

# Färdplan hållbara mobilitetslösningar baserade på autonom körning i komplex stadsmiljö

Roadmap for sustainable mobility solutions based on autonomous driving in a complex city environment



 AFRY  AstaZero  CEVT

 Göteborgs Stad  KEOLIS  klimator

 NEVS  Nobina  SKANSKA

med stöd från

 DRIVE:SWEDEN

 VINNOVA  
Sveriges innovationsmyndighet

## Medverkande

Namn	Organisation
Maria Håkansson	AFRY
Jonas Höglund	AFRY
Christian Larsson	AFRY
Per Erik Lund	AFRY
Jenny Wikström	AFRY
Klara Eklind	AFRY
Ludwig von Werder	AFRY
Fredrik Bergquist	AstaZero
Lionel Belzons	CEVT
Mikael Ivari	Göteborgs Stad
Jan Jansson	Keolis
Arvid Röckert	Keolis
Torbjörn Gustafsson	Klimator
Viktoria Bogren	Klimator
Adam Laurell	NEVS
Jonas Larsson	NEVS
Jens Lindström	Nobina
Henrik Ahnström	Skanska

## Sammanfattning

Mobilitetstjänster baserade på självkörandeteknik står i startgroparna på flera håll i världen. För att förbereda en stad på ett scenario med självkörande fordon i stadstrafik, så har i detta projekt en färdplan tagits fram för hur en mobilitetstjänst baserad på självkörandeteknik kan lanseras. Projektet utgår från ett case i centrala Göteborg och utifrån detta har en generisk färdplan för en stad i Sverige utformats. Det betyder att rapporten kan läsas både som en beskrivning på hur man etablerar en tjänst i Göteborg och som en beskrivning av hur man etablerar en tjänst i en godtycklig stad i Sverige. Fokus har legat på stadens perspektiv, men de huvudsakliga områden som behöver beaktas för att lansera en tjänst ingår i färdplanen.

En mobilitetstjänst baserad på självkörandeteknik kan antingen vara en tjänst som tillhandahålls på kommersiella grunder, eller vara en integrerad del i stadens kollektivtrafik. Oavsett vilket, när teknik och affärsmodeller är tillräckligt mogna, är det sannolikt att denna typ av mobilitetstjänst kommer etableras i våra städer. Det är därför viktigt att berörda parter är förberedda på detta scenario och har skaffat sig kunskap för att delta i etableringsprocessen på ett konstruktivt och proaktivt sätt.

Två fordonsleverantörer har ingått i projektet, och fordon och tjänster som beskrivs i denna rapport tar sin utgångspunkt i dessa leverantörers produkter och tjänster. Det är små fordon för upp till 6 resenärer. Det är en tjänst för delad mobilitet, det vill säga att olika resenärer i fordonet samtidigt kan resa olika rutter.

Följande huvudfrågeställningar har identifierats:

- Förändring och tillgänglighet av ytor i stadsrummet för självkörandeteknik och delade mobilitetstjänster
- Affärsmodeller för delad mobilitet
- Etablering och test av fordon och tjänster i staden
- Godkännandeprocesser för självkörandeteknik
- Juridik för delad mobilitet baserat på självkörandeteknik

Dessa diskuteras vidare i rapporten.

Studien har genomförts av nio partners: AFRY, CEVT, NEVS, Keolis, Nobina, Skanska, Göteborgs Stad, AstaZero och Klimator.

## Summary

Mobility services based on autonomous technology are about to be launched in several places in the world. To prepare a city for a scenario with autonomous vehicles in the city traffic, this project has developed a roadmap for how a mobility service based on autonomous technology can be deployed. The project is based on a case in the center of Göteborg and with this as a starting point, a generic roadmap for a city in Sweden has been developed. This means that the report can be read both as a description on how to deploy a service in Göteborg, and as a description on how to deploy a service in any city in Sweden. Focus has been on the city perspective, but the main areas necessary to be considered to launch a service can be found in the report.

A mobility service based on autonomous technology can be either a service that is provided on commercial terms or be an integrated part of the city public transport. Regardless of which, when technology and business models are mature enough, it is likely that this type of mobility service will be established in our cities. It is therefore important that affected parties are prepared for this scenario and have gained knowledge to participate in the deployment process in a constructive and proactive way.

Two vehicle manufacturers (OEMs) have participated in the project and vehicles and services that are described in this report are based on these suppliers' products and services. It is small vehicles for up to 6 persons. It is a shared mobility service, meaning that different travelers in the vehicle can travel different routes.

The following main topics have been identified:

- The changing of and availability of urban spaces for autonomous vehicles and mobility services
- Business models for shared mobility
- Deployment and testing of vehicles and services in the city
- Approval processes for autonomous technologies
- Legal aspects of shared mobility based on autonomous technology

These topics are further discussed in the report.

The study was performed by 9 partners: AFRY, CEVT, NEVS, Keolis, Nobina, Skanska, Göteborgs Stad, AstaZero, and Klimator.

# Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte och mål .....	2
1.3	Komplex stadsmiljö .....	2
1.4	Ett geografiskt område som exemplifierar komplex stadsmiljö .....	3
1.5	Operational Design Domain (ODD) .....	4
1.6	Förkortningar och definitioner .....	5
2	Övergripande tjänstekrav .....	7
2.1	Tjänstedesign .....	7
2.1.1	Potentiella kundsegment och övergripande nyttor .....	7
2.1.2	Målpunkter inom valt geografiskt område.....	8
2.1.3	Användningsområden (Use cases).....	8
2.1.4	Kundlöfte .....	9
2.1.5	Affärsmodeller .....	10
2.1.6	Roller i värdekedjan .....	11
2.2	Fordonskrav .....	13
2.3	Nödvändig infrastruktur .....	16
2.3.1	Fysisk Infrastruktur .....	17
2.3.2	Digital Infrastruktur.....	20
2.4	Tjänsteutförande.....	21
2.4.1	Daglig drift .....	21
2.4.2	Service och Underhåll .....	21
2.4.3	Rekrytering och utbildning.....	22
2.4.4	Fleet Management.....	22
2.4.5	Insamling av data och rapportering .....	22
3	Risk & Hasardanalys .....	24
3.1	Omfattning, sammanhang och kriterier .....	24
3.2	Riskutvärdering.....	24
3.2.1	Generella risker .....	24
3.2.2	Acceptabel risk .....	25
3.2.3	Riskidentifiering .....	25
3.2.4	Risk- och åtgärdsanalys .....	26
3.2.5	Riskutvärdering .....	26
3.3	Riskhantering .....	27
3.3.1	Modifikationer för att adressera risker.....	27
3.3.2	Risker kopplade till att fordonen blir stillastående.....	27
3.3.3	Risker kopplade till väder och halka.....	28
3.3.4	Risker kopplade till Dual-mode.....	30

4	Tillstånd för fordon och autonom körning.....	32
4.1	Ansökan och tillstånd för försöksverksamhet .....	32
4.1.1	AD-systemets uppbyggnad.....	32
4.1.2	Analys av fordonets körförmåga.....	34
4.1.3	Sammanfattning av leverabler i ansökan.....	37
4.2	Stegvis ansökan.....	38
4.3	Scenariobaserad testning .....	38
4.4	Stegvis ökad testningsnivå .....	40
5	Legala frågor kopplade till mobilitetstjänst med helautomatiserade fordon.....	42
5.1	Typgodkännande av fordon .....	42
5.2	Ansvarsfrågan.....	43
5.3	Hantering av data .....	43
5.4	Haverikommission för AV .....	44
5.5	Lagkrav på tjänst .....	45
5.5.1	Kollektivtrafik .....	45
5.5.2	Taxitrafik .....	46
5.5.3	Förarbehörigheter .....	46
5.5.4	PUDO för påstigning/avstigning.....	47
6	Stadens perspektiv .....	48
6.1	Stadens mål .....	48
6.2	Samhällseffekter .....	49
6.3	Det offentliga roll och styrning.....	50
6.3.1	Staden som utvecklare av staden och verksamheten .....	50
6.3.2	Staden som innovationsplattform .....	51
6.3.3	Staden som väghållare .....	51
6.3.4	Stadens plan- och strategiarbete.....	52
6.3.5	Kollektivtrafik .....	52
6.3.6	Automatiserade fordon och kollektivtrafik.....	53
6.4	Fastighetsägarnas roll .....	53
7	Färdplanen .....	55
8	Summering och slutsatser .....	56
9	Referenser.....	58
10	Bilaga 1. Färdplanen .....	60
11	Bilaga 2. Information om ingående parter och koncept.....	61
11.1	AFRY .....	61
11.2	AstaZero .....	61
11.3	CEVT .....	62
11.4	Keolis .....	63
11.5	Klimator company information .....	64

11.5.1	DETECTIVE ROAD WEATHER DATA .....	64
11.5.2	PREDICTIVE ROAD WEATHER DATA.....	64
11.6	NEVS company Information .....	66
11.6.1	NEVS PONS .....	66
11.6.2	SANGO .....	66
11.6.3	Oxbotica .....	68
11.6.4	Oxbotica Driver.....	68
11.6.5	Oxbotica Cloud .....	69
11.6.6	Oxbotica MetaDriver .....	69
11.6.7	Oxbotica USPs - Universal, Open, Flexible, Scalable: .....	69
11.6.8	Oxbotica Approach and Track Record:.....	70
11.7	Nobina Företagsinformation .....	70

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I enlighet med de globala målen för hållbar utveckling, Agenda 2030, är framtidens transportsystem tysta, rena, säkra, fossilfria, effektiva och attraktiva. De tar mindre plats, skapar förutsättningar för bättre hälsa och är till för alla. Den privata bilen ges mindre och mindre utrymme i staden när städerna prioriterar trafikslag som är hållbara och mindre utrymmeskrävande, i första hand gående, cyklister och kollektivtrafik. Utvecklingen inom digitalisering, elektrifiering och automatisering utmanar samtidigt den traditionella synen på privat ägande till förmån för delningsekonomi. Mobilitetslösningar baserade på autonom körning kommer med stor sannolikhet att hitta en plats i ekosystemet, men har inte beaktats i någon större utsträckning i utformningen av städernas framtida mobilitetssystem.

Ett flertal piloter med självkörande fordon för delade persontransporter har genomförts, och genomförs, inom området autonom körning runt om i världen. Piloternas framgång har varierat och stannat i pilotverksamhet. De autonoma fordonen i genomförda, och pågående piloter i Sverige har fortfarande för låg hastighet och är för känsliga för hinder. Den låga hastigheten innebär att tjänsten upplevs som mindre attraktiv, men också att fordonen blir ett hinder i det normala trafikflödet.

Sammansättningen av partners i detta projekt, liksom själva syftet att ta fram en färdplan, kan härledas till en central lärdom från projektet 5G Ride; 5G Ride avslutade med att dra slutsatsen att hela processen måste drivas i nära samarbete med flera olika partners och testas i en verklig miljö för att end-2-end lösningen ska kunna bli robust och stabil (Sjödin Turah, 2021).

En lärdom från S3-piloten är att fordonen hade svårigheter med dåligt eller kallt väder och att kraven på uppkoppling måste sättas tidigt. S3 nämner också att AD-systemets tekniska förmåga och pålitlighet behöver förbättras för att möta användarnas behov och förväntningar (Faxér, 2021).

En tredje pilot, ElectriCity, drog slutsatsen att flera resenärer såg potentiella fördelar med självkörande bussar i kollektivtrafiken, som ökad säkerhet, förbättrad komfort och att tekniken kunde bidra till att förbättra kollektivtrafiken (ElectriCity, 2021).

Projektet Eldsjäl 1 och 2 visar på att privatbilsförare i staden skulle kunna tänka sig att dela bil om tjänsten är tillfredsställande, men inte dela på en resa om de får välja (Trafikkontoret Göteborgs Stad, 2019).

Kunskapen från tidigare piloter och studier är avgörande för att komma förbi identifierade hinder och utveckla en tilltalande mobilitetstjänst som kan konkurrera med privatbilismen. Blandningen av partners i projektet har varit viktig för att få med sig lärdomarna från tidigare arbete och ha fokus på nästa steg.

Det är högst troligt att självkörande fordon kommer att börja köra i våra städer förr eller senare. Frågan är huruvida städerna är tillräckligt förberedda på det. Ett syfte med färdplanen är att hjälpa städer att förbereda sig, genom att studera ett hypotetiskt case i Göteborg. Vad krävs för en tjänst baserad på autonom körning i en stad, hur ser stadens beslutsprocess ut? Vad vi inte vet är vilken plats i mobilitetssystemet som en tjänst liknande den som beskrivs i färdplanen kommer



fylla? Kommer den kunna ersätta privatbilism? Kommer den vara ett komplement till taxi? Kan den utnyttjas som matartrafik till dagens kollektivtrafik?

Färdplanen har fördjupat sig i frågor som rör utformningen av en delad mobilitetstjänst, perspektiv på hur staden behöver anpassas för en sådan tjänst, men också frågor om tillstånd, risker och juridik.

## 1.2 Syfte och mål

Projektets mål är att skapa en färdplan för hur man driftsätter och integrerar autonoma och elektriska mobilitetslösningar i stadsmiljö. Fokus ligger på stadens perspektiv. Syftet med denna färdplan är att visa på vad som krävs för att kunna driftsätta och integrera autonoma och elektriska mobilitetslösningar i en stadsmiljö.

Ambitionen är att beskriva hur man kan genomföra en pilot i centrala Göteborg med självkörande och delade fordon, för att testa såväl tjänst och nytta som teknik. Vi är övertygade om att detta är genomförbart inom några år.

Färdplanen fokuserar på en pilot och stegen fram till den, men en pilot är endast ett av flera steg på vägen för att utveckla hållbara mobilitetslösningar med hjälp av den självkörande tekniken. Utgångspunkten är att fordon som klarar komplex stadsmiljö utan förare möjliggör nya kommersiella lösningar. Detta behöver påvisas genom tester för att ge trafikhuvudmän eller andra intressenter incitament att efterfråga dylik teknik och tjänst. Färdplanen blickar därför längre än en pilot och har siktet på en kommersiell tjänst.

Färdplanen är generisk och applicerbar var som helst i Sverige, med utgångspunkt i det beskrivna caset i Göteborg.

Denna färdplan beskriver vad för typ av tjänst som kan komma att testas och vad för nytta den kan göra. Den beskriver också svårigheter/hinder som behöver överbryggas för att nå detta mål. s

## 1.3 Komplex stadsmiljö

Det som i denna färdplan avses med komplex stadsmiljö är att alla trafikslag behöver samspela och dela utrymme; längs och tvärs gator och andra platser. Biltrafiken, inklusive självkörande fordon, måste kunna framföras på de oskyddade trafikanternas villkor. Självkörande fordon behöver kunna dela körfält med annan trafik och följa trafikflödet utan att stoppa upp annan trafik, samtidigt som de måste kunna läsa av miljön och sakta ner och stanna vid behov. De måste kunna hantera såväl bevakade som obevakade passager och övergångsställen, samt en händelse där någon går ut i gatan var som helst.



Figur 1. Exempel på komplex stadsmiljö.

Andra moment som räknas i komplex stadsmiljö är exempelvis korsningar som är helt eller delvis signalreglerade, cirkulationsplatser, filbyten och spårvagnstrafik. På samma sätt är det viktigt att alla trafikanter, även självkörande fordon, klarar av att hantera såväl planerade som oplanerade vägarbeten eller byggarbeten på kvartersmark som påverkar trafiken.

#### 1.4 Ett geografiskt område som exemplifierar komplex stadsmiljö

För att ta fram en färdplan för hållbara mobilitetslösningar baserade på autonom körning i komplex stadsmiljö har det varit nödvändigt att utgå ifrån ett case som representerar vad som avses med komplex stadsmiljö. Detta eftersom uppgiften kräver att kunskap byggs underifrån och upp.

Ett område som både exemplifierar komplex stadsmiljö och samtidigt bedöms vara intressant för att testa en mobilitetstjänst inom en begränsad area, är Evenemangsstråket i Göteborgs stad. Citygate och Kineum, de nya moderna kontorsbyggnaderna som Skanska och Platzer håller på att färdigställa i Gårda, knyts ihop med kollektivtrafiken och flertalet målpunkter i Evenemangsstråket.



Figur 2. Karta över Evenemangsstråket i Göteborgs stad.

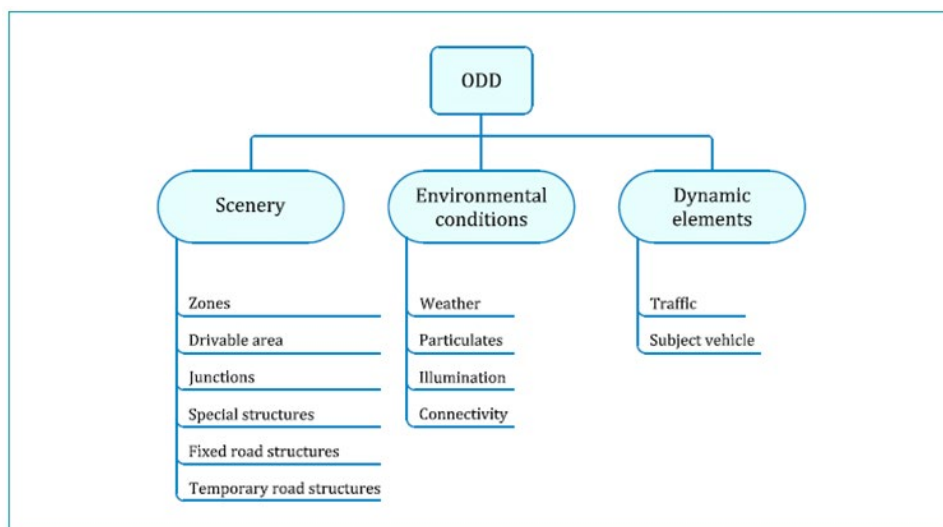
## 1.5 Operational Design Domain (ODD)

Begreppet ODD som enligt PAS 1883:2020 definieras *driftsförhållanden under vilka ett givet körautomatonsystem eller dess funktion är specifikt utformad för att fungera* används ofta felaktigt för att beskriva ett visst geografiskt område vilket inte är synonymt med ODD. Ett geografiskt område kan vara en del av en definierad ODD men en ODD definierar även andra saker utöver den geografiska lokaliseringen. Detta medför att två olika ODD:er kan behandla samma geografiska område samtidigt som en ODD kan användas för flera olika oberoende geografiska områden.

Enligt både PAS 1883:2020 från BSI och ISO 34503 bör en ODD definieras enligt en taxonomi med följande huvudattribut:

- *Scenery*
- *Environmental conditions*
- *Dynamic elements*

*Scenery* består av icke-rörliga element av den operativa miljön som till exempel vägar och trafikljus. Attributet *Environmental conditions* beskriver väder och atmosfäriska förutsättningar och *Dynamic elements* beskriver de rörliga och tillfälliga elementen i ODD:n, exempelvis trafik eller specifika fordon.



Figur 3. Grundstrukturen för ODD enligt PAS 1883:2020 och ISO/DIS 34503

Att definiera en ODD är en komplex process vilket förtydligas i ISO/DIS 34503 där det står att *en ODD-definition måste vara testbar*. Detta medför att ODD-attributen och dess definitioner spelar en nyckelroll i scenariobaserad testning, att attributen behöver kvantifieras till en testbar nivå, samt att ODD:n som konstruktion blir en central del för att sätta krav på den autonoma funktionaliteten och dess prestanda.

## 1.6 Förkortningar och definitioner

I nedanstående tabell beskrivs ett antal förkortningar och begrepp som återkommer i rapporten.

Tabell 1. Förkortningar och definitioner som används i denna rapport.

AD	Automated Driving
ADS	Automated Driving System
Bus Nordic	En gemensam uppsättning funktionskrav för bussar; en rekommenderad standard för bussar inom Norden.
DC	Direct Current (Likström)
Dual-mode-fordon	Ett dual-mode-fordon är ett fordon som stödjer både helautomatisk och manuell körning.
Driftområde	Det geografiska område där färdplanens beskrivna transporttjänst exemplifieras att vara verksam. Inbegriper både de sträckor där transporttjänsten utförs och de ytor som behövs för service och liknande. Ej detsamma som ODD, se avsnitt 1.5.
ECE-R107	Regulation No 107 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UNECE) – Uniform provisions concerning the approval of category M2 or M3 vehicles with regard to their general construction [2018/237]
ETA	Estimated Time to Arrival (beräknad ankomsttid)
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis (feleffektsanalys)
FMS	Fleet Management System (hanteringssystem för fordonsflotta)
MaaS	Mobility-as-a-Service
MRM	Minimum Risk Manoeuvre

OEM	Original Equipment Manufacturer (fordonstillverkare)
ODD	Operational Design Domain – <i>Driftsförhållanden under vilka ett givet körautomationssystem eller dess funktion är specifikt utformat för att fungera</i> , PAS 1883:2020. Se avsnitt 1.5 för vidare beskrivning.
PUDO	Pick-Up and Drop-Off points är ytor avsedda för av- och påstigning för resenärer som åker med ett självkörande fordon. Dessa är främst lokaliserade längs kantsten i gaturummet men kan också tillskapas på kvartersmark vid behov.
RKM	Regional kollektivtrafikmyndighet
VRU	Vulnerable Road User (oskyddade trafikanter)



## 2 Övergripande tjänstekrav

Detta kapitel beskriver den tänkta tjänsten, fordonen, infrastrukturen och vad som krävs för att operera tjänsten och fordonen. Detta är ett sätt att kalibrera förväntningar på tjänsten och fordonen med vad som är rimligt att ha på plats vid en första lansering och successiv tillväxt och förbättringar under tiden för bestämd pilot.

Kapitlet berör även potentiella affärsmodeller och rollfördelning, vilket direkt eller indirekt påverkar både upplägget och tjänsten som tillhandahålls.

### Den övergripande beskrivningen av tjänsten är:

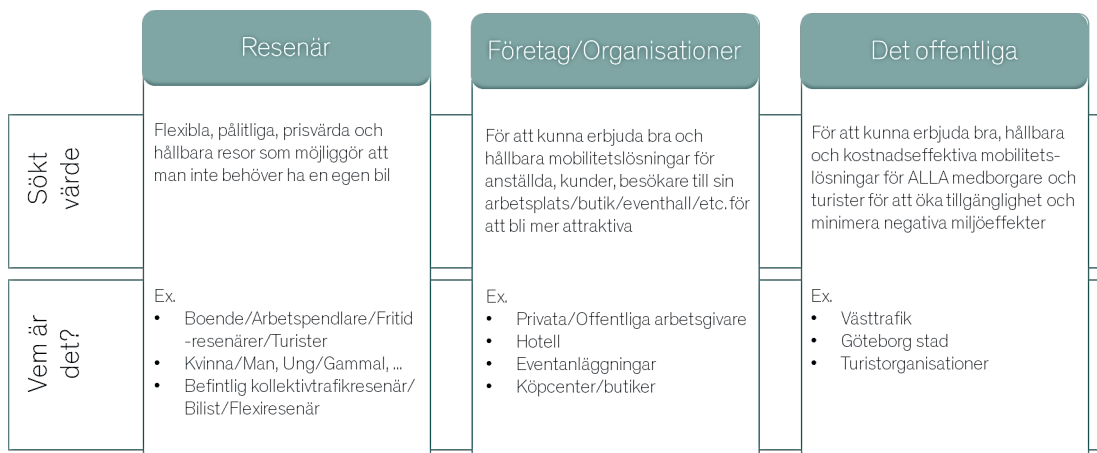
En efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor. Resor bokas via ett digitalt gränssnitt där ett antal virtuella och säkra hållplatser är valbara inom en begränsad geografisk yta, och där tjänsten ansluter till andra trafikslag såsom bussar och tåg.

### 2.1 Tjänstedesign

Detta kapitel beskriver vilket mobilitetsbehov i det valda geografiska området Evenemangstråket i Göteborgs stad som är tänkt att lösas, för vem och på vilket sätt. I kapitlet behandlas frågor såsom potentiella kunder, mobilitetsbehov, upplevda problem och önskemål från användare och andra kunder/intressenter.

#### 2.1.1 Potentiella kundsegment och övergripande nyttor

Oavsett vem som betalar för en resa är det övergripande uppdraget att tillhandahålla attraktiva resealternativ för *Resenären* som kan minska behovet av den privatägda bilen. Men det är också att förbättra tillgängligheten till *Företag/organisationer* och bidra till en mer hållbar stad för *Det offentliga*. Utifrån detta har tre primära intressenter identifierats som, beroende på affärsmodell och vilken roll de väljer att ta, är intresserade av det värde som tjänsten kan generera:



Figur 4. Kundsegment

**Resenärlar:** Resenärlar är den enskilda individen som ska se nyttan med denna tjänst i förhållande till andra alternativ. Olika resenärsgupper har olika preferenser för vad som är viktigt eller ej och i denna analys görs ingen fördjupande beskrivning av

specifika personas resmönster. Olika syften resenären kan ha att resa presenteras i avsnitt 2.1.3.

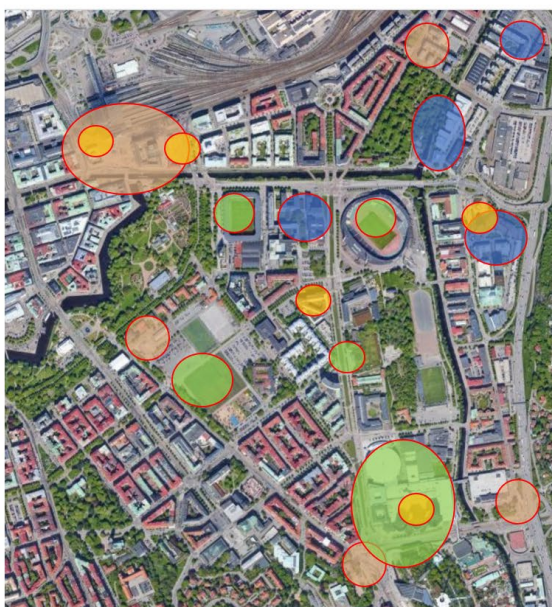
**Företag/organisationer:** Dessa kan vara både privata och offentliga med den gemensamma nämnaren att de vill erbjuda bättre mobilitetslösningar till sina intressenter. Det kan vara företag som vill bli en attraktivare arbetsgivare genom att möjliggöra för anställda att få det lättare att ta sig till/från jobbet. Det kan vara fastighetsägare som vill höja värdet för sina hyresgäster genom bra mobilitet och eventuellt lägre kostnader för parkeringsplatser. Eller det kan vara arrangörer av evenemang som vill göra det lättare för besökare att ta sig till platsen, osv.

**Det offentliga:** Aktörer från det offentligas gemensamma nämnare är att de vill göra staden till en attraktivare och mer hållbar stad. Detta intresse och uppdrag delas av både kommunen, kommunala bolag och regionala kollektivtrafikmyndigheter.

Inom det valda geografiska området Evenemangsstråket i Göteborgs stad finns samtliga dessa intressenter representerade.

### 2.1.2 Målpunkter inom valt geografiskt område

Det valda geografiska området Evenemangsstråket i Göteborgs stad utmärker sig på så sätt att olika potentiella kundsegment finns samlade på en liten geografisk yta. Detta område har ett "internt resandeflöde" som få andra områden kan mäta sig med. Det finns alltså behov av att resa mellan olika punkter inom området och inte endast till/från området. Det ger förutsättningar att testa olika affärsmodeller, då värdet genereras till samtliga intressenter.



#### **Målpunkter**

- Kollektivtrafikstationer
- Större arbetsgivare
- Större hotell
- Event & Shopping

Figur 5. Målpunkter inom Evenemangsstråket i Göteborg.

### 2.1.3 Användningsområden (Use cases)

Det finns flera olika potentiella användningsområden/use cases för en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor. På sikt kan tjänsten ersätta den privata bilens användningsområden, men initialt och med de begränsningar som finns bedöms tjänsten i huvudsak kunna vara ett komplement till kollektivtrafiken. I Figur 6 nedan presenteras ett antal möjliga use cases. De

överlappar delvis varandra, men beroende på syfte med resa och typ av resenär kan tjänsten vara utformad för att lösa uppgiften.



Figur 6. Use cases för en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor i Evenemangsstråket i Göteborg.

#### 2.1.4 Kundlöfte

I arbetet med att definiera ett kundlöfte har resenärens generella "pains and gains" varit utgångspunkt. Centralt är att en resa är pålitlig, det vill säga att transporten kommer i tid, fungerar, har relevant information, etc.

De mer specifika delarna kring en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor belyses i nedan sammanställning och är uppdelade i *Före*, *Under* och *Efter resa*:



Tabell 2. Resenärens pains and gains för en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor.

	"Pains" som kunden kan uppleva	Kundlöfte	Idé om lösning
Före	Behöva vänta på nästa resa	Du ska aldrig behöva vänta på din resa mer än 7 min	Begränsa operativt område. Balansera tillgång till fordon med vilka kunder/användare vi ger tillgång till tjänsten. Lediga fordon placeras på strategiska platser där sannolikheten för nya resenärer är störst vid varje tidpunkt på dygnet.
	Behöva anpassa sig till en fast tid	Vi kommer inom 7 från att du beställt din resa	Efterfrågestyrd tjänst som inte kör på tidtabell
	För långt att gå till upphämtningsplats.	Du ska aldrig behöva gå längre än 150 m till närmaste upphämtningsplats	Säkerställ tillräckligt många PUDOs. Väg till PUDO ska vara så säker som möjlig så man inte behöver korsa svåra passager
	Svårt att hitta vart man ska boka resa	Du kan ladda ner vår app eller söka resa via Västtrafiks ToGo	Beroenda av affärsupplägg. Vid Publik tjänst är en integration med Västtrafik ToGo rimligt. Vid en Privat tjänst kan man marknadsföra sig via anslutna företag eller direkt till slutkund, alt. använda bredare MaaS tjänster som redan existerar
	Svårt att boka resa	Det ska vara enkelt att boka en resa via en mobil app	En intuitiv app med få steg från sök till köp, som i design och funktion liknar andra reseappar. Eventuellt integrerad med Västtrafik ToGo eller MaaS App som Travis beroende på affärsupplägg
	Osäker på när fordonet kommer	Du ska alltid veta när du blir upphämtad	Resenären kan följa fordonet på en karta i appen och få notifikationer när fordonet närmar sig
	Osäker på vart fordonet stannar	Du ska alltid veta var du blir upphämtad	Tydligt utmärkt på karta i app med gånglänkar. Potentiellt fysiskt utmärka PUDOs initialt. Finns också möjlighet att använda AR teknik för att lättare hitta
	Osäker på vilket fordon som är "mitt"	Det framgår tydligt i app och på fordon, vilken resa som är din	Tydligt utmärkt på app och på fordon vilket nummer/bokstav/symbol/namn.
	Osäker på varifrån och vart jag kan resa	Du kan resa inom markerat geografiskt område och från/till virtuella stopp	Behöver vara extremt tydligt i kommunikation att detta är ett test inom ett limiterat geografiskt område. Går att visa på karta och med valbara virtuella stopp
	Krängligt att ange personuppgifter vid bokning	Vi samlar endast in de uppgifter vi behöver för att du ska kunna boka och betala en resa	Denna process måste vara enkel och endast göras vid "onboarding" av tjänst. Därefter är det endast vid betalningstillfällen för den som bokar
	Osäkert vad resan kostar	Det är tydligt vid bokningstillfället vad resan kostar	Oavsett affärsupplägg (Privat eller Publik) så ska kunden vid bokningstillfället få reda på ett fast pris.
	Käns otrygghet med förarlösa bilar (tekniken)	Tjänsten är minst lika säker som en bil med förare	Fordonet är certifierat/typgodkänt och klarar alla legala krav som traditionella personbilar klarar. Kommunera tydligt hur säkert det är och hur tekniken fungerar.
Under	På- och avstigning upplevs som en trafikrisk	Det är säkert att gå på och av fordonet	Säkerställ säkra PUDO. Öppna dörrar på rätt sida. System som varnar om det ex. kommer cyklist bakom fordonet
	Det känns otryggt att gå av/på då omgivningen är hotfull	Det är säkert att gå på och av fordonet	Säkra och upplysta PUDOs på strategiskt valda ställen
	Svårt för personer med funktionshinder (syn, hörsel, rörelse, allergier) att resa	Alla ska kunna resa med oss	Vi ska uppfylla de krav som bussar har idag, ex vad gäller kontrastmarkeringar, hörselslingor för synskadade, text/bild för nedsatt hörsel, materialval som är bra för allergier, etc. För rullstol krävs initialt specialbyggda fordon
	Lång omväg pga samäkning	Du ska aldrig behöva resa längre omväg än 25% av vad en direkt resa skulle ta i tid.	Begränsad ODD och balansera antal fordon med efterfrågan. Presenterar ett tidsspänn för ETA som inte överskrider. 25-50% längre restid.
	Otryggt att resa med främlingar	Du ska alltid känna dig trygg när du reser med oss	Kunden sitter i en mer privat miljö. Vi vet alltid vem som har bokat resa. Kunden kan alltid kalla på uppmärksamhet från trafikledning som via kamera övervakar bilen.
	Begränsad yta för bagage	Du kan ta med handbagage in i bilen, samma som på flyget.	Begränsa till handbagage för delad resa. (Har man mycket bagage kan man abbonera hela bilen på sikt)
	Bagage försvinner/blir stulet (om man har separat utrymme)	Du kan ta med handbagage in i bilen, samma som på flyget.	
	"Vanliga" fordon går snabbare	Tjänsten/fordonet följer trafikrytmen på samma sätt som en traditionell bil	Fordonet och AD systemet kan följa samma trafikrytm som övriga. Kan behövas fler trafikljus och färre oövervakade övergångsställen och korsningar
	Andra personer har tagit min plats som jag bokat	Du är garanterad det säte du bokat	Dedikerade platser som styrs via back-end systemet och tydligt synliggörs i app och i fordon exempelvis genom att endast rätt dörr kan öppnas.
	Behöva trängas med andra	Du har ditt egna dedikerade säte	
	Fordonet går för sakta	Vi håller samma hastighet som "vanliga" bilar	Fordonet ska klara trafiktempot i ODD
	Smutsigt i fordonet	Det ska vara rent och snyggt i fordonet	Säkerhetsförare eller kundvårdare som plockstädar vid större hubbar. Städa regelbundet/varje natt. Övervakning. Vet vem som bokat.
Behöva kliva förbi någon då man går in/ut ur fordonet	Vi stannar på ett sätt att du kan gå in på den sidan där ditt säte är bokat	Hitta stop där man kan öppna bägge sidorna. Bestämna säte efter optimering av denna aspekt. Har tillräckligt plats för att gå förbi	
Osäker på när man kommer fram	Du ska alltid kunna få ett estimat när du är framme.	Realtidinformation på karta och ETA notificationer där vi anger ett spann på ETA som inte ska överstigas, annat än vid oförutsedd trafiksituation	
Behöva vänta på att någon är försenad	Vi väntar inte på sena ankomster	Väntar MAX 30 sek till 1 min. Tydlig kommunikation till när fordonet anländer och att man inte kommer vänta genom. Möjlighet att följa fordonet på en karta och notifikationer om att den anländer om "5 min, 1 min, anlänt". Kan också ha en avgift för no-shows	
Efter	Hitta kvitto för redovisning	I appen hittar du alltid din historik. Du får också mail med kvitto efter genomförd resa	
	Glömt saker ombord	Vi tar hand om kvarglömda artiklar	

## 2.1.5 Affärsmodeller

### Det offentliga betalar

Om de offentliga aktörerna anser att nyttan är tillräckligt stor och ligger inom ramen för deras uppdrag så kan en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor upphandlas. Detta är det vanligaste sättet inom traditionell kollektivtrafik där en regional kollektivtrafikmyndighet (RKM) är ansvarig myndighet och vanligt inom hyrcykelsystem eller elsparkscyklar där ofta staden är ansvarig myndighet. Det påpekas i rapporten *Rådslaget framtidens kollektiva mobilitet* (Burden & Stenberg, 2022) att myndigheter bör ta ett bredare ansvar för mobilitetsfrågor och det är fullt möjligt enligt rapport från K2

Det är således en möjlig affärsmodell att exempelvis en regional kollektivtrafikmyndighet upphandlar en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor och tillhandahåller den till medborgarna. Den som upphandlar en tjänst äger och definierar tjänsten, vad gäller bland annat utbud, priser och biljetter. Denna affärsmodell har Ruter i Oslo valt och genomför som första steg en R&D upphandling på ett antal piloter.

Det bör nämnas att i denna affärsmodell så betalar resenären enbart en del av

kostnaden för resan, genom sitt biljettköp. Genomsnittlig subventioneringsgrad i Sveriges kollektivtrafik är cirka 50%, det vill säga cirka hälften av kostnaden för resorna betalas genom skatt.

### **Det privata betalar (Resenär och Företag/Organisationer)**

Ett alternativ till affärsmodell är att en eller flera privata aktörer etablerar sig. Det innebär att den som äger tjänsten behöver få ersättning från antingen resenären direkt eller via företag och organisationer som helt eller delvis subventionerar resorna för anställda/besökare/kunder. Det blir således upp till ägaren av tjänsten att definiera den, prissätta den, marknadsföra och sälja sin tjänst och enligt traditionell marknadsmässig kalkyl få högre betalt för det värde man genererar än de kostnader man har att tillhandahålla tjänsten.

### **Hybridvarianter**

Det finns många varianter av hybrider eller kombinationer av publik eller privat finansiering. Nedan presenteras några olika varianter.

*Nettoavtal:* En offentlig aktör upphandlar men hela eller delar av intäkten kommer från biljettintäkter.

*Koncessionsavtal:* En offentlig aktör tilldelar "licenser" till utvalda tjänsteägare.

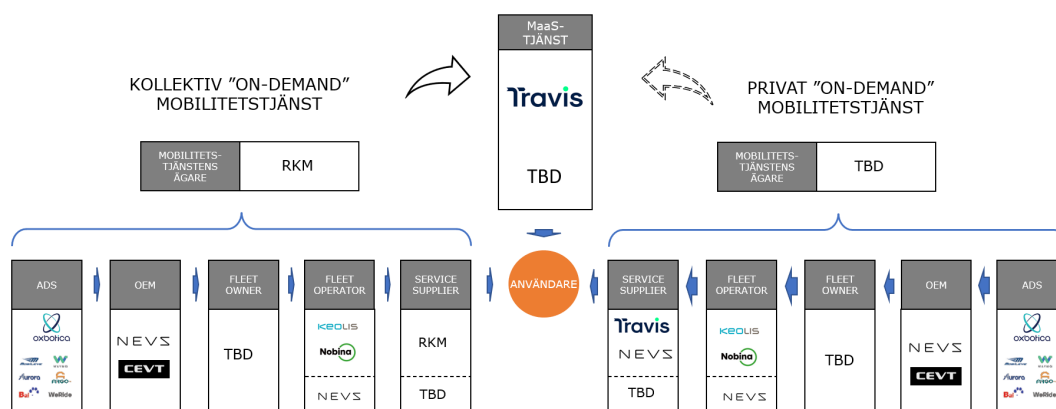
*Platsköp 1:* En eller flera offentliga aktörer köper endast tjänsten i vissa delar, exempelvis som avlastning under peak-time eller som utbud off-peak eller endast för resor till/från särskilda kollektivtrafikshubbar.

*Platsköp 2:* En eller flera offentliga aktörer köper platser i tjänsten generellt. Exempelvis att Västtrafiks biljetter är giltiga på denna typ av resa och Västtrafik betalar X kr för utnyttjade resor.

*Biljettsamarbeten:* En offentlig aktör marknadsför och säljer tjänsten och tar en provision på detta.

#### **2.1.6 Roller i värdekedjan**

För att en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor ska bli verklighet krävs det att ett flertal olika aktörer deltar. Beroende på hur affärsmodellen, eller affärsmodellerna, ser ut kommer dessa att ta olika roller i en värdekedja. Projektet har inte definierat vem som tar vilken roll i en sådan värdekedja, utan pekar enbart ut olika potentiella konstellationer.



Figur 7. Exempel på vilka aktörer som kan bidra för att för en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor ska bli verklighet och vilken roll i en värdekedja de skulle kunna ta.

När det kommer till leverans av tjänst finns det i huvudsak fem olika delar i värdekedjan; den som tillhandahåller tjänsten till kund, den som ut för transporttjänsten, den som äger fordonen, den som utvecklar och tillhandahåller fordonen och den aktör som tillhandahåller systemet för självkörandetekniken som ska ersätta den manuella föraren. Nedan följer en beskrivning av roller och aktörer:

- Den som utvecklar och tillhandahåller fordonen, OEM: CEVT och NEVS i detta fall.
- Den som tillhandahåller systemet för självkörandetekniken, ADS: Både NEVS och CEVT strategi är att vara agnostiska vad gäller ADS-partner. NEVS har valt att arbeta med Oxbotica som föredragen partner. CEVT har ej definierat detta för Göteborg.
- Den som äger fordonsflottan: Det finns flera olika ägarformer vad gäller fordonen. Rimligtvis borde fordonen leasas ut till den specifika tjänsten/piloten. Detta kan göras genom operatörernas leasingbolag eller från OEM via leasingbolag.
- Den som utför transporttjänsten, Fleet Operator/operatör:
  - On-site operations (Städ, Tvätt, Laddning, Säkerhetsförare, Dagligt underhåll) är operatörernas kärnverksamhet, dvs Nobina och Keolis
  - Service Orchestration (Trafikledning, Remote intervention operator, Routing/Matching/Dispatching) kan hanteras av flera parter både i och utanför projektet.
  - Vehicle Management (Fordonsdata, Predictive Maintenance, reservdelar, etc.) kan hanteras både av OEM och operatör.
- Den som tillhandahåller tjänsten, Service supplier/tjänsteleverantör:
  - Användargränssnitt, kundtjänst, CRM system, etc. kommer förmodligen vara exempelvis Västtrafik i den publika tjänsten och potentiellt Nobinas Travis eller NEVS i den privata.

- Back-end funktionalitet, on-demand logik, integration och fordonskommunikation kan vara OEM eller annan part.

## 2.2 Fordonskrav

Kraven på fordonet bör utgå ifrån tjänsten i vilket det skall användas. Utgångspunkten för kravspecifikationen i denna färdplan är att fordonet först och främst skall kunna användas för en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor i Evenemangsstråket i Göteborg under 2025. Storleken på det geografiska området ger en restid på upp till ca 15 min.

De fordonskoncept från NEVS och CEVT som ligger till grund för denna färdplan är designade för den långsiktiga strategin att kunna erbjuda efterfrågestyrda tjänster, dörr till dörr, utan geografiska begränsningar.

I takt med att AD-systemets prestanda förbättras och driftområdet utökas, börjar denna typ av fordon kunna ersätta den privata bilen. När detta sker ökar troligen förväntningarna på fordonet med avseende på exempelvis avskildhet.

Fordonskrav brukar delas upp i olika kategorier (attribut). De valda kategorierna gör inte anspråk på att täcka in samtliga krav utan ska ses som en översikt:

### Generella attribut

- Eftersom fordonet kommer att vara inkluderande förväntas personer med funktionsvariation på sikt kunna ta del av tjänsten. Därför bör hjälpmedel så som hörslina övervägas. Information på skärmar etcetera bör vara tydlig för att underlätta för personer med synnedsättning. Det är troligtvis inte möjligt att få med rullstolar och rullatorer i standardutförandet av fordonen. Däremot kanske en andel av fordonen kan specialanpassas för rullstolstransporter med servicepersonal som assisterar vid på-/avstigning och fastspänning etc.
- Fordonet är och konstrueras som ett passagerarfordon men skulle kunna användas som budbil eller för paketutdelning på samma sätt som taxi ibland kör paket idag med förbehållet att det måste finnas en person som kan ta emot kolli.

### Estetiska attribut

- Då detta är en ny typ av fordon i gatubilden kommer designen vara viktig. Tjänsteägare, som regionala kollektivtrafikmyndigheter kommer att ha varumärkeskrav vad gäller exteriörfärg, stolsklädsel, med mera.

### Dimensioner och ergonomi

- Så länge det inte finns någon speciell fordonstyp för AD-fordon så är det antalet passagerare och totalvikt som avgör hur det skall certifieras.
- Fordonets passagerarkapacitet beror på vilken tjänst som skall utföras. Fler passagerare ger potentiellt bättre ekonomi men gör det svårare att få till en bra delningstjänst. Dvs längre väntetid, längre restid pga. hämtning och lämning av andra passagerare.
- Fordonet skall ha dörrar på båda sidor.
- Det måste vara lätt att ta sig in i fordonet utan att störa andra passagerare. Som referens kan kraven för bussar i exempelvis Bus Nordic, ECE-R107 användas.

- Det behöver finnas möjlighet för passagerare att kunna ta med sig mindre bagage så som handväska, ryggsäck, kabinväska eller matkasse.
- Att sitta i fordonets körriktning är sättet vi är vana vid när vi åker bil. Bakåtvända stolsrader i mindre självkörande fordon behöver utformas så att resenärer finner det acceptabelt att åka baklänges, såsom i bussar, tåg och spårvagn.
- För att veta hur många passagerare som är i fordonet och om de har betalt, behövs någon form av närvaroavkänning i fordonet. Exempelvis ett konventionellt Safety Belt Reminder-system.
- Sittkomforten bör vara minst lika bra eller bättre än motsvarande kollektivtrafik.
- Initialt bedöms behovet av avskildhet för passagerarna som litet, då tjänsten testas inom ett begränsat område. Ett sådant behov kommer nog snarare med tjänster med längre resor, där det kollektiva fordonet ersätter den privata bilen.
- Det finns inga krav på solskydd i stadsbussar och spårvagnar men tonade rutor kan sänka energikonsumtionen. Att rutorna går att se igenom är ett säkerhetskrav. Gardiner eller solskydd som inte går att se igenom är sannolikt mer aktuellt i framtida tjänster som mer motsvarar landsvägsbussar och privata bilar.

### Körbarhet

- Fordonet ska följa alla trafikregler.
- Fordonet måste följa trafikrytmen och kunna hålla gällande hastighetsgränser, en max hastighet på 50km/h är tillräckligt inom driftsområdet.
- Fordonet bör ha en accelerationsförmåga i nivå med personbilar.
- Åkkomforten bör vara som buss eller bättre.
- Räckvidden bör minst vara 250 km.
- Fordonet förväntas användas upp till 18 timmar per dygn.
- Fordonet kommer anslutas till laddare när det parkeras i depån, så snabb DC laddning är nödvändig. Stödladdning på strategiska platser längs färdvägen kan också övervägas, kanske främst vid längre rutter.
- Fordonet behöver kunna framföras under samma förhållande som en vanlig bil eller buss. Dvs inte i översvämning, mycket snö, blixthalka, eller liknande.
- Fordonet bör ha en automationsnivå på >99%. En förare i beredskap skall inte behöva vara placerad i fordonet.
- Om fordonet har så kallad "dual mode" förmåga kan det användas för snabbare expansion av driftområdet, då det kan köras manuellt.
- MRM med stopp i filen kan vara acceptabla om de kan avhjälpas på kort tid, ej är frekventa och inte påverkar trafikflödet i någon större utsträckning. Minimum är att uppfylla lagkravsnivån.

### Krocksäkerhet

- Eftersom fordonet kommer att användas som en buss/spårvagn bör det ha minst samma säkerhetsnivå.
- Eftersom fordonet kommer att användas som en buss/spårvagn är det den nivån av barnsäkerhet fordonet bör uppfylla, det måste givetvis uppfylla gällande lagkravsnivå för fordonstypen.
- Förutom lagkravsuppfyllnad bör oskyddade trafikanter först och främst skyddas med aktiva säkerhetssystem (AD systemet), genom att undvika olyckor.

- Fordonet bör vara utrustat med en handhållen brandsläckare.
- Fordonet skall vara utrustat med nödstopp för att uppfylla ADS-lagstiftningen (EU 2019/2144).
- Regionala kollektivtrafikmyndigheter kräver att fordon som används i kollektivtrafik är utrustade med Alkolås. Eventuellt kan undantag göras för exempelvis tillfälliga säkerhetsförare/förare i beredskap.

### **Ljud och Vibrationer**

- Fordonet skall ha en ljudnivå i kupén motsvarande en elektrisk buss eller bättre.

### **Fordonsinformation & Kontroll**

- Appen i telefonen är huvudmediet för att visa service (nästa stopp, ETA, etc.), trafik (störningar, etc) och nödinformation. Men viktig service och nödinformation skall också kunna visas i fordonet.
- Fordonet måste vara utrustat med ett nödstopp.
- Eftersom det inte finns någon standard på hur kommunikation till andra trafikanter skall ske är det svårt att kravsätta den även om det finns behov av att ersätta den interaktion vanliga förare har med övriga trafikanter. AD-lagstiftningen kräver att fordonet skall kunna följa och förstå exempelvis polismans order (muntlig och tecken). Ytterligare kommunikation måste standardiseras så att den blir förståelig för medtrafikanterna.
- Fordonet måste kunna kopplas upp mot ett Fleet Management System.

### **Bekvämlighet**

- Laddningsmöjlighet på samtliga platser i fordonet så som USB, USB-c är önskvärt.
- Kopphållare och papperskorg är önskvärt men innebär också mer städning.
- Interiörbelysningen bör möjliggöra att passagerarna kan läsa. Alternativt bör det finnas individuella läslampor.

### **Miljöpåverkan**

- Hållbarhets-/miljökrav skall följas.

### **Tillförlitlighet**

- Fordonet förväntas användas 365 dagar per år under 5–10 år med 2–3 uppgraderingar.
- Fordonet måste hålla under planerad driftsperiod och vara pålitligt för att ge en låg total drifts- och ägarkostnad.
- Fordonet förväntas fungera i svenskt klimat (-20°C - +40°C). Degradering av viss funktionalitet kan accepteras i sträng kyla eller höga temperaturer (exempelvis kortare räckvidd under -10°C).

### **Stöld/Personskydd**

- Fönster på alla sidor är önskvärt för god insyn. Bakruta är inget krav.
- Intern kameraövervakning av passagerarna på samma sätt som finns i bussar är ett krav.
- Extern kameraövervakning är också nödvändig för att exempelvis kunna avgöra om det är säkert att släppa av passagerare vid en MRM.
- Följande data behöver sparas:

- Data enligt ADS-lagstiftning
- Film och bilder i 48 timmar
- Passagerarlista i enlighet med GDPR

### **Tillverkning**

- Fordonet skall ha en produktkvalitet jämförbar med minibussar och bussar (M1 och M2).

### **Underhåll, Reparationer, Översyn**

- Dagligt underhåll förutses utföras i underhållsdepå av operatör. Större reparationer utföres i servicedepå som kan drivas av operatör eller OEM. Support kommer vara nödvändigt från OEM.
- Operatörerna förväntar sig att OEM lämnar garanti på dyra system så som batteri och AD-system.

### **Fordonsdata**

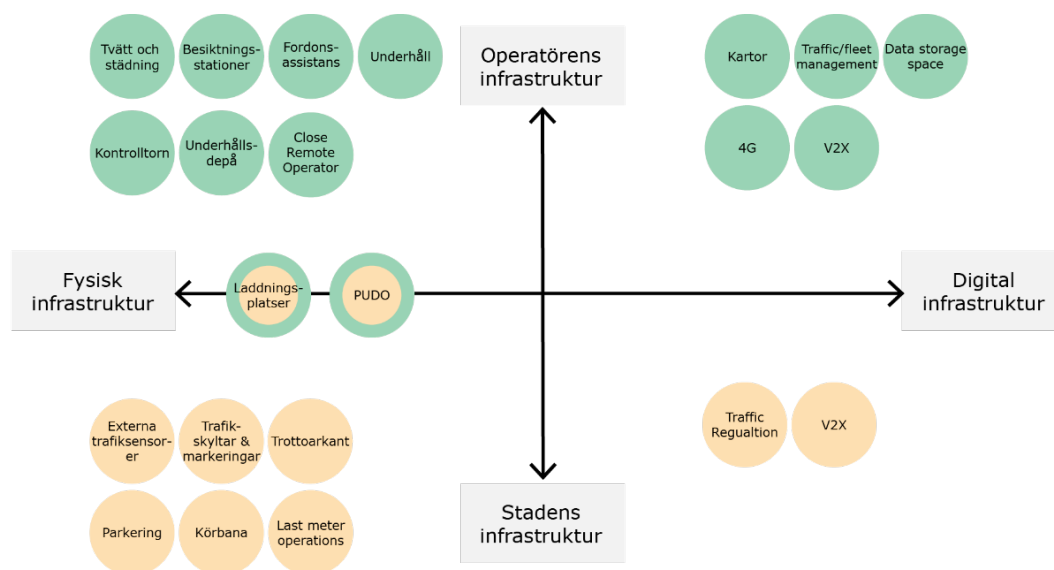
- Operatörerna önskar få tillgång till detaljerade fordonsdata i realtid för att optimera drift och underhåll. Eftersom de använder FMS som exempelvis autofleet önskar de erhålla datan i format som är anpassade för deras FMS.

## **2.3 Nödvändig infrastruktur**

Infrastrukturens dimensioner som krävs för att möjliggöra för en tjänst med självkörande fordon redovisas i fyrfältaren i Figur 8. Den ena axeln utgörs av fysisk och digital infrastruktur medan den andra beskriver huruvida ansvaret för denna infrastruktur ligger hos staden eller operatören.

- Fysisk och digital infrastruktur definierar vilken typ av infrastruktur en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor behöver.
- Operatörens och stadens infrastruktur definierar vem som ansvarar för den fysiska respektive digitala infrastrukturen.

I de två kommande avsnitten redogörs för fordonens infrastruktur utifrån dessa dimensioner. Samtliga aspekter som beskrivs presenteras i Figur 8 nedan.



Figur 8. Aspekter som utgör fysisk och digital infrastruktur samt vem som ansvarar för denna.

### 2.3.1 Fysisk Infrastruktur

I detta avsnitt definieras vilken sorts fysisk infrastruktur som en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med mindre självkörande fordon utvecklade för delade resor behöver. Aspekterna presenteras utan inbördes ordning.

**Tvätt och städning:** Fordonen behöver hållas rena på samma sätt som andra delade transportfordon (buss, spårvagn). Behovet av städning inuti fordonet kan möjligen vara större än i en tjänst med förare. Det är operatören som ansvarar för att hålla rent fordonen. Station för tvätt samt depå för städning ska vara lokaliserat inom driftområdet. Att tvätta bilens exteriör kan antingen göras i biltvätt eller genom handtvätt, medan invändig tvätt och städning görs för hand vid depå.

**Körbana:** Med körbana menas vägarna för (själv)körande fordon med tillhörande markeringar och körbanans konstruktion. Vald körsträcka har asfalterade gator. Om självkörande fordon framöver kommer att få köras i busskörfält kan dessa delvis vara belagda med gatsten eller betong. Vissa sträckningar har även spårvagnsspår. Markeringar på vägbanan bör hållas synliga och tydliga för det självkörande fordonets sensorer. Hur "synliga och tydliga" definieras beror delvis på vad sensorerna på det självkörande fordonet klarar av.





Figur 9. Exempel på körbana inom Evenemangsstråket i Göteborg (Fabriksgatan 26, Google Maps, 2023)

**Trottoarkant:** För en mobilitetstjänst med självkörande fordon efterfrågas en specifik infrastruktur som hör till trottoarkanten så som Pick-Up & Drop-Off platser (se PUDO). Trottoarkanter ska hållas "öppna och rena" för att underlätta fordonsavläsning av trafiksignaler. Öppna ytor i infrastrukturen krävs för att sensorer ska kunna se bättre och tidigare detektera trafikanter och fordon. Möjligen så behövs häck/trädsklippning för fri sikt.

Andra som efterfrågar denna plats/ytan som behöver samspelas med är exempelvis gångtrafikanter, cyklister, cykelställ, elsparkcyklar, parkering, elbilsladdning, uteservering, kollektivtrafikshållplats, bud/varuleveranser, foodtrucks, taxi och bildelningspooler.

**Parkering:** För att inte bidra till mer trängsel behöver de självkörande fordonen kunna parkeras inom driftområdet. Parkeringsplatserna bör vara lämpligt utspridda för att minska väntetid vid beställning. Vissa PUDOs skulle kunna användas som parkeringsplatser för de självkörande fordonen men en angöringsplats bör prioriteras framför en parkeringsplats. Antal parkeringsplatser bör definieras utifrån vilken tjänst som planeras.

**Underhållsdepå:** Driftområdet behöver även innehålla en underhållsdepå där dagligt underhållsarbete såsom städ, tvätt, däckbyte, enkla reparationer och laddning med mera kan utföras. Mer omfattande underhåll och reparationer sker i en servicedepå. Om underhållsdepån placeras utanför driftområdet krävs det att fordonet har ett *dual mode* så att en förare tar över körningen utanför driftområdet, alternativt att fordonet transporteras på lastbil. I det senare fallet behöver det även finnas en utpekad plats för av- och pålastning av fordon inom driftområdet.

Kravställningen för en underhållsdepå skulle kunna vara som följande:

- Inomhus med plats för 3-5 fordon
- Låsbart utrymme
- Värme typ 10C
- 32/64 Ampere

- Vatten och avlopp (men det går att tvätta torrt också)
- Någorlunda jämnt golv så att det går att komma under fordonet med hydraullyft för enklare inspektioner mm
- Gärna tillgång till rastlokal med toalett för personal

**Servicedepå:** Vid mer omfattande service, uppdateringar eller reparationer kan fordon behöva tas till en dedikerad servicedepå. Under en pilot anses det inte vara möjligt att ha detta inom driftområdet. En lösning kan vara att respektive OEM istället ansvarar för att transportera respektive fordon till för ändamålet lämplig plats.

**Last Meter Operations (LMO):** LMO är kopplade till fordonet tekniska förutsättningar (tex utrymme som behövs för att ansluta till en laddningspunkt) eller/och vilken tjänst som erbjuds (tex utrymme vid trottoaren för av/på stigning).

**Laddningsplatser:** Tjänsten använder självkörande elfordon och därmed krävs laddningsplatser inom driftområdet. Huvudsaklig laddning kommer att ske i underhållsdepå en gång per dygn, vilket medför att det där krävs eluttag med minst 32A. För stödladdning under drift finns det inom driftområdet över 100 befintliga laddningspunkter. Av dessa är 6 stycken snabbaddare med 50kW vid Centralstation samt vid Göteborg Energi, samt över 50 stycken 22kW-ladduttag utmed vald rutt. Staden ansvarar för ett antal laddningspunkter i linje med sitt strategiska arbete och privata aktörer ansvarar för resterande laddningspunkter.

**Pick-up and Drop-Off (PUDO) points:** PUDOs bör vara integrerade och en del av trottoarkant. Dels för att säkerställa säker och bekväm på- och avstigning, dels för att inte störa övrig trafik vid ett stopp av ett självkörande fordon. Målsättningen är att de kan anpassas till rådande infrastruktur med tillägg av ett fåtal PUDOs på kvartersmark. Några platser bör under en pilot vara dedikerade PUDOs där parkering av andra fordon ej är tillåten. Detta för att säkerställa möjlighet till parkering i väntan på nästa körning, för att säkra kvalitet av tjänsten. Antal PUDOs inom driftområdet definieras i linje med mobilitetstjänsten som skall erbjudas, men riktmärket är att det bör finnas en definierad PUDO minst var 200:e meter.



Figur 10. Olika typer av infrastruktur som kan användas för PUDOs enligt gällande trafiklagstiftning.

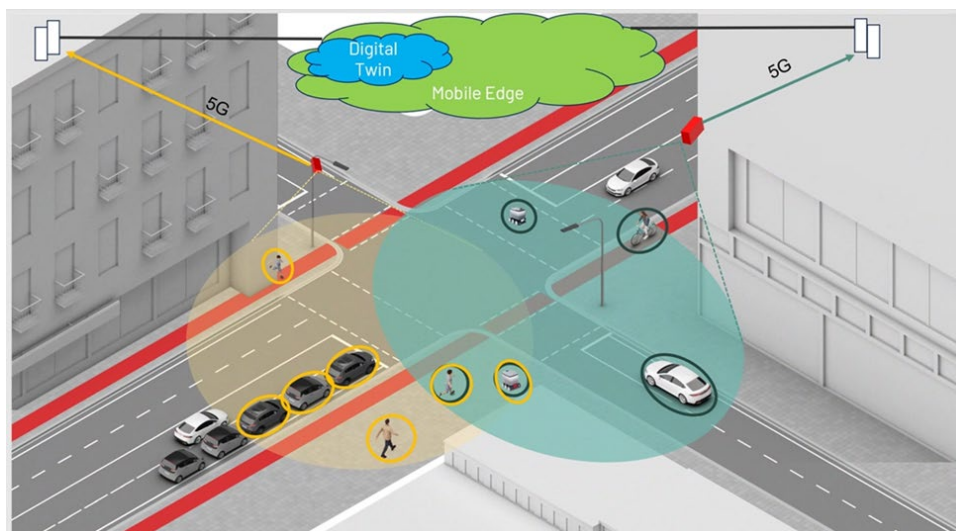
**Close Remote Operator:** En Close Remote Operator behöver vara i beredskap för att hantera ett självkörande fordon som av olika skäl ej är funktionsdugligt. En Close Remote Operator behöver enligt EU-lagstiftningen vara max 10m från fordonet för att operera det fjärrstyrt eller inifrån fordonet om det handlar om ett självkörande fordon med "dual mode". En Close Remote Operator skulle kunna vara fysiskt stationerad vid en underhållsdepå eller annat ställe som tjänsteoperatören anser lämpligt.

**Kontrolltorn (back-office):** Kontrolltornet övervakar flödet av tjänsten och ger även kommandon till fordon vid behov. Detta behöver inte placeras innanför eller i anslutning till driftområdet, men bedöms behöva vara det under en pilot.

**Besiktning:** En plats för besiktning bör ligga inom driftområdet för att undvika transport. Om den finns utanför ODD bör fordonet vara utrustat med dual-mode för att manuellt kunna köras dit. Lämplig plats för detta ändamål är operatörens depå, önskvärt är att få en besiktningsperson att komma dit för att utföra besiktning för att undvika transport till besiktningsstation.

**Fordonsassistans:** Person som ansvarar för fordonsassistans som är i beredskap att rycka ut till fordon som har råkat ut för ett driftstopp, olycka eller som har skickat ut en nödsignal utlöst av en medåkande person. Fordonsassistans kan även bistå med stödladdning utanför underhållsdepå. Den bör rimligen vara stationerad inom driftområdet – i underhållsdepå eller kontrolltorn.

**Externa trafiksensorer:** Potentiellt externt stöd av sensorer placerade längs färdvägen, exempelvis vid utmanande trafiksituationer eller i korsningar med skymd sikt.



Figur 11. Trafikskyltar & markeringar - Utöver vanliga trafikskyltar efterfrågas informationsskyltar om att området trafikerats av självkörande fordon. Självkörande fordon läser trafikskyltar och linjemarkeringar med hjälp av sina sensorer och/eller en V2X lösning (se digital infrastruktur).

### 2.3.2 Digital Infrastruktur

I detta avsnitt definieras vilken sorts digital infrastruktur som en tjänst med självkörande fordon behöver. Aspekterna presenteras utan inbördes ordning.

**4G:** 4G system är tillräckligt men 5G är önskvärt.

**V2X:** Möjligen någon form av V2X för tex trafikljus om inte fordonets sensorer klarar det.

**Traffic Regulation:** Traffic Regulation är ett digitalt styrningsverktyg som används som ett komplement till fysisk trafiksignalering och som så småningom kan ersätta fysisk trafiksignalering. Självkörande fordon bör kunna ta emot signaler från Traffic Regulation då det bygger geofencing teknologi.

**Kartor:** Operatören ansvarar för kartor (navigation system) med väg, hastighet och annat. Operatören kan välja att köpa den informationen av privata företag. Delar av informationen till dessa kartor hämtas dock från bland annat NVDB.

**Traffic/Fleet management:** En mobilitetstjänst (självkörande eller inte) behöver kunna hantera sina fordon utifrån behovet över sitt ODD, trafikförutsättningar och trafikflöden.

**Data Storage Space (DSS):** Operatören ansvarar för DSS. Det är inte nödvändigt för en självkörande tjänst men bidrar till en högre effektivitet. DSS skulle kunna vara som en integrerad del av kontrolltornet (back-office).

## 2.4 Tjänsteutförande

### 2.4.1 Daglig drift

Driften av autonoma fordon startar varje dag i depån. En säkerhetsförare måste starta fordonet och säkerställa att det befinner sig inom kraven för sin ODD innan den dagliga driften kan påbörjas. Säkerhetsföraren kommer att göra en så kallad dry-run, vilket innebär att den sträcka som ska köras kommer att inspekteras för att testa fordonets funktionalitet innan resenärer tas ombord. I ett större driftområde är det möjligt att tänka sig att flera fordon utför denna procedur för att få en snabbare process. I en mycket vältestad miljö kan dry-run delvis tas bort för att så småningom försvinna helt. Här går det att föreställa sig att en digital testkörning med hjälp av sensorer och kameror placerade längs färdrutten istället genomförs. I början kommer säkerhetsföraren att sitta kvar i fordonet tills det finns tillräckliga säkerhetsgarantier och lagstiftning som tillåter att fordonet körs självständigt. Säkerhetsföraren är ansvarig för passagerarsäkerhet och ser till att fordonet är rent och välstädat. Eftersom autonom körning fortfarande är ett relativt nytt koncept i Göteborg, kommer säkerhetsföraren i början också agera som en slags lokal representant för att besvara resenärers frågor och inge förtroende.

Under dagens drift övervakas fordonet kontinuerligt från kontrolltornet. I kontrolltornet sitter en säkerhetsövervakare (safety supervisor) som har ansvaret att övervaka fordonsdata, passagerarsäkerhet, bokningssystem och kommunicera med övrig trafikstyrning. Säkerhetsövervakaren ser till att fordonet uppför sig som det ska och rapporterar och agerar vid driftstörningar eller olyckor. När säkerhetsoperatören tas bort från fordonet måste säkerhetsövervakaren också kommunicera med passagerarna om nödvändigt, säkerställa att personal tar sig snabbt till platsen vid behov och beställa invändig rengöring av fordonet. Här finns flera intressanta lösningar hur man ska kommunicera med resenärerna, man skulle kunna tänka sig någon form av Avatar som håller resenärer uppdaterade om trafiksituation samt skapar trygghet ombord.

När dagens drift är klar, körs fordonet tillbaka till depån. Operatören ser till att fordonet tvättas och laddas så att det är redo för drift nästa dag.

### 2.4.2 Service och Underhåll

Operatören är en del i processen att säkerställa att det finns tillräckligt med resurser för att hantera både lätta och tunga service- och reparationsbehov för de autonoma fordonen. Det finns också en underhållsprocess där fordonet rapporterar sin status till trafikornet som allokerar för främst tungt underhåll. För lättare service och reparationer, har operatören möjligheten att utföra arbetet direkt i den temporära depån. För tyngre reparationer, måste fordonet dock flyttas till en större depå för att kunna lösas. Det tyngre underhållet planeras i underhållssystemet som ombesörjer flytt av fordon.

Operatören har ansvaret att utföra de lättare servicearbetena, medan större reparationer görs i samarbete med fordonstillverkaren. Typer av servicearbeten inkluderar däckbyte, däckjustering, påfyllning av olja och spolarvätska, kontroll av elektroniska komponenter och sensorer samt inspektion av säkerhetssystem.

Daglig tvättning och städning av fordonet är också en viktig del av den dagliga rutinen i depån.

#### 2.4.3 Rekrytering och utbildning

Operatören behöver också säkerställa att den rekryterade personalen har de rätta kompetenserna för att ta hand om självkörande fordon. Det kan inkludera utbildning inom områden som säkerhet, teknisk förståelse för fordonet, samt kunskap om trafikregler och lagar. Operatören kan använda sig av fordonstillverkarens utbildning, eller skapa en egen utbildningsplan. Utbildningen bör vara regelbunden för att säkerställa att personalen håller sig uppdaterade med den senaste tekniken och säkerhetsprocedurena.

Säkerhetsföraren är det första ansiktet som passagerarna möter och därför är det viktigt att den personen har god kommunikationsförmåga, servicekänsla samt förmåga att ingjuta lugn och trygghet. Säkerhetsövervakaren måste ha en bra förståelse för system och processer, samt ha förmåga att snabbt och effektivt lösa eventuella problem som uppstår under driften.

Rekrytering och utbildning av personal bör ske med jämna mellanrum för att säkerställa att det finns tillräcklig personalresurs tillgänglig för den dagliga driften, samt att den personalen har den kompetens som krävs för att säkerställa en säker och effektiv driften av självkörande fordon. Vi ser ett mervärde i att vissa säkerhetsförare också har kompetens och utbildning för att verka som säkerhetsövervakare. Detta för att öka förståelsen i lednings-/styrningsprocessen.

#### 2.4.4 Fleet Management

Operatören behöver kontinuerligt arbeta med "fleet management" i samspel med övriga parter, det vill säga samordning och administration av fordonen i flottan. Det innefattar underhåll, inköp av servicematerial/reservdelar och förvaltning av fordon, samt övervakning och rapportering av diverse KPI:er. Målet med fleet management är att optimera driften och säkerheten för flottan, samt att säkerställa att fordonen är tillgängliga och kapabla att tillhandahålla en pålitlig tjänst. Den viktigaste delen i fleet management är underhållssystemet/depåsystemet som ska säkerställa att utlovad leverans sker, dvs rätt buss utsätts på rätt linje.

#### 2.4.5 Insamling av data och rapportering

Under piloten kommer operatören att kontinuerligt samla in data om både drift och fordon, sammanställa samt analysera. Detta för att kontinuerligt hitta områden för förbättring samt kunna optimera tjänsten och tillvägagångssätt för att bedriva drift av autonom körning.

Operatören behöver ha en väl utvecklad datainsamlingsstrategi i samspel med andra parter för att säkerställa att relevant information om driften och fordonen samlas in. Denna information inkluderar saker som service, depådata, personal, resenärsupplevelser, energiförbrukning, tekniska fel och säkerhetsrelaterade händelser. Dessa data kommer att användas för att generera regelbundna rapporter som belyser fordonens prestanda och driftsäkerhet. Genom en kontinuerlig

övervakning och analys av driften kommer operatören att kunna förbättra tjänsten och tillvägagångssätten för att bedriva drift av självkörande fordon på ett effektivt och säkert sätt.

## 3 Risk & Hasardanalys

### 3.1 Omfattning, sammanhang och kriterier

Att utföra en risk- och hasardanalys för en autonom mobilitetstjänst som föreslås i detta projekt kräver nya typer av problembeskrivningar och analysmetoder. Hur risker och hasarder på själva fordonet identifieras samt hanteras görs enligt konventionella metoder såsom Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) och Fault-Tree Analysis (FTA) samt metoder enligt ISO 26262 för säkerhetskritiska funktioner i fordonet. Det är dock inte lika uppenbart hur detta skall göras för att hantera risker och hasarder då ett autonomt fordon skall köras i ett givet område, i en stad som exempelvis Göteborg. Detta är emellertid ett problem som företag och forskningsorganisationer har arbetat med att förstå de senaste åren och många speciallösningar har uppstått med krav på standardisering som följd. Detta har lett till att ett flertal standarder nyligen kommit från olika standardiseringsorgan och fler är på väg. Figur 12 pekar på några av de som kommit och är kopplade till *safety & assurance* samt även de som är under arbete och vilka man anser saknas.

En grundläggande faktor för att kunna beskriva sina risker är att förstå under vilka förutsättningar som fordonet skall operera. Det vill säga att definiera fordonets *Operational Design Domain* (ODD), se avsnitt 1.5. När ODD:n är definierad kan risker definieras och utvärderas samt lösningar för att minimera riskerna föreslås. Dessa lösningar kan sedan verifieras via simulering eller validering genom fysiska prov.

	Recently Published	In Development	Priority Gaps
Safety & Assurance	<b>PD/ISO PAS 21448:2019</b> Road vehicles – Safety of the intended functionality	<b>ISO/AWI 23793-1</b> MRM for automated driving – Framework, straight stop and in-lane stop	Standard behaviours in response to emergency vehicles (incl. high priority messages) ★
	<b>PAS 1881:2020</b> Assuring the operational safety of automated vehicles – Specification	<b>ISO 34501</b> Road vehicles - Terms and definitions for test scenarios for ADS	Library of scenarios/test cases for testing & type approval of CAVs & systems (may include by simulation) ★
	<b>SAE J3016</b> Taxonomy & definitions for terms related to driving automation systems for on-road motor vehicles	<b>ISO 34502</b> Road vehicles - Scenario-based safety evaluation framework for ADS	Guidance on how to apply SOTIF ISO 21448
	<b>UL 4600</b> Evaluation of autonomous products	<b>ISO/WD 34503</b> ODD taxonomy	Minimal risk manoeuvre & conditions for ADS failures & other malfunctions ★
	<b>BS ISO 26262:2018</b> Functional safety	<b>SAE J3259</b> Taxonomy & definitions for ODD	HMI standards for handover & takeback/fallback functionality includes monitoring of safety driver & training ★
	<b>BS ISO 22737:2021</b> LSAD systems for predefined routes – Performance requirements, system requirements & performance test procedures	<b>ISO/AWI TS 5083</b> Safety for ADS – Design, verification and validation	
	<b>ASAM OpenDRIVE®</b>		

Figur 12. Några av de standarder som omnämns i BSI:s dokument som relaterar till safety & assurance.

### 3.2 Riskutvärdering

#### 3.2.1 Generella risker

Övergripande risker för passagerare i ett självkörande fordon och dess omgivning i trafik kan övergripande delas i tre kategorier vilka redovisas nedan.

#### **Det självkörande fordonet blir påkört av annat fordon**

Det kommer alltid finnas en risk att det självkörande fordonet blir påkört. För att minimera denna risk behöver fordonet agera så förutsägbart som möjligt i trafiken. Plötsliga onödiga manövrar ska undvikas och beteendet ska vara rimligt i förhållande till mänskliga förare. Fordonet ska givetvis vara konstruerat för att minimera oplanerade stopp på grund av dålig tillförlitlighet.



### **Det självkörande fordonet kör på annat objekt**

AD-systemet som fordonet är utrustat med ska klara av alla de situationer som kan uppstå inom driftområdet. Flera olika tekniker behöver användas för att utveckla systemet till att nå en acceptabel säkerhetsnivå. Det innefattar utveckling av fordonet enligt ISO 26262 och andra relevanta standarder, samt att simulering används för att köra igenom ett stort antal situationer som fordonet kommer utsättas för. UL4600 är en relevant standard som fokuserar på just autonoma fordon.

Under utvecklingsfasen kan en säkerhetsförare agera som backup utifall något oplanerat händer och fordonet själv inte kan hantera situationen.

### **Passageraren skadas i kontakt med det självkörande fordonets passagerarmiljö**

En passagerare av ett självkörande fordon ska kunna sig trygg i att fordonet agerar rimligt i alla situationer. Det kan vara allt från att fordonet inte kör iväg utan att rätt passagerare sitter på rätt plats och har bältet på sig. Insteg och utträde ska vara smidigt och risken att klämma sig i automatiska dörrar ska minimeras.

#### 3.2.2 Acceptabel risk

Ett första steg i riskanalysen är att definiera vad som är en acceptabel risknivå. Fordonet får inte öka risken för skador på resenärer eller andra trafikanter jämfört med om det framförts av en mänsklig förare i samma situation utan ambitionen är att säkerheten ska förbättras med självkörande fordon. Tillgängliga data får analyseras för att hitta lämplig nivå av risk. Fokus ska vara på hela det övergripande systemet när analysen görs. Denna analys och beslut om risknivå är sedan input till alla kommande riskanalyser som görs.

#### 3.2.3 Riskidentifiering

För att kunna starta arbetet med riskanalys behöver systemet där det självkörande fordonet ingår definieras. Ett självkörande fordon utan säkerhetsförare ska kunna agera helt autonomt under normala förhållanden. Dock krävs det support från en sambandscentral då något extraordinärt eller oplanerat inträffar. Då kommer fordonet behöva instruktioner hur det ska agera i den situationen. Detta kan till exempel vara vid ett vägarbete eller annat större hinder på vägen. En mänsklig operatör behöver då ha möjlighet att instruera det självkörande fordonet hur det ska agera i den givna situationen. Detta innebär inte att operatören kör fordonet på distans, utan ger instruktioner som fordonet kan följa. Det kan till exempel vara att ge godkännande att passera över en heldragen linje på vägen för att komma framåt. Eftersom fordonet är självkörande kan inte passagerarna antas vidta några åtgärder för framförandet av fordonet, utan behövs support behöver den komma från sambandscentralen.

Om fordonet har påkallat support för att något har gått sönder och det inte kan köra vidare och utföra sina uppgifter ska det finnas möjligheter för operatören i sambandscentralen att skicka ut passande hjälp i form av annat fordon för att kunna låta de åkande fortsätta sin resa eller bärgning av fordonet. Tillgängligheten för dessa supportfunktioner behöver beskrivas för att ha som indata till riskanalysen.

Följande delar i systemet påverkar säkerheten:

- Självkörande fordon
- Definierad ODD
- Sambandscentral



- Supportfordon och personal för möjlighet till snabbt ingripande
- Uppställningsplats för laddning
- Anläggning för städning dagligt underhåll
- Verkstad för service och reparation

### 3.2.4 Risk- och åtgärdsanalys

Nedan ges en beskrivning över möjliga åtgärder kopplade till olika potentiella risker.

#### **Beslut om att avbryta färd**

I de fall analysen visar att fordonet måste stanna får analysen visa inom vilket tidsspänn det behöver göras. För passageraren kan det innebära att resan då behöver avbrytas. Möjliga nivåer kring hur snabbt fordonet behöver stannas kan vara enligt nedan. Givetvis underrättas sambandscentralen omedelbart som kan vidta rimliga åtgärder.

Från mindre till mer allvarligt fel:

- Kör resten av inspektionsperioden
- Kör till nästa laddning och underhåll
- Kör till samtliga nuvarande passagerare nått sin destination
- Kör till nästa passagerare nått sin destination
- Kör till uppsamlingsplats för byte av fordon
- Kör till nästa avfart och stanna
- Kör till nästa parkeringsplats och stanna
- Kör till höger på vägen och stanna
- Stanna omedelbart mjuk bromsning i samma fil
- Stanna omedelbart hård bromsning i samma fil

#### **Kontinuerlig uppföljning av säkerheten**

Ett självkörande fordon behöver vara säkert under hela dess driftstid och övervakas under hela dess livslängd. Ett sätt att göra detta, som standarden UL4600 föreskriver, är att kontinuerligt följa upp ett antal *Safety performance indicators*. Detta är mätetal som visar att säkerheten över tid inte försämras. Ett exempel kan vara att avståndet till omgivande objekt kontinuerligt mäts och om avståndet hamnar under ett visst gränsvärde så måste situationen granskas mer i detalj. Det kan visa sig att det var en ofarlig engångshändelse, eller att åtgärder behöver vidtas för att öka avståndet generellt. Statistik kan föras för att följa upp att antalet överträdelser inte ökar i förhållande till antal körda kilometer.

Dessa indikatorer ska väljas ut för att täcka så stor del av användningen som möjligt och därmed kunna fånga risker innan en allvarlig incident händer.

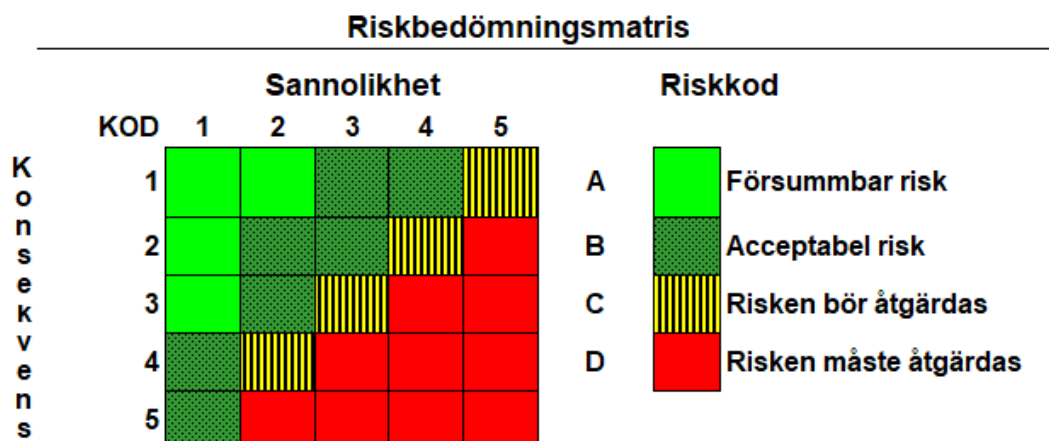
### 3.2.5 Riskutvärdering

Tillverkaren av fordonet ska arbeta systematiskt och strukturerat med allt som är relaterat till säkerheten i fordonet. Kulturen i företaget och dess arbete ska genomsyras av ett fokus på säkerhet. Samtliga relevanta risker behöver tas om hand över tid och uppdateringar behöver analyseras och implementeras på ett strukturerat sätt. Tillverkaren behöver hela tiden ha uppgifter om aktuell revision av mjukvaror och status på hårdvara i samtliga fordon.

### 3.3 Riskhantering

#### 3.3.1 Modifikationer för att adressera risker

I riskutvärderingsfasen, identifieras (enligt Figur 13. Riskbedömningsmatris), analyseras och utvärderas risker. Åtgärder för att eliminera/minska risker till acceptabel nivå kan hanteras på olika sätt.



Figur 13. Riskbedömningsmatris.

Risker kan elimineras genom att göra konstruktionsändringar direkt i ADS, modifiera driftområdet, välja annat driftområde, eller ha en förare i beredskap. Även en kombination av nämnda ändringar kan användas för att adressera risken.

Ett exempel på hur man på olika sätt kan adressera risken om *AD-systemet inte har tillräcklig konfidens i att tolka trafikljus*:

- Risken elimineras helt, genom att välja driftområde så att inga trafikljus existerar längs färdvägen.
- En förare i beredskap tar över ansvaret just vid trafikljus.
- Infrastruktur adderas i form av uppkopplade trafikljus samt AD-systemet utrustas med kommunikationsutrustning och på så sätt kan trafikljusets status inte bara läsas via AD-system-kameror utan även via kommunikationsutrustningen och på så sätt nå önskad konfidens.

#### 3.3.2 Risker kopplade till att fordonen blir stillastående

Ett problem som uppstår är att de självkörande fordonen kommer att stanna och vara i vägen för övrig trafik. Detta kan sägas vara evidensbaserat genom GM-ägda Cruise tester i Silicon Valley där ett stort problem är att fordonen blir stillastående.

Detta kan lösas genom någon form av riskbegränsning/iteration:

1. Börja med en säkerhetsoperatör ombord och behåll denna funktion tills körningarna börjar bli stabila.
2. Under tiden ovan med säkerhetsoperatör, testa vad Trafiktornet kan göra i form av *remote assistance* utan att säkerhetsoperatören ingriper.
3. Plocka ut säkerhetsoperatören och kör fordonen självständigt, men behåll en fysisk funktion som snabbt kan ta sig till fordonet och flytta det manuellt.

Remote assistance och remote control är två olika sätt att påverka/styra fordon på distans se kapitel 3.3.2.1 samt 3.3.2.2 nedan. Remote assistance är den väg framåt för introduktion av självkörande fordon som i dagsläget bedöms som säkrast och snabbast.

### 3.3.2.1 Remote assistance

Remote assistance är ett sätt att ge rekommendationer till fordonet från sensorer och omgivning via eventuellt filter i trafikornet. Remote assistance innebär att fordonet tar in extern information från sensorer, omgivning, mm., men alltid själv bestämmer vilka kommandon som ska utföras: styra, bromsa, gasa. Detta är i linje med EU-direktivet då fordonet alltid själv bestämmer sin körning utifrån den lokala situationen som fordonet uppfattar. Remote assistance är också ett sätt där en operatör i ett trafikorn kan handha ett flertal fordon (5–6 st.) och ge rekommendationer vid avvikande händelser. I och med att fordonet själv bestämmer alla beslut så ställs mindre krav på uppkoppling mellan trafikorn och fordon. Detta kan påskynda införandet av autonoma fordon då man inte är lika beroende av till 100% fungerande nätverk.

### 3.3.2.2 Remote control

Remote control är ett sätt att direkt styra ett fordon på distans. En operatör i ett trafikorn kan direkt styra fordonet med t.ex. ratt, gas och broms, vilket kan beskrivas som att föraren flyttas till en annan plats. Remote control är förknippat med höga krav på låg latency (20-30 ms) och mycket hög cybersäkerhet då fordonet inte ska kunna tas över av extern part. EU tillåter i sitt senaste direktiv endast remote control om operatören är i närheten av fordon (ca 10 m). För operatören innebär detta ingen egentlig besparing då en förare ombord byts mot en annan förare på distans.

### 3.3.2.3 Risker kopplade till haveri

För att minimera risker samt inte störa trafiken mer än nödvändigt vid potentiella haverisituationer, behöver en analys göras i förebyggande syfte. Analysen syftar till att klassificera alla typer av möjliga haverier som kan uppstå på fordonet och deras allvarlighetsgrad. För varje möjligt haveri behövs en beskrivning av vilken/vilka åtgärder som skall vidtas, se kapitlet 3.2.4 Risk- och åtgärdsanalys ovan.

Exempel på åtgärder om automatisk styrning inte är tillgänglig:

1. Omedelbart stopp i körbana.
2. Meddela kontrollorn (och instruera passagerare)
3. Utför bärgning av fordon

För inte så allvarliga fel kan stopp på förutbestämda platser, PUDOs samt förutbestämda MRM platser ske. De förutbestämda MRM-platserna väljs så att en jämn fördelning längs ruten erhålls. Detta för att alltid ha möjlighet att stanna inom rimlig tid. Platserna väljs så att minimal risk och påverkan på trafiken uppnås.

### 3.3.3 Risker kopplade till väder och halka

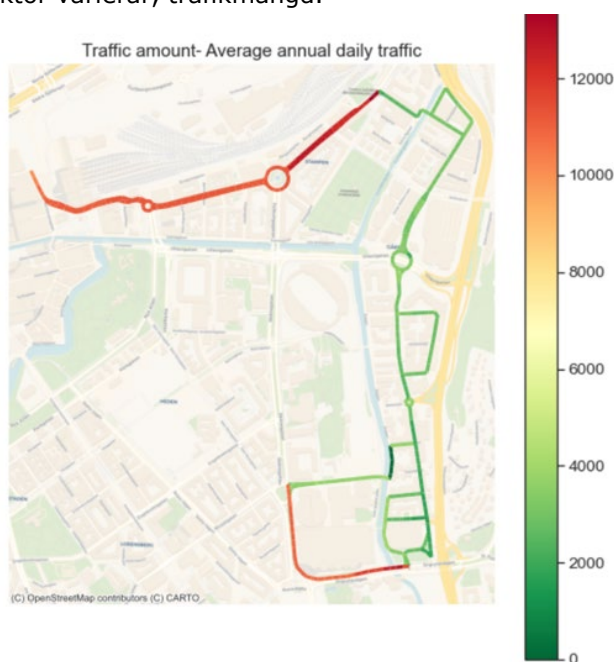
Att på ett korrekt sätt hantera risker kopplade till väder och halka för autonoma fordon är en förutsättning för att kunna upprätthålla funktionalitet under hela året. Klimatet i Göteborg varierar mycket kopplat till årstid. I genomsnitt under 4 månader är temperaturer runt 0 grader, dvs risk för halka finns. Detta medför att halkrisk och väderstörningar är en betydande faktor för framförandet av autonoma fordon om inte denna faktor hanteras på ett säkert sätt. Förutom halkrisk kopplat till temperatur kan

väderstörningar orsakas av dimma, snöfall eller kraftiga regnskurar, vilket ger en markant nedsättning av sikt och/eller friktion.

Generellt sett kan halka behöva hanteras ur flera perspektiv. Hur halkrisken ser ut nu och om några timmar är en frågeställning som visar på behov av generell information för tänkt autonom rutt. Hur riskerna varierar längs aktuell rutt visar på behov av förståelse för hur väder och halka kan variera i ett lokalt perspektiv, det vill säga, var bildas halkan först, var är riskerna som störst och så vidare.

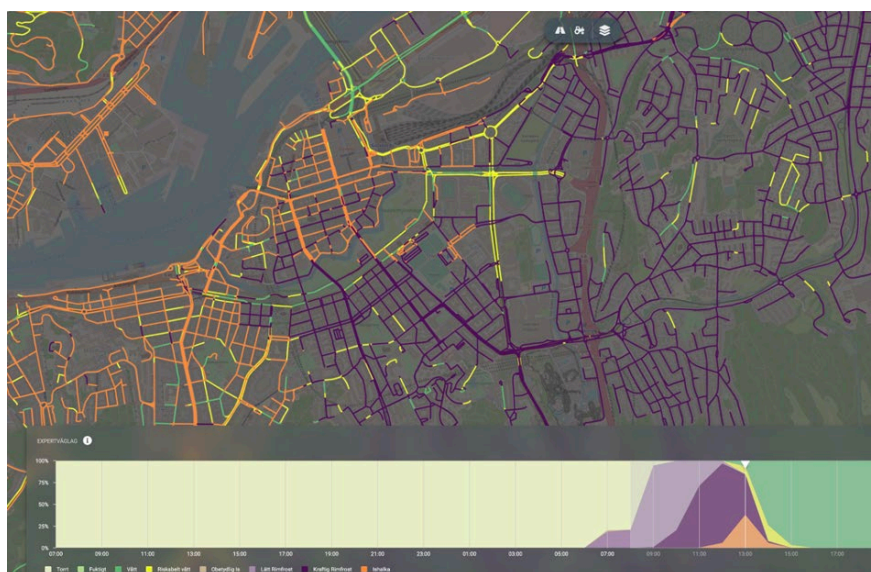
Inom ramen för föreliggande projekt har olika tekniker kartlagts vilka kan ge nödvändig information för att rätt hantera risker kopplade till väder och vägslag:

1. Kartläggning av tänkt rutt, ur ett väglimatologiskt perspektiv, är nödvändig för att korrekt hantera risker längs vägsträckningen. Kartläggningen visar var och när risken är som störst för störningar kopplade till väder och halka. Viktiga faktorer som behöver hanteras är till exempel variation i himmelsexponering som styr strålningsbalans och därmed vägtemperatur, trafikintensitet som påverkar transformering av halkan och vägstandard som ger information om hur snabbt/frekvent halkbekämpningsåtgärder kommer att genomföras. Figur 14 visar ett exempel längs vald teststräcka på hur en viktig faktor varierar, trafikmängd.



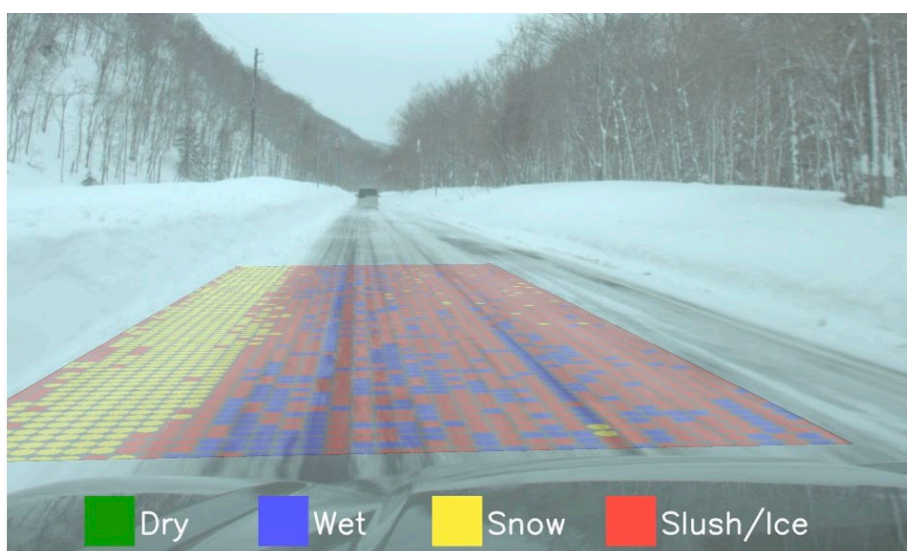
Figur 14. Variation i trafikmängd längs vald teststräcka.

2. Informationen från den väglimatologiska kartläggningen bör i nästa steg kopplas till en nulägesberäkning av halkrisk liksom en prognos för de kommande timmarna. Detta ger ett kontrolltorn nödvändig information för adekvat riskhantering. Figur 15 visar en beräkning av aktuellt vägslag för aktuell vägsträcka samt omgivande vägar. Informationen kan fås som nuvärde eller som prognos för de kommande timmarna.



Figur 15. Beräkning av väglag för teststräcka och omgivande vägar samt information om hur halkrisken kommer att utvecklas med tiden.

3. För korrekt hantering av halk- och väderrisker behöver det självkörande fordonet utrustas med teknik för riskhantering i den lokala skalan, det vill säga inom fordonets omedelbara närhet. Att kunna ha tillgång till relevant information om väglag och halkrisk i omedelbar närhet till fordonet ger möjlighet att korrekt hantera dessa risker. Figur 16 visar ett exempel på data från en teknik som registrerar väglaget framför ett fordon under körning.



Figur 16. Detektion av väglag framför ett fordon som kan ge nödvändig input i den lokala skalan (Klimator, 2023).

### 3.3.4 Risker kopplade till Dual-mode

Ett dual-modfordon är ett fordon som kan stödja både helautomatisk och manuell körning. Dual-modfordon som är designat för att främst vara helautomatisk kan i designen optimerats för just detta. Att utöver helautomatisk körning även tillhandahålla en manuell körningsfunktion kan från ett designperspektiv därmed vara utmanande.

Ett exempel på detta är när dual-modetfordonet inte har en vanlig ratt, och behöver då styras manuellt med hjälp av annan utrustning. Det kan därför krävas speciell utbildning för att framföra dual-modetfordon manuellt. För att minimera riskerna vid själva framförandet av dual-modetfordon i manuellt läge, skall endast personal med rätt kompetens och utbildning användas.

## 4 Tillstånd för fordon och autonom körning

Denna färdplan syftar till att på sikt lansera transporttjänster för allmänheten, baserade på autonoma fordon. Emellertid finns ännu inga fordon med färdigutvecklad självkörande förmåga. I färdplanen görs ansatsen att denna teknik kommer att mogna parallellt med de förberedelser som lyfts fram i rapporten.

En viktig del i utvecklingsarbetet av autonoma fordon är att genomföra körningar i verklig miljö. Detta för att kunna analysera hur AD-systemet presterar i autentiska situationer och kartlägga potentiella förbättringsområden. Denna kunskap är svår att förvärva annat än genom körning i verklig miljö.

I färdplanen ingår därför förberedande provkörningar i driftområdet, utan betalande passagerare. För att göra detta krävs ett *Tillstånd för försöksverksamhet*, vilket kan ges av Transportstyrelsen.

### 4.1 Ansökan och tillstånd för försöksverksamhet

Ansökningar för försöksverksamhet skall uppfylla kraven på vad som skall redovisas enligt *TSFS 2021:4; Transportstyrelsens föreskrifter om tillstånd att bedriva försök med automatiserade fordon*. Emellertid är dessa krav formulerade endast på en övergripande nivå. I färdplanen föreslås en nedbrytning av det kanske mest kritiska området; att påvisa att fordonet har förmåga att framföras i driftområdet utan ökad risk för passagerare eller omgivning.

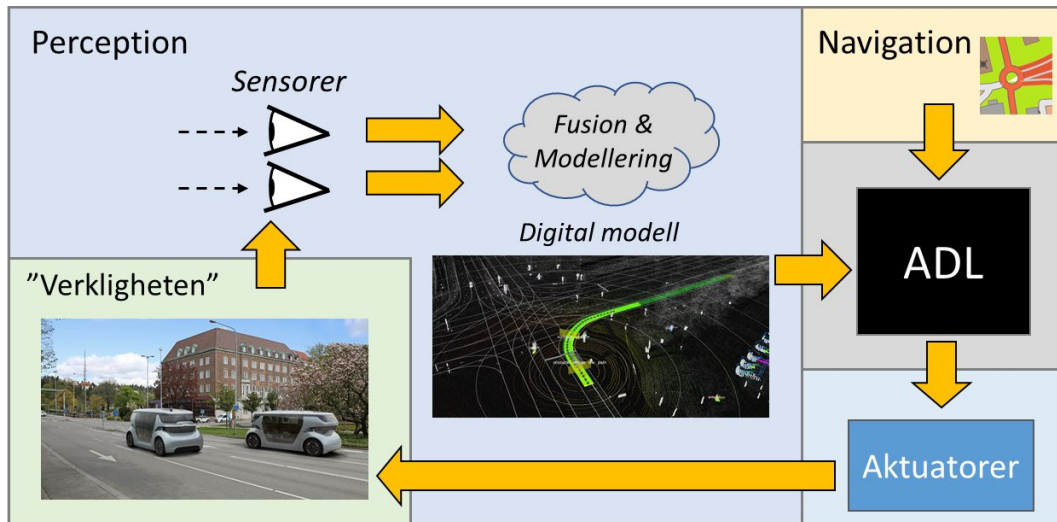
Redovisning av fordonets körförmåga bör baseras på målnivån för AD-systemet, det vill säga de övergripande krav man har tillämpat i utvecklingsarbetet. Vidare skall de automatiserade funktionerna beskrivas, samt hur systemet är uppbyggt. AD-systemets huvudkomponenter kan granskas var för sig, vilket utvecklas vidare i 4.1.1. Även det sammansatta systemet granskas och skall visas fungera ihop i dokumenterade prov. Slutligen behöver en analys av målmiljön jämföras med de förutsättningar som systemet kräver för att vara i drift, jämte en riskanalys.

Redovisningen har då en första nedbrytning:

- Mål och krav på AD-systemet
  - Övergripande krav
  - Autonoma funktioner
  - Säkerhetsrelaterade krav
- AD-systemets uppbyggnad
- Systemgranskning och provning
- Analys av målmiljön
- AD-systemets kända begränsningar
- Risker och riskhantering

#### 4.1.1 AD-systemets uppbyggnad

Det självkörande systemet kan delas upp i fem huvudkomponenter: *Perception*, *Navigation*, *Automated Driving Logic*, *Aktuatorer* och *Interna kommunikationsenheter*. Dessa komponenter kan granskas var för sig och beskrivs mer ingående nedan. Förhållandet mellan dessa komponenter visas översiktligt i blockschemat i Figur 17.



Figur 17. Blockschematisk uppdelning av autonomt körsystem.

**Perception:** Skapar en digital modell av fordonets omvärld. Sensorer "ser" och identifierar föremål som vägar, hus och trafikmärken, samt rörliga objekt som bilar, cyklister och gångtrafikanter och predikterar deras rörelser. De detekterade objekten fogas sedan samman till den digitala modellen i Fusion & Modellering.

**Navigation:** Planerar med hjälp av GPS och digitala kartor den rutt som fordonet skall välja.

**ADL – Automated Driving Logic:** Mjukvara som tar beslut om fordonet skall accelerera, bromsa eller svänga, samt aktiverar exempelvis blinkers.

**Aktuatorer:** Det system som fysiskt utför de beslut som fattas hos ADL.

**Interna kommunikationslänkar:** Kommunikationen mellan respektive block.

Det kan utifrån denna beskrivning av AD-systemets uppbyggnad noteras att:

1. Navigation lämnas i detta sammanhang åt sidan eftersom ruttplanering inte betraktas som kritiskt i sig. Det är hur framförandet längs rutten genomförs som är kritiskt, vilket hanteras av övriga delar.
2. I Perceptionsblocket ingår både Sensorer och Fusion & Modellering. Förhållandet mellan dessa, intern kommunikation eller mjukvara analyseras inte här utan behandlas som en enhet.

Redovisningen har således fått en andra nedbrytning, vars delar förtydligas och diskuteras i 4.1.2.

- Mål och krav på AD-systemet
  - Övergripande krav
  - Autonoma funktioner
  - Säkerhetsrelaterade krav
- AD-systemets uppbyggnad
  - Perception
  - Beskrivning av ADL
  - Aktuatorer
  - AD-systemets interna kommunikation
- Systemgranskning och provning
- Analys av målmiljön



- AD-systems begränsningar

#### 4.1.2 Analys av fordonets körförmåga

##### 4.1.2.1 Mål och krav på ADS

Här definieras de mål och krav på vad fordonet skall klara av ur ett autonomt perspektiv. Det kan antas skapa goda förutsättningar för granskningsprocessen att dessa mål och krav är införstådda och accepterade av såväl sökande som granskande part.

Kraven kan beskriva såväl autonoma funktioner som förmåga att hantera kritiska situationer. Denna kravställning utgör referensen för systemdesign, systemvalidering och testvalidering. Nedan ges förslag på vad en redovisning kan innehålla.

- Övergripande mål:
  - Klara navigering i målmiljön utan att negativt påverka trafikflödet
  - Hålla skyltad hastighet där manuell trafik bör kunna göra det
- Beskrivning av de autonoma funktionerna
- Mål för förmågan att undvika kollision

Vidare är det tänkbart att söka kvantifiera vad som betraktas som säkert.

- Vilka konsekvenser vid olycka kan accepteras?
  - Kollision med föremål med hastighet  $< X$  km/h
  - Kollision med VRU med hastighet  $< Y$  km/h
- Vilken "teoretisk frekvens" på olycka kan accepteras?
  - Tillbud per Z km
  - Olycka, ej dödsfall, per W km
  - Olycka med dödlig utgång per N km

En uppenbar svårighet ligger i att sätta siffror på dessa värden. Dock är syftet här att väcka tankar runt hur man definierar acceptabla risker. Vidare ställs indirekt frågan om måttstocken är samma för AD-fordon som för mänskliga förare.

Noterbart är att nämnda kvantifiering skulle kunna göras oberoende av att en ansökan lämnas in. Det vill säga, om utvecklare och myndigheter tillsammans kan kvantifiera detta så skulle det utgöra en grund för all utveckling och bedömning av den självkörande tekniken.

##### 4.1.2.2 Perception

En förutsättning för att ett självkörande fordon har fullgod funktion är att dess sensorer har den förmåga som krävs för den tänkta tillämpningen. Då sensorerna är fordonets "ögon" och skickar information till ADL, logiken som tar beslut om körningen, är det nödvändigt att dessa är pålitliga.

Enligt blockdiagrammet i Figur 17 kan sensorerna tillsammans med Fusion & Modellering utvärderas fristående från övriga systemet. Emellertid är det av vikt att utvärderingen sker under motsvarande förutsättningar som råder då sensorerna är monterade på fordonet.

Hur validering av sensorerna utförs är fordonsutvecklarens tillsammans med underleverantörs uppgift att redovisa och bryts inte ner ytterligare här.

#### 4.1.2.3 Beskrivning av Automated Driving Logic; ADL

Den otvivelaktigt mest komplicerade delen att både beskriva och granska är ADL – logiken som styr fordonets manövrar. Baserat på fordonets plats i vägnätet och planerad rutt, samt sensorernas information om vad som finns runt fordonet, skall ADL i varje ögonblick ta beslut om nästa manöver. I ADL finns den mjukvara som skall kunna hantera "alla tänkbara situationer" som fordonet kan råka ut för.

ADL-mjukvaran skiljer sig från konventionell fordonsmjukvara genom att vara icke deterministisk. Detta gäller främst perception-delen i mjukvaran som oftast bygger på olika metoder av machine learning. Detta innebär att fordonet kan komma att hantera en viss trafiksituation på olika sätt vid olika tillfällen beroende på vad som har hänt tidigare.

Häri ligger en mycket stor utmaning – hur visar man att ett sådant system är säkert i sin tillämpning? Detta område sysselsätter stora delar av den globala autonoma fordonsutvecklingen, där mycket forskning pågår (Koopman & Wagner, 2018) (Gyllenhammar et al, 2022).

Den allmänt rådande uppfattningen (Johansson & Koopman, 2022) är att en säkerhetsgranskning inte är möjlig att göra på klassiskt vis med provning av funktionella krav. Detta dels på grund av den icke-deterministiska mjukvaran, dels då antalet potentiella scenarier ett fordon kan utsättas för är oerhört många - om inte oändligt. Angreppsättet blir att både granska hur mjukvaran har tillkommit och att utföra strategisk testning av mjukvaran.

Mjukvaran i ADL bör utvecklas enligt tydliga metoder och processer. I en ansökan skall dessa processer klargöras för att redovisa hur man säkrar kvaliteten i arbetet. Även mjukvaran kan granskas, både under utveckling och som färdig produkt.

ADL-funktionaliteten provas genom testscenarier där input från sensorerna simuleras. Med simulering kan man visserligen prova en mycket stor mängd scenarier, men inte oändligt. Provingen måste därför ske på en reducerad mängd fall, vilka behöver kunna väljas ut enligt en definierad strategi. Strukturen för hur en sådan strategi kan tas fram utvecklas i 4.3. I ansökan redovisas valda metoder och strategier.

#### 4.1.2.4 Aktuatorer

I en ansökan behöver visas att aktuatorernas kontrollsystem är robust konstruerat med acceptabel risk för felaktiga manövrar. Färdplanen begränsar sig till detta konstaterande utan ytterligare fördjupning.

#### 4.1.2.5 AD-systemets interna kommunikation

Syftet med AD-systemets respektive delsystem är att leverera kritisk information framåt i kedjan. Det är därför av vikt att kommunikationslänkarna mellan delsystemen är robust mot störningar och har tillräcklig kapacitet.

Det är även tänkbart att kommunikationens struktur, interface, kan ha påverkan på hur informationen tas emot och tolkas i nästa steg. Hur denna kommunikation sker bör redovisas i ansökan.

#### 4.1.2.6 Systemgranskning och provning

Även om varje delsystem separat fungerar korrekt behöver naturligtvis även det kompletta systemet granskas och provas fysiskt. Granskningen sker delvis genom att

undersöka den interna kommunikationen enligt 4.1.2.5, men även genom exempelvis latenstester på det integrerade systemet.

Den fysiska provningen syftar till att visa att det integrerade systemet monterat på fordonet har förväntad kapacitet och körförmåga. Testning sker i scenarier med fysiska föremål, både fasta och rörliga. Testbasen kan utgöras av såväl identifierade risker från driftområdet, som risker härledda från AD-systemet.

Fysiska prov är betydligt mer tidskrävande än digitala simuleringar och behöver begränsas än mer i omfattning, varför valet av de scenarier som ingår måste ske med omsorg. Liksom för de simulerade fallen utvecklas hur en sådan strategi kan tas fram i 4.3. I ansökan redovisas valda metoder och strategier.

#### 4.1.2.7 Analys av målmiljön

För att klargöra ett autonoms fordon driftförutsättningar är det väsentligt att målmiljön analyseras. Att statiska objekt (korsningstyper, trafikmärken, etc) kan hanteras av fordonet torde vara utrett vid en ansökan (se även 3.3.1 *Modifikationer för att adressera risker*), även om fordonets förmåga avseende dessa bör redovisas.

Utmaningen ligger i de dynamiska förutsättningar som kan förekomma. Ordvalet *kan förekomma* är centralt, då dessa går att förutse endast med viss sannolikhet. Man behöver därför studera målmiljön över tid för att samla data om hur denna dynamik ser ut. Hur fördelas exempelvis trafikmängder över dygnet? Vilken är maximal intensitet? Vid vilka perioder noteras minst antal fotgängare?

Först med denna analys tillgänglig kan man säga något om fordonets möjligheter att hantera målmiljön. Analysen ligger givetvis till grund även för riskanalysen, se Kap 3. En annan viktig tillämpning av datainsamlingen är att man får ett underlag för att välja de scenarier som skall testas simulerat eller fysiskt. Det finns därigenom möjlighet att begränsa mängden testfall, enligt 4.3.

Det är värt att nämna att simulering kan användas även för att studera påverkan på övrig trafik i driftområdet. Om fordonet under utveckling behöver framföras med begränsad hastighet, exempelvis genom att iaktta extra försiktighet vid övergångsställen, kan man studera hur framkomligheten påverkas med hjälp av trafikflödessimuleringar.

#### 4.1.2.8 AD-systems begränsningar

Det kan antas att de första självkörande fordonen kommer vara begränsade i sin förmåga att hantera trafiksituationer. Detta kan bero på sensorer som inte klarar alla sorts väder eller mjukvara som ännu inte bemästrar alla förutsedda scenarier. Denna begränsning beskrivs i en så kallad ODD – Operational design domain, se 3.2. En ODD definierar de förutsättningar som måste råda för att ett autonomt fordon skall framföras, och härleds från AD-systemets prestanda.

Det skall dock nämnas att en ODD har krav på sig att vara mätbar. Det är också ett uttalat krav att fordonets AD-system skall kunna verifiera att ODDn är tillgodosedd (Gyllenhammar et al, 2022). Detta medför att det kan vara svårt att göra en komplett beskrivning av fordonets kapacitet och begränsningar endast i en ODD, varför kompletterande dokument kan behövas. I detta sammanhang låter vi dock såväl ODD som kompletterade artefakter ingå i begreppet ODD.

Med en definierad ODD kan man sedan analysera eventuella gap mellan ODD och målmiljön, samt även jämföra driftområdets riskanalys med fordonets förmåga. De

gap som uppstår behöver hanteras för att möjliggöra framförande av fordonet. Här avses främst potentiella scenarios av dynamisk karaktär enligt 4.1.2.7 *Analys av målmiljön*. Det är då tänkbart att delar av ODD baseras på att man vill undvika specifika situationer eller risker identifierade i målmiljön.

Vidare är det tänkbart att analysen av målmiljön visar en trafikdynamik som visserligen varierar över tid, men gör så enligt vissa mönster. Det kan således vara så att fordonets ODD kan förutses vara uppfylld under specifika tidsintervall under dygnet. En ansökan kan i sådant fall riktas mot provkörning under sådana perioder.

#### 4.1.2.9 Riskanalys och riskhantering

En av de viktigare delarna i tillståndsprocessen är redovisningen av identifierade risker och hur dessa hanteras. Detta omfattande ämne diskuteras mer ingående i kapitel 3 och fördjupas inte ytterligare här. I avsnitt 4.1 föreslås en nedbrytning av hur fordonet med konfidens kan visas hantera dessa risker.

Emellertid är det viktigt att notera att konfidensen här bygger på sannolikhet, varför det är troligt att de första AD-körningarna i stadsmiljö kommer att ske med en så kallad förare i beredskap. Syftet är att fylla gapet mellan AD-systemets funktionalitet och innehållet i målmiljön, det vill säga att föraren kan ingripa i sådant fall att systemet hamnar i en situation det inte bemästrar.

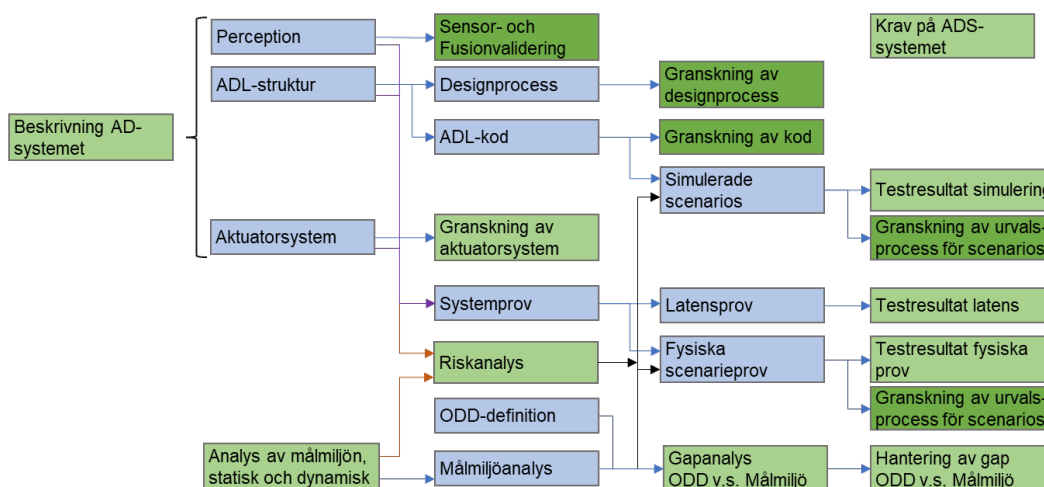
Det skall observeras att en förare i beredskap endast förväntas ingripa i extraordinära situationer, inte vara delaktig i normal körning. En ansökan som bygger på en beredskapsförare behöver visa att denne under alla omständigheter kan ta kontrollen över fordonet.

Fördelen med denna approach är att man möjliggör körning i målmiljön med ett fordon där man ännu inte har byggt fullgod konfidens i AD-systemets egen riskhantering. Ett viktigt syfte skulle vara att samla data om fordonets förmåga att köra i driftområdet, för att med denna kunskap stärka konfidensen i systemet.

#### 4.1.3 Sammanfattning av leverabler i ansökan

De leverabler som beskrivs i 4.1.1 och 4.1.2 kan ses i sitt sammanhang i Figur 18. Grönmarkerade rutor indikerar de leverabler som i första hand tänks redovisas i en tillståndsansökan. Blå rutor indikerar bakgrundsinformation som delvis kan behöva komplettera gröna leverabler.

Mörkgröna leverabler indikerar sannolikt behov av tredjepartsgranskning med expertiskompetens.



Figur 18. Leverabler för granskning av fordonets körförmåga.

## 4.2 Stegvis ansökan

Varje ansökan är oundvikligen behäftad med en viss handläggningstid, vilket kan få negativ inverkan för en provningsverksamhet. En följd av att göra en nedbrytning av leverabler såsom har föreslagits i 4.1, är att en ansökan kan delas upp i flera steg.

En tänkbar väg är då att påbörja en ansökan även om exempelvis funktionsverifiering inte är helt färdig. Handläggningen av ansökan kan då förslagsvis starta med att granska planeringen av och organisationen runt försöksverksamheten, för att senare successivt kompletteras med övriga delar i ansökan. På så vis skulle tiden från färdigverifierat fordon till godkänd ansökan kunna kortas ner.

Detta upplägg, samt lämplig uppdelning av leverabler, behöver givetvis diskuteras och förankras med Transportstyrelsen innan det tillämpas i en ansökan.

## 4.3 Scenariobaserad testning

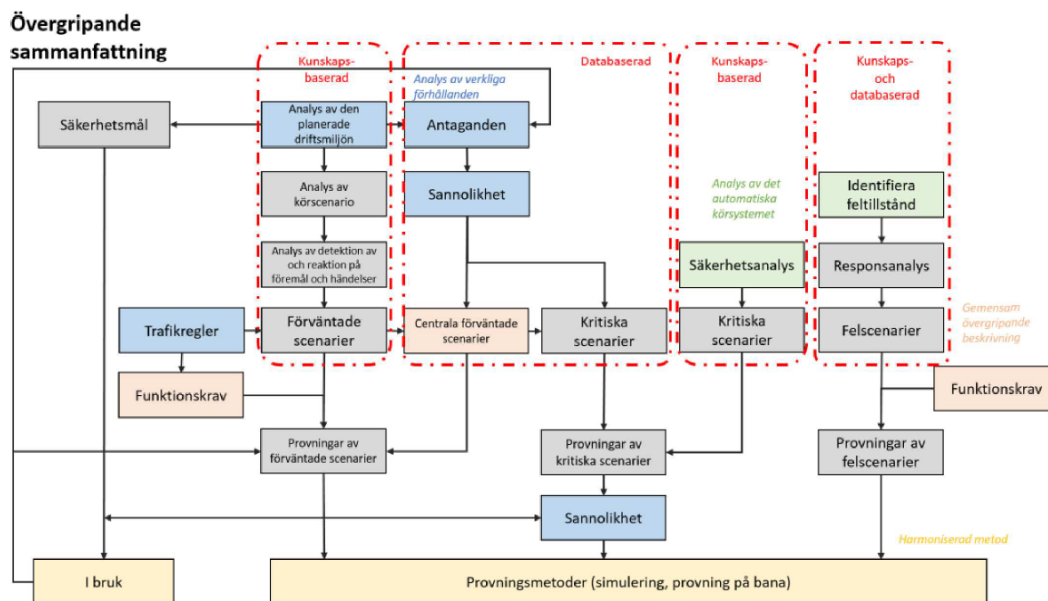
En helt ny utmaning vid utveckling och validering av helt autonoma fordon är att även inkludera fordonets förmåga att köra fordonet. Där ligger svårigheten i att verifiera att fordonet på ett eller annat sätt kan hantera de situationer, eller scenarier, den utsätts för. För att kunna utföra verifiering av fordonets förmåga räcker det inte med att enbart förlita sig på fysisk testning då antalet möjliga scenarier är alltför stort och troligtvis är många scenarier väldigt komplexa att skapa fysiskt vilket gör att virtuell testning (simulering) är absolut nödvändigt.

I ADS lagstiftningen (EU) 2022/1426, under avsnittet *Principer som ska följas för att framställa scenarier som är relevanta för det automatiska körsystemets planerade driftsmiljö* beskrivs övergripande hur man bör gå till väga för att skapa dessa scenarier. I avsnittet står följande:

*I ett kvalitativt hänseende kan scenarier klassificeras som förväntade scenarier, kritiska scenarier eller felscenarier och motsvarar normal drift eller nöddrift. För var och en av dessa kategorier kan en databaserad och en kunskapsbaserad strategi användas för att generera motsvarande trafikscenarier.*

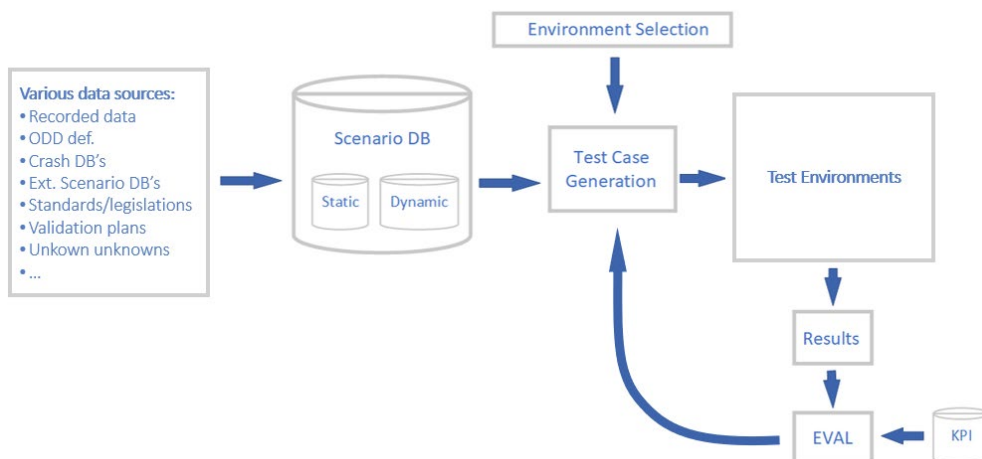
Med en kunskapsbaserad strategi används expertkunskaper för att systematiskt kartlägga farliga händelser och skapa scenarier. Med en databaserad strategi används tillgängliga data för att kartlägga och klassificera scenarier som har inträffat. Scenarier ska härledas från det helautomatiserade fordonets planerade driftsmiljö.

Vidare redovisas en föreslagen process för att framställa scenarier som presenteras i Figur 19 nedan.



Figur 19. Principskiss från ADS lagstiftningen (EU) 2022/1426 för att framställa scenarier som är relevanta för planerad driftmiljö.

För att effektivt kunna hantera den stora mängd scenarier som kan behövas, beroende på driftmiljö, är det viktigt att även utveckla en lösning för att lagra dessa samt funktionalitet för att bl.a. söka bland scenarier, dynamiskt kunna förändra scenarierna och kunna koppla dessa till testmiljöer för automatisering av testfall. Till detta bör man därmed bygga en miljö för att automatisera generering och testning av testfall baserad på scenarier. Ett förslag på flöde av aktiviteter för en sådan miljö kan ses nedan där även utvärdering av resultaten baseras på givna prestandaindikationer (KPI:er).



Figur 20. Process för automatisk testfallsgenerering och utvärdering av scenarier.

För att resultaten av ovan nämnda testfall skall kunna användas som underlag för att påvisa fordonets autonoma förmåga måste det finnas en trovärdighetsbedömning av den virtuella miljön. Även detta beskrivs i ADS lagstiftningen (EU) 2022/1426 under avsnittet *Principer för trovärdighetsbedömning för användning av en virtuell verktygskedja vid validering av det automatiska körsystemet*. Där framgår att trovärdigheten bör beskrivas genom att utgå från följande ledord

- Kapabilitet – vad modelleringen och simuleringen kan göra och vilka risker som kan förknippas med dessa förfaranden.
- Noggrannhet – hur väl modelleringen och simuleringen återger måldata.
- Korrekthet – hur hållbara och robusta modelleringens och simuleringens data och algoritmer är.
- Användbarhet – den utbildning och erfarenhet som krävs.
- Ändamålsenlighet – hur lämplig modelleringen och simuleringen är för bedömning av den planerade driftsmiljön och det automatiska körsystemet.

I slutänden ska resultatet av trovärdighetsbedömningen användas för att definiera i vilken utsträckning de virtuella modellerna och verktygen kan användas för att stödja bedömningen av fordonets autonoma förmåga.

#### 4.4 Stegvis ökad testningsnivå

En viktig milsten i färdplanen är att påbörja provkörning med autonoma fordon i driftområdet. Syftet är att ge nödvändig kunskap om hur AD-systemet hanterar den tänkta målmiljön för att kunna förfina tekniken.

Samtidigt ges möjlighet att samla data från verkliga körfall, som kan återföras i arbetet med att skapa relevanta scenarier för simulering, se 4.3. Ju fler körfall som kan dokumenteras desto bättre blir konfidensen i den simulerade valideringen, som skall täcka även situationer som fordonet ännu inte har hamnat i.

Man kan dock anta att de första fordonen inte kommer ha full förmåga att hantera alla tänkbara situationer som kan uppstå. En analys av målmiljön kan komma att påvisa sträckor eller tidsintervall där trafikmiljön kommer i konflikt med ODD, exempelvis:

- För hög trafikintensitet
- Otillräckliga ljusförhållanden
- Försämrad möjlighet till uppkoppling

Det kan också vara så att man av säkerhetsskäl behöver välja okonventionella körsätt i vissa situationer, exempelvis att passera övergångsställen eller korsningar med en mycket låg hastighet. Sådana åtgärder står dock i konflikt med samhällets önskemål om framkomlighet och att trafik inte skall hindras i onödan.

Ett angreppssätt är då att påbörja försöksverksamhet med enklare tester under noga kontrollerade förutsättningar, potentiellt även med en förare i beredskap. Genom att planera sin körning vid tidpunkter med enklare körförhållanden minimeras risken för att äventyra sin ODD, och föraren kan ingripa om så blir nödvändigt. Vid dessa tidpunkter är även risken lägre för konflikt med övrig trafik i de fall fordonet framförs i låg hastighet.

I takt med att AD-systemet med framgång valideras i målmiljön kan ODD justeras till mindre snäva gränser och mer krävande körmiljöer utvärderas. Även om denna ökning av svårighetsgrad bör göras i många mindre steg, ges här förslag på mognadsnivåer som kan utgöra milstenar i valideringsarbetet.

1. Manuell körning med sensorutrustat fordon för att analysera hur AD-systemet uppfattar körmiljön, samt vilka beslut det skulle ha tagit om det hade kört autonomt.
2. Autonom körning med förare i beredskap i trafik med minimal intensitet. Mycket försiktigt val av hastighet vid särskilda situationer som övergångsställen och korsningar.
3. Autonom körning med förare i beredskap i trafik med medelhög intensitet. Försiktigt val av hastighet vid särskilda situationer som övergångsställen och korsningar.
4. Körning med förare i beredskap i trafik med hög intensitet. Fordonet följer övrigt trafikflöde utan att upplevas som onödigt försiktigt.



Figur 21. Mognadsgrader för autonom körning i komplex miljö.

Ökad svårighetsgrad kan i viss mån utvärderats i förväg med uppdaterade simuleringsfall, baserade på datainsamling från genomförda provkörningar.

När steg 4 har uppnåtts med fullgod konfidens blir torde systemet vara moget för körning utan förare i beredskap. Ett försiktigt tillvägagångssätt är att inleda på en låg svårighetsnivå. Detta gäller i synnerhet om det utvärderade AD-systemet placeras på ett annat fordon, exempelvis ett fordon utan förarhytt, då förutsättningarna för perceptionen sannolikt har förändrats och nytt tillstånd behöver sökas.



## 5 Legala frågor kopplade till mobilitetstjänst med helautomatiserade fordon

Syftet med detta avsnitt är att utreda hur nuvarande, samt föreslagen, lagstiftning påverkar introduktionen av en mobilitetstjänst med helautomatiserade fordon. Sveriges lagar ligger i fokus men även lagstiftning inom EU samt nationella bestämmelser i länder som ligger i framkant med utrullning av helautomatiserade fordon inkluderas i utredningen.

Följande legala frågor kopplade till mobilitetstjänst med helautomatiserade fordon har identifierats:

- Typgodkännande av fordon
- Ansvarsfrågan
- Hantering av data
- Haverikommission för AV
- Lagkrav på tjänst

För kompletterande information se nedan samt bilagan *Stöd till projektet "Färdplan autonom mobilitet"* avseende vissa legala frågor som tagits fram av Jenny Lundahl på RISE som en del i arbetet med färdplanen.

### 5.1 Typgodkännande av fordon

Det finns i huvudsak två olika system för godkännande inför ibruktagande av fordon. Inom EU används typgodkännande. En typgodkännandemyndighet utvärderar fordonet och intygar att det är säkert (att det uppfyller tillämpliga krav). Tillverkaren har dock ändå kvar ett övergripande ansvar för fordonets säkerhet under hela dess livslängd. I vissa andra länder, t.ex. USA, används i stället självcertifiering. Då är det i princip tillverkaren som skall säkerställa att fordonet är säkert (att det möter de standarder som finns) och myndigheternas roll är att agera när det inte fungerar. I Sverige finns det bestämmelser om godkännande av fordon – typgodkännande och enskilt godkännande – i fordonslagen (2002:574) och tillhörande fordonsförordning (2009:211).

Transportstyrelsen är den myndighet som prövar frågor om godkännande av fordon i Sverige. Transportstyrelsen har behörighet att utfärda och, i förekommande fall, återkalla intyg om godkännande.

EU har nyligen uppdaterat/kompletterat sin lagstiftning kring AV och ADS genom Kommissionens genomförandeförordning 2022/1426 om tillämpningsföreskrifter för Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/2144 vad gäller enhetliga förfaranden och tekniska specifikationer för typgodkännande av automatiska körsystem i helautomatiserade fordon.

Denna förordning medför nu att man kan få typgodkännande i små serier upp till 1500 fordon per modell och år samt enskilt godkännande inom EU, för helautomatiserade fordon. Denna förordning innefattar också planerad driftsmiljö vilket innebär att man inte bara måste söka om nytt typgodkännande om fordonet uppgraderas, utan även ifall driftsmiljön förändras.

Förordningen innehåller följande: tillämpningsområde, definitioner, tekniska specifikationer för typgodkännande, ikraftträdande, informationsdokument, prestandakrav, bedömning av överensstämmelse samt EU-typgodkännandeintyg.

Redan nu har EU-kommissionen meddelat att denna förordning kommer att ses över till juli 2024.

Det finns även möjlighet att få nationellt typgodkännande, i små serier (max 250 fordon per år och modell) samt enskilt godkännande. Sveriges lagstiftning har dock ej blivit uppdaterad med avseende på helautomatiserade fordon, så här föreligger det en osäkerhet vad myndigheterna kommer att kräva eller tillåta. (Ref. fordonslagen (2002:574), tillhörande fordonsförordning (2009:211) samt TSFS 2016:22).

I nuläget räcker det inte heller med ett typgodkännande för att kunna köra helautomatiserade fordon på allmänna vägar i Sverige, för detta krävs även tillstånd för försöksverksamhet (förordningen [2017:309] om försöksverksamhet med automatiserade fordon och Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om tillstånd att bedriva försök med automatiserade fordon [TSFS 2021:4]). Denna tillståndsprövning kommer att kvarstå fram tills lagändringar sker i Sverige. (Ref. Ds 2021:28)

## 5.2 Ansvarsfrågan

Ett fordon kan aldrig vara straffrättsligt ansvarigt. Om ett fordon inte kan vara ansvarig för en överträdelse, vem kan då straffas? Det behövs en anpassning av regelverket till den nya situationen för att skapa förutsebarhet och rättssäkerhet kring ansvarsfrågorna redan innan något händer. En tydlig ansvarsreglering är sannolikt även en förutsättning för att den nya tekniken ska få tillräcklig acceptans i samhället. (Ref. Ds 2021:28).

Ansvarsregler baseras till viss del på internationell och EU-rätt, men exempelvis straffrätt är i regel nationell. I Sverige, liksom andra länder, pågår ett arbete med att skriva om lagstiftningen med avseende på automatiserad körning.

I det uppdaterade lagförslaget från 2021 föreslås i korthet följande ansvarsfördelning: En ny förarroll introduceras – förare i beredskap. Föraren i beredskap ska som utgångspunkt inte ansvara för hur det automatiserade körsystemet utför sina uppgifter, men han eller hon måste ta över kontrollen om körsystemet begär det. Underlåtenhet att göra så kan medföra ett straffansvar. Fordonets ägare ansvarar för att trafikförsäkra fordonet och även för att trafikregler följs under automatiserad körning. Vid eventuella trafikförseelser tas en sanktionsavgift ut av ägaren, om inte förseelsen berott på ett fel i körsystemet som legat utanför ägarens kontroll. Tillverkare med flera ansvarar för att fordon är säkra (produktsäkerhetsansvar) och har ett ekonomiskt ansvar för skador som beror på en säkerhetsbrist. (Ref. Ds 2028:21).

## 5.3 Hantering av data

Automatiserade fordon samlar in en mängd olika typer av data för att säkerställa att körningen blir säker och effektiv, för diagnostik- och förbättringsändamål samt för att förbättra användarens upplevelse. Dessa fordon använder bland annat sensorer, kameror, satellitmottagare och radar för att navigera säkert på vägen och för att uppfatta hur fordonet och omgivningen ter sig samt reagera på omgivande föremål och händelser. Data om fordonet och dess omgivning samlas in och tolkas för att agera genom att styra, accelerera, bromsa osv.

Data som det automatiserade fordonet hanterar kan avse bland annat: fordonets position, hastighet, riktning, broms- och gasförhållanden; data om väder,

ljusförhållanden och andra faktorer som kan påverka fordonets prestanda; drifts- och systemstatus, bränsle-/batterinivå, temperatur m.m. för att hålla reda på att fordonet fungerar som det ska; samt omgivande föremål och händelser som fordonet kan behöva reagera på. I ADS lagstiftningen (EU) 2022/1426 finns ett eget kapitel (9) som beskriver datakrav för det automatiska körsystemet och särskilda dataelement för registreringsapparater för händelsedata i helautomatiserade fordon.

Det finns flera regelverk som behöver beaktas avseende databehandling med automatiserade fordon som avser hantering och skydd av personuppgifter. Förordningen om skydd för fysiska personer med avseende på behandling av personuppgifter och om det fria flödet av sådana uppgifter (GDPR) (EU) 2016/679 behöver följas och kommer att kräva anonymisering av data, i de fall där det inte finns samtycke av den registrerade, exempelvis filmning av omgivningen runt fordonet.

Det finns även ett förslag på förordning om respekt för privatlivet och skydd av personuppgifter i samband med elektronisk kommunikation 2017/0003 (COD), ersätter Direktiv 2002/58/EC. Skälet med detta förslag är att öka skyddet av personuppgifter vid elektronisk kommunikation. Här behöver man bevaka lagstiftningsförslaget samt se över hur personuppgifter skickas mellan användare och parter i mobilitetstjänsten.

Det finns också ett förslag på förordning om harmoniserade regler för skälig åtkomst till och användning av data (data akten) 2022/0047 (COD). Syftet med förordningen är att säkerställa en rättvis fördelning av datauppgifternas värde bland aktörerna i dataekonomin och att främja åtkomsten till och användningen av data.

## 5.4 Haverikommission för AV

Automatiserad körning har på sikt potential att bidra till ett minskat antal olyckor (se Ds 2021:28 s. 155 f. och där angivna referenser (som finns i bilaga *Stöd till projektet "Färdplan autonom mobilitet"*)). Men olyckor kommer fortfarande att ske.

Statens haverikommissions arbete med undersökning av olyckor:

I lagen (1990:712) om undersökningar av olyckor och tillhörande förordning (1990:717) om undersökning av olyckor finns regler om undersökning från säkerhetssynpunkt av allvarliga olyckor inom vägtrafik, luftfart, sjöfart och järnvägstrafik. (Inom luftfart och sjöfart finns EU-lagstiftning som styr, men inte när det gäller vägtrafik.) Ett fristående undersökningsorgan, Statens haverikommission (SHK), har ansvar för undersökningarna (men kan överlåta undersökningsansvaret till någon annan myndighet eller något annat organ). Tröskeln för att påbörja en utredning är olika hög för olika typer av olyckor och när det gäller vägtrafik är inriktningen att SHK endast ska utreda de allvarligaste olyckorna. I praktiken har SHK inriktat sig på olyckor med yrkesmässig trafik.

Den här lagstiftningen är tillämplig oavsett de inblandade fordonens automatiserings- eller utrustningsnivå. Den kan alltså hantera utredningar avseende olyckor eller tillbud med automatiserade fordon. Dock kan det behövas en särskild kompetens hos de som ska utföra utredningarna. Utredningarna syftar till att klargöra händelseförlopp och olycksorsaker samt ge underlag för åtgärder som kan förhindra en upprepning. Det handlar alltså om hur vi ska lära av olyckan för att trafiken ska bli säkrare i framtiden. SHK utreder också räddningstjänstens insatser. Däremot hanterar inte SHK frågor om skuld eller ansvar.

Kompletterande information behövs från Transportstyrelsen om hur processen för inrapportering ser ut, vem som tar emot, osv

Enligt nya EU-förordningen för ADS (2022/1426) så ingår rapportering under drift. Tillverkaren ska utan dröjsmål anmäla säkerhetskritiska händelser till typgodkännandemyndigheter, marknadskontrollmyndigheter och kommissionen.

Kritisk händelse: varje händelse där det automatiska körsystemet är aktiverat vid en kollision och där:

- a) minst en person ådrar sig en skada som kräver sjukvård och detta beror på att personen befunnit sig inuti fordonet eller varit inblandad i händelsen.
- b) det helautomatiserade fordonet, andra fordon eller stillastående föremål åsamkas en fysisk skada som överskrider ett visst tröskelvärde, eller en krockkudde aktiveras i ett fordon som är inblandat i händelsen.

## 5.5 Lagkrav på tjänst

Beroende på hur mobilitetstjänsten kommer att definieras så påverkar det många regleringar vad gäller exempelvis tillstånd, upphandling, utrustning, behörigheter och kontroll av trafik. För persontransporter kan mobilitetstjänsten i nuläget antingen definieras som kollektivtrafik eller taxiverksamhet.

### 5.5.1 Kollektivtrafik

Kollektivtrafik definieras som persontransporter av allmänt ekonomiskt intresse som erbjuds allmänheten fortlöpande och utan diskriminering. Definitionen finns i EU:s kollektivtrafikförordning (EG) 1370/2007 artikel 2 a.

För kollektivtrafik i Sverige så gäller förordningen (2011:1126) om kollektivtrafik samt lagen (2010:1065) om kollektivtrafik.

I kollektivtrafiklagen (2010:1065) finns en hänvisning till denna definition.

Till kollektivtrafik räknas inte:

- beställningstrafik och chartertrafik
- rundresor där passagerarna åker tillbaka till samma utgångspunkt
- trafik som anordnas vid särskilda evenemang
- resor där logi eller andra turisttjänster ingår i resan
- resor där det huvudsakliga syftet är något annat än själva persontransporten

Undantagen framgår av regeringens proposition 2011/12:76 komplettering av kollektivtrafiklagen.

Regionen och/eller kommunerna inom ett län ansvarar för den regionala kollektivtrafiken.

I varje län ska det finnas en regional kollektivtrafikmyndighet som regelbundet i ett trafikförsörjningsprogram skall fastställa mål för den regionala kollektivtrafiken.

Ett kollektivtrafikföretag som har för avsikt att på kommersiell grund bedriva kollektivtrafik ska anmäla detta till berörd regional kollektivtrafikmyndighet.

Detsamma gäller när ett kollektivtrafikföretag avser att upphöra med att bedriva sådan trafik.

Upphandling av kollektivtrafik är reglerad enligt lagen (2016:1145) om offentlig upphandling och lagen (2016:1146) om upphandling inom försörjningssektorerna. En ny upphandling har en lång hanteringsprocess, upp till 2 år. Om man istället kan göra ett tillägg på en befintlig upphandling så går det snabbare och är att föredra.

Privata företag kan delta i upphandlingar om färdtjänst och andra liknande tjänster på samma sätt som de gör idag. Nya privata aktörer bör inneha ett bolagstillstånd samt ett transportstillstånd. Diskussion med Transportstyrelsen efterfrågas.

En buss får föras i kollektivtrafik endast av den som har ett giltigt yrkeskompetensbevis lag (2007:1157) samt korrekt körkortsbehörighet för fordonet, enligt körkortslagen (1998:488).

### 5.5.2 Taxitrafik

Med taxitrafik avses trafik som bedrivs yrkesmässigt med personbil eller lätt lastbil och som innebär att fordon och förare mot betalning ställs till allmänhetens förfogande för transport av personer.

För taxitrafik i Sverige så gäller taxitrafikförordningen (2012:238) samt taxitrafiklagen (2012:211).

För att bedriva taxiverksamhet krävs ett taxitrafiktillstånd och får endast ges till den som med hänsyn till yrkeskunnande, ekonomiska förhållanden och gott anseende bedöms vara lämplig att bedriva verksamheten.

Den som söker taxitrafiktillstånd ska ha tillräckliga ekonomiska resurser för att på ett tillbörligt sätt kunna starta och driva företaget. Vid prövningen av detta ska främst likviditet och soliditet beaktas.

Det krävs även taxameterutrustning i fordonet eller en anslutning till beställningscentral ifall detta saknas.

En personbil eller en lätt lastbil får föras i taxitrafik endast av den som har rätt körkortsbehörighet för fordonet, enligt körkortslagen (1998:488) samt

1. har en giltig taxiförarlegitimation, eller
2. tillfälligt utövar taxiföraryrket i Sverige enligt lagen (2016:145) om erkännande av yrkeskvalifikationer och de föreskrifter som meddelas i anslutning till den lagen. Lag (2016:152).

En särskild registreringsskylt krävs för ett fordon som skall användas i taxitrafik.

### 5.5.3 Förarbehörigheter

Eftersom helautomatiserade fordon kommer att köras/hanteras på ett nytt sätt i kollektivtrafik eller taxitrafik så skulle det vara bra att se över yrkeskompetensbevis/taxiförarlegitimation som krävs för dessa fordon. Det skulle också vara bra om man säkerställer att utbildningen för att få denna behörighet drivs ifrån en gemensam myndighet, för att få en likvärdig utbildning på olika orter.

Kollektivtrafikoperatörerna tillämpar för säkerhetsförare ombord på autonoma fordon i det ovan nämnda regelverket att:

En buss får föras i kollektivtrafik endast av den som har ett giltigt yrkeskompetensbevis (lag 2007:1157) samt korrekt körkortsbehörighet för fordonet, enligt körkortslagen (1998:488).

#### 5.5.4 PUDO för påstigning/avstigning

Kollektivtrafik använder sig i huvudsak av busshållplatser för att hantera påstigning och avstigning av passagerare.

Taxi använder sig i huvudsak av parkeringar för personbilar, taxiparkering, etc.

Taxi får stanna på en busshållplats, men bara för att passagerare ska kunna kliva i eller ur och under förutsättning att du inte hindrar buss, spårvagn eller skolskjuts.

Det skulle underlätta om trafikförordningen (1998:1276) ändrades så att staden kan upplåta plats (C40 ändamålsplats) som är dedikerade till helautomatiserade fordon, som ingår i en mobilitetstjänst. Detta för att säkerställa att det finns en ledig plats där säker påstigning/avstigning av passagerare kan ske.

## 6 Stadens perspektiv

De flesta städer har stora utmaningar i transportsystemet såsom olyckor, utsläpp, trängsel, buller och belastning på infrastrukturen. För att få bukt med dessa problem har samhällsaktörer traditionellt byggt ut den fysiska infrastrukturen och gett privatbilismen en central roll i stadsplaneringen. Synen på stadsmiljöer och privatbilism står dock inför ett skifte. Stadsplaneringen går alltmer mot att underlätta för ett liv utan privatbilism och rörelsefriheten ska säkerställas genom förbättrad infrastruktur för gång- och cykeltrafikanter, utbyggd kollektivtrafik och utveckling av nya mobilitetstjänster. I denna transformation kommer digitalisering, automatisering och tjänsteutveckling spela en viktig roll för människors mobilitet och tillgänglighet.

Automatiserade fordon tillskrivs vidare en mängd positiva egenskaper såsom ökad trafiksäkerhet, förbättrad kapacitet och minskade utsläpp. Det återstår dock fortfarande frågor kring var fordonen kommer köra, hur de kommer användas och hur de kommer tas emot av samhället och medborgarna. Det är heller inte säkert att denna form av ny mobilitet endast medför positiva effekter, utan det är troligt att oönskade systemeffekter kommer att uppstå om stadens aktörer tar en passiv roll i utvecklingen. Det är därför viktigt att aktörerna arbetar proaktivt för att de autonoma fordonen ska integreras väl i staden och därmed bidra till ett transporteffektivt och hållbart samhälle.

### 6.1 Stadens mål

Demokratiska processer på nationell, regional och lokal nivå utgör grunden för de målsättningar som sätts för samhällets utveckling, inklusive resor och transporter. Utgångspunkten för de mål som satts för transportsystemet är FNs hållbarhetsmål, Agenda 2030. Myndigheter, inklusive kommuner och regioner har en central roll för genomförandet av Agenda 2030 och kommuner och regioner uppmanas integrera målen i deras strategier för utveckling (SKR, 2023).

Stadens utvecklingsmål och uppdrag formuleras bland annat i reglementen för de kommunala förvaltningarna, politiska uppdrag samt kommunövergripande planer och program. Stadens årliga budget som beslutas av kommunfullmäktige är det överordnade styr- och inriktningsdokumentet. För att uppnå de uppsatta målen tar kommunen stöd i de styrdokument som upprättas av förvaltningarna och beslutas av de politiska nämnderna.

I Göteborgs stads plandokument *Trafiknämndens strategiska plan för trafikinnovation inom elektrifiering, digitalisering och automatisering 2020-2023* (Göteborgs Stad, 2020) beskrivs trafikkontorets principer och tillvägagångssätt för arbetet med innovation. Planen inkluderar även de områden som trafikkontoret skall fokusera på 2020-2023.

I plandokumentet framkommer att trafikkontoret bör prioritera innovationer som:

- kan förbättra trafikflödena i staden
- är ekonomiskt överkomliga att utveckla, implementera och nyttja
- leder till ökad energieffektivitet
- är fossilfria, kanske till och med koldioxidneutrala
- minskar utsläpp och buller från trafiken
- bidrar till ökad trafiksäkerhet
- är mer yteffektiva
- är tillgängliga för alla och bidrar till en mer sammanhållen stad.

## 6.2 Samhällseffekter

När en ny mobilitetslösning ska implementeras i befintlig stadsmiljö och infrastruktur så uppstår naturligt både möjligheter och utmaningar. Än fler trafikslag ska samsas och konkurrera om samma plats och samma trafikanter vilket kan påverka allt från markanvändning till resenärsbeteenden. Implementering av autonoma, elektrifierade och delade mobilitetstjänster i staden kommer att medföra att nya roller uppstår i transportsystemet. Denna typ av tjänst kan ersätta behovet av privatägda fordon och taxiresor, samtidigt som tjänsten kan komma att komplettera, likväl som konkurrera, med den traditionella kollektivtrafiken, gång och cykel. Det sätt som de nya smarta mobilitetstjänsterna kommer utveckla sig kommer påverka utfallet för vilka samhällseffekter som uppstår.

I en nederländsk (Milakis et al., 2015) studie konstateras att automatiserade fordon kommer ha en påverkan på sådant som restid, reskostnad, vägkapacitet, trafikarbete, bilinnehav, markanvändning, parkering, bränsleeffektivitet, energiåtgång, utsläpp, trafiksäkerhet, samt andra fördelningseffekter. Kopplat till samhällseffekter har fem drivande krafter identifierats vilka kommer påverka utvecklingen av autonoma fordon och deras roll i transportsystemet: *Teknologi, Policyer, Ekonomi, Användarattityd och Miljö*. I en svensk studie från VTI framhävs vidare att de långsiktiga samhällsnyttorna med självkörande fordon inte främst påverkas av den teknologiska utvecklingen, utan snarare av vilken funktion den nya mobilitetslösningen får i staden. Det handlar om vilka effekter de nya mobilitetslösningarna får på trafiksystemet och samhällsplaneringen i stort. (VTI, 2017) Enligt studien från VTI finns det risker med långsam och svag offentlig styrning kring autonoma mobilitetstjänster. Önskade systemeffekter såsom ökad trängsel kan uppstå.

I en studie från K2 (2021; Hultén, o.a., 2021) lyfts omgivningens påverkan på smart mobilitet fram. Utvecklingen av mobilitetslösningar påverkas av människors och organisationers beteenden, likväl som av regelverk, institutioner och offentlig styrning.

Enligt studien från K2 involveras medborgarna i begränsad omfattning vid utveckling av nya mobilitetstjänster. De tillskrivs ofta rollen som användare/kunder, vilka använder och betalar för en tjänst. Mer sällan deltar de i sin roll som medborgare i dialogen om den offentliga sektorns tjänster och erbjudanden. Vidare kräver stadens höga ambitioner om tillgänglighet och minskade utsläpp medborgarnas engagemang. För att minska risken för oönskade socioekonomiska effekter, såsom ojämlik tillgänglighet i förorter, på landsbygd eller i andra områden med lägre betalningsförmåga, behöver allmänheten inkluderas. Även SKR (2018) framhäver vikten av att inkludera medborgarna i dialogen för att få en bättre förståelse för deras inställning och attityd.

Simuleringar av förarlösa mobilitetstjänster har vidare visat att affärsmodellen spelar en viktig roll för hur tjänsten kommer att användas, och därmed också för vilka effekter som tjänsten medför. En prismodell där användaren betalar en liten (eller ingen) startavgift och därefter per körd kilometer leder till att användare väljer att ersätta kortare gång-, cykel-, eller kollektivtrafikresor i städer. Samtidigt visar även vissa simuleringar att endast 10-15% av fordonsflottan för privata bilar skulle behövas för att uppfylla transportbehovet om resorna utfördes av förarlösa taxibilar (Hultén, o.a., 2021).



### 6.3 Det offentliga roll och styrning

Transportsystemets utveckling styrs på såväl nationell nivå som regional och lokal nivå. Utöver detta så tillkommer EU-nivån och internationella samarbeten som UNECE. Myndigheter på samtliga nivåer, inklusive regionala och kommunala, har en viktig roll för utvecklingen av framtidens mobilitetslösningar i Sverige.

Smarta mobilitetstjänster, såsom autonom mobilitet, är vidare inte bara ett mål i sig självt, utan snarare ett medel för att nå andra uppsatta mål. För att nå uppsatta mål behövs ett medvetet förhållningssätt hos offentliga aktörer. Flera studier pekar på behovet av styrning från det offentliga för att uppnå fördelarna och reducera oönskade systemeffekter som kan uppstå till följd av ny och smart mobilitet.

Det kan innebära att offentliga aktörer antar en proaktiv strategi där de väljer att agera för att driva fram nya lösningar i egen regi, i samverkan med andra eller genom att skapa förutsättningar för marknadens aktörer. Offentliga aktörer kan även anta en reaktiv strategi som reglerar och styr nya mobilitetslösningar i efterhand mot uppsatta mål. Valet av strategi bör utgå från respektive organisations resurser och förmåga. Det kommer sannolikt vara en stor utmaning för offentliga organisationer att utveckla tillräcklig kompetens och organisatorisk förmåga för att kunna agera på ett proaktivt sätt (Karlsson, o.a., 2022).

I *Trafiknämndens strategiska plan för trafikinnovation inom elektrifiering, digitalisering och automatisering* så beskriver Göteborgs stad vidare Trafikkontorets roll avseende trafikinnovation utifrån tre perspektiv: *Förvaltningens eget behov*, *Särskilda territoriella satsningar* och *Väghållarmyndighetens tjänster*. Dessa tre roller beskrivs mer ingående i nedanstående kapitel 6.3.1-6.3.3 men med ett bredare perspektiv.

#### 6.3.1 Staden som utvecklare av staden och verksamheten

Förvaltningens eget behov av transformativ och radikal förbättring av kärnverksamheten handlar om att staden behöver möta samhällsutmaningar och leverera mer nytta för pengarna med hjälp av innovation (Göteborgs Stad, 2020). En del av detta arbete handlar om att utveckla styrmedel som leder mot detta mål.

Offentliga aktörer har riktlinjer och strategier som anger ramarna för verksamheten och vägleder tjänstemännen i sitt arbete. Många styrmedel som finns idag för offentliga aktörer att förfoga över kommer även vara aktuella i framtiden när nya mobilitetslösningar implementeras. Offentliga aktörer, såsom kommuner, måste fundera över hur dessa styrmedel ska användas och om de ska ha en proaktiv eller reaktiv strategi för sin styrning av ny mobilitet.

Instrument som används för styrning av smart mobilitet är idag ofta inriktade mot de verksamheter som tillhandahåller smarta mobilitetstjänster. Exempel på regleringar idag är geofencing, zonindelningar, förbud, maxantal och avgifter. Styrmedel är dessutom ofta ömsesidigt beroende av varandra. Skatter syftar exempelvis till att påverka människors beteenden, samtidigt som de möjliggör investeringar i andra styrmedel.

Framgent så spås tillgången till data bli en viktig komponent för kommuner och andra offentliga aktörer att effektivt använda styrmedel. Det kan exempelvis handla om att utöva geofencing inom vissa zoner, eller att prioritera kollektivtrafik i trafiksystemet. Data kommer också vara viktigt för att kunna övervaka, planera och prognosticera trafikflöden (Hultén, o.a., 2021).

I framtiden kan det t.ex. bli aktuellt för offentliga aktörer att styra för att fordon i en högre utsträckning ska bli en delad resurs för att oönskade systemeffekter ska undvikas.

### 6.3.2 Staden som innovationsplattform

Det krävs mer forskning och testverksamhet om automatiserade fordon och deras funktion i stads- och trafikmiljö. Det behövs därför kommuner som vill ta en aktiv roll i utvecklingen av framtidens autonoma mobilitetslösningar (SKR, 2018).

Offentliga aktörer behöver också säkerställa systematiskt lärande vid implementering av ny mobilitet genom att följa utvecklingen. Förståelse krävs för den tekniska utvecklingen likväl som för hur nya mobilitetslösningar påverkar människors och organisationers attityder och beteenden. Det finns därför andra typer av styrmedel vilka har som syfte att skapa kunskap om nya mobilitetstjänster och deras reglering, och som riktar sig till myndigheten. Styrmedlen som används är processuella, såsom pilotprojekt, demos, regulatoriska sandlådor, utvärderingar, användargrupper och finansiering för forskning och innovation (Tillväxtanalys, 2022).

I Trafiknämndens plandokument (Göteborgs Stad, 2020) i Göteborgs stad framgår bland annat att det finns flera fördelar med att upplåta staden som testbädd för test av nya produkter och innovationer. Det handlar dels om att nya lösningar kan tas fram i samverkan med staden, dels att Göteborgs stad blir attraktivt ur ett näringslivsperspektiv.

### 6.3.3 Staden som väghållare

Väghållaransvaret är i korthet uppdelat mellan Trafikverket, kommuner och enskilda fastighetsägare. Enligt väglagen (1971:948) har kommunen väghållaransvaret inom ett kommunalt väghållningsområde. Väghållningsområdet omfattar planlagt område i tätort, områden i och intill tätort som planeras för exploatering inom de närmaste åren (3-5 år), samt planlagda områden i tätortens närhet vilka prövas utifrån önskemål om rationell väghållning (Trafikverket, 2022).

Trafikverket (2022) beskriver på sin hemsida att väghållning handlar om byggande och drift av väg. För drift av väg ingår åtgärder som att:

- Säkerställa trafikens framkomlighet (t.ex. genom snöplogning och reparationer)
- Bibehålla vägens standard (t.ex. genom förnyelse av slitlager och vägmarkeringar)
- Förbättra vägens standard (t.ex. genom förstärkning av vägens bärighet)
- Hålla vägen ren (t.ex. genom sopning och ogräsbekämpning)
- Eller att på annat sätt hålla vägen i ett tillfredsställande skick.

Kommuner har också rollen att meddela trafikföreskrifter för de vägar kommunen är väghållare för. Trafikföreskrifter ska i de flesta fall märkas ut genom vägmärken eller vägmarkeringar. Dock representerar inte alla vägmärken eller vägmarkeringar en trafikföreskrift, exempelvis varningsmärken (Transportstyrelsen, 2018).

Väghållarmyndighetens tjänster är en förutsättning för att företag och forskare ska kunna utveckla sin kunskap, sina produkter och tjänster. Göteborgs stad (2020) beskriver att väghållaransvaret kopplat till innovation kan handla om upplåtelse av mark, bygglov, tillåtelse till tester eller dispenser. Utöver detta kan väghållaransvaret handla om att bedriva skötseln av vägarna på ett sådant sätt att hinder för den nya

autonoma mobilitetslösningen minimeras. Det är inte nödvändigt att kommunen deltar aktivt för att testerna ska komma tillstånd, men ibland kan initiativen sammanfalla med kommunens egna behov.

#### 6.3.4 Stadens plan- och strategiarbete

Kommunens främsta ansvar har de genom planansvaret. Genom planarbetet med t.ex. detaljplaner kan de bedriva transportplanering i kommunen, men också påverka utformning och lokalisering av bebyggelse och verksamheter i kommunen. Med planläggning och detaljplaner reglerar kommunen vilken markanvändning som är tillåten, vilket påverkar behovet och flödet av transporter. Det är möjligt att precisera användningen i detaljplan och styra utformningen på allmän platsmark och kvartersmark med egenskapsbestämmelser. Precisering kan handla om t.ex. parkeringsplatser för allmän platsmark och användningen av parkering för kvartersmark så att den begränsas till vissa typer av transportmedel (Boverket, 2020).

Ett alternativ för kommuner är att inkludera frågan om automatiserade fordon i det plan- och strategiarbete som sker löpande. I planeringsarbetet är det viktigt för städer att ha förståelse för utvecklingen av automatiserade fordon och dess påverkan på vägkapacitet- och trafikflöden. SKR ger exempel på att det kan vara bra att planera för zoner vilka är avsedda för att introducera automatiserade fordon inom, i syfte att minska den initiala negativa inverkan som fordonen kan medföra. Allt eftersom kan zonerna utvidgas i takt med att fordonen blir fler (SKR, 2018).

Vidare omnämns frågor som lokalisering och hantering av parkering, integrerad planering och förhindrande av städers utbredning vara viktiga frågor för städer att hantera i framtiden. Dessa frågor kan ha en betydande påverkan på delning av fordon. SKR menar vidare att planeringen kan fokusera på att hitta nya sätt att nyttja stora centrala ytor som idag används till parkeringsområden och att mobilitet och stadsplanering behöver integreras på ett sådant sätt att det möjliggör för privatpersoner att leva utan privatägda fordon.

#### 6.3.5 Kollektivtrafik

Kollektivtrafik definieras i EU:s kollektivtrafikförordning 1370/2007 som persontransporter av allmänt ekonomiskt intresse som erbjuds allmänheten fortlöpande och utan diskriminering. Förordningen fastställer de berörda myndigheternas möjligheter att vidta åtgärder för att tillgodose behovet av kollektivtrafik på ett sätt som är förenligt med Europeiska unionens bestämmelser om statligt stöd. Myndigheternas kollektivtrafik är vidare belagd med allmän trafikplikt, och Transportstyrelsen kontrollerar att regionala kollektivtrafikmyndigheter (RKM) följer Kollektivtrafiklagen (2010:1065).

Regionerna har tillsammans med kommunerna ansvar för att det ska finnas lokal- och kollektivtrafik för medborgarna inom det geografiska området. Ansvaret kan vara gemensamt, men det är också möjligt att enbart regionen eller enbart kommunen ansvarar för kollektivtrafiken. I praktiken bedrivs merparten av kollektivtrafiken av de regionala kollektivtrafikmyndigheterna i Sverige.

Det kan vidare beskrivas som att två typer av kollektivtrafik finns i samhället: trafik som samhället upphandlar och finansierar, samt kommersiell trafik. Enligt Kollektivtrafiklagen (2010:1065) är det fritt för privata bolag att etablera kommersiell trafik i en region utan ekonomiskt stöd från samhället, under förutsättningen att de anmäler detta till berörd regional kollektivtrafikmyndighet.

RKM ska göra en bedömning inför nya avtal om kommersiell trafik är ett alternativ till att upphandla kollektivtrafiken. Kommersiell kollektivtrafik finansieras helt genom biljettintäkter medan upphandlad kollektivtrafik finansieras till hälften av skattemedel och till hälften av affärsintäkter (SKR, 2017).

### 6.3.6 Automatiserade fordon och kollektivtrafik

Förarlösa fordon har enligt studier en stor potential att minska driftkostnaderna för kollektivtrafik och taxitjänster. Fordonen är ofta mindre än vanliga bussar vilket innebär att tillgängligheten till kollektivtrafik i störningskänsliga bostadsområden kan öka (Hultén, o.a., 2021).

Den förväntade tekniska och ekonomiska utvecklingen av automatiserade mobilitetstjänster kommer på sikt att radikalt förändra förutsättningarna för att bedriva kollektivtrafik. Dagens effektlogik med fasta linjenät och stora fordon som krävs för att erbjuda en attraktiv och kostnadseffektiv kollektivtrafik upphör då att gälla. Det är då rimligt att tro att det kommer finnas fler aktörer som vill och kan erbjuda kollektiva tjänster. Det kommer ge helt nya möjligheter för att företag och privatpersoner att lösa sitt transportbehov och på så vis bidra till en attraktivare stad.

Samtidigt pekar flera studier på vikten av att automatiserade fordon i städer inte bör ses som en ersättare till kapacitetsstark kollektivtrafik. I en rapport från SKR (2018) beskrivs det vara av stor relevans att automatiserade fordon integreras med ytsnåla färdmedelsalternativ. Man ser att autonoma mobilitetstjänster skulle kunna fungera som matartrafik till kollektivtrafikknypunkter, eller som anropsstyrd kollektivtrafik mellan kollektivtrafikstråk.

## 6.4 Fastighetsägarnas roll

Autonom mobilitet kommer att ha en påverkan även på fastighetsägarna i staden. I och med att tillgängligheten till platser som idag inte ligger i kollektivtrafikhärlägen ökar så kommer det bli mer attraktivt att bo på sådana platser. Således kan autonoma fordon bidra till att värdet på fastigheter ökar där tillgänglighet till traditionell kollektivtrafik är låg.

Autonoma fordon kommer också ha påverkan på parkeringsbehovet. Vid nybyggnation av fastigheter är det dyrt att etablera parkeringar och det skapar också hinder för fortsatt byggnation. Autonoma fordon kommer mest troligt att minska parkeringsbehovet och p-talet kan reduceras genom att andra mobilitetslösningar implementeras. Vidare kan autonoma fordon servas och laddas i fastigheter vilket gör att fastighetsägarna får en central roll. Fastighetsägare behöver då börja samarbeta med fordonstillverkare och operatörer för att bygga garagen på rätt sätt utifrån exempelvis laddplatser.

I Fastighetsägarnas (2018) rapport *Från parkering till mobilitet* så lyfts nycklar för en framgångsrik omställning upp. Följande områden pekas bland annat ut som särskilt viktiga för fastighetsägare att adressera i utvecklingen av autonoma mobilitetstjänster:

- Utveckla och pröva flexibla lösningar, som utgår från människors behov och beteenden, för att möta en snabb teknikutveckling
- Säkerställ en plan vilken tar hänsyn till ökade krav och förväntningar på mobilitetsåtgärder

- Säkerställ att utvecklingen av fastigheten som en plattform för mobilitetstjänster överensstämmer med fastighetsägarens förhållningssätt till mobilitetsåtgärder
- Var en aktiv samhällsbyggare som skapar värden för platsen och säkrar hyresgästens efterfrågan idag och i framtiden.

## 7 Färdplanen

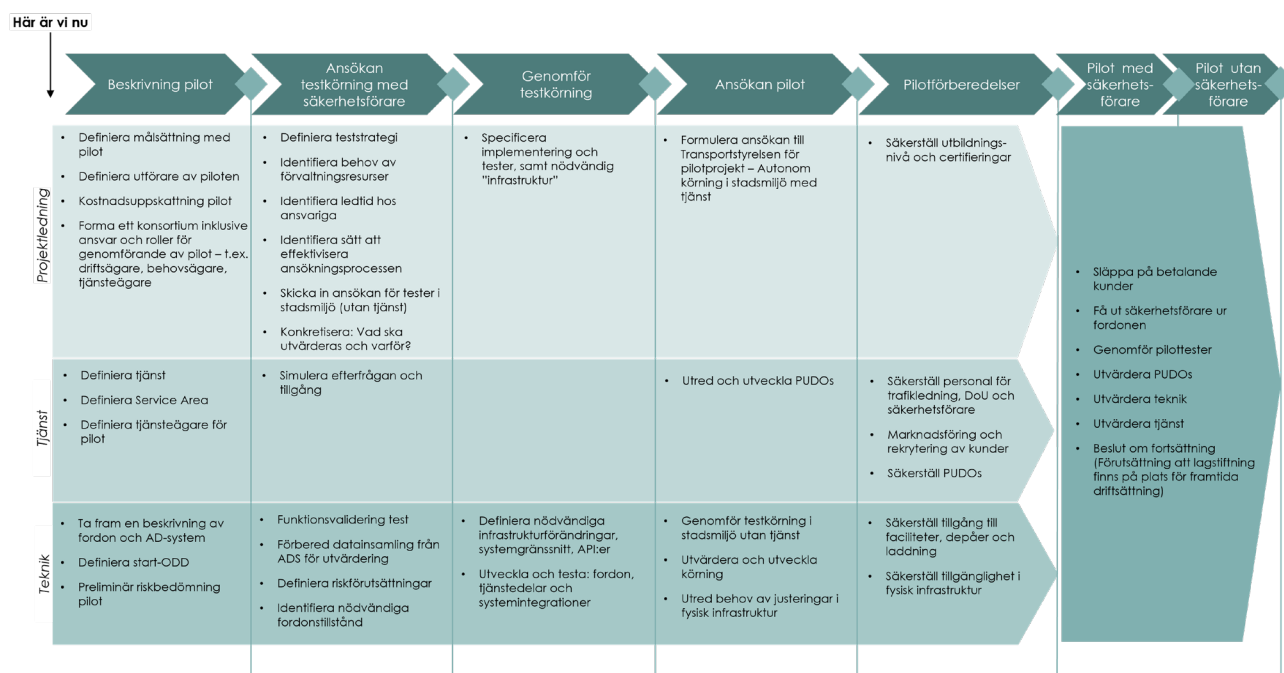
Bilden nedan beskriver den föreslagna färdplanen för att etablera tjänsten i det utpekade området i Göteborg. Samtidigt är målet för färdplanen att den skall kunna ses som generisk för en etablering i en stad.

Nuläget är längst till vänster i färdplanen. Den är indelad i faser och vägen mot en fullt etablerad tjänst har tre huvudsteg;

- Att köra fordonet (i det identifierade området), med säkerhetsförare ombord, men utan passagerare (faserna "Beskrivning Pilot", "Ansökan testkörning med säkerhetsförare", "Genomför testkörning")
- Att köra fordonet med säkerhetsförare ombord och med passagerare ("Ansökan pilot", "Pilotförberedelser", "Pilot med säkerhetsförare")
- Att köra fordonet utan säkerhetsförare ombord och med passagerare ("Pilot utan säkerhetsförare")

Efter att hela färdplanen är genomförd är tjänsten redo att etableras.

Denna uppdelning innebär att ansökan till Transportstyrelsen om att få köra görs i två delar, först för testkörning, och sedan som tjänst. De olika stegen och aktiviteterna i färdplanen beskrivs i denna rapport.



Figur 22 Färdplan för hållbara mobilitetslösningar baserade på autonom körning i komplex stadsmiljö. En större version av färdplanen visas i Bilaga 1. Färdplanen.

## 8 Summering och slutsatser

Den tekniska utvecklingen möjliggör med största sannolikhet introduktionen av en efterfrågestyrd mobilitetstjänst med självkörande fordon i komplex stadsmiljö inom några år. Utvecklingen drivs bland annat av stadens utveckling, hållbarhetsaspekter och behovet av kostnadsreduceringar för mobilitet. Vi, som resenärer, marknadsaktörer och offentlig sektor, behöver förbereda oss för denna utveckling. Denna studie har undersökt vilka steg som behöver tas, och vilka utmaningar det innebär idag, för att etablera en sådan tjänst. Detta sammanfattas i den presenterade färdplanen i kapitel 7.

Som det framgår av rapporten finns det ingen fastlagd väg till en etablerad tjänst. Färdplanen innefattar försök med både typ av tjänst, teknologi, stadsutveckling, och tillstånd. Vi har utformat tjänsten och piloten baserat på de ingående parternas tillgängliga fordon och tjänster.

Den initiala piloten kan komma att lösa ett faktiskt mobilitetsbehov och bidra till värde redan i sin första fas. För att kunna etablera tjänster för delad mobilitet i stadsrummet behöver det finnas platser där resenärerna kan gå på och av fordonen, PUDOs. Våra städer har mycket att vinna på att förbereda beslutsprocesser och strategier innan de första ansökningarna kommer. Piloter är värdefulla för att bygga kunskap och testa inte bara teknik och tjänst utan även beslutsprocesser.

Det finns centrala frågeställningar beträffande risker med autonoma fordon i en stadsmiljö:

- Ett första steg i riskanalysen är att definiera vad som är en acceptabel risknivå. Fordonet får inte öka risken för skador på åkande eller andra trafikanter jämfört med om det framförts av en mänsklig förare i samma körmiljö.
- Ett självkörande fordon behöver vara säkert under hela dess driftstid och behöver övervakas under hela dess livslängd. Standarden UL4600 föreskriver att kontinuerligt följa upp ett antal Safety performance indicators. Detta är mätetal som visar att säkerheten över tid inte försämras.
- Att rätt hantera risker kopplade till väder och halka för autonoma fordon är en förutsättning för att kunna upprätthålla en funktionalitet under hela året.

Projektets bedömning är att den första implementeringen av denna typ av tjänst sannolikt borde vara ett samarbete mellan privata och offentliga aktörer och där affärsmodellen bygger på att samtliga parter investerar i lösningen. Det skulle kunna innebära att till exempel en aktör som Västtrafik tar en roll och erbjuder mobilitetslösningen som en bredare definition av kollektivtrafik, men där intäkter även kan komma från privata aktörer som företag eller organisationer, samt att kostnader för utförande av tjänsten delvis subventioneras av de bolag som utför detta. Det i dagsläget enda alternativet till att definiera och erbjuda tjänsten som kollektivtrafik, är att definiera den som taxiverksamhet, se kapitel 5.5.

Detta innebär inte att den framtida tjänsten behöver drivas som kollektivtrafik, men det är kanske den snabbaste och enklaste vägen framåt i termer av en färdplan. Sannolikt behöver ett nytt trafikslag utöver kollektivtrafik och taxi definieras för tjänster baserade på autonom mobilitet.

Ansökningsprocessen till Transportstyrelsen är ännu inte standardiserad. Därför har vi strävat efter en iterativ process, och har landat i att vi ansöker i två steg. Första

steget avser framförande av fordon i stadstrafiken utan betalande resenärer, och syftar till att verifiera tekniken. I andra steget etablerar vi mobilitetstjänsten och tillåter resenärer. Fördelen med denna modell är att minska omfånget av, och därmed förenkla, ansökningsprocessen i respektive steg.



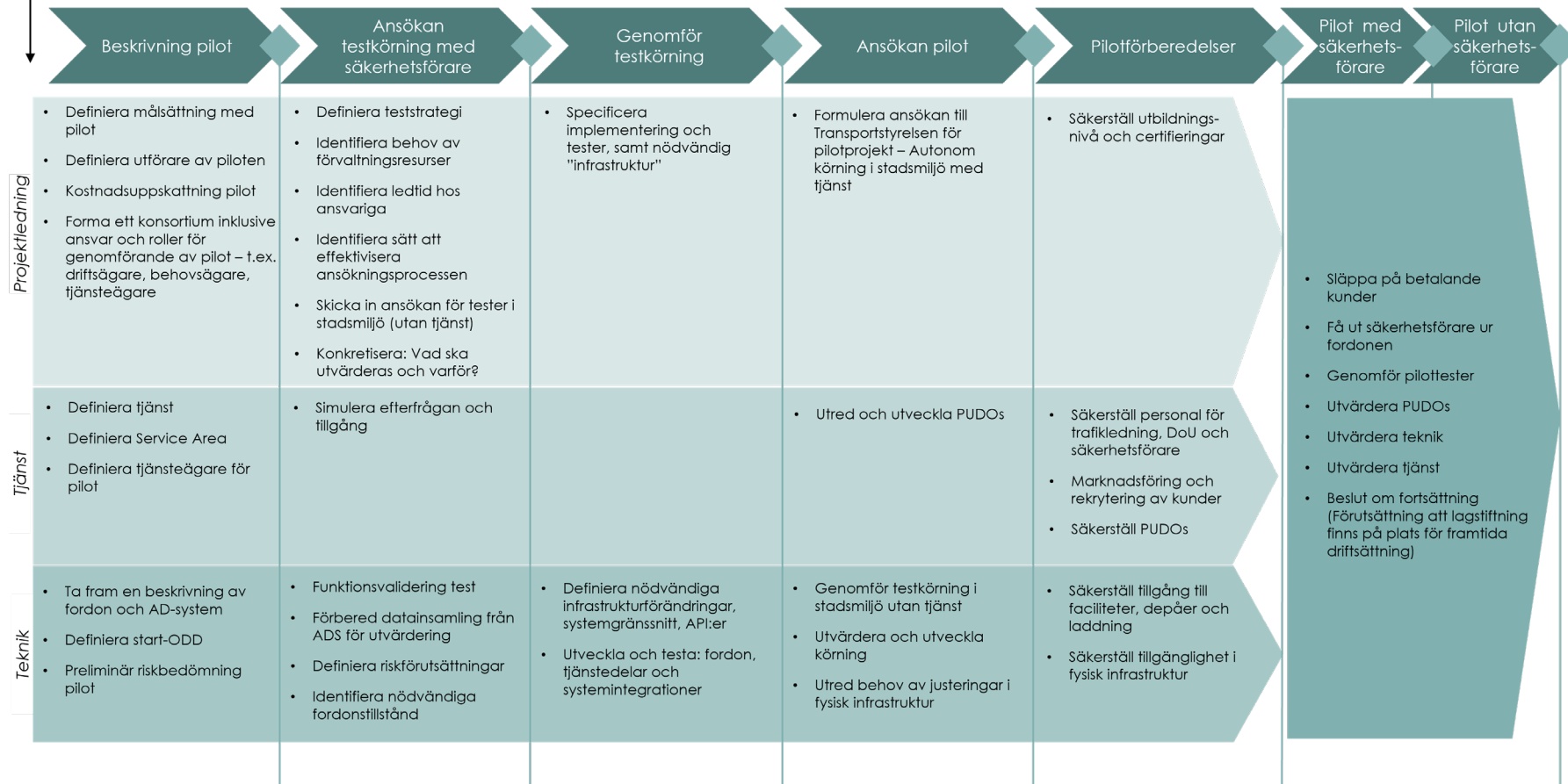
## 9 Referenser

- Boverket. (2020). *Godstransporter i detaljplanering*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/teman/godstransporter-i-fysisk-planering/godstransporter-i-planeringsprocessen/planeringsprocessens-delar/detaljplanering/>
- Boverket. (den 20 12 2022). *Användning av allmän plats*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/planbestammelser/anvandning-av-allman-plats/gata/>
- Burden, H., & Stenberg, S. (2022). *Konkurrens och kommunal kompetens - Det offentligas möjligheter i relation till marknaden för mobilitetstjänster*. Lund: K2.
- Electricity. (2021). *Passagerare positiva till självkörande bussar enligt en unik studie*. Hämtat från Passagerare positiva till självkörande bussar enligt en unik studie: <https://www.electricitygoteborg.se/sv/nyheter/passagerare-positiva-till-sjalkvkorande-bussar-enligt-en-unik-studie>
- Fastighetsägarna. (2018). *Från parkering till mobilitet – framtidssäkra fastigheter i ett nytt mobilitetslandskap*. Stockholm.
- Faxér, A. (2021). *Shared Shuttle Services S3 – phase 2*. DriveSweden.
- Gyllenhammar et al. (2022). Towards an Operational Design Domain That Supports the Safety Argumentation of an Automated Driving System. *Vinnova*.
- Göteborgs Stad. (2020). *Trafiknämndens strategiska plan för trafikinnovation inom elektrifiering, digitalisering och automatisering 2020-2023*. Göteborg.
- Hultén, J., Wildt-Persson, A., Alm, J., Almlöf, E., Hedegaard Sørensen, C., Paulsson, A., . . . Wallsten, A. (2021). *Att styra det nya. Samhällets styrning av och med smart mobilitet*. Lund: K2.
- Johansson & Koopman. (2022). Continuous Learning Approach to Safety Engineering.
- Karlsson, M., Rosén Löfstedt, T., Ivari, M., Viktor, S., Bengtsson, A., Eriksson, P., & Rudmark, D. (2022). *DigInfra, en kraftsamling kring städernas digitala infrastruktur*. Göteborg: Lindholmen Science Park.
- Klimat- och näringslivsdepartementet. (2018). *Vägen till självkörande fordon (SOU 2018:16)*.
- Klimator. (2023). *Real-time estimation in front of system*. Hämtat från Klimator: <https://www.klimator.se/ahead?hsCtaTracking=a57a33b7-02f6-48ca-8bd5-41e63f5eb3de%7C623bb2db-92dc-4c60-9e49-adb1f1158dbc>
- Koopman & Wagner. (2018). Toward a Framework for Highly Automated Vehicle Safety Validation. 2018 SAE World Congress.
- Milakis et al. (2015). *Development of automated vehicles in the Netherlands: scenarios for 2030 and 2050, T&P 1502*. Delft: The Netherlands: Delft University of Technology.
- Sjödén Turah, E. (2021). *5G Ride*. DriveSweden.

- Sjödén Turah, E. (2021). *Delta - Slutrapport*. DriveSweden.
- SKR. (2017). *Kollektivtrafikens kostnadsutveckling – en överblick*.
- SKR. (2018). *Automatiserade fordon i lokal och regional miljö*. Hämtat från SKR.
- SKR. (den 31 01 2023). *Styra med Agenda 2030*. Hämtat från <https://skr.se/skr/demokratiledningstyrning/styrningledning/organiserastyraleda/styrledningssystemarbetsatt/styraforresultat/styramedagenda2030.55221.html>
- Tillväxtanalys. (2022). *Utmaningar vid reglering av teknisk innovation – möjliga policyåtgärder. Rapport 2022:04*.
- Trafikkontoret Göteborgs Stad. (2019). *Eldsjal - Elektriska delade självkörande fordon i det framtida fossiloberoende transportsystemet*. Göteborg.
- Trafikverket. (2022). *Väghållaransvar*. Hämtat från Trafikverket: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/vaghallaransvar/>
- Transportstyrelsen. (2018). *Trafikföreskrifter*. Hämtat från Transportstyrelsen: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trafikregler/stfs---for-myndigheter-som-beslutar-trafikforeskrifter/om-stfs/Trafikforeskrifter-/>
- VTI. (2017). *Framtidsscenarier för självkörande fordon på väg*.

# 10 Bilaga 1. Färdplanen

Här är vi nu



## 11 Bilaga 2. Information om ingående parter och koncept

### 11.1 AFRY

AFRY är ett internationellt företag inom teknik, design och rådgivning. Företagets historia sträcker sig 125 år tillbaka och med 19 000 medarbetare i mer än 50 länder har AFRY en stark marknadsposition inom samhällsbyggnadssektorn. AFRY är aktiva inom tre huvudsakliga sektioner, *infrastruktur, industri och energi*, och står på en stark plattform i Europa med huvudkontor i Sverige men bedriver affärsverksamhet och har kunder över hela världen.

AFRY ger stort bidrag till den svenska forskningen avseende förarlösa samt uppkopplade fordon och erbjuder ingenjörstjänster inom båda områdena. Tillsammans med dig formar vi framtiden för en hållbar, autonom och uppkopplad transport.

På uppdrag av Trafikverket har AFRY tidigare arbetat med planering av vägtransportsystemet i samverkan med fordonsutvecklingen. Ett projekt med syfte att identifiera och rekommendera åtgärder i Trafikverkets digitala och fysiska infrastruktur som tar vara på digitaliseringens möjligheter, utvecklingen av fordonsflottan och tjänsteutvecklingen. Utgångspunkten var funktioner som idag samspelar med infrastrukturen och adresserar i första hand målet om ett trafiksäkert vägtransportsystem och rekommenderade åtgärder bedöms därför ge störst effekt på trafiksäkerheten, men de ger också positiv effekt på målen om klimat, tillgänglighet, luft och buller. Projektet resulterade i rekommenderade åtgärder för den digitala och fysiska infrastrukturen som bedömdes ge störst effekt på kort sikt men också möjliggöra framtida autonoma transporter.

### 11.2 AstaZero

AstaZero is the world's first full-scale independent test environment for future road safety. The name is a combination of ASTA Active Safety Test Area and Zero, which refers to the Swedish Parliament's vision for road safety with zero dead and seriously injured in traffic.

Located in Sweden with its heritage within vehicle active safety and with an ownership consisting of the institute RISE, AstaZero is uniquely positioned to take an active role in the transformation of society. The testbed provides unique capabilities needed in research, development and validation of self-driving and connected vehicles as well as the surrounding infrastructure.

AstaZero includes several test environments. Each one represents typical environments important for research and development within the area of automated vehicles and active safety. With access to exclusive communication networks, knowledge about vehicle set-up and sensors and with a flexible and real infrastructure, AstaZero serves as well as partner to industry, academy, institutes and authorities, as a venue for networking and collaboration.

## 11.3 CEVT


Automotive is in our DNA and intelligent mobility is our core.

Part of **Zeekr Intelligent Technology** / Geely Holding

- Founded in 2013
- Based in one of the European automotive clusters, Gothenburg Sweden at the Geely campus
- Global company occupying some 1700 R&D people, from over 30 nationalities
- Extensive Start-up engagement
- Innovation hubs worldwide
- Deliver to different automotive brands in the Geely family, such as ZEEKR, Geely Auto, Volvo Cars, LYNK & CO, Polestar and Lotus



© 2023 CEVT - CONFIDENTIAL



Appointed by Waymo (Google)

Vehicle supplier to Waymo One fleet

Purpose built AD vehicle

CEVT AD Vehicle – Gen 1

**CEVT**

© 2023 CEVT - CONFIDENTIAL

**ZEEKR AD Mobility Vehicle – Gen 2**

- ✓ Purpose built AD vehicle
- ✓ Collaboration with several state-of-the-art AD software partner
- ✓ Innovative add-on features (e.g. In-cabin monitoring)

**An opportunity for cities to**

- ✓ Plan to deploy a scalable solution from 2025
- ✓ Showcase and pilot the solution in 2023/2024




**ZEEKR AD Mobility Vehicle – Gen 2**

**→ Dedicated AD Mobility Architecture**

State of the art Safety  
Redundancy & SW integrity for AD

Engineered for TCO & Uptime  
TCO Sustainability




**Vehicle Specification**

Capacity:	4-5 passengers
Charging:	Fast charging/Smart charging
Vehicle lifetime:	>500,000 km / 5 years
Euro NCAP:	5 stars
Speed:	140 km/h
Dimensions:	4660 mm (length) 3000 mm (wheelbase) 1980 mm (width) 1810 mm (height)
Step in height:	<370 mm
Entry opening width:	1400 mm
Distance to seat in front:	1075 mm

**→ Designed for the Rider**

Comfortable & quiet ride  
Mobility Seats


Easy Entry & Exit  
Swiping Doors



**→ Market Leader**

Serial production 2025  
Automotive Eco-system

ADS Agnostic  
Add-on features



## 11.4 Keolis

Keolis is a multinational transportation company that operates public transport systems. The company manages bus, rapid transit, tram, coach networks, rental bikes, car parks, water taxi, cable car, trolleybus and funicular services.

Based in Paris, France, the company is 70% owned by SNCF and 30% owned by the Caisse de dépôt et placement du Québec.

Keolis operates a number of networks in France (Transports Bordeaux Métropole in Bordeaux, the Lyon public transport on behalf of SYTRAL, the public transport service for the Greater Rennes area since 1998, Transpole in Lille and the entire mobility chain in Dijon).

Internationally, it manages buses in several cities in Sweden, central and eastern regions of the Netherlands, commuter trains in Boston, the Las Vegas bus network, the Hyderabad automated metro, the Melbourne tramway, the Docklands Light

Railway in London, the Pujiang Shanghai Metro, Nottingham Express Transit and the Manchester Metrolink tramway.

Keolis has nearly 70000 employees and a turnover of some € 7 billion. Keolis has been operating autonomous vehicles since 2017 in 55 different sites. Keolis also has a test site for AVs in Chateauroux (a pace to hold the Olympics for shooting in 2024)

## 11.5 Klimator company information

Klimator is a Swedish software and intelligence company with a legacy within road climatology and research, which creates our unique ability to provide world-leading predictive and detective road weather data.

Our mission is to enable safer traffic and a cleaner environment through data-driven decisions, so that no lives should be lost in traffic due to bad road weather conditions. By understanding the interplay between small-scale microclimate and the surrounding topography, we enable local expert road weather forecasts on a global level.

### 11.5.1 DETECTIVE ROAD WEATHER DATA

#### Embedded sensor fusion solution

AHEAD is an embedded sensor technology that analyses the road surface and friction ahead of a vehicle in motion, in real-time. The technology is the result of over ten years of research and development within road surface classification.

AHEAD provides vehicle systems with information on prevailing road surface conditions, which increases the functionality, operability, and use of advanced driver support systems (ADAS) and autonomous driving (AD) technologies.



### 11.5.2 PREDICTIVE ROAD WEATHER DATA

#### Cloud-to-cloud data aggregation solution



Road Condition Data (RCD) is a cloud-based solution providing actionable data on current and future road surfaces, for proactive mobility. The RCD platform uses a combination of ruled-based algorithms, machine learning, and immense amounts of real-life road and environment data to provide unparalleled data. The high-resolution information enables actors within the automotive industry to increase the functionality, operability, and safety of advanced driver support systems (ADAS) and autonomous driving (AD) technologies.



With proprietary data platforms, Klimator converts data to real and relevant intelligence that supports innovation within numerous industries. Automotive players utilize our software and data to improve driver experience, enhance advanced driver support systems (ADAS) functionalities, enable safe and scalable autonomous driving (AD) and optimization for more efficient driving. Our solutions enable different advancements depending on the OEMs use case.

## AUTOMOTIVE APPLICATION AREAS

### Increase Driver Info

Visualization of slip risk in driver information system

- Hazard warning
- Map visualization



### Enhanced ADAS functions

Enable intelligent ADAS solutions in "non-dry" conditions

- Intelligent Speed Assistance (ISA)
- Regenerative braking



### Safe and scalable AD

Enable safe scalability of AD

- Operational Design Domain (ODD) capabilities
- Motion control and planning



### Optimization

Enable more efficient driving

- Fleet orchestration
- Power train optimization
- Predictive energy management





## 11.6 NEVS company Information

NEVS is a disruptive mobility organization with capabilities to define, develop and manufacture vehicles and mobility solutions. We combine engineering, manufacturing, software development and integration to develop flexible mobility services that fit a user's mood and actual mobility need. We are 350 devoted employees located in Trollhättan, Southwest Sweden, just a 3-hr. drive from Oslo.

### 11.6.1 NEVS PONS

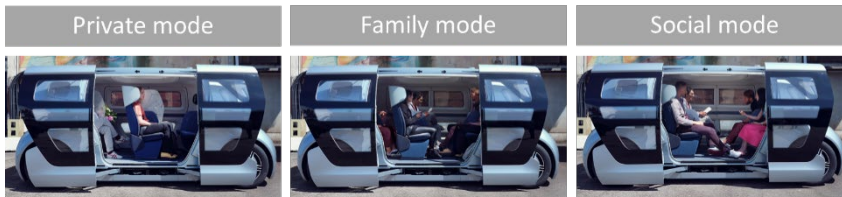


NEVS is dedicated to changing the current mobility system from a model in which very many privately owned cars are used very seldomly to a model in which much fewer shared vehicles are used extensively. Therefore, we're developing PONS, a complete mobility service based on fully autonomous vehicles intended as a direct competitor, and ultimately, the replacement of the privately owned car. Although we try to have a holistic approach to the overall service, all subsystems are designed for maximum modularity in order to be able to integrate sub systems of PONS with already existing parts of the mobility eco system or systems that partners develop in parallel. PONS can be divided into four conceptual sub-systems.

### 11.6.2 SANGO

The NEVS Sango vehicle is designed to meet the future mobility needs of urban and suburban areas, with a focus on providing an optimal customer experience. The platform is developed for the sole purpose of fully autonomous vehicles and fulfills all safety and redundancy requirements of such vehicles and with two versions of the vehicle available: One with a driving environment for a safety driver and one without. The version with a driver is intended for use during the transitional period in which autonomous driving technology's capability to address all challenges in the target deployment area is not fully proven yet. This version will accommodate one driver and

four passengers. The driverless version can be deployed wherever it is technically and legally feasible and will have room for four to six passengers.

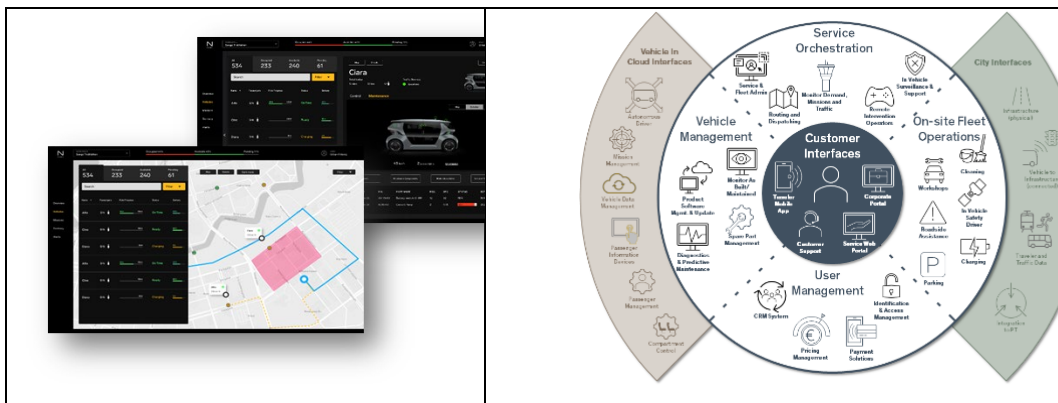


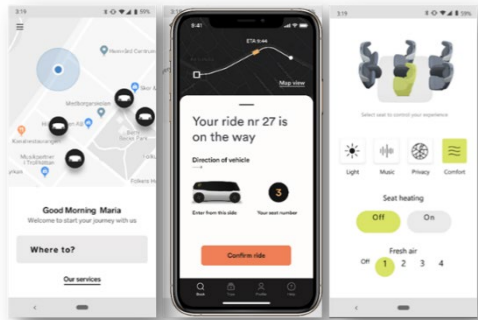
At NEVS, we believe that this transitional solution of having a safety driver in the vehicles is essential for providing a mobility solution that effectively solves real-world mobility needs from day 1 of the pilot operation while allowing for AD technology- and mobility service development to progress in parallel. As soon as the safety driver is no longer needed, the vehicle features a flexible interior that can be easily reconfigured for different types of trips, such as private, family, or social.

The platform and battery pack are both modular, allowing the energy storage capacity to be customized to meet the specific needs of the deployment area. The NEVS vehicle is designed to be easily upgraded with new hardware and software as needed during the vehicle's lifetime.

## KORO

Our back-end system KORO includes, amongst others, all vehicle management and cloud communication functionality and all interfaces to public transport's service orchestration, user management, and on-site fleet operations.





## OKULO

OKULO is NEVS internal project name for all user interface developments connected to the PONS mobility service. In the case of the intended R&D partnership with Ruter, Koro includes all customer touch points of the service that NEVS and Ruter would have to agree upon and jointly develop, e.g., the front-end integration of the planned mobility service into Ruter’s travel planner app or all information shown on in-vehicle screens.

## SPINON

The mobility service’s interface to the city’s digital and physical infrastructure.

NEVS will together with our strategic partner Oxbotica lead the development of a fleet of shared autonomous vehicles.

### 11.6.3 Oxbotica

Oxbotica is unlocking the benefits of self-driving technology for every person and organisation on the planet, safely, sustainably and efficiently.

Oxbotica is the global leader in autonomous vehicle software that empowers organisations to advance the transformative potential of self-driving technology, today. From passenger shuttles to industrial vehicles, in environments that range from congested city streets to mines and warehouses, Oxbotica’s industry-leading solutions enable any vehicle to operate itself safely, sustainably and efficiently. Oxbotica products enable universal, open and scalable autonomy

### 11.6.4 Oxbotica Driver

Oxbotica Driver is our full stack (“L4”) autonomy system — a low-energy, high-performance suite of interoperable on-vehicle software modules that work seamlessly with any sensor, vehicle or platform, delivering unparalleled flexibility for our customers and partners.

It integrates the full spectrum of AV functionality, including device drivers, mapping, obstacle detection, sensor perception, and prediction. Oxbotica Driver can operate accurately and safely even in the most challenging environments, without relying on infrastructure, GPS or HD mapping.

### 11.6.5 Oxbotica Cloud

Autonomous vehicle fleet management software that acts as mission control, connecting Driven By Oxbotica vehicles to the systems provided by NEVS and PTOs.

### 11.6.6 Oxbotica MetaDriver

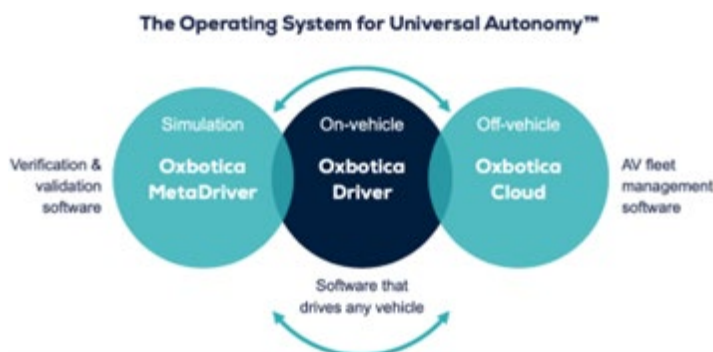
A powerful suite of software tools that dramatically reduces the time and cost needed for validation and verification of autonomous vehicles.

Oxbotica MetaDriver dramatically reduces the time and cost of verification and validation, accelerating our customers' route to safe and accurate AV functionality. By harnessing AI and onboard data to synthesize simulated scenarios with real-world driving miles, MetaDriver is capable of validating most of a customer's environment without driving an actual vehicle in it.

### **Oxbotica is always accelerating safety**

Safety drives Oxbotica. It is there in the way every Oxbotica team works, testing hardware harder, evaluating core system architecture more rigorously and setting the highest evaluation standards. Safety is always there in Oxbotica's open, fault-spotting culture. And it's there in every part of Oxbotica technology.

Oxbotica fosters active, genuine connections with stakeholders, including road users and official bodies, encouraging them to take an active role in the development and testing of autonomy systems.



Oxbotica is the first and only autonomy company to have been recognised by the BSI for meeting the highest autonomy safety standards.

### 11.6.7 Oxbotica USPs - Universal, Open, Flexible, Scalable:

- Proven In Multiple Domains - A single platform proven in multiple domains provides compound learning, whilst accelerating commercial scaling at lower cost
- Low Energy Stack - World-leading power rating of <200W, optimising efficiency for EVs to lower vehicle cost, decrease emissions and increase range
- Best-In-Class Safety - Highly redundant safety architecture that was built for safety from day one, to ensure safety that is indistinguishable from perfect
- Modular Software - An agile, plug and play solution that easily scales across domains and use cases, and unlocking customer value at an individual component level

- Rapid Verification & Validation - 1,000x faster verification and validation, increasing test coverage for greater safety assurance whilst reducing time and cost to market

Open Architecture - Avoid lock-in with existing hardware, vehicles and sensors, benefit from ecosystem innovations and easily configure the platform for specific verticals

#### 11.6.8 Oxbotica Approach and Track Record:

- Partner-centric approach - Horizontal software-only focus on delivering L4 autonomy, partnering with expert organisations (e.g. NEVS) to deliver the benefits of autonomy to our customers
- Experience - Successful delivery of multiple UK CCAV funded projects including passenger trials as part of multi-city Project Endeavour in 2019
- Flexibility of Place - Universal Autonomy brings "independence of place" – we aren't overfitted to a particular market, use case, or domain. Our "compose" architecture delivers the capability to quickly adjust to new geographies.- Deployments to date in UK, Canada, Belgium, Germany.
- Thought Leadership - We are at the forefront of UK and international regulation (BSI, CCAV, UN, UK government engagement) including a landmark safety assessment. We have delivered the UK first Zero occupancy trial in May 2022.

### 11.7 Nobina Företagsinformation

Nobina Sverige är en del av Nobina-koncernen. Med över 100 verksamma år i branschen ser Nobina varje dag till att närmare en miljon människor kommer till sitt jobb, sin skola eller andra aktiviteter genom att leverera kollektivtrafik med buss i Sverige, Norge, Finland och Danmark.

Nobina Sverige svarar för cirka 27 % av den linjelagda kollektivtrafiken med buss i Sverige. Nobina bedriver trafik åt uppdragsgivare i hela landet, bland annat SL, Västtrafik och Skånetrafiken. Nobina Sverige har cirka 7500 medarbetare, kör cirka 2300 bussar och omsätter cirka 6,6 miljarder kronor per år (2020/2021). Nobina finns idag i 11 län uppdelade i totalt 18 trafikområden, där Nobina kör såväl linjelagd kollektivtrafik som skolskjuts.

Genom Nobinas trafiklösningar utvecklas mobilitet i samhället och företaget har som uppgift att göra resan till en positiv upplevelse för resenärerna. Service, trygghet och effektivitet är viktiga faktorer för Nobina, samtidigt som de arbetar för att minska miljö- och klimatpåverkan. Genom innovation och erfarenhet skapar Nobina inte bara en hållbar och effektiv kollektivtrafik, utan också tusentals jobb i branschen.

Innovation är en central del av Nobinas verksamhet, där företaget ständigt söker nya och innovativa sätt att förbättra kollektivtrafiken och möta de utmaningar som vår bransch står inför. Genom att kontinuerligt investera i nya teknologier och system för att optimera resurser och minska miljöpåverkan, strävar Nobina efter att vara en föregångare inom digitalisering och automatisering av kollektivtrafiken. Målet är att erbjuda kunderna en sömlös och hållbar resa från dörr till dörr.

Utvecklingen av autonoma fordon inom kollektivtrafiken är något Nobina jobbar aktivt med. Nobina var först i världen att driva autonoma bussar i ett kollektivtrafiksystem

och har sedan dess varit en ledande leverantör av autonoma lösningar. För närvarande äger och driver Nobina flera autonoma fordon i Barkabystaden som en on-demand first- och last-mile lösning. Teknisk utveckling med kontrolltornsfunktionalitet, med förmåga att övervaka och ingripa i autonoma fordon för att ta bort säkerhetsföraren, har levererats och juridiska diskussioner med lagstiftare pågår.

Vi har tidigare deltagit i flertalet projekt för att testa autonom körning på utvalda sträckor och vi fortsätter att investera i forskning och utveckling av denna teknologi. Vi tror att autonom körning har potentialen att förbättra säkerheten och effektiviteten i kollektivtrafiken samtidigt som det ger våra kunder en mer bekväm resa. Vi är övertygade om att vårt arbete med autonom körning är ett viktigt steg mot att skapa framtidens hållbara kollektivtrafik.



**Vi förflyttar samhället varje dag.**