrstyra de autonoma lastbilarna från en fjärrstyrningscentral.

4.1.2 Trafikverket - Hamid Zarghampour och Johnny Svedlund

Aktuella barriärer

Zarghampour (2021) påpekar utmaningen för infrastrukturen i form av connectivity, där Einrides transporter är beroende av 5G uppkoppling. Vidare menar Zarghampour (2021) att denna infrastrukturella utmaning inte bara är aktuell på nationell nivå, utan även internationell. Aktörer såsom Telia eller Ericsson behöver investera i byggnation av ett 5G nät som kan tillgodose autonoma fordon på en daglig basis, i både urban och lantlig miljö (Zarghampour, 2021). Zarghampour (2021) poängterar att en sådan omfattande investering är beroende av lönsamhet, där storstäderna kommer bli prioriterade. Kontentan av förhållandet mellan andra aktörer och Einride, är att det ligger ett ansvar hos andra aktörer att utveckla ett 5G nät för att möjliggöra för en bredare implementering för Einride (Zarghampour, 2021).

Avseende den infrastrukturella barriären bedömer även Zarghampour (2021) att det föreligger ett behov i form av laddningsstationer. Återigen är Einride i behov av andra aktörer då en laddinfrastruktur som är anpassad för tunga autonoma transporter behöver finnas. Detta kräver en energimarknadsinspektion, likväl ett gränsöverskridande samarbete med marknadens relaterbara aktörer (Zarghampour, 2021).

Avseende riskavvägning menar Zarghampour (2021) att människan hanterar riskerna i takt med utvecklingen. Exempelvis när elden uppfanns så började man reglera hur denna bekämpas. Likväl när elsystemet utvecklades upptäcktes risker vilka började regleras. Zarghampours (2021) exempel talar för att vid implementering av teknik uppstår komplikationer, vilka åtgärdas med tiden. Således vill Zarghampour (2021) poängtera att en implementering kan fungera, då fordonstekniken är i god fas samt lär hanteras över tid. Istället är regelverket en barriär i sammanhanget.

Inom det juridiska ramverken är det inte Trafikverket eller Sverige på nationell nivå som har ett ansvar, utan UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). Det är detta organ som diskuterar hur utformningen av regelverket skall se ut (Zarghampour, 2021). I detta beslutsunderlag diskuteras bland annat vilka komponenter fordonet måste besitta för att bli godkänt samt andra kvalitetskontroller. När detta är godkänt på den internationella nivån kommer Einrides transporter i större skala kunna operera (Zarghampour 2021). Exempel på detta är att juridiska krav finns på att samtliga fordon skall ha sidobackspeglar, men Einrides

autonoma lastbil är förarlös. Därav krävs det en motivering för tekniken och i ett senare steg få det godkänt för att implementera det i systemet, säger Zarghampour (2021).

Vidare diskuteras cybersecurity. Enligt Zarghampour (2021) borde inte dataintrång och hacking bedömas som en barriär för Einride. Istället bör tekniken sättas i ett sammanhang, där balansen mellan möjligheter och risker beaktas. Således kommenterar Zarghampour (2021) att tar man bort alla risker finns inga möjligheter. Slutligen tolkar Zarghampour (2021) hacking och dataintrång som omöjligt att överkomma. Ett system som inte går att hacka kommer troligtvis aldrig uppfinnas, betonar han.

Sedermera pekar Svedlund (2021) på att de juridiska aspekterna utgör en barriär. Han belyser även den debatt rörande hur de autonoma fordonsutvecklarna skall kunna garantera säkerhet, samt hur certifiering av fordonen skall ske. Det är diffust för de godkännande organen att veta vad som de facto beviljas, speciellt i de fall fordonens funktionalitet påtagligt kan förändras genom mjukvaruuppdateringar. Sedermera talar Svedlund (2021) om fordonens tekniska prestanda. Det är i nuläget inte helt förutsägbart hur de autonoma fordonen agerar vid haverier, exempelvis vid sensorhaveri, vilket kan orsaka problem för trafikflöden.

I det hypotetiska scenariot telekomnätet fallerar kan problem uppstå om lösningar ej är fastställda (Svedlund, 2021). Vidare är autonoma transporter enklare att kontrollera, övervaka och styra på enskilda sträckor i mindre antal. Om fordonsvolymerna och hastigheten är högre samt framförs över hela vägnätet, är kontroll svårare att bibehålla. För att detta skall fungera behövs ett automatiserat informationssystem där samtliga kontrollparametrar, trafikinformation och uppdateringar i trafikföreskrifterna tillhandahålls på ett fungerande sätt dagligen, vilket utgör en utmaning (Svedlund, 2021).

Framtida barriärer

Svedlund (2021) lyfter arbetstillfällena för chaufförer som en framtida barriär. Viss kritik och diskussion råder kring att förare som idag framför fordonen själva kan komma att ersättas av datorteknik, vilket kan skapa arbetslöshet. Ytterligare en aspekt som berörs är kostnadsbarriären. De behöver framförallt kunna påvisa lägre drifts- och omkostnader för att vara attraktiva (Svedlund, 2021). Dock riktas fokus framförallt mot transporteffektivitet, inte enbart kostnadseffektivitet. Framförallt då enbart billiga transporter lär generera mer trängsel,

speciellt i urbana miljöer, om autonoma transporter genererar positiva, ekonomiskt lönsamma effekter. Innovativa logistiska förändringar är därför önskvärt, exempelvis olika former av samtransporter och byggnationer av logistikhubbar (Svedlund, 2021). Slutligen lyfts cybersecurity och tekniska begränsningar som framtida barriärer. Bolagen behöver kunna påvisa trovärdigheten och säkerheten av autonoma fordon.

Huruvida stadsrummet skall planeras för att inte äventyra mobiliteten, menar Zarghampour (2021) att det finns ett välfungerande transportsystem i dagsläget. Utmaningen i framtiden berör istället förmågan att anpassa teknologin till befintliga system. Det vore mycket kostsamt att rekonstruera hela vägtransportsystemet i städer, istället vore det aktuellt att konstruera autonoma fordon så att samspelet fungerar i praktiken (Zarghampour, 2021).

Utöver detta refererar Zarghampour till den allmänna acceptansen. En framtida barriär är alltså hur befolkningen reagerar och accepterar autonoma lastbilar på allmänna vägar (Zarghampour, 2021). Således vore det aktuellt att gradvis introducera automatiserade transporter på allmän väg för att säkerställa funktionaliteten, samt för att bygga upp ett förtroende gentemot befolkningen (Zarghampour 2021). Trygghet är en central beståndsdel, således är en framtida barriär att fastställa tilltro kring Einrides lastbilar.

Avslutningsvis berättar Zarghampour (2021) att det råder en föråldrad, allmän uppfattning att myndigheter är långsamma inom förändring. Dock vill Zarghampour (2021) poängtera att svenska statens yttersta intresse är att förvalta skattepengar för den allmänna nyttan.

Myndigheter kan inte ta industripartens sida för ekonomiska intressen. Således hävdar Zarghampour (2021) att om en omfattande satsning inom exempelvis infrastruktur skall vara prioriterat, behöver det anses nödvändigt för majoriteten av befolkningen. Därav ligger det en utmaning inför framtiden att generera allmän nytta av Einrides tjänsteerbjudande (Zarghampour 2021).

4.1.3 Trafikkontoret Göteborgs Stad - Mikael Ivari

Aktuella barriärer

För tillfället finns inget regelverk för självkörande fordon på allmän väg, däremot finns en försökslagstiftning. Regelverket behöver uppdateras på sikt, framförallt ur ett UNECE perspektiv. Framförallt då stora industriländer inom och utanför Europa här enas om diverse

regelverk för transportsystemet, vilket följaktligen lägger grunden för lagstiftning i EU, och slutligen lagstiftningen i Sverige (Ivari, 2021). Detta behöver bli harmoniserat och fastställas på global skala, menar Ivari (2021).

Likt Svedlund nämner även Ivari (2021) att en implementering av autonoma godstransporter kan påverka efterfrågan av arbetskraft på olika sätt, bland annat att de generella kraven kan stiga för chaufförsyrket på grund av teknisk komplexitet.

Avseende social acceptans är det av stor vikt att introduktionen av autonoma fordon görs på ett ansvarsfullt sätt. Göres detta lär en introduktion på marknadsmässiga premisser inte vara något problem. Således anses ej social acceptans vara en barriär (Ivari, 2021).

Gällande autonoma transporters påverkan på trängsel poängteras att om individens mobilitet blir kraftigt nedsatt, så lär ingen implementering av autonoma transportlösningar ske (Ivari, 2021). En medvetenhet och förberedelse kring eventuell problematik är sunt, då autonoma fordon i ett tidigt stadie lär karaktäriseras av vissa tekniska begränsningar. Dock lär dessa trafikrelaterade barriärer över tid försvinna (Ivari, 2021). Emellertid understryks att en teknisk barriär föreligger kring interaktionen mellan mänskliga trafikanter och autonoma fordon i komplexa trafiksituationer. I dessa scenarier skall manuella fordon samverka med autonoma, vilket är en stor teknisk utmaning sett till dagens förutsättningar.

Framtida barriärer

Digitaliseringen av infrastrukturen är ett långvarigt arbete. För att ett intelligent transportsystem skall vara möjligt krävs tid, engagemang och finansiella medel (Ivari, 2021). Resonemanget går i linje med de andra respondenternas där framtida barriärer till stor del samspelar med infrastrukturens utveckling.

Framtidens barriärer kommer även bestå av att processa regelverket (Ivari, 2021).

Trafikkontoret arbetar med det juridiska ramverket för transportsystemet, vilket Ivari (2021) menar är ett levande, ständigt pågående arbete. Framtida barriärer är att utveckla regelverk och transformera försökslagstiftning till fastställd juridik (Ivari, 2021).

4.1.4 Privat fastighetsbolag - Anonym respondent

Regelverk rörande buller reglerar i vilken utsträckning byggen får bedrivas (Anonym, 2021). Vid rekonstruktion av infrastruktur i linje med autonoma fordon kan omfattande byggarbeten uppstå, vilket genererar höga bullernivåer. Som en konsekvens kan fastighetsbolaget inte få tillstånd att bygga i de fall nivåerna är för höga, vilket påverkar affärerna negativt. Således behöver regelverket rörande bullernivåer uppdateras (Anonym, 2021).

Ur fastighetsbranschens perspektiv poängteras dock att implementering av autonoma fordon lär minska behovet av parkeringsplatser. I urbana miljöer är detta en positiv effekt av teknologin då dessa ytor kan omvandlas till fastighetsprojekt och annan infrastrukturell utveckling som bidrar till samhället (Anonym, 2021).

Vidare belyser Anonym (2021) de mobilitetsmässiga aspekterna. Som fastighetsutvecklare finns planeringsmässiga aspekter som behöver beaktas innan fastigheterna börjar byggas. I detta stadie beskriver projektledaren att diverse krav från både stat och kommun ofta erläggs, vilket kan orsaka affärsmässiga problem (Anonym, 2021). Kraven berör parkeringsmässiga krav och ytmässiga parametrar som fastighetsbolaget behöver tillgodose, vilket i fallet med autonoma fordon kan åsamka både positiva och negativa effekter för fastighetssidan.

Det utfall som gagnar fastighetssidan är om autonoma fordon genererar logistiska mobilitetslösningar som ökar delandet av fordon. Detta reducerar antalet fordon i omlopp, och följaktligen antalet fordon som behöver parkeras (Anonym, 2021). Blir istället utfallet det omvända, alltså att implementeringen av autonoma fordon skapar större krav på infrastrukturella justeringar kommer både bullernivåerna, trängseln och möjligheterna för fastighetssidan att bedriva sina affärer påverkas negativt (Anonym, 2021).

Gällande trängsel resonerar Anonym (2021) att denna oundvikligen lär påverkas negativt, speciellt i den fas där autonoma fordon börjar penetrera marknaden. Detta då fler antal transporter lär genereras då kostnaderna för dessa troligtvis minskar. Vidare understryks att det kommer krävas nya uppdaterade regelverk som reglerar hur fordonen skall framföras samt vart de får lov att framföras (Anonym, 2021)

Även ombyggnation av befintligt vägnät är aktuellt vid en implementering av tunga autonoma transporter (Anonym, 2021). Infrastrukturella- och vägmässiga förändringar är nödvändigt, för att tunga autonoma transporter skall vara applicerbara i det befintliga transportsystemet och de urbana miljöer som etablerats i dagsläget (Anonym, 2021).

Avslutningsvis lyfts kostnadsbarriären, där Anonym (2021) understryker att en utbyggnation av vägar och fysisk infrastruktur kommer att bli kostsamt. Respondenten betonar även att det från fastighetsbranschens sida är viktigt att undersöka vilken part som skall stå för finansieringen. Ekonomiska incitament behöver finnas från fastighetssidan för att finansiering skall erhållas från deras håll (Anonym, 2021). Detta då fastighetsbranschen ej i grunden är köpare av autonoma transporttjänster. Däremot lär dess intåg i urbana miljöer, där fastighetsprojekt bedrivs, påverkas negativt av infrastrukturella justeringar gjorda för autonoma fordon.

5. Analys

De kontraster och likheter som föreligger mellan det teoretiska underlaget och det empiriska materialet kommer här att belysas. Analysstrukturen består av sex olika parametrar, där respektive har förankring i både det teoretiska underlaget samt den insamlade empirin. Detta för att förse läsaren med en holistisk bild av de implementeringsbarriärer som föreligger för tunga autonoma transporter.

5.1 Mobilitetsrelaterade- och infrastrukturella barriärer

Roberg (2017) och Zarghampour (2021) belyser vikten av uppkoppling mellan infrastruktur, användare och kommunikationen däremellan. Utan detta kommer inte ett intelligent transportsystem med autonoma fordon att finnas. Kommunikationen mellan diverse komponenter i trafiksystemet poängterar även Papadimitratos et. al (2019), som understryker att denna är en grundförutsättning. Den infrastruktur som möjliggör kommunikation måste således enligt Geels (2002) etableras på "landskaps" och "regimnivå", vars funktion är att stabilisera och förändra rådande konstellationer och sociala funktioner. Detta talar för att en omfattande förändring i enlighet med Geels (2002) "multi-level" perspektiv ligger för handen, där intelligenta transportsystem innefattande autonoma fordon kräver mer än sofistikerad fordonsteknologi på för att fungera i praktiken.

Kosch et. al (2019) förtydligar att informationsdelningen och kommunikationen mellan trafiksystemets olika komponenter sker via internetuppkoppling. Dock är just internetuppkopplingen och dess funktion för intelligenta transportsystem något som Zarghampour (2021) benämner en barriär. Mer specifikt belyser Zarghampour (2021) den infrastrukturella utmaningen som föreligger avseende "connectivity" och det 5G-nät som krävs för detta. Etablerandet av 5G-nätet skulle i enlighet med Geels (2002) kunna klassas som ett skifte i den sociotekniska konfigurationen, där en teknologisk transition är att vänta. Ett skifte från ett ickeuppkopplat till ett uppkopplat transportsystem hade på ett fundamentalt vis förändrat de sociala funktionerna transport och kommunikation, vilket Geels (2002) teori stärker.

I dagsläget är inte 5G-nätet tillräckligt omfattande. Infrastruktur, fordon och människa behöver vara koordinerade för att fungera tillsammans (Palm et. al. 2019). "Landskapet" beskrivet av Geels (2002), speciellt infrastrukturen i denna kontext, behöver därför förändras

i linje med de autonoma fordonen. Avslutningsvis beskriver Svedlund (2021) mardrömsscenarioet där telekomnätet upphör att fungera, vilket skulle kunna få konsekvenser för ett framtida transportsystem och företag som Einride, vars funktionalitet i transportsystemet vilar på uppkoppling.

Bortsett från internetuppkoppling belyser Palm et. al (2019) den digitala infrastrukturen och dess samspel med den fysiska. Tonvikt läggs vid att den digitala infrastrukturen utvecklas snabbare än väginfrastrukturen. Om den fysiska väginfrastrukturen inte är tillräckligt anpassad för autonoma fordon, framförallt när de penetrerar transportsystemet, kan detta utgöra en barriär för Einride. Scenariot samspelar väl med Geels (2002) resonemang om radikala innovationer. I enlighet med Geels (2002) skulle den autonoma teknologin kunna benämnas som en radikal innovation i 'nischfasen'. De autonoma fordonens genomslag blir därför enligt Geels (2002) beroende av att de externa faktorerna, i detta fall väginfrastrukturen, också förändras i den högre instansen 'landskapet'.

Dock menar Zarghampour (2021) att lösningen inte är att drastiskt förändra den fysiska infrastrukturen. Istället bör man anpassa nya innovationer till befintliga strukturer. Skulle autonoma fordon kräva en totalt förändrad infrastruktur lär ingen implementering ske (Zarghampour, 2021). Detta stärker även Ivvari (2021). Han betonar att i de fall individens mobilitet kraftigt försämras, vilket kan tänkas ske om det befintliga transportsystemet skulle göras om från grunden, lär ingen implementering ske.

Just penetrationsfasen för automatiserade fordon, samt övergången från en manuell till en autonom fordonsflotta, belyser flertalet aktörer som ett problem. Palermo (2018) betonar att den försiktiga körstilen autonoma fordon inledningsvis lär anamma kommer att skapa trängsel. Svedlund (2021) poängterar de autonoma fordonens bristande registreringsförmåga vid sensorhaveri, vilket skulle kunna skapa onödiga trafikstopp. Vidare lyfter Anonym (2021) ökad trängsel samt negativ påverkan på individens mobilitet, framförallt när autonoma fordon börjar penetrera marknaden till följd av sjunkande transportkostnader. Dessa antaganden stärks av forskningen presenterad av DW Amanuel (2017) och Ziaqiang och Ting (2017), vilken fastslår att trängseln kommer att kvarstå, alternativt öka, tills fordonsflottan är övervägande del autonom. Det är således i fordonsflottans övergångsfas från manuell till autonom som trängseln kommer att stiga.

Detta stärker att autonoma fordon befinner sig ‘nischfasen’ av en teknologisk transition (Geels, 2002). De externa faktorerna i ‘landskapet’ har inte förändrats tillräckligt mycket, då någon faktiskt lösning kring trängsel ännu inte är etablerad på makronivå. Processerna inom ‘nischen’ behöver därför skapa ytterligare förändring i det sociotekniska landskapet för att stabilitet, och således stabila lösningar, skall etableras på mesonivå (Geels, 2002).

Sedermera tangerar Gidlund (2021) trängselproblematiken till följd av minskade transportkostnader. Med sjunkande kostnader lär även efterfrågan på transporter stiga, vilket Fagnant och Kockelman (2015) menar kan riskera att skapa mer trängsel och negativa effekter för både mobilitet och miljö. Likväl poängterar Svedlund (2021) att om autonoma transporter skapar positiva ekonomiska effekter, lär ytterligare transporter och därmed trängsel genereras. Däremot betonar Gidlund (2021) att detta problem kan åtgärdas genom att nyttja smarta och synkroniserade transporter, via innovativa plattformar. Detta stärker även Svedlund (2021) i sitt resonemang om smarta logistiska lösningar. Även Anonym (2021) nämner logistiska mobilitetslösningar såsom ökat delande av fordon, vilket resulterar i mindre parkeringsytor. Andra sätt att hantera situationen på skulle eventuellt kunna göras via justeringar av filbredden. Autonoma fordon förväntas kunna packa trafiken mer optimerat, vilket både Palm et. al (2019) och Faisal et. al (2019) lyfter som troliga infrastrukturella anpassningar.

Elförsörjande laddningsstationer lyfter privat likväl offentlig sektor som en barriär. Idag är stationerna för få samt ej anpassade för tyngre transporter. Zarghampour (2021) belyser att Einride även i detta avseende befinner sig i en beroendeposition gentemot de aktörer ansvariga för byggnationen av stationerna. Likaså Arnäs (2021) och Gidlund (2021) belyser dagens brist av laddningsstationer, samt att en framtida laddinfrastruktur är essentiell för tunga autonoma transporter. Samtliga tre parter verkar eniga i att den elförsörjande infrastrukturen behöver utvecklas. Skiftet från ett transportsystem beroende av fossila bränslen till ett drivet på el förkroppsligar teorin om teknologiska transitioner (Geels, 2002). För att skiftet skall ske krävs en socioteknisk konfigurering, där både infrastruktur och användarpraxis behöver förändras (Geels, 2002).

Gidlund (2021) anser dock att denna utveckling kan åstadkommas genom samarbeten med befintliga fossilbränslebolag. Likaså menar Zarghampour (2021) att ett gränsöverskridande samarbete med denna typ av aktörer krävs. Emellertid behöver den allmänna nyttan av dessa

laddningsstationer studeras. Om nyttan enbart skulle visa sig tillfalla den privata sektorn skulle viss skepsis kunna uppstå från allmänheten. Zarghampour (2021) betonar att denna typ av investeringsprojekt måste ställas i paritet till befolkningens övriga behov. Krav ställs således på Einride att kunna påvisa ett allmänt mervärde kring sin produkt, vars transportfunktionalitet i viss mån finansieras med skattepengar.

5.2 Juridiska barriärer

Det föråldrade juridiska ramverket berörande autonoma fordon är en återkommande barriär i det teoretiska avsnittet, likaså betonat av respondenterna. Utgångsläget är att autonoma fordon kräver ett uppdaterat lagrum. Vid exempelvis olycksfall behöver praxis kring ansvarsfördelning fastställas för att förhindra rättstvister, understryker både Cui et. al (2019) och Collingwood (2017). Det bristande regelverket skapar därför svårigheter för navigering i domstol, där försäkringsbolag inte har fastställda ansvarspunkter (Fagnant och Kockelman, 2015). De autonoma fordonens utveckling och användning blir således begränsad, då det befintliga juridiska ramverket inte är applicerbart fullt autonoma fordon (Fagnant & Kockelman 2015).

Det är på FN-nivå som ramverken behöver uppdateras för att förändring skall ske i Sverige (Arnäs, 2021). Detta poängterar även Zarghampour (2021) samt Ivari (2021), vilka understryker att de juridiska ramverken behöver uppdateras på högre instans, mer specifikt i UNECE.

Gidlund samt Arnäs (2021) poängterar att tillstånd ofta blir nekade, då diverse regelverk inte är uppdaterade i relation till tekniken. Alkoholtestproblematiken kring operationen i Jordbro exemplifierar detta. Denna typ av problematik bekräftar Fagnant och Kockelmans (2015) samt Collingwoods (2017) konstaterande att de juridiska ramverken brister för autonoma fordon, vilket begränsar Einrides möjligheter att bedriva verksamhet på allmän väg. Även Zarghampour (2021) delar uppfattningen att det juridiska ramverket är en central barriär, där juridiken är något föråldrad i relation till tekniken.

Likaså Ivari (2021) samt Svedlund (2021) poängterar den juridiska aspekten som avgörande för Einride. Ivari (2021) resonerar i linje med Fagnant och Kockelman (2015), där det i dagsläget ej finns adekvata regelverk för självkörande fordon på allmän väg, däremot finns i Sverige en försökslagstiftning.

Fagnant och Kockelman (2015), Cui et. al (2019) och Collingwood (2017) belyser den gemensamma nämnaren från respektive respondent, nämligen att det juridiska ramverket är föråldrat och således inte applicerbart på autonoma transporter. En processering och uppdatering av regelverk behöver göras i linje med utvecklingen av autonoma fordon, för att Einride som bolag skall ha möjlighet att operera i större utsträckning.

Avslutningsvis härleds problematiken till Geels (2002) forskning. Enligt Geels (2002) är radikalt nya teknologier svåra att etablera, där autonoma fordon utgör ett praktexempel. Geels (2002) teori konstaterar att regelverk och infrastruktur är anpassade till befintliga konstellationer där radikala teknologier, likt autonoma fordon, missanpassas till det socio-institutionella ramverk som existerar. I Einrides fall är missanpassningen till det befintliga ramverket ett faktum, vilket återspeglas i den juridiska- och regulatoriska problematiken presenterad ovan.

5.3 Teknik-och säkerhetsrelaterade barriärer

Palermo (2018) belyser de tekniska brister som de autonoma fordonen har inneboende. Exempelvis kan snö, regn eller dimma påverka fordonens prestanda. Svedlund (2021) poängterar detsamma, samt att en stor utmaning är att gentemot kund och myndighet garantera full säkerhet. Även Ivari (2021) belyser samspelet mellan autonoma och manuella fordon, speciellt i komplexa trafiksituationer. Att på ett harmoniserande sätt anpassa det autonoma fordonssystemet till det befintliga menar både Ivari (2021) och Zarghampour (2021) är utmanande, där just interaktionen mellan fordonen behöver vara god.

Utöver interaktionsbetingade problem, är trängselaspekten som eventuell barriär någonting som både Palermo (2018), Gidlund (2021) och Anonym (2021) belyser. Anonym (2021) poängterar att trängseln och individens mobilitet lär framförallt bli negativt påverkad i introduktionsfasen av de autonoma fordonen, vilket även DW Amanuel (2017) konstaterar. De autonoma fordonens tekniska begränsningar lyfts återigen av Ivari (2021), som betonar att att diverse trafikrelaterade irritationsmoment lär uppstå när de autonoma fordonen börjar penetrera transportsystemet. Som lösning på problemet förklarar dock Arnäs (2021) att fordonen kan manövreras manuellt genom fjärrstyrning vid komplexa trafiksituationer. Givet att fjärrstyrningstekniken inte brister kan således Einrides förarlösa lastbilar eventuellt undvika att ge upphov till ovannämnda problem.

Vidare konstaterar Palermo (2018), Fagnant och Kockelman (2015) samt Svedlund (2021) att de autonoma fordonens sensorer vid dåliga väderförhållanden eller längre avstånd, kan ha problem med att avläsa vilket sorts föremål som befinner sig på vägbanan. Einride behöver således säkerställa att de autonoma lastbilarna har så pass god sensorisk prestanda att dålig väderlek eller okända föremål kan analyseras på ett säkert, trovärdigt och rationellt sätt, utan att äventyra resterande trafikanters säkerhet eller mobilitet.

Emellertid poängterar dock både Dalal och Triggs (2005) samt Zarghampour (2021) att det är en stor utmaning att utveckla autonoma fordon som besitter noll brister. Zarghampour (2021) understryker dock att när den autonoma fordonstekniken väl implementeras kommer diverse komplikationer att uppstå, men att dessa lär åtgärdas över tid. Zarghampour (2021) menar att den autonoma fordonstekniken i det stora hela är god nog för en större implementering samt att det är nödvändigt att våga omfamna möjligheterna, trots vissa risker.

I kontrast till Zarghampours resonemang antyder både Svedlund och Ivari (2021) att en bredare implementering skulle vara svårhanterlig givet dagens förutsättningar. Att kontrollera en liten mängd autonoma fordon, på en viss sträcka, menar Svedlund (2021) inte är jämförbart med en bredare implementeringskontext. För operationer på allmänna vägar behövs ett automatiserat informationshanteringssystem (Svedlund, 2021), vilket för tillfället inte tillhandahålls. Således behövs en fundamental digitalisering av transportsystemet och relevant infrastruktur, för att Einride skall överkomma denna barriär.

I en bredare kontext behöver således teknik, infrastruktur och regelverk samspela i linje med varandra. Geels (2002) teori bekräftar detta, där radikalt nya teknologier har svårt att få genomslag då infrastruktur och regelverk är anpassade efter befintliga konstellationer. Detta innefattar i enlighet med Geels (2002) att autonoma fordon inträder på en icke-etablerad marknad utan användarpreferenser, vilka behövs för full adaption av teknologin.

5.3.1 Social acceptans och förlust av arbetstillfällen

Ivari (2021) poängterar att människors inställning behöver beaktas för att acceptans skall skapas. Detta är grundläggande då transportsystemet kommer att delas mellan autonoma och mänskliga förare. Zarghampour (2021) understryker att etablerandet av säkerhet och tilltro till autonoma transporter kan utgöra en framtida barriär. Emellertid talar Ivari (2021) för att om

marknadsintroduktionen av autonoma transporter görs ansvarsfullt behöver den sociala acceptansen ej utgöra en barriär.

Förlusten av arbetstillfällen för chaufförer är något som Svedlund (2021) belyser. Dock presenterar Gidlund (2021) Einrides lösning på problemet, nämligen att skapa nya arbetstillfällen för befintliga chaufförer genom att tilldela dessa en operatörsroll. På detta sätt garderar sig åtminstone Einride för kritik avseende bortfallet av arbete. Gidlund (2021) menar även att rollen som operatör lär upplevas som ett mer stimulerande, givande och meriterande yrke. På detta vis skapar inte Einride enbart en rättvis anställningssituation, utan även en ny sorts yrkesroll. Operatörsyrket lär troligtvis vara högt eftertraktat och aktuellt i framtiden, i takt med att fordonsflottan blir allt mer autonom. Dock hävdar Ivari (2021) att kraven för denna typ av yrke kommer att stiga, eftersom arbetet lär vara mer tekniskt krävande.

Geels (2002) teori förkroppsligar den teknologiska transitionen inom industrin för autonoma fordon. I detta fall står industrin inför ett skifte mellan traditionella chaufförer och automatiserade lastbilar, vilket innefattar teknologiska och socio-funktionella förändringar (Geels, 2002) inom branschen. Fundamentet bygger på att Einride introducerar sina autonoma fordon på en icke-etablerad marknad vilket ger upphov till debatt och krav på förändring inom regelverk, infrastruktur och användarpraxis (Geels, 2002).

5.4 Cybersecuritybarriär

Fagnant och Kockelmans (2015) redogörelse kring dataintrång, cyberhot och attacker på autonoma fordonssystem går i huvudsaklig linje med respondenternas tankegångar. Cui et. al (2019) poängterar att i dagens läge har attackerna framförallt innefattat obehörig informationsdelning, inte någon omfattande systemkollaps för fordonen. Gidlund (2021) för ett resonemang av liknande karaktär som Cui et. al (2019), nämligen att antalet incidenter där fordonet används som ett vapen kommer inte att öka, däremot finns möjlighet för cyberbrottslingar att hacka ett transportadministrationssystem och på så vis ta del av känslig information. Både Gidlund (2021) och Ivari (2021) menar att det underliggande skälet till detta är att en sedvanlig terrorattack som inte involverar komplext dataintrång är betydligt enklare att genomföra.

Respondenterna lyfter alla att ett proaktivt arbete gentemot cyberattacker bör föreligga i nutid och framtid. I enlighet med samtliga resultat från respondenterna lär problembilden följa med utvecklingen. Hotbilden är och kommer troligtvis alltid att vara närvarande. Emellertid poängterar Zarghampour (2021) att man bör betrakta teknikens möjligheter, trots riskerna. Om alla risker elimineras finns inga möjligheter att tillgå, menar Zarghampour (2021).

Autonoma fordon befinner sig i utvecklingsstadiet. Geels (2002) resonerar att radikala teknologier, liksom autonoma fordon, utvecklas i symbios med användarpreferenser eftersom de inträder på icke-etablerade marknader. Närvaron av cyberhot och avsaknaden av lösningar kan således förklaras av detta samband. Den symbiosa utvecklingen mellan teknologi, marknad och användarpreferens har inte hunnit bli tillräckligt mogen. På sikt lär däremot denna utveckling stabiliseras, vilket i förlängningen stabiliserar hotbilden. Detta kräver dock att autonoma fordon som radikal teknologi tillåts genomsyra både makro och meso dimensionerna beskrivna i Geels (2002) "multi-level" teori.

5.5 Kostnadsbarriär

Andersson och Ivehammar (2019) belyser den kostnadsbild som föreligger i omställningsfasen från det manuella till det autonoma transportnätverk. Tonvikt läggs vid höga initiala kostnader för digital infrastruktur, samt höga kostnader för byggnation av specialfiler. Även den laddinfrastruktur som Gidlund (2021) och Arnäs (2021) belyser kommer att generera höga omställningskostnader. Således verkar det råda konsensus mellan aktörerna att denna upprustning av transportnätverket kommer att bli kostsam. Däremot är dessa infrastrukturella anpassningar och investeringar en grundförutsättning för det autonoma transportsystemet, vilket Zarghampour (2021) och Ivari (2021) understryker.

Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv poängterar Zarghampour (2021) att värdeerbjudanden liksom Einrides behöver påvisa ett mervärde för samhället och inte enbart gynna enskilda marknadsaktörer. Detta krävs för att myndigheter skall genomföra denna kostsamma investering på statlig nivå (Zarghampour, 2021).

Kostnaden för de tekniska grundförutsättningarna autonoma fordon kräver kartläggas av Fagnant och Kockelman (2015). Däremot har ingen av respondenterna eller övriga källor poängterat denna aspekt. Snarare kan det konstateras att framställandet av autonoma fordon är kostsamt, men betraktas inte som en barriär.

6. Diskussion

I detta kapitel presenterar författarna en sammanfattning och generalisering kring ämnesområdet. Likväl görs ställningstaganden kring resultat, analys och teoretiska utgångspunkter ur ett kritiskt perspektiv.

Författarna har med tidigare forskning på ämnet samt bedrivna intervjuer identifierat, verifierat och kategoriserat ett antal barriärer som föreligger för tunga autonoma transporter. Respektive respondent företräder antingen privat eller offentlig sektor. Till skillnad från använd litteratur, har ett sektorsöverskridande och kompletterande perspektiv på problemområdet kartlagts i denna uppsats. De passager i teorin som enbart varit informativa, och ej sammanflätat de aspekter där privat och offentlig sektor möts i praktiken, har intervjuerna kompletterat. Uppsatsen har således skapat ett sammanvägt perspektiv mellan offentlig och privat sektors syn på implementeringsbarriärerna för Einride.

Infrastruktur och intelligenta transportsystem är en central beståndsdel för implementeringen av tunga autonoma transporter. En digitalisering och elektrifiering av det befintliga transportsystemet är ett grundkrav för att manuella och autonoma fordon skall ha möjlighet att samspela med varandra, vilket Roberg (2017) bekräftar. Respondenterna bekräftar infrastrukturen som avgörande vid introduktionen av autonoma fordon. Mer specifikt behöver digital infrastruktur uppgraderas, likväl elektrifierade laddningsstationer för tunga autonoma transporter. Författarna är överens om att digitalisering och elektrifiering av infrastrukturen måste fullbordas för att tekniken skall fungera i praktiken. Denna övergångsfas inom infrastruktur kan betraktas som ett sociotekniskt skifte, vilket går i linje med teorin om teknologiska transitioner presenterad av Geels (2002). Således är bedömningen att då infrastrukturen står inför ett fundamentalt skifte, utgör detta en barriär för Einride.

En gemensam nämnare för alla intervjuer är den juridiska barriären, vilken både författarna och respondenterna bedömer som den kanske mest omfattande. Fagnant och Kockelman (2015) konkretiserar att det juridiska ramverket måste utvecklas i linje med den autonoma tekniken, vilket respondenterna inom både offentlig och privat sektor instämmer till. Utan juridiskt stöd är det inte möjligt för Einride att operera i transportnätverkets på allmänna vägar i större skala.

Teknik och säkerhet är en barriär som påtalats, men ej konkretiserats i lika hög grad som den juridiska eller infrastrukturella. Snarare är utmaningen att få resterande komponenter i transportnätverket att samspela med de autonoma fordonen. Författarna gör således bedömningen att de autonoma fordonens prestanda ej utgör en barriär per sé, trots att teknisk prestanda kan falla vid exempelvis dåligt väder. Däremot innebär fordonens samspel med manuella trafikanter i ett blandat transportsystem vissa risker avseende trängsel. Följaktligen resulterar detta i att riskminimerande åtgärder och begränsningar för autonoma fordon kan utgöra en eventuell barriär, om samspelet mellan fordonen visar sig svårhanterligt.

Cybersecurity är ett fenomen som kan appliceras på de flesta tekniker. Risken för hot inom cybersecurity kommer således innefatta ett proaktivt arbete. Den generella bedömningen är emellertid att cyberhoten är något för komplexa, vilket talar för att de kommer vara ständigt närvarande. Respondenterna talar dock i linje med varandra gällande att riskerna bör vägas i relation till möjligheterna. Dessa hot betraktas därför inte som en barriär.

Kostnadsbilden innebär en hög initial kostnad för digitalisering av infrastruktur, likväl för den generella utvecklingen av fordonsteknologin (Andersson & Ivehammar 2019). Privat sektor talar för att kostnaden inte utgör en direkt barriär. Snarare bör offentlig sektor investera i digital infrastruktur för att möjliggöra autonoma operationer. Offentlig sektor kommenterar kostnadsbilden som ett relativt omfattande problem, då en byggnation av ITS kommer vara kostsamt. Författarna anser att kostnadsbilden ej utgör en barriär för tunga autonoma transporter. Däremot bör kostnadsbilden vara med i beslutsunderlaget, framförallt då en utveckling av digital infrastruktur är en skattefinansierad kostnad.

6.1 Generaliserbarheten av framtagna resultat

Resultaten presenterade i denna studie torde vara generaliserbara i en kontext berörande barriärer för tunga autonoma transporter. De dominanta barriärer som kartlagts genomsyrar inte enbart en svensk kontext, utan även en internationell. Följaktligen blir problembilden applicerbar även i ett större sammanhang, vilket sträcker sig bortom specifika barriärer berörande just Einride som svenskt bolag. Även det faktum att infrastruktur, fysisk som digital, behöver uppgraderas är inte enbart fallet för Sverige, utan även för samtliga existerande transportnätverk, vilket ytterligare stärker antagandet om att generalisering bör vara godtagbart.

Studiens resultat lär vara användbara i diverse forum, framförallt berörande var insatser behövs för att möjliggöra en implementering av tunga autonoma transporter. Mer specifikt lär presenterade resultat påvisa vilka barriärer som behöver prioriteras högst, för att sedan indikera det faktum att problemet behöver behandlas på högre instans än nationell. Detta då de juridiska och infrastrukturella aspekterna lär förändras först när UNECE på FN-nivå prioriterar diskussionen, och följaktligen verkställer beslut utifrån denna instans. När diskussionen på internationell nivå aktivt tar krafttag för hur barriärer berörande autonoma fordon skall överkommas, kan Einride och andra autonoma transportbolag bedriva sina verksamheter mer expansivt i sina egna länder.

6.1.2 Studiens brister

Emellertid är studiens primära brist att antalet respondenter som intervjuats kan anses vara för få. Implikationerna blir att generaliseringsmöjligheten av resultaten kan ifrågasättas, då den empiriska mättnaden är något tunn. Med generaliseringsmöjlighet syftar författarna på möjligheten att trovärdigt kunna härleda studiens slutsatser och resultat till en större kontext. Således minskar legitimiteten av dragna slutsatser och gjorda antaganden. Med detta i åtanke bör följaktligen framtida studier aktivt eftersträva empirisk mättnad i så hög grad som möjligt, givet förutsättningarna.

Dock har författarna försökt manövrera runt detta. Respondenter med relevant utbildning och praktisk kunskap berörande autonoma fordon samt transportsystem har lagt grunden för det empiriska avsnittet samt analysdelen. Sedermera har det teoretiska ramverket i flera passager gått i linje med respondenternas resonemang, vilket talar för att konsensus råder mellan akademisk forskning och praktik. Slutsatserna kring aktuella barriärer delas således bland flera parter, företrädande olika organisationer och länder. Slutligen har Geels (2002) teori om teknologiska transitioner varit applicerbar samt relevant för forskningsfrågan. Sammantaget anser författarna att dessa parametrar tillsammans möjliggör för en generalisering av resultatet, trots att antalet intervjupersoner kan anses brista.

7. Slutsats

Uppsatsens sjunde kapitel konkretiserar det huvudsakliga resultatet, likväl den problembild som föreligger för Einride. Även vilka de kategoriserade barriärerna är presenteras, samt för vilka av dessa som insatser behöver prioriteras. Slutligen dras slutsatserna kring barriärerna och appliceras i en internationell kontext.

Denna uppsats har genom använd litteratur samt semistrukturerade intervjuer verifierat och kategoriserat några av de implementeringsbarriärer som föreligger för tunga autonoma transporter. Barriärerna som kategoriserats och verifierats berör infrastruktur, juridiska ramverk, social acceptans, säkerhetsaspekter, cybersecurity och kostnader. Även den teknologiska transition som krävs för att överkomma dessa har kartlagts.

Uppsatsen bidrar med att påvisa att de juridiska och infrastrukturella barriärerna är de mest dominanta. Det är primärt för dessa två barriärer som insatser behöver göras, inte minst på internationell nivå. Trafiklagstiftning behöver prioriteras och uppdateras på FN-nivå för att möjliggöra operationer på allmänna vägar i Sverige, likväl behöver digitaliseringen av transportsystemet prioriteras i beslutsunderlaget.

För Einride och liknande aktörer kan inte autonoma transporter med dagens förutsättningar implementeras i större skala. Det juridiska ramverk som i dagsläget reglerar hur, när och var autonoma transporter får operera är föråldrat. En uppdatering i linje med autonoma transporter behöver göras, framförallt för framtida forskning och för möjligheterna att använda teknologin på global skala. Vidare behöver fysisk samt digital infrastruktur anpassas, där en teknologisk transition på makro och mesonivå är essentiell. Utöver detta är ett omfattande elförsörjningssystem en grundförutsättning för ett automatiserat transportnätverk.

Följaktligen blir situationen för aktörer som Einride att transportlösningen inte ges möjlighet att få generera värde. Istället fördröjs utvecklingen av det autonoma transportsystemet, i väntan på den uppgradering av regelverk och infrastruktur som behövs. Det primära problemet är inte att fordonsteknologin brister. Det är istället att de sociotekniska konstellationer som i dag tillhandahåller, styr och reglerar trafiksystemet ej står i paritet till den autonoma fordonsutvecklingen.

7.1 Rekommendationer för framtida studier

Framtida studier kring ämnet bör innefatta fler respondenter involverade i autonoma fordon, trafikmyndigheter, beslutsfattande organ och andra relaterbara aktörer. Slutligen bör framtida forskning och förändringsarbete tillta ett internationellt perspektiv. Beslutsorganisationen på FN-nivå behöver agera företrädare och prioritera utvecklingen av det autonoma transportsystemet. Således är UNECE utgångspunkten i en avgörande förändringsprocess, likväl agerar denna kommission möjliggörare för storskalig implementering av autonoma fordon i transportsystemet.

8. Referenslista

Bryman, A. & Bell, E. (2013). *Företagsekonomiska forskningsmetoder*. (2 uppl.) Malmö: Liber AB

Davidsson, G. & Anderzén, I. 2008. *Riskbedömningar: idéer och fakta*. (1. uppl.) Stockholm: Prentent.

Patel, Runa., & Davidson, Bo. 2011. *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*. (4. uppl.) Lund: Studentlitteratur AB

Vetenskapsrådet. (2002). *Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm.

Vetenskapliga artiklar

Andersson, P. and Ivehammar, P. 2019. Benefits and Costs of Autonomous Trucks and Cars. *Journal of Transportation Technologies*, 9, s. 121-145. <https://doi.org/10.4236/jtts.2019.92008> (Hämtad 2021-05-06)

Bron, M., Östergren, N. & Jarnefjord, U. 2014. *Riskhantering i arbetsmiljön*. Solna: Bevakningsbranschens Yrkes- och Arbetsmiljönämnd (BYA). <https://www.bya.se/pdf/am16.pdf> (Hämtad 2021-05-18)

Chalmers. 2021. Personal. *Per-Olof Arnäs*. <http://www.chalmers.se/sv/Personal/Sidor/per-olof-arnas.aspx> (Hämtad 2021-04-01)

Cui, J., Shen Liew, L., Sabaliauskaite, G., Zhou, F. 2019. *A review on safety failures, security attacks, and available countermeasures for autonomous vehicles*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570870518309260> (Hämtad 2021-04-01)

Collingwood, Lisa. 2021. Privacy implications and liability issues of autonomous vehicles. *Information & Communications Technology Law*. Vol. 26, s. 32-45.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13600834.2017.1269871?scroll=top&needAccess=true&journalCode=cict20>

DBSchenker. 2018. *DB Schenker och Einride inleder samarbete med självkörande lastbil i Sverige*. <https://www.dbschenker.com/co-se/innovation/einride> (Hämtad 2021-03-29)

DW Amanuel Mahdere. 2017. UK Study: Autonomous Vehicles Can Cause Congestion Initially. *Drive Sweden*. 17 Januari.

<https://www.drivesweden.net/en/node/40645> (Hämtad 2021-04-06)

Einride. 2021. *What we do*.

https://www.einride.tech/about/?gclid=CjwKCAjwu5CDBhB9EiwA0w6sLUHEXRdKQt-8Mjgg-hQ2Ah1YJyb4WURoKZupC4Kxc76Xy1qgOIwikhoCl8gQAvD_BwE (Hämtad 2021-03-30)

Einride. 2020. *Lidl and Einride partner up to electrify transport in Sweden*.

(Hämtad 2021-03-01)

<https://www.einride.tech/insights/lidl-einride-partner-electric-trucks-transport-sweden>

Einride. 2019. *Coca-Cola European Partners teams up with Einride for sustainable transport*.

<https://www.einride.tech/insights/coca-cola-european-partners-teams-up-with-einride-for-sustainable-transport> (Hämtad 2021-04-01)

Fagnant, D., & Kockelman, K. 2015. *Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* Vol. (77): 167-181.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856415000804?casa_token=94V8HyI--o4AAAAA:wfnY3FtGJk4FSUtWo8QqXgLALPXR6A2U3f__jRhZEnseJYND_yuIuKZP4pGqXIYZkBL4qHiQFGEL#b0080 (Hämtad 2021-03-28)

Faisal, A., Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., & Currie, G. 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.

<https://eprints.qut.edu.au/125343/8/125343.pdf> (Hämtad 2021-04-06)

Geels W., F. 2002. *Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study*. Research Policy Vol. (31): 1257-1274.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733302000628?casa_token=p0ixCO_BCMAAAAAA:cFgbrkUMbP-Li3Ud6kzBWlyRjw9vuDkXVMwdc0dGjbBHP8nAD_NfSY1h-ZuM9hp4oO8hSIXEFPW-#BIB10 (Hämtad 2021-05-16)

Kosch, T., Kulp, I., Bechler, M., Strassberger, M., Weyl, B. & Lasowski, R. 2009. Communication architecture for cooperative systems in Europe, *IEEE Communications Magazine*, vol. 47, nr. 5, s. 116-125.

https://www.researchgate.net/publication/224453458_Communication_Architecture_for_Cooperative_Systems_in_Europe (Hämtad 2021-04-05)

Litman, Todd. 2021. *Autonomous Vehicle Implementation Predictions - Implications for Transport Planning*.

<https://www.vtpi.org/avip.pdf> (Hämtad 2021-04-01)

Navneet Dalal & Bill Triggs. 2005. *Histograms of Oriented Gradients for Human Detection*.

<http://lear.inrialpes.fr/people/triggs/pubs/Dalal-cvpr05.pdf> (Hämtad 2021-03-28)

National Oceanic and Atmospheric Administration. 2021. *What is Lidar?*

<https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html> (Hämtad 2021-04-05)

Palermo, Mario. 2018. *Tech and Legal Challenges the Autonomous Car Industry is Facing*

<https://www.aberdeen.com/techpro-essentials/tech-legal-challenges-autonomous-car-industry-facing/> (Hämtad 2021-04-01)

Palm, M., Berg, J., Smeds, P., Olsson, L., Johansson, O., Persson, A., & Fredricsson, C. 2019. *Färdplan - För ett uppkopplat och automatiserat vägtransportsystem*. Borlänge: Trafikverket.

https://trafikverket.ineko.se/Files/en-US/62816/Ineko.Product.RelatedFiles/2019_113_fardplan_for_ett_uppkopplat_och_automatiserat_vagtransportsystem.pdf (Hämtad 2021-04-05)

Papadimitratos, P., La Fortelle, A., Evensen, K., Brignolo, R. & Cosenza. 2009. "Vehicular communication systems: Enabling technologies, applications, and future outlook on intelligent transportation", *IEEE Communications Magazine*. 3 November.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5307471> (Hämtad 2021-04-04)

Roberg, Clas. 2017. *Komplettering till Nationell strategi och handlingsplan för användning av Intelligent transport system I Sverige*. Trafikverket, Transportstyrelsen och Vinnova. 2017:215.

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/41324/Ineko.Product.RelatedFiles/2017_215_komplettering_till_nationell_strategi_och_handlingsplan_for_anvandning_av_intelligenta_transport_system_i_sverige.pdf (Hämtad 2021-04-05)

Society of Automotive Engineers. 2019. *SAE J3016TM Levels of Driving Automation*.

<https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>
(Hämtad 2021-04-16)

Sveriges kommuner och landsting. 2018. *Automatiserade fordon - i lokal och regional miljö*.

https://goteborg.se/wps/wcm/connect/ee1664e8-88d1-43e3-a46b-77b7b835231d/SKL_S5_Automatiserade-fordon_webbpdf.pdf?MOD=AJPERES (Hämtad 2021-03-29)

Trafikverket. 2018. *Analys - Trafikflöden och självkörande fordon. Drive Me försökssträcka*.

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/48313/Ineko.Product.RelatedFiles/2018_165_trafikfloden_och_sjalvkorande_fordon_drive_me_forsoksstracka.pdf (Hämtad 2021-04-11)

Trafikverket. 2019. *Uppkopplade fordon*.

<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/forskning-och-innovation/aktuell-forskning/transp-ort-pa-vag/uppkopplade-fordon/> (Hämtad 2021-04-18)

Zaiqiang, K., & Ting, L. 2017. The Effect of Self-Driving Car on Urban Traffic. *American Journal of Computational Mathematics* (7), 149-156.

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=76865> (Hämtad 2021-05-06)

9. Bilagor

Intervjufrågor Per-Olof Arnäs - Einride

1. *Vilka barriärer har ni i dagsläget identifierat utifrån Einrides perspektiv? Väger någon extra tungt? Hur jobbar ni kring dessa? Vilka barriärer är dessa?*
2. *Vilka barriärer tror ni i framtiden kan komma att uppdagas av tunga autonoma transporter?*
3. *Vilka barriärer finns det för Einride att etablera sig mellan angränsande länder och/eller städer?*
4. *Ser du någon skillnad avseende barriärer mellan tunga autonoma fordon och autonoma personfordon? Vilka barriärer är det som skiljer sig?*
5. *Vilka risker tror du tunga autonoma fordon medför i en urban miljö, för individen och för staden?*
6. *Har Einride mycket dialog med offentlig sektor? I vilket sammanhang eller forum? Hur kan dessa diskussioner jobba proaktivt för att överkomma aktuella och framtida barriärer?*
7. *Är det något i dialogen/kommunikationen som brister?*
8. *Hur lång tid tror du det tar innan en fullskalig automatiserad fordonsflotta rullar i staden? Kan du motivera valet av tidsåtgång?*
9. *Vi har identifierat följande barriärer för implementering:*
 - *Mobilitet och komplex implementeringsprocess av intelligenta transportsystem för infrastrukturen*
 - *Juridiska barriärer*
 - *Kostnad*
 - *Dataintrång, hacking, terrorism**Vad har du för tankar om dessa? Vilken är mest betydande på kort och lång sikt?*

Intervjufrågor Björn Gidlund - Einride

1. *Vad har du för position på Einride, hur ser dina arbetsuppgifter ut och hur länge har du arbetat på företaget?*
2. *Vad vi förstår arbetar du gentemot infrastrukturella elförsörjningsaktörer. Finns det barriärer avseende eltillgång och infrastruktur?*
3. *Vilka barriärer har ni i dagsläget identifierat utifrån Einrides perspektiv? Väger någon extra tungt? Hur jobbar ni kring dessa?*
4. *Vilka barriärer tror ni i framtiden kan komma att uppdagas av tunga autonoma transporter?*
5. *Vilka barriärer finns det för Einride att etablera sig mellan angränsande länder och/eller städer?*
6. *Vilka risker tror du tunga autonoma fordon medför i en urban miljö, för individen, infrastrukturen och staden?*
7. *Har Einride mycket dialog med offentlig sektor? I vilket forum? Hur kan dessa diskussioner jobba proaktivt för att överkomma aktuella och framtida barriärer?*
8. *Är det något i dialogen som brister?*
9. *Hur lång tid tror du det tar innan en fullskalig automatiserad fordonsflotta rullar i staden? Kan du motivera valet av tidsåtgång?*
10. *Slutligen har vi identifierat följande barriärer för implementering:*
 - *Mobilitet och komplex implementering av intelligenta transportsystem för infrastrukturen*
 - *Juridiska barriärer*
 - *Kostnad*
 - *Dataintrång, hacking, terrorism**Vad har du för tankar om dessa, och vilken är mest betydande*

Intervjufrågor Mikael Ivari - Trafikkontoret Göteborgs Stad

1. *Planerar ni i dagsläget för en implementering av autonoma tunga vägtransporter?*
2. *Vilka barriärer tror ni i framtiden kan komma att uppdagas om privat sektor implementerar tunga autonoma transporter i samhället?*
3. *Vilka risker och möjligheter tror du en implementering av tunga autonoma fordon skapar för samhället, individen och staden?*
4. *Hur kommer tunga autonoma fordon påverka planeringen av Göteborgs Stad för att inte äventyra individens mobilitet och säkerhet?*
5. *Har offentlig sektor mycket dialog med den privata om ämnet?*
6. *Hur lång tid tror du det tar innan en fullskalig automatiserad fordonsflotta rullar i staden? Kan du motivera valet av tidsåtgång?*
7. *Vi har identifierat följande barriärer för implementering:*
 - *Mobilitet och komplex implementering av intelligenta transportsystem för infrastrukturen*
 - *Juridiska barriärer*
 - *Kostnad*
 - *Dataintrång, hacking, terrorism**Vad har du för tankar om dessa, och vilken är mest betydande på kort och lång sikt?*

Intervjufrågor Hamid Zarghampour - Trafikverket

1. *Vad kan trafikverket bidra med inför en implementering av autonoma tunga vägtransporter?*
2. *Vilka barriärer tror ni i framtiden kan komma att uppdagas om privat sektor implementerar tunga autonoma transporter i samhället?*
3. *Vilka barriärer ser ni i dagsläget?*
4. *Vilka risker tror du implementering av tunga autonoma fordon medför i samhället, för individen och staden?*
5. *Hur kommer tunga autonoma fordon påverka planeringen av det urbana stadsrummet för att inte äventyra individens mobilitet och säkerhet?*
6. *Har offentlig sektor mycket dialog med den privata om ämnet?*
7. *Hur lång tid tror du det tar innan en fullskalig automatiserad fordonsflotta rullar i staden? Kan du motivera valet av tidsåtgång?*
8. *Vi har identifierat följande barriärer för implementering:*
 - *Mobilitet och komplex implementering av intelligenta transportsystem för infrastrukturen*
 - *Juridiska barriärer*
 - *Kostnad*
 - *Dataintrång, hacking, terrorism**Vad har du för tankar om dessa, och vilken är mest betydande på kort och lång sikt?*

Intervjufrågor Johnny Svedlund - Trafikverket

1. Finns det implementeringsbarriärer för autonoma fordon som berör ITS och infrastruktur?

2. Vilka implementeringsbarriärer för tunga autonoma fordon ser ni på EU-nivå idag? Någon barriär som väger tyngre?

3. Finns det implementeringsbarriärer för tunga autonoma fordon som är kopplade till digitaliseringen av transportsystemet? Isåfall vad behöver förbättras i digitaliseringsprocessen?

4. Vilka barriärer tror ni i framtiden kan komma att uppdagas om privat sektor implementerar tunga autonoma transporter i samhället?

5. Vilka risker tror du en implementering av tunga autonoma fordon medför i samhället för individen och staden?

6. Hur kommer tunga autonoma fordon påverka planeringen av det urbana stadsrummet för att inte äventyra individens mobilitet och säkerhet?

7. Har offentlig sektor mycket dialog med den privata om ämnet?

- Vilken plattform används för kommunikation?
- Råder det någon brist i kommunikation mellan myndigheter och privata aktörer?

8. Hur lång tid tror du det tar innan en fullskalig automatiserad fordonsflotta rullar i staden? Kan du motivera valet av tidsåtgång?

9. Vi har identifierat följande barriärer för implementering:

- Mobilitet och komplex implementering av intelligenta transportsystem för infrastrukturen
- Juridiska barriärer
- Kostnad
- Dataintrång, hacking, terrorism

Vad har du för tankar om dessa, och vilken är mest betydande på kort och lång sikt?

Intervjufrågor Anonym

- 1. Vilken roll har du på ditt bolag? Hur ser dina arbetsuppgifter ut och hur länge har du arbetat på företaget?*
- 2. Vilka risker tror du implementering av tunga autonoma fordon medför i en urban miljö för individen och stadsplaneringen?*
- 3. Hur kommer tunga autonoma fordon påverka planeringen av det urbana stadsrummet för att inte äventyra individens mobilitet och säkerhet?*
- 4. Planerar ni för att anpassa fastigheter för att bemöta den autonoma fordonsutvecklingen, det vill säga med digital infrastruktur? Behövs det någonting från fastighetssidan för att dessa skall funka i en urban miljö?*
- 5. Har ni en dialog med autonoma fordonsbolag, och vad diskuterar ni isåfall?*
- 6. Tror du att autonoma tunga transporter kan komma att påverka trängseln i det urbana rummet?*
- 7. Tror du att autonoma tunga transporter kan komma att påverka stadsplaneringen? Exempelvis sett till planering av parkeringar, vägar, etcetera?*

