

PM

# Självkörande bilar i Östlig förbindelse

Stockholm/Nacka, Stockholms län 2017-01-04

Underlag till Sverigeförhandlingen

Projektnummer: 151931

Dokumenttitel: Självkörande bilar i Östlig förbindelse

Skapat av: Alexine Wirén, Ramböll

Dokumentdatum: 2017-01-04

Dokumenttyp: PM

DokumentID:

Ärendenummer:

Projektnummer: 151931

Version: 1.0

Publiceringsdatum:

Utgivare: Trafikverket

Kontaktperson:

Uppdragsansvarig: Tor Thomassen

Tryck:

Distributör: Trafikverket, Adress, Post nr Ort, telefon: 0771-921 921

# Innehåll

Innehåll.....	1
Sammanfattning .....	2
Projektet Östlig förbindelse.....	3
Introduktion till den självkörande tekniken .....	4
Aktuella trender.....	6
Privata fordon.....	6
Bildexempel .....	6
Delad fordonsflotta.....	7
Platooning.....	8
De självkörande bilarnas syfte.....	9
I städerna.....	9
På landsbygden.....	10
Trafiksäkerhet och trafikolyckor .....	10
Miljö.....	11
Makroperspektivet.....	11
Mikroperspektivet .....	11
Vem driver utvecklingen med självkörande bilar?.....	12
Självkörande bilar i Östlig förbindelse .....	12
Simuleringsstudie.....	13
Laddning av elfordon i Östlig förbindelse .....	15
Slutsats .....	16

# Sammanfattning

Självkörande bilar är en teknik som har utvecklats fort och teknikens möjligheter och effekter diskuteras av många. Vad denna teknik kan innebära för framtida stadsutveckling och infrastrukturplanering är ett nytt intresseområde.

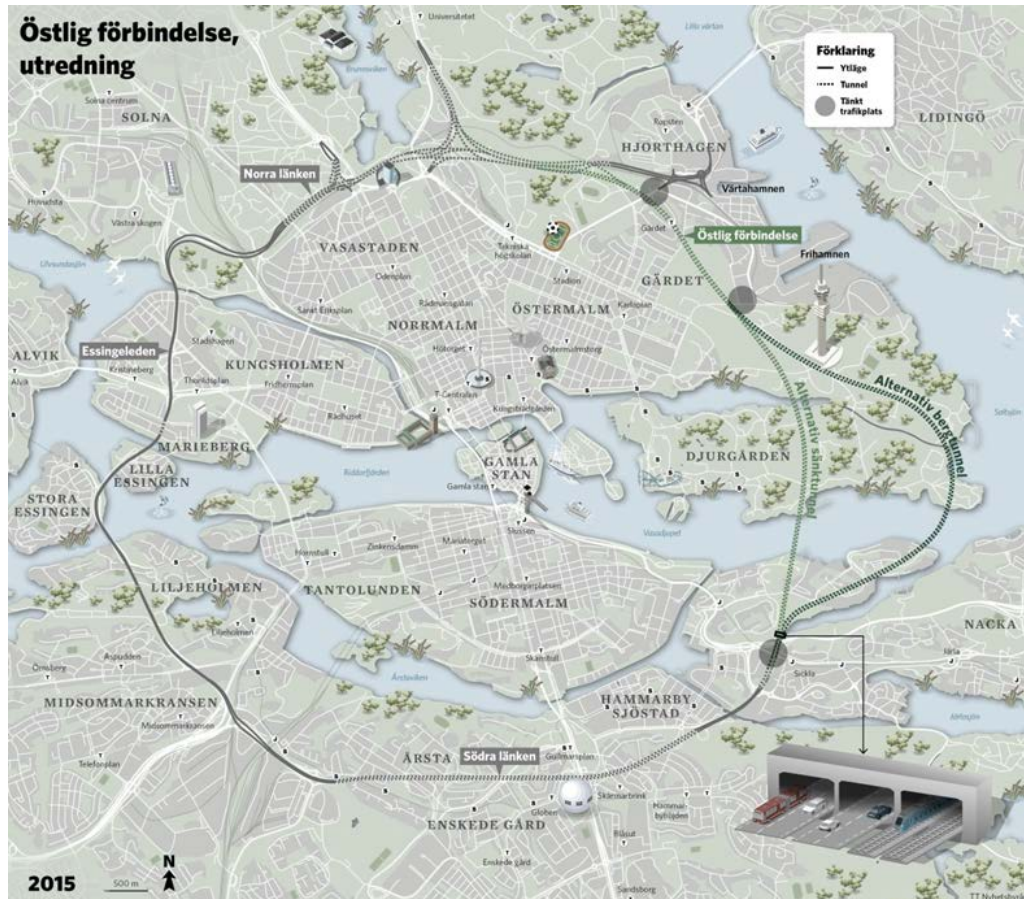
Ett infrastrukturprojekt där denna teknik kan få betydelse är Östlig förbindelse. Denna förbindelse planeras mellan Norra och Södra länken med syfte att avlasta innerstaden. Den trafik som planeras genom tunneln är förutom motortrafik även eventuellt spårväg.

Detta PM ger en översikt över självkörande fordon samt vilka möjligheter och effekter denna teknik eventuellt kan medföra. PM:et diskuterar även hur Östlig förbindelse kan anpassas för självkörande fordon.

Geometrin för nu studerad lösning av Östlig Förbindelse påverkas troligtvis inte av framtidens självkörande fordon. Tekniska system kommer att behöva anpassas till nya självkörande fordon,

# Projektet Östlig förbindelse

Östlig förbindelse är ett tunnelprojekt som ska förbinda Södra och Norra länken, via Frihamnen, med syfte att avlasta innerstaden. Tunnelns sträckning kommer att vara ca 8,3 km lång och ska förläggas helt i berg alternativt byggas som en sänktunnel vid passage av Saltsjön. Tunneln kan eventuellt även trafikeras av spårväg.



Figur 1: Översikt över tunnelns alternativa sträckningar

# Introduktion till den självkörande tekniken

Utvecklingen av självkörande bilar började på allvar år 2004 när den första tävlingen för bilar utan förare hölls. Ett antal självkörande bilar togs fram av olika aktörer inför denna tävling, där målet var att slutföra ett cirka 240 km kilometer långt lopp, kallat DARPA's Grand Challenge. Ingen av bilarna tog sig i mål under denna tävling men intresset för tekniken hade ökat och teknikens möjligheter började klarna. Redan året efter hölls samma tävling en gång till, denna gång kom sju bilar i mål. Sedan dess har tekniken fortsatt att utvecklas och många företag tillverkar idag bilar som fungerar i ett självkörande läge.

Automatisering är ett brett begrepp och för att skapa en tydligare distinktion mellan teknikens olika utvecklingar har graderingsskalor för automation hos bilar tagits fram. En av dessa skalor är framtagen av Society for Automation Engineers (SAE) och delar in automation i sex nivåer<sup>1</sup>, från nivå 0 – Ingen automation till nivå 5 – Full automation. Denna högsta nivå innebär att bilen är i fullständig kontroll av körsituationen under hela resan och att resenären inte förväntas ingripa i något läge förutom att ange bilens destination.

Den teknik som medger att ett fordon blir fullt självkörande är komplex och består av en mängd olika verktyg som arbetar tillsammans för att bestämma bilens position, bedöma omgivningen samt besluta om färdväg. Olika tillverkare av självkörande bilar använder sannolikt olika tekniker. Vanligt är dock att en så kallad laserscanner finns på fordonets tak med uppgift att registrera omgivningen (LIDAR-sensor) och att det finns kameror riktade framåt, bakåt och åt sidan som registrerar rörelse, till exempel övriga trafikanter och fordon samt läser av trafikljus och trafikskyltar. Radaruppkoppling registrerar omgivningen kring bilen, GPS underlättar platsbestämningen och ytterligare sensorer kring bilen registrerar föremål på nära håll. Många diskussioner hålls om säkerheten i dessa system, både gällande deras funktion i faktiska trafiksituationer men även för risken att systemen hackas. Tester gällande detta förmodas utföras av respektive tillverkare.

En ytterligare teknik som möjliggörs med en automatiserad fordonsflotta är det som kallas Vehicle-to-Vehicle communication (V2V), en teknik som innebär att data kan delas mellan de uppkopplade fordonen i flottan. Denna teknik möjliggör bland annat för fordonen att avläsa trafikläget och att välja rutt baserat på var det finns flest fordon i nuläget och således undvika trafikstockningar. Detta skulle i förlängningen kunna innebära en bättre fördelning av fordonen i trafikinätet och en förbättrad framkomlighet. Tekniken innebär också att fordonen kan "lära sig" av varandra. Om ett fordon hamnar i en situation som inte påträffats förut kan data kopplad till denna situation, och det rätta agerandet, delas till de andra fordonen. Detta accelererar teknikens utveckling.

---

<sup>1</sup> Trafikanalys. Självkörande bilar – utveckling och möjliga effekter. Rapport 2015:6. Stockholm: Trafikanalys.

[http://www.trafa.se/globalassets/rapporter/rapport\\_2015\\_6\\_sjaelvkoerande\\_bilar\\_-\\_utveckling\\_och\\_moejligen\\_effekter.pdf](http://www.trafa.se/globalassets/rapporter/rapport_2015_6_sjaelvkoerande_bilar_-_utveckling_och_moejligen_effekter.pdf) (Hämtad 2016-11-04)

Tekniken når idag varken de högsta graderna av automation eller V2V och det kommer ta tid innan denna teknik lanseras. Fram till dess kommer man se en ökande flotta av bilar med en lägre automationsgrad. Det kommer bli en utmaning att planera för en infrastruktur som fungerar väl tillsammans med den blandade fordonsflotta av vanliga bilar och semiautonoma bilar som vi kommer se i den närmsta framtiden men det kommer bli en ytterligare större utmaning att planera en infrastruktur som har bärighet många år framöver och som fungerar tillsammans med även helautomatiserade fordon, det vill säga nivå 5 av automation, samt V2V.

Detta PM strävar efter att översiktligt belysa aktuella trender kring självkörande bilar, vilket syfte de kan tjäna i samhället samt hur infrastrukturen kan anpassas och förberedas inför denna teknik. Detta är komplexa frågor och fördjupningar och ytterligare utredningar och studier kommer behöva genomföras för att till fullo besvara de frågeställningar som finns kring tekniken och dess framtid.

Östlig förbindelse är intressant att studera då tunneln kommer utgöra en koppling mellan stadens olika delar. I och med att infrastrukturen är svår att förändra i efterhand bör förutsättningarna för självkörande bilar i tunneln studeras redan nu då det annars kan finnas en risk att tunneln blir en barriär i framtidens självkörande nätverk.

## Aktuella trender

Utvecklingen av de självkörande bilarna drivs av olika marknader och bilarna som utvecklas korresponderar med respektive marknads inriktning och framtidsvision. De marknader som tas upp här är privata fordon, delade fordonsflottor samt lastbilar.

### Privata fordon

En tydlig trend inom automatisering av fordon är att den självkörande tekniken implementeras i privatägda bilar. Dessa bilar ger, i ett självkörande läge, föraren möjlighet att utnyttja tiden i bilen till annat än att köra. I denna typ av fordon sitter föraren ofta i förarsätet och ratten "fälls in" när det självkörande läget aktiveras. Då kan föraren koppla av, titta på TV med mera samtidigt som bilen kör sig själv. När som helst kan "kör läge" återaktiveras och föraren kan återta kontrollen över bilen. De som står bakom denna utveckling är till stor del bilföretagen (BMW, Volvo, Mercedes, Tesla etc). Exempel på pågående projekt är DriveMe-projektet som drivs av Volvo.

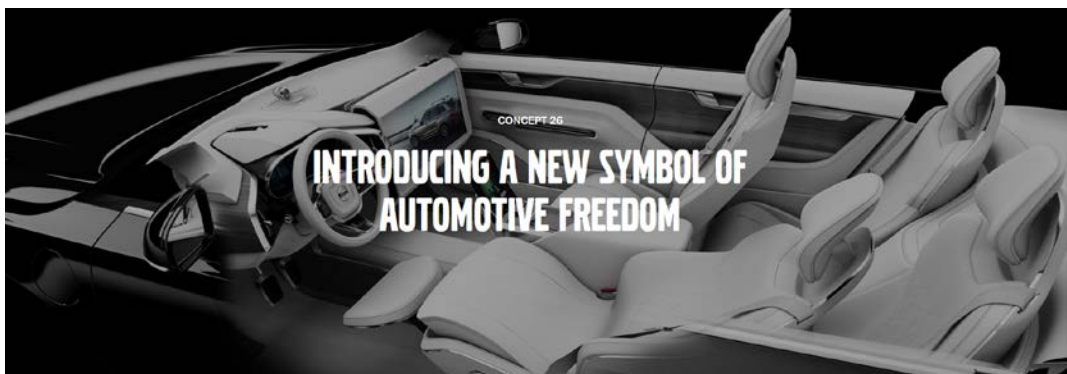
<http://www.testsitesweden.com/node/11037>

<http://www.volvocars.com/intl/about/our-innovation-brands/intellisafe/intellisafe-autopilot/drive-me>

### Bildexempel



Figur 2: Mercedes-Benz F 015 Luxury in Motion<sup>2</sup>.

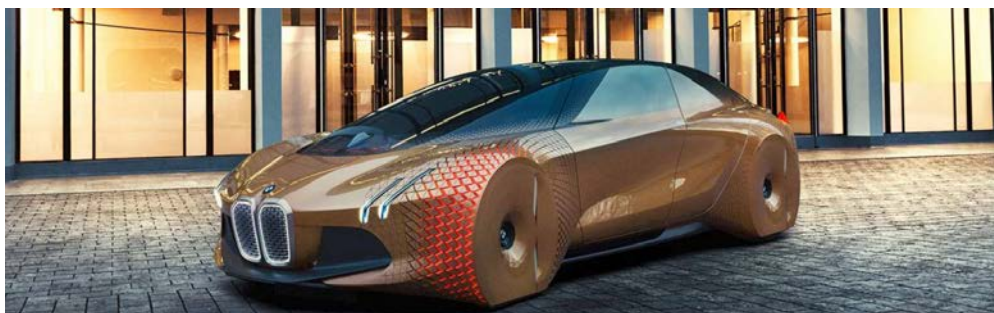


Figur 3: Volvo Cars Concept 26<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Bild hämtad från: <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/innovation/research-vehicle-f-015-luxury-in-motion> hämtad 2016-10-20

<sup>3</sup> . Bild hämtad från: <http://www.volvocars.com/intl/about/our-innovation-brands/intellisafe/intellisafe-autopilot/c26> hämtad 2016-10-20





Figur 4: BMW Vision Next 100<sup>4</sup>.

### **Delad fordonsflotta**

Den andra trenden som finns inom utvecklingen av självkörande bilar är fordon som utvecklas med syfte att ingå i en delad fordonsflotta. Detta innebär att bilarna inte ägs av en enskild individ utan delas mellan många i ett system, till exempel som en bil-pool eller som en del av kollektivtrafiken, alternativt ett självkörande taxinätverk. De som står bakom denna teknik är exempelvis It-företaget Google som driver projektet Google Self-Driving Car. Utformningen av deras fordon understryker denna funktion då de ofta är små och enkla i utformningen. I framtiden planeras det för att ingen ratt ska finnas i fordonen då det inte är tänkt att det ska finnas en förare. Även bilföretaget Ford utvecklar självkörande bilar för att fungera i system. Exempel på pågående projekt är Google Self Driving Car och Ford Self Driving car.

<https://www.google.com/selfdrivingcar/>

<http://www.bbc.com/news/technology-37103159>



Figur 5: Google Self Driving Car<sup>5</sup>.

Tekniken är under ständig utveckling och användandet av tekniken beror även av trafiksäkerhetsaspekter och juridiska aspekter. Det är troligt att den

---

<sup>4</sup> Bild hämtad från: <https://www.bmwgroup.com/en/next100/brandvisions.html> 2016-10-20

<sup>5</sup> Bild hämtad från: <http://www.itespresso.fr/wp-content/uploads/2015/06/google-self-driving-car-project1.jpg> 2016-10-20

ovanstående uppdelningen kommer smälta samman i framtiden när utvecklingen har gått längre och tekniken har övergått till de senare nivåerna på skalan av automation.

### **Platooning**

För tung trafik har tekniken platooning utvecklats, en teknik som innebär att flera tunga fordon kör i konvoj. En förare kör det främsta fordonet och resterande fordon anpassar sig efter det första i hastighet. Tack vara den mycket snabba reaktionstiden kan avståndet mellan fordonen hållas mycket kort vilket minskar bland annat luftmotstånd. Konvojen kan då framföras med en mindre total energiförbrukning, ta upp en mindre total vägyta samt köra med en mer konstant hastighet. Systemet gör att fordonstransporter på väg kan liknas mer och mer vid transporter på spår, med fördelen att de olika fordonen kan ha olika start- och målpunkter vilket gör systemet mer dynamik jämfört med spårvägstransporter.

<https://www.scania.com/group/en/platooning-automated-driving-for-fuel-savings/>

## De självkörande bilarnas syfte

Syftet, möjligheterna och effekterna med tekniken skiljer sig mellan städerna och landsbygden. Miljön i såväl ett mikro- som makroperspektiv kan påverkas och studier har även visat att självkörande bilar kan bidra till ett minskat antal olyckor i trafiken.

### I städerna

I städerna kan tekniken med självkörande bilar, framförallt när de når nivå 5 av automatisering och har V2V-kommunikation, bidra till att fördela flödet mer jämt på vägarna. I och med att bilarna kan kommunicera med varandra kan de avläsa varandras hastighet och position varvid de kan fördela sig jämnare över gatunätet. Effekterna som självkörande bilar kan ge beror mycket på hur de implementeras. Studier<sup>6</sup> har visat att mycket goda effekter kan nås i städer där fordonsflottan endast består av självkörande bilar i en carsharingmodell som dessutom samverkar med kollektivtrafiken. I de studier som har genomförts utifrån dessa förutsättningar har det visat sig att samtlig markparkering i städerna kan tas bort till fördel för annat markutnyttjande samt att fordonsflottan minskar samtidigt som mängden resande ökar. Dessa effekter uppkommer även då fordonsflottan består endast av självkörande bilar utan samverkan med kollektivtrafiken, dock inte i lika stor utsträckning. Den totala påverkan av dessa effekter behöver utredas var för sig, men spekulationer kan göras kring förbättrad stadsmiljö till följd av minskat buller och minskade utsläpp, en förbättrad gatumiljö för hållbara transportslag såsom gångtrafikanter och cyklister samt frigörande av markyta vilket kan ge utrymme för förtätningsprojekt och utveckling av gång-cykel- och parkstråk.

I de fall då självkörande bilar kommer in på marknaden och fordonsflottan består av lika många självkörande bilar som vanliga bilar är effekterna mer tudelade. Fordonsflottan kan då öka vilket leder till ytterligare trafikstockningar i städerna med mer utsläpp och en sämre gatumiljö för fotgängare och cyklister, sämre framkomlighet för vägbunden kollektivtrafik samt försämrad framkomlighet för bilister som följd. Dessa risker är viktiga att ha i åtanke inför denna tekniks intåg på marknaden. Det finns stora möjligheter att använda tekniken till något positivt, dock kräver detta gedigen planering.

Beroende på vilken typ av självkörande bil som utvecklas snabbast kan utvecklingen gå åt olika håll. I de fall då bilen utvecklas för att samverka i någon typ av bilpoolslösning, eventuellt tillsammans med kollektivtrafik kan följande effekter uppkomma:

- Mängden fordon i fordonsflottan minskar
- Utnyttjandegraden av fordonen ökar
- Parkeringsplatser kan frigöras vilket ger cyklister, fotgängare och kollektivtrafik större utrymme i gaturummet
- Bullernivåerna kan sjunka
- Framkomligheten kan öka

---

<sup>6</sup> International Transport Forum. *Urban Mobility System Upgrade: How shared Self-driving cars could change city traffic*. Paris: International Transport Forum, 2015. [http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb\\_self-drivingcars.pdf](http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb_self-drivingcars.pdf) (Hämtad 2016-11-04)

- Tillgängligheten kan förbättras
- Trafiksäkerheten kan förbättras
- Trafikstockningar kan minska

I de fall då bilen utvecklas för att fungera som ett mer utvecklat transportslag för privatpersoner kan följande effekter nås:

- Underlätta vardagen för privatpersoner
- Öka mängden fordon som får plats på vägarna
- Större mängd "extern" parkering utanför staden vilket kan bidra till frigörande av parkeringsplatser

Ytterligare en effekt som kan uppstå i de fall självkörande bilar samverkar med kollektivtrafiken är en mer dynamisk kollektivtrafik. Utbudet av kollektivtrafik skulle kunna dimensioneras efter behov, genom att exempelvis på landsbygden låta ett litet självkörande fordon trafikera lågt utnyttjade sträckor.

### **På landsbygden**

Teknikens möjligheter ser annorlunda ut på landsbygden jämfört med i städerna. I och med att bilarnas hastighet utan fördröjning kan anpassas till framförvarande fordon finns möjlighet för bilarna att köra närmare varandra vilket ger effekten att fler bilar kan finnas inom samma vägyta utan att trafikköer uppstår. Bilarna kan även röra sig med ett jämnare flöde vilket leder till att mindre onödiga köer uppstår. En effekt är givetvis även att föraren kan göra någonting annat samtidigt som bilen kör, vilket ger ett mer effektivt utnyttjande av restiden. På landsbygden finns således möjlighet att få in ett större antal bilar på samma vägsträcka, vilket under vissa förhållanden kan ses som någonting positivt. Detta kräver dock att de självkörande fordonen är separerade från den vanliga biltrafiken för att ett jämnt flöde och en jämn hastighet kan hållas.

Inne i städerna finns ett för stort antal möjliga interaktioner för att kunna möjliggöra ett smidigt flöde av fordon enligt ovan nämnda princip. Det är inte heller önskvärt att fler fordon tar plats i gaturummet i städerna.

### **Trafiksäkerhet och trafikolyckor**

De självkörande bilarna kan bidra till att minska mängden trafikolyckor som sker på vägarna. Detta beror på ett antal olika faktorer som genom samverkan bidrar till en kraftigt förbättras situation sett ur ett trafiksäkerhetsperspektiv.

Nedan beskrivs ett antal av dessa faktorer:

- Reaktionstiden: En snabbare reaktionstid hos fordonen bidrar till en större chans att olyckor kan undvikas.
- 360 graders synvinkel: Det självkörande fordonet har tack vare LIDAR-radar, radar, GPS, trycksensorer, kameror samt ultraljudssensorer möjlighet att "se" 360 grader kring bilen. Detta gör att den är mer insatt i situationen kring bilen än vad en mänsklig förare kan vara vilket också leder till att beslut kring hur bilen ska agera i olika trafikfarliga situationer kan bedömas lättare.
- Kommunikation bilarna emellan: Bilarna kan kommunicera med varandra vilket innebär att reaktionstiden är nästintill omedelbar. Behöver en bil bromsa in kommer bakomvarande bil kunna göra

det i samtidigt viket minskar risken med upphinnandeolyckor. I och med överföring av information kan bilarna även ha ett betydligt större register över olika trafiksituationer och hur de ska lösas än en människa kan ha.

- Inga mänskliga misstag: De dominerande trafiksäkerhetsproblemen är hastighet, alkohol och bältesanvändning. De självkörande bilarna kan hålla en mer konstant hastighet samt programmeras för att aldrig överskrida hastighetsgränserna. En självkörande bil kommer aldrig att vara påverkad som en människa av alkohol, droger, trötthet eller ouppmärksamhet. Bilen kan också programmeras till att inte köra om resenären inte använder bilbältet.

Diskussioner pågår i media kring den verkliga effekten av självkörande bilar kopplat till trafiksäkerhet och många menar att antalet olyckor med de självkörande bilarna överstiger antalet olyckor (relativt sätt) med vanliga bilar. Vad detta beror av behöver studeras vidare. Det kan dock spekuleras i att vissa av olyckorna beror på den omgivande trafiksituationen, och att det i vissa lägen är andra fordon som kör in i den självkörande bilen, vilket dock är något som den självkörande bilen måste kunna hantera. På samma sätt som med framkomlighet och positiva effekter i stadsmiljö eller på landsvägar bör de största positiva effekterna kunna ses när fordonsflottan består till 100 % av självkörande bilar. Tekniken är fortfarande mycket ny och utvecklingen är till stor del en iterativ process. Ju fler situationer de självkörande bilarna befinner sig i desto fler reaktionsmöjligheter kan läggas in i deras register, varför trafiksäkerheten borde öka ju fler fordonskilometer bilarna framförs. En fördel med detta är att en lärdom från en bil kan programmeras in i hela systemet.

### **Miljö**

De självkörande bilarna kan bidra till en förbättrad miljö sett såväl ur ett mikro- som makroperspektiv.

### **Makroperspektivet**

Ur ett makroperspektiv kommer utsläppen från fordonsflottan att minska i och med införandet av självkörande fordon. Ett jämnare flöde, mindre acceleration och retardation samt elbilsdrift är orsaker till detta. Varningsklockor bör dock vara om självkörande bilar och vanliga bilar existerar parallellt vilket kan leda till en ökad fordonsflotta och större trängsel på vägarna. I dessa fall kan effekterna bli de motsatta.

### **Mikroperspektivet**

På mikronivå kan närmiljön förbättras. Elbilar framförs mycket tystare vilket ger en förbättrad miljö. De ger inte heller utsläpp av fossila bränslen vilket ger renare luft. Frigörande av gaturummet kan bidra till en ökad andel hållbart resande, inte minst gång- och cykeltrafik.

### Vem driver utvecklingen med självkörande bilar?

Utvecklingen av tekniken i de självkörande bilarna drivs parallellt av många olika företag, men även av universitet och forskare. Det diskuteras bland annat att Google i framtiden inte önskar fortsätta produktionen av självkörande bilar utan istället sälja den mjukvara de har utvecklat till företag som redan tillverkar bilar. Bilföretagen själva arbetar med att utveckla bilar som kan använda den självkörande tekniken, men en del av dessa företag arbetar även med utveckling av mjukvara. Även taxiföretagen Uber och Lyft arbetar tillsammans med övriga aktörer på marknaden för att utveckla självkörande bilar<sup>7</sup>.

## Självkörande bilar i Östlig förbindelse

Vad gäller Östlig förbindelse kan principerna för självkörande bilar i såväl städer som på landsbygden appliceras. Att fordonen kan framföras med ett mindre avstånd gör att fler bilar ryms på samma vägyta.

Tidigare nämnda studier visar att de största effekterna av tekniken uppnås i de fall då fordonsflottan består till fullo av självkörande bilar. Det är inte möjligt att idag skapa strukturer som endast tillåter självkörande bilar då denna teknik ligger långt in i framtiden. Det kan dock planeras för att vissa vägsträckor eller avgränsade ytor dedicerar de självkörande bilarna när tekniken har fått genomslag och tillräcklig marknadsandel. På så vis kan den fulla potential som tekniken medger utnyttjas. Östlig förbindelse kan således förberedas genom att exempelvis skapa körfält som i framtiden avsätts till att endast tillåta självkörande bilar. I en övergångsperiod kan det vara tänkbart att tillåta de självkörande bilarna att utnyttja kollektivtrafikens prioriterade körfält i den mån dessa finns.

De självkörande bilarna är i behov av sin teknik för att fungera och det är oklart hur väl denna teknik kommer att fungera nere i tunnlar. Idag är tekniken främst beroende av en god GPS-mottagning samt fullt fungerande vägmarkeringar. Fordonen styr idag efter den linjemarkering som finns i vägen tillsammans med GPS och det är av stor vikt att vägmarkeringarna är av mycket hög standard för att garantera goda styrmöjligheter. Av extra vikt är att se till att vägmarkeringarna är tydliga även i det mörker som kommer vara i tunneln. Kvaliteten på vägmarkeringarna är något som behöver ses över generellt, inte bara i Östlig förbindelse, för att förbereda för den självkörande tekniken. De största problemen uppstår vid en kombination av mörker och regn då vägmarkeringarna blir som otydligast. I Östlig förbindelse bör det förberedas för möjlighet till internetuppkoppling och det bör studeras hur starka kopplingarna till GPS-satelliterna är då styrkan i dessa måste kunna garanteras. Det är inte heller klart hur V2V-kommunikationen fungerar i tunnlar med begränsad möjlighet till uppkoppling. Detta är något som behöver studeras mer noggrant framöver. Vägmarkeringarna måste hålla en perfekt standard vilket kommer kräva mer funktionskontroll av markeringarna och ett betydligt högre underhållsintervall, alternativt en högre beständighet och kvalitet. Givetvis är en

---

<sup>7</sup> Olsson, Jeffery, Miriam. Här utspelar sig slaget om tekniken för självkörande bilar. *DiGITAL*. 2016-03-02. <http://digital.di.se/artikel/har-utspelar-sig-slaget-om-tekniken-for-sjalvkorande-bilar> (Hämtad 2016-11-04).

mycket viktig del i att förbereda Östlig förbindelse för den självkörande tekniken att hålla kunskapen kring tekniken uppdaterad och att anpassa behoven i tunneln utifrån hur teknikens utvecklas.

I och med att de största nyttorna i städerna väntas uppkomma om självkörande bilar finns i ett delat system och kopplat till kollektivtrafiken kan Östlig förbindelse planeras för att parkering eller stationer för de självkörande bilarna finns i direkt anslutning till kollektivtrafikens stationer. Ytbehovet för detta beror av antalet självkörande fordon på varje station, ett behov som i sin tur är beroende av implementeringen av de självkörande bilarna i resten av staden. Om de självkörande bilarna ska tillåtas ha ett eget körfält måste även detta planeras och dras fram till den tänkta parkeringen. De självkörande bilarna kommer med stor sannolikhet drivas med elenergi varför laddningsstationer och framdragningsav el behövs.

De självkörande bilarna kommer att introduceras successivt vilket skulle kunna innebära att de exempelvis skulle kunna dela körfält med kollektivtrafiken fram tills att de utgör en tillräcklig stor andel av fordonsflottan. När detta sker kan de istället tilldelas ett eget körfält från den övriga biltrafiken, som då förväntas ha minskat i och med ökningen av de självkörande bilarna. Detsamma gäller parkeringsplatserna/stationerna. Dessa kan förberedas men kan användas som vanliga parkeringsytor eller andra användningsområden fram till dess att tekniken har nått en tillräcklig utveckling och systemen kan börja användas.

## Simuleringsstudie

Movea<sup>8</sup> har på uppdrag av Trafikverket genomfört en analys av hur fordonsutveckling med nya kommunikationsmöjligheter och på sikt självkörande bilar kan bidra till förändrad kapacitet och framkomlighet på Stockholms vägnät.

Analysen har utgått ifrån tre olika scenarier; trendscenariot, kapacitetsscenario och komfortscenariot, och riktar sig mot den möjliga utvecklingen av trafiken på motorvägnätet, i trafikplatser, på landsbygden samt i stadstrafik. Trendscenariot är uppbyggt på dagens forskning och den utveckling av tekniken som vi ser idag. Det antas att fordon med avancerad teknik såsom distanshållning, nödbroms, varning för oskyddade trafikanter med flera är självkörande i mindre komplicerade miljöer samt att automatiseringens inställningar kan kontrolleras av föraren och således sker på förarens villkor. I övrigt antas i detta scenario att bilen framförs i likhet med en manuellt styrd bil idag med undantagen att tidsluckorna är kortare<sup>8</sup>.

De två övriga scenarierna utgår från att engagemanget från industri och näringsliv driver utvecklingen av den självkörande tekniken till att ske i en snabbare takt än den antagna i trendscenariot. Kapacitetsscenario utgår från att denna utveckling inriktas mot att öka kapaciteten i trafiknätet vid rusning, vilket bland annat innebär ökade möjligheter till sammankoppling i kolonner. Det

---

<sup>8</sup> Lind, G et al. Nya effektsamband till följd av utvecklingen av semi-autonoma fordon: inverkan på Stockholmstrafiken år 2030. Stockholm: Movea. 2016

sista scenariot, komfortscenariot, utgår från att den starkaste drivkraften är det frigörande av tid som möjliggörs genom att bilen är självkörande. För att effektivt kunna utnyttja tiden i bilen till olika aktiviteter antas att hastigheten behöver hållas jämnare med mindre accelerationer och retardationer, körfältsbyten med mera. Passagerarna förväntas acceptera en längre restid<sup>9</sup>.

De olika scenarierna ger olika resultat vad gäller framkomligheten på vägnätet. Trendscenariot visar att framkomligheten på vägarna kan ökas med cirka 4 procent med de förutsättningar som gäller för simuleringarna. Kapacitetsscenariot visar att framkomligheten ökar med cirka 8 procent med de förutsättningar som gäller för simuleringarna. Detta menar författarna inte är en lika stor förändring som väntat jämfört med trendscenariot, vilket de tror beror på att kapaciteten för motorvägarnas trafikplatser inte ökar i någon större utsträckning. I komfortscenariot ses en minskad framkomlighet med cirka 4 procent. Detta bör dock, enligt författarna, vägas mot att restidsvärdet för denna bilresa blir lägre än idag<sup>9</sup>. Resultatet av undersökningen kan sammanfattas som att implementeringen av självkörande bilar inte nödvändigtvis leder till en förbättrad framkomlighet i vägnätet utan att effekten beror av hur implementeringen görs.

Det har även studerats hur kolonnkörning med självkörande bilar fungerar i de olika miljöerna. För motorleder visar simuleringarna att problem uppstår vid trafikplatser om de självkörande bilarna kör i kolonn<sup>9</sup>. I och med detta torde den största nyttan för denna typ av framfart uppstå på motorleder där det är relativt långt mellan trafikplatserna. Vidare visar simuleringarna att individuellt självkörande bilar alltid är mer effektiva i tät trafik jämfört med självkörande bilar i kolonn. Enligt denna studie anses inte separata körfält för självkörande bilar vara troligt förrän tidigast efter 2030. Andelen självkörande bilar i trafiken kommer dessförinnan att vara relativt liten<sup>9</sup>.

En av de rekommendationer som tas upp i rapporten är att utvecklingen mot en avancerad och decentraliserad styrning bör stimuleras vilket leder till att tillräckligt stora luckor i huvudströmmen kan åstadkommas och att vävning vid trafikplatser underlättas<sup>9</sup>.

Moveas undersökning riktas mot steget före full automatisering, det vill säga semi-autonoma fordon, och inriktningen i rapporten har varit att belysa effekterna av implementeringen av tekniken fram till år 2030. Movea skriver även i rapporten att stora vinster av vid trafikplatser och korsningar kan vara möjliga i framtiden med ökad intelligens hos fordonen genom styralgoritmer och styrapparater i infrastrukturer samt kommunikation mellan fordon och infrastruktur (V2I) och mellan fordon (V2V). Denna teknik är dock inte utvecklad ännu och det finns även indikationer på att det krävs en hög andel av fordonsflottan som har dessa tekniker installerade för att effekterna ska kunna ses. Dessa potentiella vinster ligger alltså i ett längre tidsperspektiv och vidare studier bör göras för att utreda effekterna när tekniken är utvecklad och finns på marknaden.

---

<sup>9</sup> Lind, G et al. Nya effektsamband till följd av utvecklingen av semi-autonoma fordon: inverkan på Stockholmstrafiken år 2030. Stockholm: Movea. 2016



## Laddning av elfordon i Östlig förbindelse

Tekniken för laddning av elfordon är under utveckling, inte bara vad gäller batteriernas kapacitet och laddningshastighet men även vad gäller möjligheter till automatiserad laddning via exempelvis induktion. En teknik som redan finns utvecklad idag är elektrifieringen av vägsträckor. Denna teknik innebär att elförande ledningar finns ovanför vägen och att tunga fordon kan koppla in sig till denna ledning och då framföra fordonet med eldrift.

I Östlig förbindelse skulle elektrifiering kunna vara ett alternativ, framförallt efter att halva tunneln passerats och en uppförslutning väntar. Ett problem med elektrifieringen av motorvägar är risken att ett fordon hamnar utanför vägen och river ned kontaktledningen. Denna risk kan undvikas i tunneln då kontaktledningarna kan förläggas i taket.

Elektrifiering kan förberedas för såväl tung trafik som kollektivtrafikens bussar. För att maximera utnyttjandet av ledningen bör då dessa trafikslag få dela ett körfält. Möjligheten för detta bör då utredas mer noggrant för att säkerställa framkomligheten för kollektivtrafikens fordon.

## Slutsats

En avsikt med detta PM var att utreda möjligheterna för självkörande fordon att trafikera Östlig förbindelse. Sannolikt kommer den utformningen som idag planeras av Östlig förbindelse även fungera för den självkörande tekniken, utifrån de förutsättningar som är nämnda ovan. Det kommer dock krävas omfördelning och omplanering av trafiken genom förbindelsen i takt med teknikens utveckling och ökande marknadsandelar, då de självkörande bilarna fungerar bäst i ett system utan inslag av privata bilar.

När de självkörande bilarna blivit fler än vanliga bilar, är det lämpligt att de självkörande bilarna får ett eget körfält. Att betänka är att teknikutvecklingen idag går mycket snabbt, vilket innebär att såväl antagna tidsramar för implementering som teknikens antagna utveckling kan komma att förändras innan Östlig förbindelse står färdig. Det är därför av vikt att fortsätta följa utvecklingen och uppmärksamma hur infrastrukturplaneringen kan anpassas för att korrelera med teknikutvecklingen i framtiden.

Den geometriska utformningen av Östlig Förbindelse är dock troligtvis oberoende av om trafiken utgörs av självkörande bilar eller bilar körda av människor som idag. Detta betyder att utformning av tekniska system succesivt kommer att behöva anpassas till teknikutvecklingen avseende självkörande bilar.



**TRAFIKVERKET**

Trafikverket, Projekt Östlig förbindelse. 113 64 Stockholm. Besöksadress: Norrbackagatan 47.

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 0243- 750 90

[www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se)