

PROGRAMUTVÄRDERING FFI BILAGA 1 FORSKNINGSÖVERSIKTER



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Forskningsöversikt – Klimat och miljö	2
1.1	Historisk utveckling i Sverige kopplat till målområdet Klimat och miljö	2
1.1.1	Energieffektivisering av personbilar	3
1.1.2	Energieffektivisering av lastbilar, bussar och arbetsmaskiner	5
1.1.3	Förnybara drivmedel	7
1.1.4	Energianvändning per producerat fordon	8
1.1.5	Buller och luftföroreningar	9
1.2	Programexterna förklaringar till utvecklingen inom området Klimat och miljö	11
1.3	Viktiga trender och utvecklingsområden	13
1.4	Referenser	13
2.	Forskningsöversikt – Trafiksäkerhet	16
2.1	Trafiksäkerhetsutvecklingen i Sverige från 1997	16
2.2	Olika riskfaktors bidrag till trafiksäkerhetsproblem i Sverige	20
2.3	Fordonens påverkan på trafiksäkerheten i ett längre perspektiv	25
2.3.1	Integrerad säkerhet	26
2.3.2	Nyttan av utvecklad säkerhet	28
2.3.3	Systemanalyser	29
2.4	Nödvändiga utvecklingsområden framöver	31
2.5	Referenser	36
3.	Forskningsöversikt – Fordonsindustrins konkurrenskraft	39
3.1	Från krissamtal till rekordår för svensk fordonsindustri	40
3.2	De tre stora fordonstillverkarna	43
3.3	Underleverantörerna	45
3.4	Fordonsindustrins internationella konkurrenskraft i siffror	45
3.5	Framtiden för fordonsindustrin	48
3.6	Referenser	49

1. FORSKNINGSOVERSIKT – KLIMAT OCH MILJÖ

Följande kapitel syftar till att sätta FFI:s målområde Klimat och miljö i ett större sammanhang och belysa de faktorer som påverkat energieffektivisering, förnybara drivmedel, energianvändning per fordon samt buller och luftföroreningar kopplat till vägtransportsektorn i Sverige. Ambitionen har varit att redogöra för utvecklingen under de senaste 20 åren, men i de flesta fall finns officiella data inte tillgängliga för hela perioden. I de fallen redogörs för den kortare period då data kunnat samlas in. Tillgängligheten på data varierar mellan de parametrar som studerats och i vissa fall finns data för personbilar/persontransport, men inte för andra fordon/transportslag. Dock bedöms tillgängligheten på data bli bättre framöver, mycket på grund av en ökad europeisk reglering av området.

FFI har inte något uttalat syfte med målområdet utan har valt att specificera syftet för målområdet Klimat och miljö med följande:

- 50 procent energieffektivisering (kWh/km) för personbilar 2020, jämfört med 2008
- Minst 20 procent energieffektivisering (kWh/ton km) för kommersiella fordon (lastbilar, bussar och arbetsmaskiner) 2020, jämfört med 2008
- Minst 10 procent förnybara drivmedel i vägtrafikens bränslemix 2020
- Energianvändning per producerat fordon (ur ett livscykelperspektiv) skall 2020 vara 20 procent lägre än 2008
- Buller och utsläpp av partiklar och kväveoxider ska minska, så att gränsvärdena kan uppfyllas i speciellt känsliga områden och större städer
- Svenska fordonstillverkare ska vara världsledande på området energieffektiva fordon

Utgående från dessa mål beskrivs den historiska utvecklingen för områdena 1) energieffektivisering, 2) förnybara drivmedel, 3) energianvändning per fordon samt 4) buller och luftföroreningar kopplat till vägtransportsektorn i efterföljande kapitel nedan. Därefter följer ett kapitel som kortfattat redogör för eventuella programexterna förklaringsfaktorer. Slutligen förs en summarisk diskussion kring viktiga utvecklingsområden framöver. Kunskapsöversikten handlar om transportsystemet i stort och den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft och förutsättningar för utvecklig i en global kontext behandlas i ett separat kapitel i huvudrapporten.

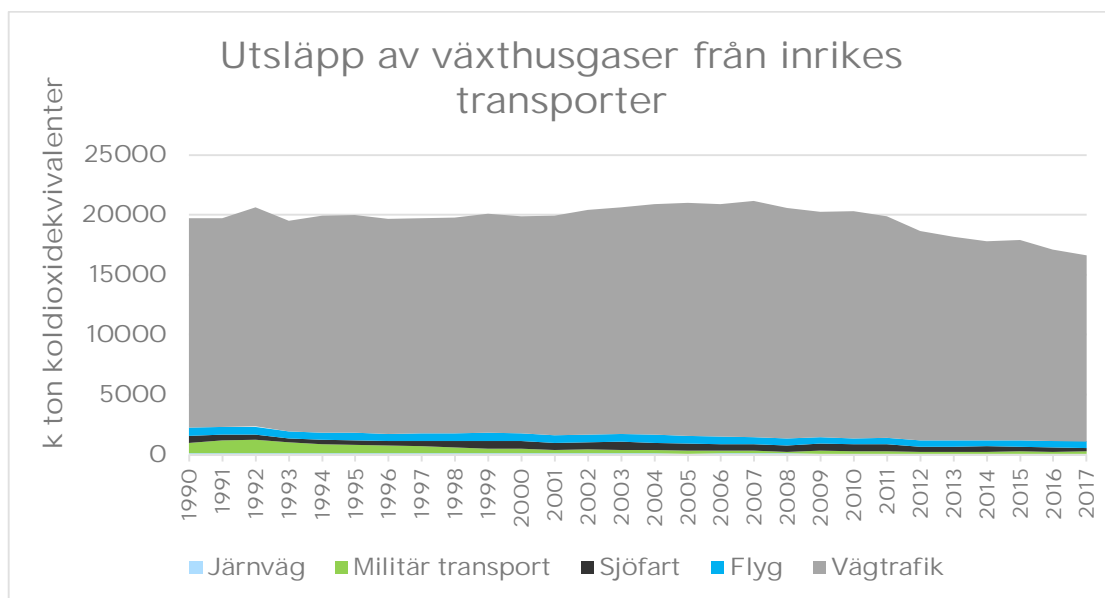
1.1 Historisk utveckling i Sverige kopplat till målområdet Klimat och miljö

I följande avsnitt beskrivs utvecklingen inom det som relaterar till målområdet Klimat och miljö i Sverige under de senaste åren (där tidsspannet beror på tillgängliga tillförlitliga data). Analysen tar avstamp i målområdet Klimat och miljö:s målindikatorer och fokuserar således på energieffektivisering, förnybara drivmedel, energianvändning per fordon samt buller och emissioner.

Implicit syftar dessa mål att ur ett större perspektiv bidra till en effektiv omställning av transportsektorn mot fossilfrihet med bibehållen eller stärkt konkurrenskraft för svensk fordonsindustri. Ur ett nationellt perspektiv är omställningen av transportsektorn centrerad kring visionerna om en fossiloberoende fordonsflotta till år 2030¹ samt att Sverige som helhet skall ha netto-noll utsläpp av koldioxid till år 2045². Det övergripande målet är således att reducera transportsektorns klimatpåverkan, men det finns även mål och ambitioner om att reducera transportsektorns påverkan på miljö och hälsa samtidigt som tillgängligheten till mobilitet i hela landet skall vara god. Gällande transportsektorns klimatpåverkan så har klimatpåverkan från inrikes transporter jämfört med år 2010 hittills minskat med 18% (att jämföra med målet om en minskning med 70% till år 2030). De historiska utsläppen av växthusgaser från inrikes transporter visas i Figur 1 nedan, vad gäller vägtrafiken så står personbilarna för knappt två tredjedelar och lätta- och tunga lastbilar tillsammans för drygt en tredjedel.

¹ Detta tolkas som att utsläppen av växthusgaser ska minska med 70 procent till år 2030 jämfört med år 2010.

² Målsättningen att Sverige skall ha netto-noll utsläpp år 2045 innebär i praktiken att transportsektorn behöver vara i princip fossilfri.



Figur 1: Utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter. Källa: Naturvårdsverket (2019b).

Vad gäller vägtransporterna så kan man konstatera att från början av 1990-talet och fram till cirka år 2007 så ökade personbilstrafiken, och låg därefter på en relativt jämn nivå fram till 2013 varefter den sedan igen fortsatte att öka. Att utsläppen trots detta minskat sedan år 2007 beror främst på att ökande volymer förnybara drivmedel introducerats (både som läginblandning och som rena/höginblandade drivmedel) samt på att vägtrafikens energiintensitet har minskat som en konsekvens av en energieffektivare vägfordsflotta (Naturvårdsverket, 2019b; Energimyndigheten, 2018b). År 2018 minskade dock andelen förnybara drivmedel i transportsektorn för första gången sedan år 2005.

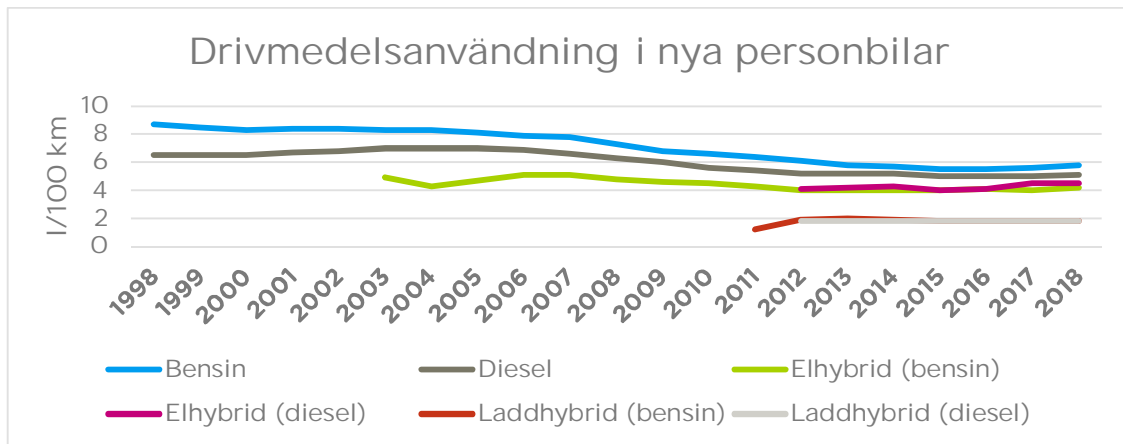
Energieffektivisering av fordonen bidrar till att minska bränsleförbrukning och därmed även koldioxidutsläppen från enskilda fordon men man kan konstatera att omställningen av fordonsparken behöver accelerera kraftigt för att denna potential skall nyttiggöras i någon större skala. Samtidigt går trenden åt motsatt riktning, Trafikverket rapporterar att den genomsnittliga bränsleförbrukningen bland personbilar som registrerades i Sverige under 2017 var högre än föregående år. Det var första gången sedan början av 2000-talet som utvecklingen gick åt fel håll. Tyvärr fortsatte den negativa trenden även under 2018. Trots att antalet personbilar med riktigt låga utsläpp (<60 g CO₂/km) ökar kraftigt (men från relativt låga nivåer) så kompenserar inte den reduktionen det faktum att andelen nyregistrerade personbilar med låga utsläpp (61–120 g CO₂/km) minskar samtidigt som andelen med riktigt höga utsläpp (>160 g CO₂/km) ökar. (Trafikverket, 2019; Naturvårdsverket, 2019b).

Trafikverket (2019) konstaterar att för att nå klimatmålet om att minska utsläppen av växthusgaser från trafiken med 70 procent till år 2030 behöver utsläppen fortsättningsvis minska med åtminstone 8 procent per år, varje år, fram till 2030. Även om utsläppen har minskat de senaste åren så konstaterar Trafikverket att en sådan minskningstakt saknar historiskt motstycke.

1.1.1 Energieffektivisering av personbilar

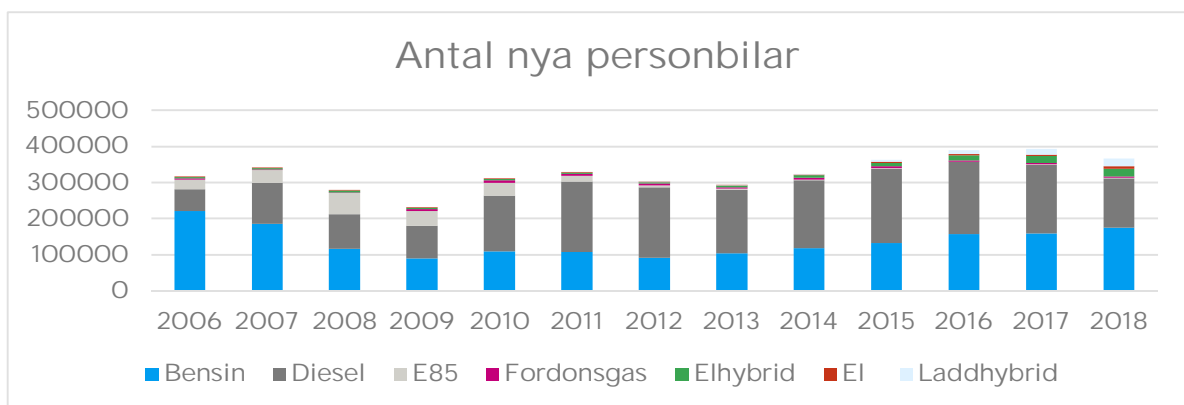
Figur 2 visar utvecklingen vad gäller drivmedelsanvändning i form av liter per 100 kilometer i nya personbilar. Som kan ses i figuren har bensinbilarna den högsta användningen av drivmedel per 100 km (även om skillnaden mot dieslbilar har minskat) medan laddhybriderna (ganska naturligt) har den lägsta specifika drivmedelsanvändningen. Den generella trenden vad gäller nya personbilar de senaste 20 åren är att det har skett en effektivisering av nya bensin- och dieslbilar, både med och utan hybridisering, se Figur 2. Data visar dock på vissa fluktuationer, exempelvis 2017–2018 då flera av fordonsgруппerna visar en något ökad energianvändning. Den något ökade drivmedelsanvändningen per fordon tyder antingen på en minskad effektivisering, eller på att de nya modellerna är större och tyngre. Data för fordon som drivs av E85 och fordonsgas saknas i diagrammet, då det saknas data för förbrukningen av dessa drivmedel. Det är ändå rimligt att anta

att utvecklingen sett liknande ut för E85 och fordonsgas i flexifuel- och dual fuel-bilar. Från 2012 finns även data för laddhybrider, som visar en väsentligt lägre energianvändning än övriga, men där det inte ännu inte påvisats någon effektivisering över tid.



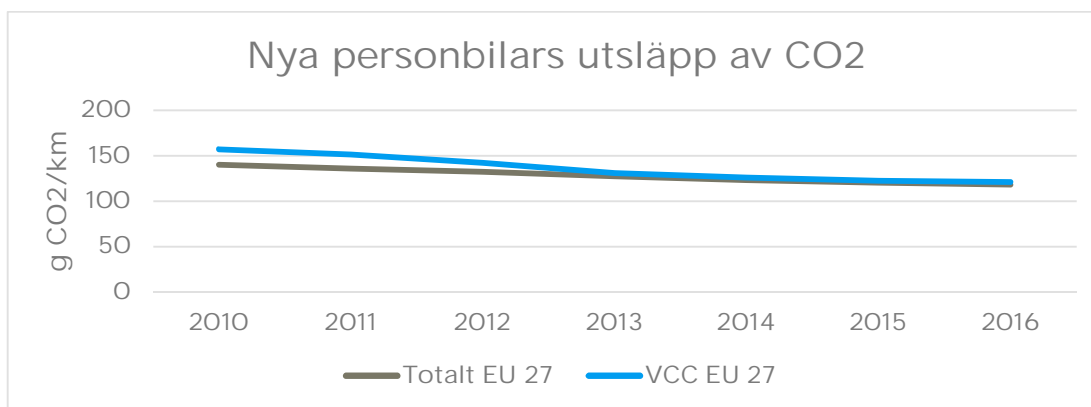
Figur 2: Energianvändning i nya bensin- och dieselbilar 1998-2018. Källa: Trafikverket (2019).

Figur 3 visar antalet nyregistrerade personbilar samt typ av drivlina. Som man kan se i figuren drivs fortfarande den absoluta majoriteten av de nya personbilar som säljs i Sverige idag av bensin eller diesel även om andelen elektrifierade fordon ökat kraftigt (men från låga nivåer) sedan 2013. Detta visar att det är på kort sikt är viktigt att fortsätta arbeta med energieffektivisering av förbränningsmotorer samtidigt som det för en ökad energieffektivisering på kort-så väl som på längre sikt är avgörande att andelen elbilar och laddhybrider fortsätter öka.

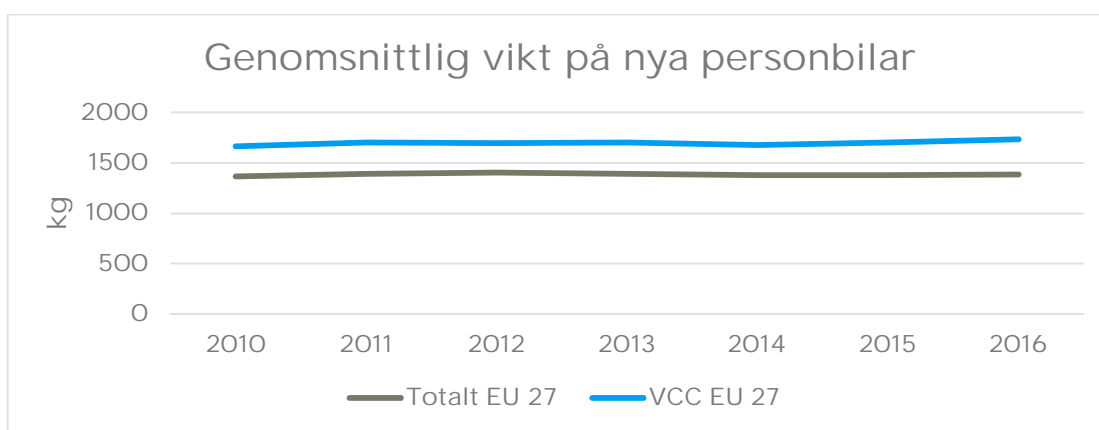


Figur 3: Antal nyregistrerade personbilar 2006–2018. Källa: SCB (2019).

Figur 4 och Figur 5 visar utvecklingen vad gäller nya personbilers utsläpp av koldioxid respektive nya personbilers genomsnittliga vikt för den svenska tillverkaren Volvo Cars jämfört med snittet för sålda personbilar inom EU27. Som man kan se i figurerna så tillverkar Volvo Cars tyngre bilar än genomsnittet, men CO₂-utsläppen har trots detta minskat och ligger nära genomsnittet för samtliga bilmodeller som sålts inom EU. För Volvo Cars var andelen elektrifierade bilar 4% av försäljningen 2016 och 6% av försäljningen 2018 (VCC, 2019).



Figur 4: Genomsnittliga koldioxidutsläpp för sålda personbilar i EU27, för tillverkare som säljer mer än 100 000 bilar per år. Svensk produktion representeras av Volvo Carss (VCC). Källa: EEA (2017).

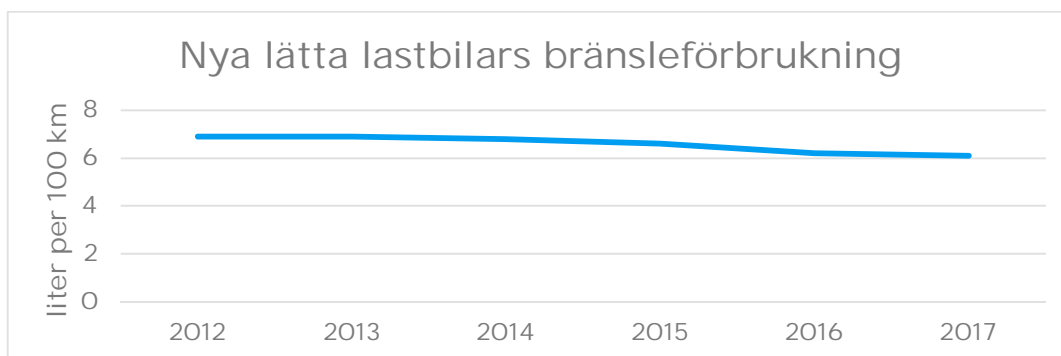


Figur 5: Genomsnittlig vikt för sålda personbilar i EU27, för tillverkare som säljer mer än 100 000 bilar per år. Svensk produktion representeras av Volvo Carss (VCC). Källa: EEA (2017).

1.1.2 Energieffektivisering av lastbilar, bussar och arbetsmaskiner

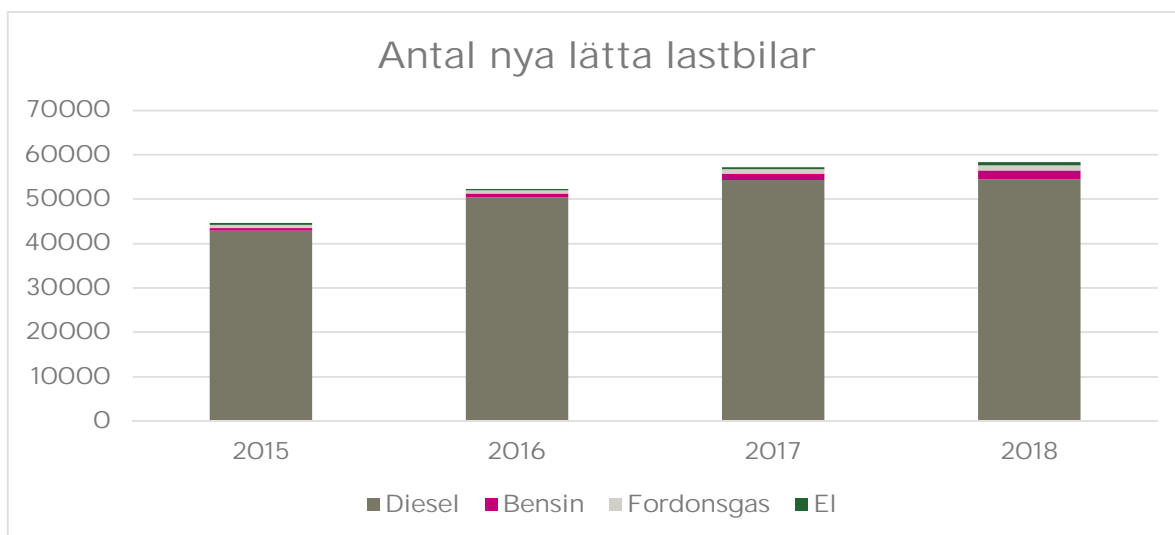
I denna sektion behandlas lätta och tunga lastbilar, bussar och arbetsmaskiner. För lätta lastbilar i svensk trafik finns en del officiell statistik, men för de övriga finns ingen officiell och publikt tillgänglig statistik över energianvändning. När det gäller arbetsmaskiner framkommer bristen på data tydligt i en intervjustudie på uppdrag av Trafikverket (2013): respondenterna anser att energieffektivisering av maskinerna inte verkar vara prioriterat, och att bränsleförbrukning inte redovisas. Bristen på data för tunga fordon styrks av den internationella vetenskapliga litteraturen (se t ex Grigoratos et al., 2019). Dock kan det förväntas att i och med att EU inför nya regleringar på området så bör en bättre uppföljning kunna ske framåt, åtminstone avseende tyngre fordon.

Trafikanalys (2015) har jämfört lätta lastbilars utsläpp av växthusgaser med deras trafikarbete under perioden 1990–2013, och funnit att dessa indikatorer följs åt. Baserat på detta drar Trafikanalys slutsatsen att det inte skett någon effektivisering av fordonen under perioden. Figur 6 visar dock att det skett en effektivisering av lätta lastbilars bränsleförbrukning efter år 2013.



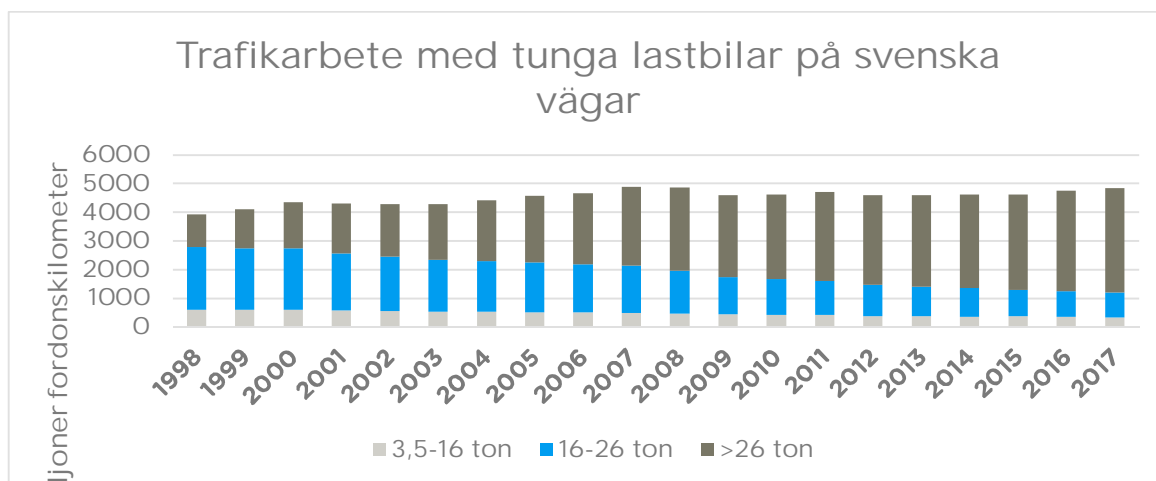
Figur 6: Bränsleförbrukning för nya lätta lastbilar 2012–2017. Källor: Trafikverket (2014, 2015, 2016, 2017, 2018b).

Figur 7 visar antalet nya lätta lastbilar fördelat per drivlina. Som kan ses i figuren dominerar dieslbilar försäljningen av lätta lastbilar även om antalet bensin-, gas- och eldrivna bilar ökat de senaste åren. Detta innebär att det på samma sätt som för personbilarna på kort sikt är viktigt att fortsätta arbeta med energieffektivisering av förbränningsmotorer samtidigt som det för en ökad energieffektivisering på kort-så väl som på längre sikt är avgörande att andelen helt eller delvis elektrifierade fordon (samt gasfordon) fortsätter öka.



Figur 7: Antal nyregistrerade lätta lastbilar 2015–2018. Källor: Trafikverket (2016, 2017, 2018b, 2019).

För tunga lastbilar visar Trafikanalys (2015) jämförelse av växthusgasutsläpp och transportarbete (som uttrycks i tonkilometer) att det inte skett någon effektivisering under perioden 1990–2013. En annan tolkning av statistiken görs av Vierth (2013), som konstaterar att det skett en effektivisering av de tunga transporterna, åtminstone fram till 2008. Därefter visar statistiken en ökad bränsleförbrukning i förhållande till transportarbetet, vilket innebär en minskad energieffektivitet. Det skulle kunna förklaras av ekonomiska faktorer snarare än teknisk utveckling (Vierth, 2013). Över huvud taget påverkas tunga fordons energianvändning av en mängd faktorer. Odhams et al. (2010) visar att fordonets egenskaper har en förhållandevis liten påverkan på den totala energieffektiviteten, fyllnadsgrad och trafiksituation påverkar mer. Att använda tyngre fordon ger generellt större energieffektivitet (Odhams et al., 2010). Figur 8 visar att fordon tyngre än 26 ton ökat väsentligt under de senaste 20 åren, medan lättare tunga fordon minskat, vilket visar på en möjlig energieffektivisering.

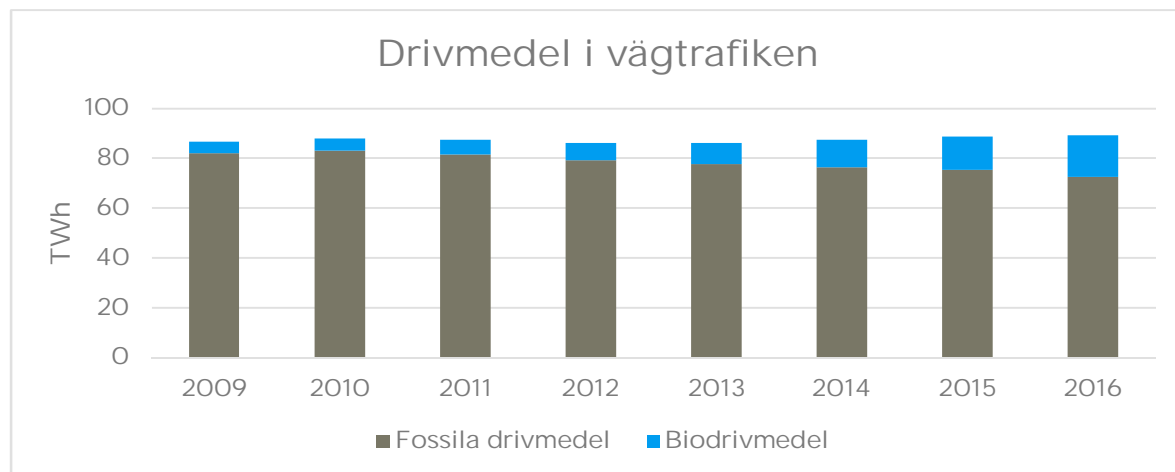


Figur 8: Trafikarbete med tunga lastbilar 1998–2017, efter fordonets vikt. Källa: Trafikanalys (2018).

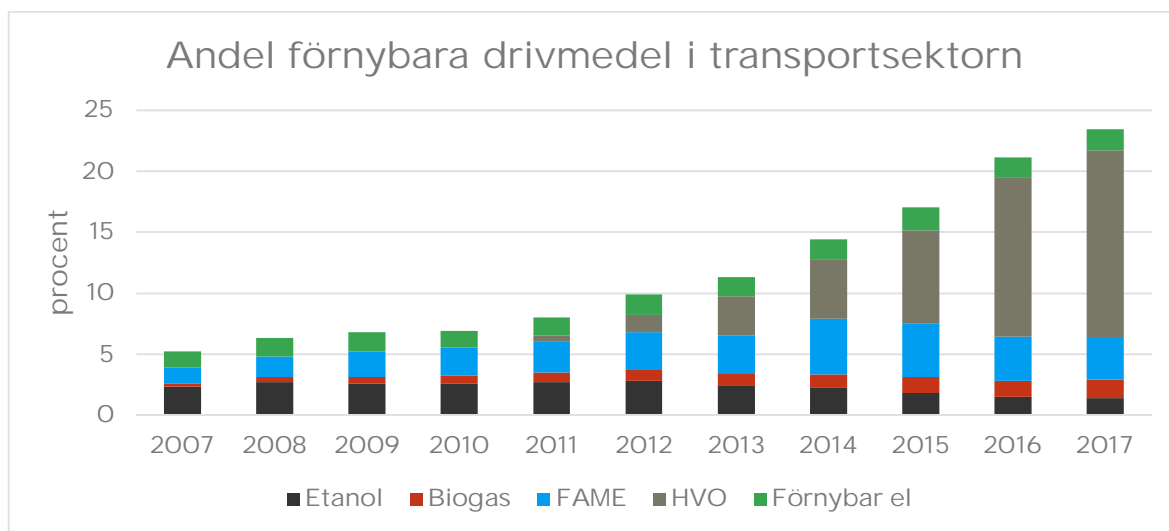
En studie av bussar i svensk kollektivtrafik visar att energianvändningen per fordonskilometer legat på en stabil nivå 2007–2014 (Xylia & Silveira, 2017). Det pekar på att fordonens energieffektivitet varit statisk. Däremot har energianvändningen per passagerarkilometer ökat under samma period. Kollektivtrafikbussarnas koldioxidutsläpp har minskat kraftigt under den studerade perioden, vilket beror på ökad användning av olika förnybara drivmedel. Detta kan även påverka energieffektiviteten, exempelvis har biogas mycket låga koldioxidutsläpp men även låg energitäthet (Xylia & Silveira, 2017).

1.1.3 Förnybara drivmedel

Som framgår av Figur 9 så uppgick andelen förnybara drivmedel till över 10% redan 2014. Figur 10 visar att framförallt HVO ökat de senaste åren. Eftersom HVO kan ersätta fossil diesel utan någon teknisk modifikation så kan den användningen inte anses ha påverkats av fordonstekniska framsteg.



Figur 9: Energianvändning i vägtrafiken 2009–2016, fördelat på fossila drivmedel och biodrivmedel. Källa: Energimyndigheten (2017).



Figur 10: Andel förnybara drivmedel i inrikes transporter 2007–2017, baserat på energlinnehåll och beräknat i enlighet med förnybarhetsdirektivet. Källa: Energimyndigheten (2019a).

Figur 3 (se tidigare stycke) visar på en stor försäljning av etanolpersonbilar runt 2008. Figur 10 visar att försäljningen av E85 inte ökade i den utsträckning som kunnat förväntas. Detta beror på att etanolbilarna ofta kördes på bensin (Forward et al., 2015). Etanolbilar och E85 minskade också efter år 2010 snabbt i popularitet. Volvo Cars som började sälja etanolbilar 2006 slutade med det 2016 (Teknikens Värld, 2015; VCC, 2005). Enligt SPBI (2019) har försäljningen av E85 ökat något under 2018, medan HVO minskat. Totalt minskade användningen av biodrivmedel med ca 5% under 2018 (SPBI, 2019).

Försäljningen av gaspersonbilar har aldrig varit särskilt stor men har minskat något de senaste åren, medan antalet gasdrivna lätta lastbilar legat på en stabil men låg nivå de senaste åren (Figur 3 och Figur 7). De låga nivåerna skulle kunna förklaras av oklara och kortsiktiga styrmedel (Ammenberg et al., 2018). Volvo Cars har sålt gasbilar under den senaste tioårsperioden, men fasar ut dem från och med 2019, till följd av låg efterfrågan (Mest Motor, 2017; VCC, 2008). Antalet gasdrivna bussar har dock ökat (Energimyndigheten, 2018a), vilket sannolikt är anledningen till att mängden biogas ökat något (Figur 10).

När det gäller tunga lastbilar finns ett intresse för förnybara drivmedel (Riksdagen, 2018). Bland de svenska tillverkarna visade Volvo Lastvagnar sju modeller som drevs av olika förnybara drivmedel år 2007, och Scania redovisar att ca 5% av sålda fordon 2017–2018 drivs av alternativa bränslen (Ny Teknik, 2007; Scania, 2019).

Inom kollektivtrafiken har användningen av förnybara drivmedel i bussar ökat mycket, med andelen 77% 2016 (Sveriges Bussföretag, 2017). Biogas och biodiesel (både FAME/RME och HVO) är de förnybara drivmedel som används mest, medan elbussar anses vara det mest intressanta alternativet för framtiden (Sveriges Bussföretag, 2017; Xylia & Silveira, 2017).

1.1.4 Energianvändning per producerat fordon

Tabell 1 visar två svenska fordonstillverkares energianvändning per producerat fordon, baserat på energianvändningen i produktionsanläggningarna (logistik eller underleverantörer inkluderas inte). Som kan ses i tabellen har båda tillverkarna blivit mer energieffektiva under den period då data finns att tillgå. Data från en tredje svensk tillverkare, Volvo Group, visar att deras energianvändning generellt minskar i förhållande till företagets omsättning (Volvo Group, 2019).

Tabell 1: Energianvändning per producerat fordon, i produktionsfasen. Källor: VCC (2019), Scania (2016, 2017, 2018, 2019).

	2014	2015	2016	2017	2018
Volvo Cars (Europa)	1,8 MWh	1,7 MWh	1,7 MWh	1,6 MWh	1,6 MWh

Volvo Cars (Asien)	-	4,1 MWh	4,1 MWh	3,2 MWh	2,3 MWh
Scania	-	8,1 MWh	7,9 MWh	7,2 MWh	6,9 MWh

För en konventionell bensin- eller diesebil utgör energianvändningen i produktionsfasen generellt en liten del av den totala energianvändningen under fordonets livscykel. För laddbara bilar ser förhållandet annorlunda ut, eftersom tillverkningen är mer energikrävande medan elmotorn är mycket mer energieffektiv (se t ex Ellingsen et al., 2016). För båda typerna av bilar gäller dock att vikten påverkar energianvändningen.

I en vetenskaplig artikel (Kim & Wallington, 2013) dras slutsatsen att nya, lättare material som ersätter stål innebär en väsentligt minskad energianvändning i ett livscykelperspektiv. Denna slutsats dras på basis av att en lättare bil har en lägre energianvändning (i produktionsfasen innebär de lättare materialen dock likvärdig eller ökad energianvändning). Svensk statistik (Trafikanalys, 2016) visar dock att bilar blir allt tyngre: 2006 var den genomsnittliga tjänstevikten för en ny personbil 1497 kg, men 2015 var den 1611 kg. Det är alltså rimligt att anta att åtminstone en del av den energieffektivisering som ges av lättare material äts upp av att fordonen ändå blir tyngre. Detta gäller rimligtvis även svenska biltillverkare, som står för ca 20% av försäljningen på den svenska nybilsmarknaden (BIL Sweden, 2019). Som Figur 5 visar så är svenska tillverkares personbilar också betydligt tyngre än genomsnittet.

Det har gjorts många livscykelanalyser under den senaste tjugooårsperioden, i synnerhet med fokus på elbilar, förnybara drivmedel och bränslecells-bilar. Majoriteten av de fordon som producerats under perioden är konventionella bensin- eller diesebil, men dessa studeras sällan annat än i jämförande syfte. De många studierna till trots är det svårt att dra generella slutsatser om utvecklingen, eftersom det finns stora skillnader mellan dem. Det görs olika antaganden i fråga om tillverkningsår, modell, livslängd, körsträcka och andra parametrar, vilket gör det svårt att jämföra resultaten (se t ex Nordelöf et al., 2014).

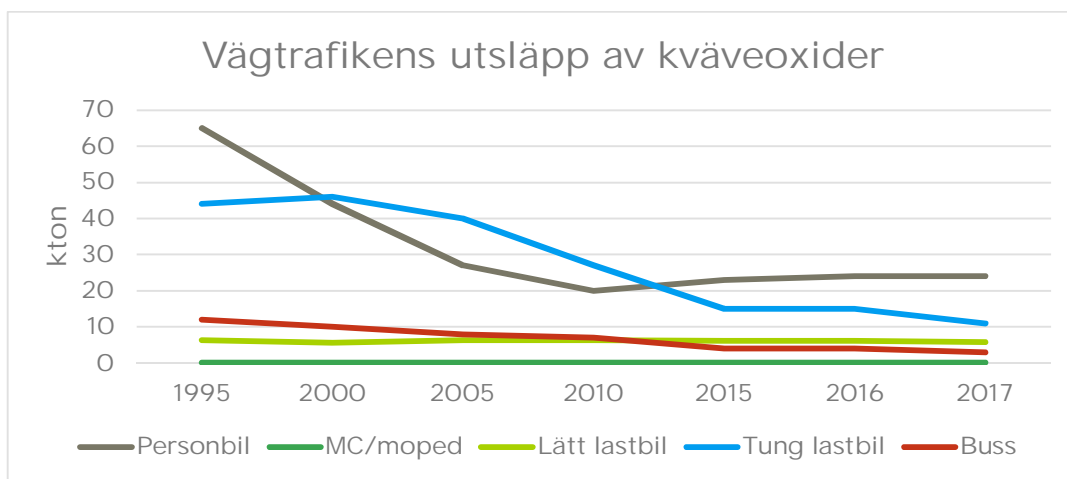
Den senaste tiden har elbilars klimatpåverkan uppmärksamats i media. Energianvändning och tillhörande koldioxidutsläpp i ett livscykelperspektiv har stått i fokus för debatten (Olsson, 2019). Detta har lett till att vikten av hållbar batteritillverkning och fossilfri elproduktion har börjat diskuteras brett.

1.1.5 Buller och luftföroreningar

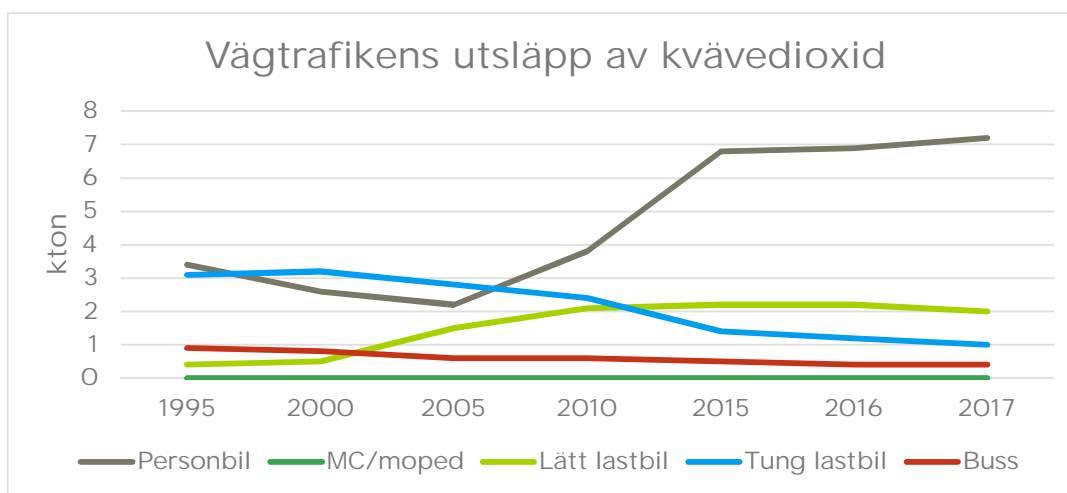
Såväl buller som luftföroreningar innebär hälsorisker och därmed samhällsekonomiska kostnader. Närmare två miljoner människor i Sverige har beräknats vara överexponerade för vägtrafikbuller (Nerhagen et al., 2015). De totala kostnaderna för förhöjda halter av kvävedioxid och partiklar (partiklar kommer dock även från vedeldning, inte bara från vägtrafiken) har uppskattats till 56 miljarder kronor (Gustafsson et al., 2018).

Utvecklingen vad gäller trafikbuller är svår att utvärdera, eftersom den är platsberoende och beror på många faktorer. En större andel elfordon borde rimligtvis ha en positiv inverkan i städer, om de ersätter konventionella fordon. Elbilar är tystare än bilar med förbränningsmotor, vilket främst märks i låga hastigheter, upp till 20 km/h (Transportstyrelsen, 2013). Majoriteten av laddbara personbilar som sålts hittills är laddhybrider (se Figur 3), som även har en förbränningsmotor. Utan att veta hur de används i städer (el- eller bränsledrift) är det svårt att säga något om deras påverkan på bullernivåerna. Sammanfattningsvis tyder den ökande andelen laddbara fordon på att trafikbullret kan komma att minska.

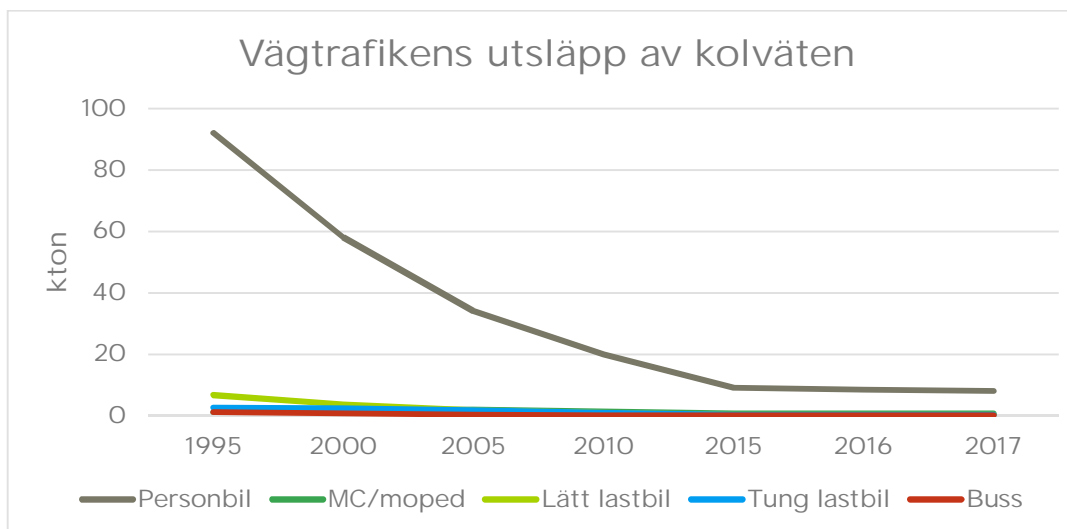
Figur 11, Figur 12, Figur 13 och Figur 14 visar på att utvecklingen generellt gått mot lägre utsläpp av såväl partiklar som kolväten, kväveoxider och kvävedioxid. Särskilt stora minskningar kan noteras för tunga lastbilar. För personbilar kan noteras att utsläppen av kväveoxider och kvävedioxid ökat sedan 2010 respektive 2005, vilket sannolikt beror på den ökade försäljningen av diesebil.



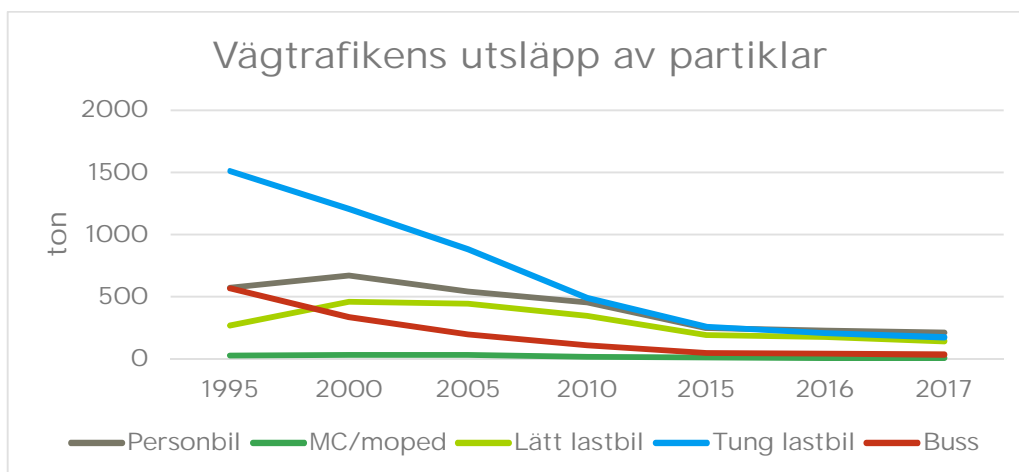
Figur 11: Totala utsläpp av kväveoxider 1995–2017. Källa: Trafikverket (2018a).



Figur 12: Totala utsläpp av kvävedioxid 1995–2017. Källa: Trafikverket (2018a).



Figur 13: Totala utsläpp av kolväten 1995–2017. Källa: Trafikverket (2018a).



Figur 14: Totala utsläpp av partiklar 1995–2017. Källa: Trafikverket (2018a).

1.2 Programexterna förklaringar till utvecklingen inom området Klimat och miljö

Området påverkas i stor utsträckning av institutionella förutsättningar så som styrmedel, standarder, lagar och andra regleringar. Dessutom påverkas området av att marknaden är så pass global, det vill säga, europeiska och globala institutionella förutsättningar och villkor kan ha större påverkan än nationella och regionala institutionella förutsättningar och villkor.

Sedan början av 1990-talet finns europeiska utsläppsklasser (European Emission Standards) som fastställer de acceptabla gränserna för avgasutsläpp (kolmonoxid, kolväten, kväveoxider och partiklar) av nya fordon som säljs i Europeiska unionen och EES-länderna. Utsläppsklasserna definieras i en serie EU-direktiv och har successivt skärpts genom nya klasser från starten med Euro 1 (för lätta fordon) och Euro I (för tunga fordon) till att dagens nya personbilar och lätta lastbilar ska kunna uppfylla Euro 6 medan tunga fordon ska kunna uppfylla Euro VI (Miljöfordon.se, 2019; Transportstyrelsen, 2019a). Som exempel kan det nämnas att jämfört med Euro 1/I så är de tillåtna nivåerna för utsläpp av kväveoxid inom Euro 6/VI reducerade med mer än 80%, vad gäller partikelemissionerna är skärpningen ännu hårdare. Utöver skärpningar så har man även succesivt i de senare Euro-klasserna introducerat begränsningar i ytterligare parametrar som inte inkluderades i de tidigare utsläppsklasserna. Generellt kan man konstatera att skärpningen från Euro 1/I till Euro 6/VI har inneburit en radikal minskning av utsläpp av kolmonoxid, kolväten, kväveoxider och partiklar från nya fordon och sannolikt haft en betydande påverkan på fordonsutvecklingen.

EU har även flera direktiv som påverkar transportsektorn, såsom förnybarhetsdirektivet styr mot en ökad användning av förnybar energi och Clean Vehicles Directive som styr mot renare fordon. EU kan även påverka genom sina forsknings- och innovationssatsningar, exempelvis Horisont 2020 som innehåller många projekt med fokus på att fasa in mer hållbara transporter i samhället.

I tillägg finns det även ett antal svenska styrmedel och regleringar som sannolikt påverkat utvecklingen vad gäller energieffektivisering och utsläpp inom transportsektorn:

- Sedan 2006 gäller den så kallade pumplagen, som innebär att den som driver ett större tankställe för fossila drivmedel har skyldighet att tillhandahålla ett förnybart drivmedel. Den har främst lett till att E85 är möjligt att tanka på de flesta mackar (Riksdagen, 2009).
- Under den studerade perioden har det funnits olika miljöbilsdefinitioner och relaterade subventioner (Transportstyrelsen, 2019b). Några av dessa presenteras här:
 - Miljöbilspremie 2007–2009: personbilar med koldioxidutsläpp under 120 g/km, eller som kunde drivas med el eller biodrivmedel, gavs en inköpsbonus på upp till 10 000 kr.
 - Femårig skattebefrielse 2010–2018: Från och med 1 januari 2010 infördes befrielse från fordonskatt i 5 år för nya miljöbilar i Sverige.

- Supermiljöbilspremie 2012–2018: personbilar med koldioxidutsläpp under 50 g/km (i praktiken laddbara bilar) gavs en inköpsbonus på upp till 40 000 kr.
- Skattebefrielse för miljöbilar 2009–2018: personbilar och lätta lastbilar fick skattebefrielse under fem år vid koldioxidutsläpp under en viss gräns beroende på drivmedel och fordonsvikt.
- Bonus-malus 2018 och tills vidare: personbilar och lätta lastbilar med koldioxidutsläpp under 60 g/km (i praktiken laddbara bilar) ges en inköpsbonus på upp till 60 000 kr. Samtidigt ges bensin- och dieseldrivna bilar en högre skatt under tre år, beroende på koldioxidutsläppsnivå (g/km).
- Regelverket för bilförmån innebär en subvention av bilinnehav och har, trots att miljöbilar subventioneras, bidragit till innehav av större och tyngre bilar (Klimatpolitiska rådet, 2019; Naturvårdsverket, 2004).
- Sedan 2018 finns en svensk klimatlag och ett klimatpolitiskt ramverk. Här sätts målet att transporterens klimatpåverkan ska minska med 70% till 2030, relativt 2010 års nivå. Enligt Klimatpolitiska rådet (2019) kommer målet inte att nås givet befintlig policy.
- Sedan 2018 gäller även reduktionsplikt, vilket innebär en gradvis ökande inblandning av förnybara drivmedel i bensin och diesel. Detta förväntas vara ett långsiktigt styrmedel för en kraftfull reduktion av utsläpp av växthusgaser från transportsektorn (Regeringskansliet, 2017; Energimyndigheten, 2019b). På kort sikt kan en konsekvens av reduktionsplikten bli att attraktiviteten för 100% förnybara drivmedel minskar.

När det gäller statsbidrag så kan det vara värt att nämna några som har och har haft påverkan:

- LIP (Lokala investeringsprogram, 1998–2006) och Klimp (Klimatinvesteringsprogram, pågick 2003–2012) ledde till utökad produktion och distribution av biogas (Naturvårdsverket, 2018).
- Klimatklivet (pågår sedan 2015) har gett många laddstationer för elbilar (Naturvårdsverket, 2019a).

Blickar man framåt finns det beslutade ändringar i två EU-direktiv – direktiv om utsläppsnormer för koldioxid för nya tunga fordon samt direktiv om främjande av rena och energieffektiva vägtransportfordon – som väntas få påverkan på utvecklingen de kommande åren.

Vad gäller direktivet om utsläppsnormer för koldioxid för nya tunga fordon så innehåller det i nuläget bindande mål om minskade koldioxidutsläpp från och med 2025 (15 %), och vägledande mål för 2030 (30 %) (Europeiska unionens råd, 2019). Minskningarna görs relativt år 2019 i registrerade fordons deklARATIONER. Målen är bindande och lastbilstillverkare som inte uppfyller kraven måste betala en straffavgift för extra utsläpp. Förslaget omfattar i första hand de fyra grupper av tunga fordon för vilka uppgifter om certifierade koldioxidutsläpp kommer att finnas tillgängliga från och med år 2019. Enligt direktivet är det koldioxidutsläppen från fordonet som räknas, oavsett om det drivmedel som används har fossilt eller förnybart ursprung. Detta innebär att direktivet inte har något Well-to-tank-perspektiv, och att elektrifiering kraftigt stimuleras.

Vad gäller det så kallade "Clean Vehicle Directive", direktivet om främjande av rena och energieffektiva fordon, så reglerar det offentlig upphandling av fordon. Enligt det föreslagna direktivet är ett "rent fordon" ett fordon som drivs av något av de drivmedel som omfattas av infrastrukturdirektivet, det vill säga ED95, HVO, FAME, metangas (både fossil och biogas) med flera. Direktivet förväntas få stor påverkan vid framtida upphandlingar av bussar, sopbilar, färdtjänst, bilar och andra tjänstefordon inom offentlig sektor och ändringarna i direktivet görs just för att förstärka den offentliga upphandlingens roll vad gäller att främja marknadsintroduktionen av rena och energieffektiva vägfordon.

När det gäller acceptans och efterfrågan på förnybara drivmedel och eldrift så verkar samhällets generella uppfattning, och den bild som ges i media, påverka i ganska hög grad. En användarstudie från VTI visar exempelvis att etanolbilar blev populära med införandet av pumplagen, som innebar

att E85 fick stor spridning, och med sänkt förmånsvärde. Dock tankades relativt lite E85, på grund av uppfattningar om att E85 inte fungerade på vintern och att motorn skulle må bättre av bensin. E85 drabbades även av debatter om etanolens klimatpåverkan och om dess påverkan på markanvändning och livsmedelsproduktion (Forward et al., 2015). Detta kan förklara att etanolbilar tog en stor del av nybilsförsäljningen runt 2008 men att trenden ebbade ut, samt att E85 hittills inte nått särskilt stora försäljningsvolymmer. Ammenberg et al. (2018) visar att när det gäller biogas så är kunskapen generellt låg, styrmedelslandskapet föränderligt och bilarnas andrahandsvärde lågt. Tidigare kunde det vara brist på gas, vilket också skulle kunna vara en anledning till att gasbilar inte blivit särskilt populära.

1.3 Viktiga trender och utvecklingsområden

Transportområdet påverkas av fem så kallade megatrender, som bland andra Trafikverket (2018c) uppmärksammar:

- Digitalisering
- Fokus på hållbarhet
- Urbanisering
- Tjänstefiering
- Fokus på säkerhet och sårbarhet

Dessa trender har analyserats av många aktörer, även FFI-programmet som behandlar dem och dess innebörd för framtida utveckling i sin färdplan (FFI, 2019). Megatrenderna innebär både nya möjligheter och ökade krav på transportsystemet. Med avseende på energianvändning och miljöpåverkan finns stora förväntningar på automatisering, uppkoppling, digitalisering och tjänstefiering som verktyg för att effektivisera transportbehovet. För att visa på möjligheterna till "smartare" transporter och om möjligt förverkliga förväntningarna, finns ett behov av fortsatt utveckling och demonstration av olika lösningar. Dessutom krävs både en ökad elektrifiering och en ökad användning av biodrivmedel, för att Sveriges klimatmål ska kunna nås (Klimatpolitiska rådet, 2019). Detta kräver en skarpare politik för fossilfrihet, men även ytterligare teknisk utveckling. En ökad elektrifiering innebär konsekvenser inom en rad områden, exempelvis ohållbar utvinning av metaller för användning i batterier samt påfrestningar på elnätet och möjlig effektbrist till följd av elfordonsladdning. För att transportsystemet ska kunna elektrifieras på ett så ekologiskt, socialt och ekonomiskt hållbart sätt som möjligt finns behov av forskning och teknikutveckling som möjliggör smarta lösningar.

1.4 Referenser

- Ammenberg J, Anderberg S, Lönnqvist T, Grönkvist S, Sandberg T, 2018. Biogas in the transport sector—actor and policy analysis focusing on the demand side in the Stockholm region. *Journal of Cleaner Production* 129:70-80.
- BIL Sweden, 2019. Nyregistreringar. <http://www.bilsweden.se/statistik/nyregistreringar>, tillgänglig 2019-04-02.
- EEA, 2017. Monitoring CO₂ emissions from new passenger cars and vans in 2016. EEA Report No 19/2017.
- Ellingsen LA-W, Singh B, Strømman AH, 2016. The size and range effect: lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles. *Environmental Research Letters*, Volume 11, 054010.
- Energimyndigheten, 2017. Transportsektorns energianvändning 2016. ES 2017:01.
- Energimyndigheten, 2018a. Energiindikatorer 2018. ER 2018:11.
- Energimyndigheten, 2018b. Indikatorer i SOFT som följer upp transportomställningen. <http://www.energimyndigheten.se/globalassets/klimat--miljo/transporter/soft/indikatorer/sammanstallning-indikatorer-transportomstallningen.pdf>
- Energimyndigheten, 2019a. Energiindikatorer 2019. ER 2019:11.
- Energimyndigheten, 2019b. Kontrollstation 2019 för reduktionsplikten. Reduktionsplikten utveckling 2021–2030. <http://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/hallbara-branslen/reduktionsplikt/kontrollstation-2019.pdf>

- Europeiska unionens råd, 2019. Pressmeddelande: Tunga fordon: rådets ordförandeskap och parlamentet eniga om de första målen för minskade koldioxidutsläpp från lastbilar i Europa.
<https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2019/02/19/heavy-duty-vehicles-eu-presidency-agrees-with-parliament-on-europe-s-first-ever-co2-emission-reduction-targets/>
- FFI, 2019. Övergripande färdplan.
- Forward S, Nyberg J, Forsberg I, Nordström M, Wallmark C, Wiberg E, Wolf S, 2015. Förnybara drivmedel – Möjligheter och hinder sett utifrån privatbilisters och aktörers perspektiv. VTI rapport 845.
- Grigoratos T, Fontarasa G, Giechaskiel B, Zacharof N, 2019. Real world emissions performance of heavy-duty Euro VI diesel vehicles. Atmospheric Environment 201:348-359.
- Gustafsson M, Lindén J, Tang L, Forsberg B, Orru H, Åström S, Sjöberg K, 2018. Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts. IVL rapport C 317.
- Kim HC, Wallington TJ, 2013. Life-Cycle Energy and Greenhouse Gas Emission Benefits of Lightweighting in Automobiles: Review and Harmonization. Environmental Science & Technology 47:6089–6097.
- Klimatpolitiska rådet, 2019. Klimatpolitiska rådets rapport 2019.
- Mest Motor, 2017. Volvo ska lägga ned biogasmodellerna Bi-Fuel: "Väldigt liten efterfrågan".
<https://www.mestmotor.se/recharge/artiklar/nyheter/20170711/volvo-ska-lagga-ned-biogasmodellerna-bi-fuel-valdigt-liten-efterfragan/>, tillgänglig 2019-05-03.
- Miljöfordon.se, 2019. Miljöklasser. <https://www.miljofordon.se/bilar/vad-aer-miljoebil/miljoeklasser/>, tillgänglig 2019-05-14.
- Naturvårdsverket, 2004. Bilförmåner påverkar utsläpp av koldioxid från bilar. Rapport 5381.
- Naturvårdsverket, 2018. Tidigare miljöinvesteringsprogram. <http://www.naturvardsverket.se/godaexempel>, tillgänglig 2019-05-13.
- Naturvårdsverket, 2019a. Resultat för Klimatlivet. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Klimatlivet/Resultat-for-Klimatlivet/>, tillgänglig 2019-05-13.
- Naturvårdsverket, 2019b. Utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter. <https://www.naturvardsverket.se/Samar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/>, tillgänglig 2019-05-24.
- Nerhagen L, Björketun U, Genell A, Swärdh J-E, Yahya M-R, 2015. Externa kostnader för luftföroreningar och buller från trafiken på det statliga vägnätet. VTI-notat 4-2015.
- Nordelöf A, Messagie M, Tillman A-M, Ljunggren Söderman M, Van Mierlo J, 2014. Environmental impacts of hybrid, plug-in hybrid, and battery electric vehicles—what can we learn from life cycle assessment? International Journal of Life Cycle Assessment 19:1866–1890.
- Ny Teknik, 2007. Volvodiesel kan tanka sju miljöbränslen. <https://www.nyteknik.se/energi/volvodiesel-kan-tank-sju-miljobranslen-6414364>, tillgänglig 2019-05-03.
- Odhams AMC, Roebuck RL, Lee YJ, Hunt SW, Cebon D, 2010. Factors influencing the energy consumption of road freight transport. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 224:1995–2010.
- Olsson L, 2019. Elbilar – miljöbovar eller klimathjältar? En studie av elbilsdebatten i svenska tidningar 2010–2018. RISE Viktoria.
- Regeringskansliet, 2017. Promemoria. Reduktionsplikt för minskning av växthusgasutsläpp från bensin och dieselbränsle.
- Riksdagen, 2009. Pumplagen. Uppföljning av lagen om skyldighet att tillhandahålla förnybara drivmedel. 2009/10:RFR7.
- Riksdagen, 2018. Fossilfria drivmedel för att minska transportsektorns klimatpåverkan. 2017/18:RFR13.
- Scania, 2016. Års- och hållbarhetsredovisning 2015.

- Scania, 2017. Års- och hållbarhetsredovisning 2016.
- Scania, 2018. Års- och hållbarhetsredovisning 2017.
- Scania, 2019. Års- och hållbarhetsredovisning 2018.
- SCB, 2019. Fordonsstatistik. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/transporter-och-kommunikationer/vagtrafik/fordonsstatistik/>, tillgänglig 2019-05-03.
- SPBI, 2019. Försäljningen av biodrivmedel sjönk under 2018. <https://spbi.se/forsaljningen-av-biodrivmedel-sjonk-under-2018/>, tillgänglig 2019-05-27.
- Sveriges Bussföretag, 2017. Statistik om Bussbranschen. April 2017.
- Teknikens Värld, 2015. Volvo slutar med etanolbilar – E85 inte lika hett längre. <https://teknikensvarld.se/volvo-slutar-med-etanolbilar-e85-inte-lika-hett-langre-216970/>, tillgänglig 2019-05-03.
- Trafikanalys, 2015. Lastbilars klimateffektivitet och utsläpp. Rapport 2015:12.
- Trafikanalys, 2016. Statistik över fordonsflottans utveckling – delredovisning av regeringsuppdrag. Rapport 2016:13.
- Trafikanalys, 2018. Trafikarbete på svenska vägar.
- Trafikverket, 2013. Trender inom teknisk utveckling och åtgärder för energieffektiva arbetsmaskiner. Publikation 2013:130.
- Trafikverket, 2014. PM om vägtrafikens utsläpp.
- Trafikverket, 2015. PM om vägtrafikens utsläpp.
- Trafikverket, 2016. PM om vägtrafikens utsläpp.
- Trafikverket, 2017. PM om vägtrafikens utsläpp.
- Trafikverket, 2018a. Trafikverkets miljörapport 2017. TRV 2018/45528.
- Trafikverket, 2018b. PM om vägtrafikens utsläpp.
- Trafikverket, 2018c. Trender i transportsystemet. 2018:180.
- Trafikverket, 2019. PM om vägtrafikens utsläpp.
- Transportstyrelsen, 2013. Elbilar och buller. Förstudie om olyckor med tystgående elbilar. TSG 2013-1401.
- Transportstyrelsen, 2019a. Avgaser. <https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Luftkvaliet-i-tatorter/Avgaser/>, tillgänglig 2019-05-14.
- Transportstyrelsen, 2019b. Miljöbilar. <https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Miljo/Klimat/Miljobilar1/>, tillgänglig 2019-05-14.
- Vierth I, 2013. Why do CO₂ emissions from heavy road freight transports increase in spite of higher fuel prices? CTS Working Paper 2013:4.
- VCC, 2005. Volvo startar produktion av bilar för etanolbränsle. <https://www.media.volvocars.com/se/sv-se/media/pressreleases/5094>, tillgänglig 2019-05-03.
- VCC, 2008. Biogasbilar tillbaka hos Volvohandeln. <https://www.media.volvocars.com/se/sv-se/media/pressreleases/18506>, tillgänglig 2019-05-03.
- VCC, 2019. Volvo Cars Group Annual Report 2018.
- Volvo Group, 2019. Volvokoncernen års- och hållbarhetsredovisning 2018.
- Xylia M, Silveira S, 2017. On the road to fossil-free public transport: The case of Swedish bus Fleets. Energy Policy 100:397-412.

2. FORSKNINGSOVERSIKT – TRAFIKSÄKERHET

2.1 Trafiksäkerhetsutvecklingen i Sverige från 1997

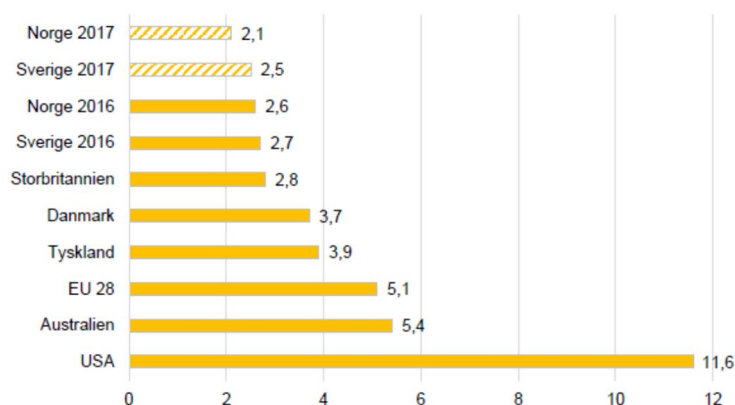
Under 2018 omkom 325 personer, 253 (78 %) män och 72 (22 %) kvinnor, i vägtrafikolyckor. Antalet omkomna ligger 40 % lägre än år 1997 vilket var 541 till antal (Transportstyrelsen, 2019). Den vanligaste typen av dödsolyckor var singelolyckor med motorfordon (30 % av omkomna i alla dödsolyckor). Den näst vanligaste olyckstypen var mötesolyckor (24 % av omkomna i alla dödsolyckor). Den största gruppen omkomna, 204 personer var "bilåkande", vilket är 63 % av alla omkomna. De flesta omkomna, 161 (49,5 % av alla omkomna) tillhör åldersgruppen 25–64 (vilken är den största trafikantgruppen), men relaterat till deras andel av alla trafikanter omkom flest, 117 (36 % av alla omkomna) i åldersgruppen över 65 år.

Vad gäller **svårt skadade**, enligt preliminära uppgifter från Transportstyrelsen (uppdaterad 2019-01-09), skadades under år 2018 2174 personer svårt i vägtrafikolyckor (OBS! endast polisrapporterade) (Transportstyrelsen, 2019). Av polisrapporterade svårt skadade var 1392 (64 %) män och 777 (36 %) kvinnor (för 5 personer saknas uppgift). Detta innebär att medan bland omkomna var endast 22% kvinnor, var bland svårt skadade 36 % kvinnor. Den vanligaste typen av svåra skador skedde i singelolyckor med motorfordon (30,6 % av svårt skadade av alla svårt skadade personer), vilket är en liknande andel som bland omkomna. Den näst vanligaste olyckstypen med svårt skadade var övriga olyckor. Mötesolyckor stod för 11,6 % av alla svårt skadade personer, vilket är mycket lägre andel än bland omkomna. Bland svårt skadade är en betydande andel cykel/mopedåkare (11 %). 10 % skadades i upphinnandeolyckor och 9,6 % var gående. Den största gruppen svårt skadade, 1302 personer var "bilåkande", vilket är 60 % av alla svårt skadade. Även här är andelen liknande som bland omkomna. De flesta svårt skadade, 1237 (57 % av alla svårt skadade) tillhör åldersgruppen 25-64 (vilken är ju den största trafikantgruppen).

Den officiella olycksstatistiken bygger på polisrapporterade olyckor. Polisrapporteringen täcker alla dödsolyckor, men när det gäller personskador är mörkertalet i polisregistret stort och det tillkommer ca. dubbelt så många svårt skadade från sjukhusrapportering, vilket innehåller många skaderapporter för gående och cyklister som inte finns med i polisrapportering. Många av de som skadas allvarligt i vägtransportssystemet är fotgängare som fallit omkull, men det är en olyckstyp som inte ingår i den formella definitionen av vägtrafikolycka. Antal svårt skadade skulle vara ungefär dubbelt så många om fallolyckor bland gående räknades med. En stor del av fallolyckorna bland gående sker under vinterperioden. Trafikverket (2018).

Trafikverket, i sin årliga rapport "Analys av trafiksäkerhetsutvecklingen" redovisar sedan år 2007 antalet **allvarligt skadade**. Med "allvarligt skadad" avses en medicinsk invaliditet på 1 procent eller mer. Enligt den äldre definitionen avsågs "svårt skadade" en person som varit inlagd på sjukhus i minst 24 timmar. För år 2017 beräknades antalet **allvarligt skadade** till knappt 4400 (65 % män och 35 % kvinnor). Den vanligaste typen av allvarliga skador skedde hos cyklister (47 %), följd av allvarligt skadade i personbil (33 %). Tunga fordon, Motorcykel, Moped och Fotgängare stod för var sin 5 % av allvarligt skadade.

Ur ett globalt perspektiv är antalet omkomna per capita näst lägst i Sverige, se figur 1. Under 2017 omkom 2,5 personer per 100 000 invånare i vägtrafikolyckor i Sverige (Amin, Vadeby, Rizzi, 2018).



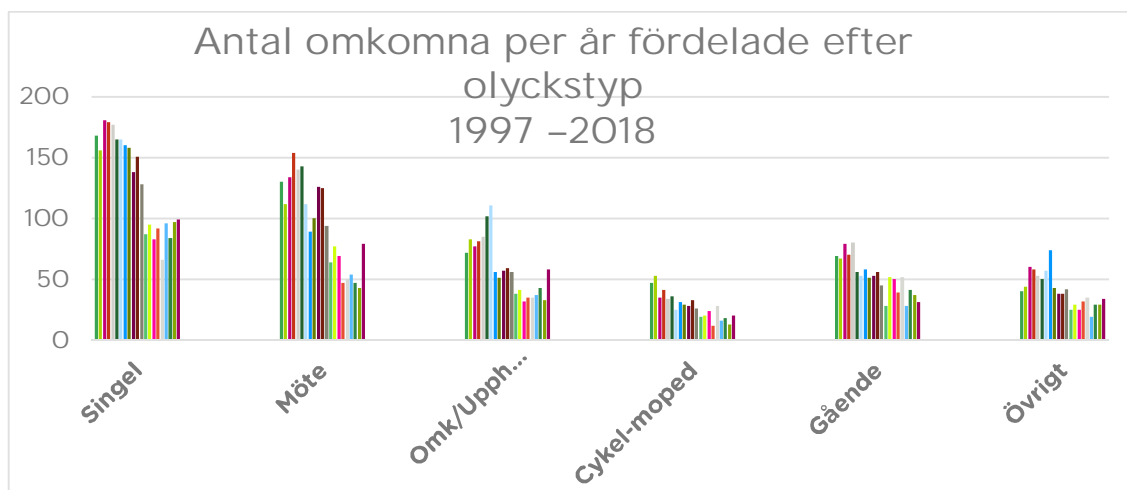
Figur 1. Internationell jämförelse av omkomna i vägtrafiken per 100 000 invånare år 2017 (Amin, Vadeby, Rizzi, 2018).

Antal omkomna per år under perioden 1997-2018 visas i figur 2. Minskningen av dödsolyckor tog fart år 2001 och fortsatte till 2013. Från år 2013 har pågått en stagnation och antalet omkomna år 2018 till och med ökade med 23,9 % jämfört med 5-års medelvärdet åren före. Om man jämför antal omkomna år 1997 med medelvärdet för de senaste 6 åren ("stagnationsåren" 2013-2018) kan man se en minskning på 49,6 %.



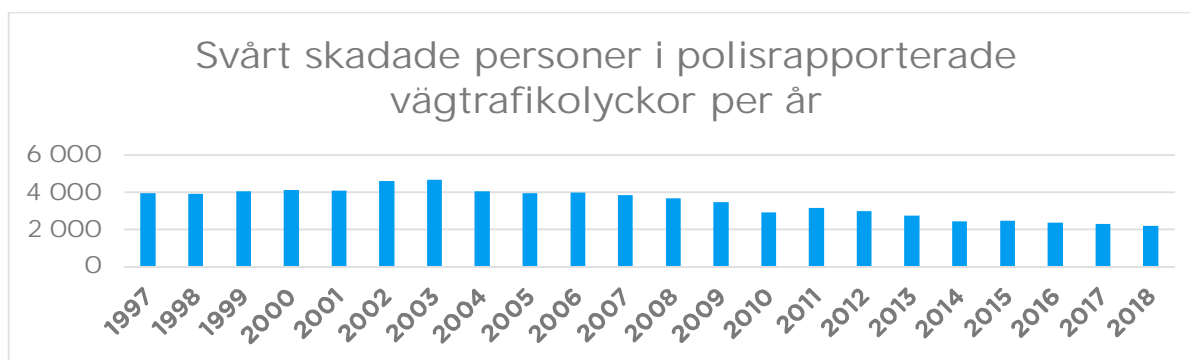
Figur 2. Antal omkomna i vägtrafikolyckor per år 1997–2018. *Från och med 2010 räknas inte självmord med i statistiken för omkomna i trafikolyckor. (baserat på Trafikanalys: Vägtrafikskador och Transportstyrelsen: Nationell statistik).

Antal omkomna per år, 1997–2018, fördelade efter olyckstyp visas i figur 3. Under åren 1997 – 2018 skedde den största minskningen bland omkomna cykel/moped åkande (57,4 %), den näst största minskningen bland omkomna gående (55,1 %). Minskningen bland omkomna i singelolyckor var 41,1 %, bland omkomna i mötesolyckor 39,2 % och i omkörnings/upphinnande/avsvängning/korsande-olyckor 19,4 %.



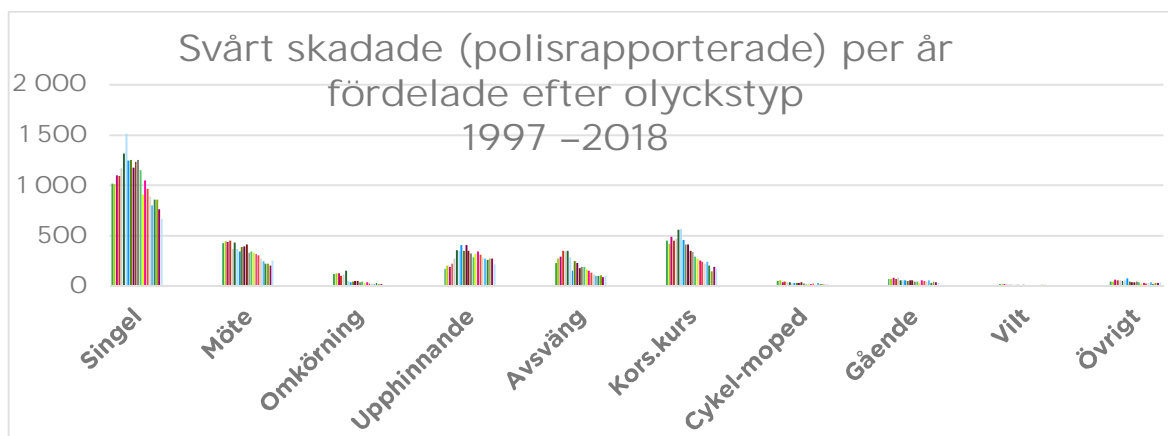
Figur 3. Antal omkomna i vägtrafikolyckor per år fördelade efter olyckstyp, 1997–2018. *Från och med 2010 räknas inte självmord med i statistiken för omkomna i trafikolyckor. (baserat på Trafikanalys: Vägtrafikskador och Transportstyrelsen: Nationell statistik).

Antal **svårt skadade** ökade fram till år 2003 och sedan har det minskat kontinuerligt från år 2004, se figur 4. Från 1997 till 2018 minskade antalet svårt skadade från 3917 till 2174, d.v.s. med 44,5 %.



Figur 4. Antal **svårt skadade (polisrapporterade)** per år 1997–2018 (baserat på Trafikanalys: Vägtrafikskador och Transportstyrelsen: Nationell statistik).

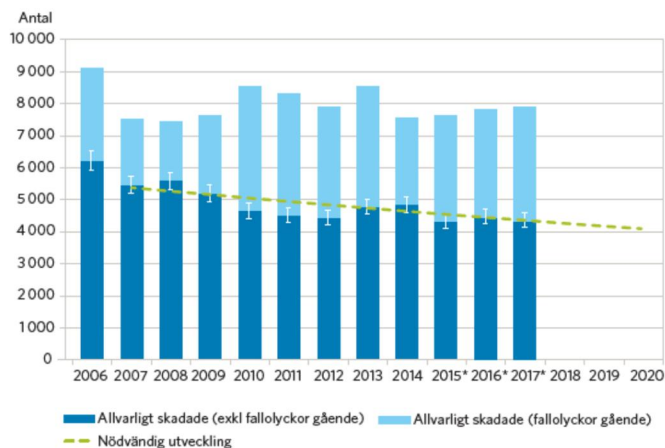
Antal **svårt skadade (polisrapporterade)** per år, 1997-2018, fördelade efter olyckstyp visas i figur 5. (OBS, data gäller endast polisrapporterade olyckor). Den största minskningen skedde bland svårt skadade i omkörningsolyckor (-91,7 %), den näst största minskningen i viltolyckor (-73,3%), efter det i olyckor med korsande kurs (-62,3 %), cykel/moped olyckor (-57,4) , avsvängningsolyckor (-56,8 %), gående (-55,1 %), mötesolyckor (-40,1 %), singelolyckor (-23,4 %), medan upphinnandeolyckor t.o.m. ökade (+25,9 %).



Figur 5. Antal **svårt skadade (polisrapporterade)** per år fördelade efter olyckstyp, 1997–2018 (baserat på Trafikanalys: Vägtrafikskador och Transportstyrelsen: Nationell statistik).

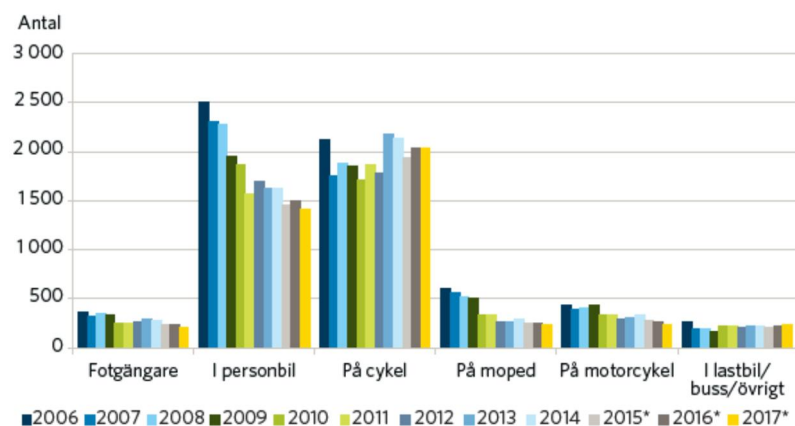
Om man jämför utvecklingen antal **omkomna** med antal **svårt skadade** per år kan man se i figur 2 och 4 att medan minskningen i antal omkomna började år 2001, började minskningen i antal svårt skadade med en viss fördröjning, d.v.s. år 2004. Däremot är minskningen i antal svårt skadade fortlöpande medan antal omkomna har stagnerat sedan år 2013.

För 2017 beräknades antalet **allvarligt skadade** till knappt 4400 och år 2007 (då Trafikverket började med redovisningen av allvarligt skadade även från sjukhusregistrering) var siffran 5400, vilket innebär en genomsnittlig årlig minskning på 2 % och en total minskning på 18,5 % från 2007 till 2017. Många av de som skadas allvarligt i vägtransportsystemet är fotgängare som fallit omkull, men det är en olyckstyp som inte ingår i den formella definitionen av vägtrafikolycka. I figur 6 framgår att antal allvarligt skadade skulle vara ungefär 7900 om fallolyckor bland gående räknades med.



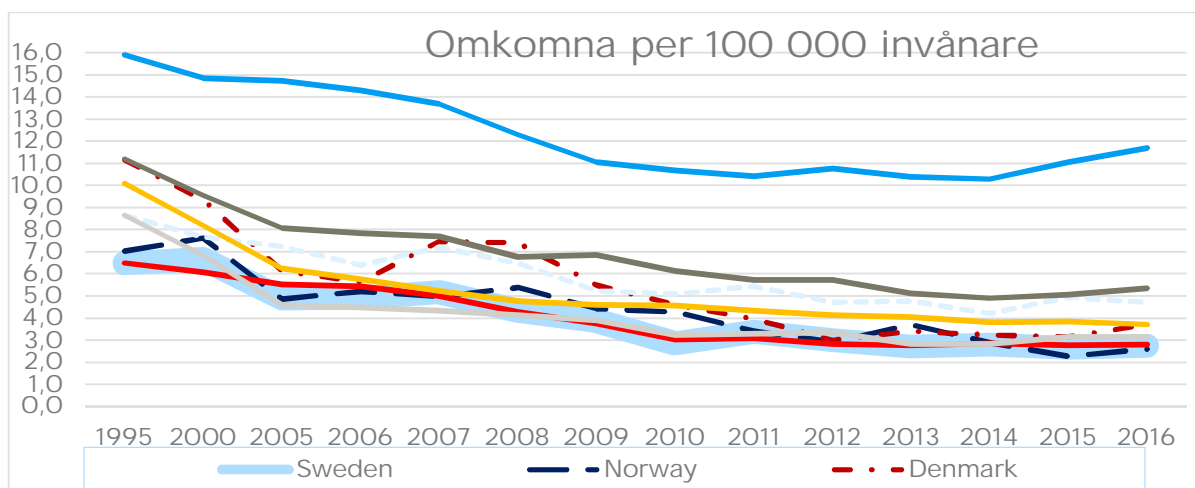
Figur 6. Prognostiserat antal **allvarligt skadade** 2006–2017. Ett 95-procentigt prognosintervall visar hur stor osäkerheten är i prognoserna för antalet allvarligt skadade för respektive år (Trafikverket, 2018).

Vad gäller antalet **allvarligt skadade** fördelat efter trafikantkategori skedde en förändring mellan 2010 och 2011 – från att de allvarligt skadade personbilisterna varit fler än de allvarligt skadade cyklisterna, till att de skadade cyklisterna blev fler, se figur 7. Antalet personer som skadas allvarligt i personbil har minskat kontinuerligt - under 2017 var det drygt 1 400 personer, vilket är den lägsta nivån hittills - medan antalet personer som skadas allvarligt i tunga fordon har inte förändrats.



Figur 7. Prognostiserat antal allvarligt skadade 2006–2017 fördelat efter trafikantkategori (Trafikverket, 2018).

Utvecklingen av antalet omkomna över tid i Sverige är likartad som i jämförbara länder, se figur 6. Minskningen av antalet omkomna har även på europeisk nivå bromsats in på senare år. Förändringen av antalet omkomna i vägtrafiken i Japan följer utvecklingen för EU, men Australien och USA har inte haft en lika positiv utveckling.



Figur 6. Utveckling av antalet omkomna i Sverige, (Norge, Danmark, och Finland), EU 28, Australien, Japan och USA 1995–2016 (baserat på IRTAD, 2019).

2.2 Olika riskfaktors bidrag till trafiksäkerhetsproblem i Sverige

Elvik och Amundsen (2000) skattade olika riskfaktors marginalbidrag till trafiksäkerhetsproblem i Sverige under senare halvan av 1990 talet. Marginalbidrag från en viss riskfaktor till antal omkomna och skadade betecknar det partiella bidrag som just den riskfaktorn representerar i en uppsättning riskfaktorer vars kombinerade effekt har uppskattats sammanlagt till 89 %, se tabell 1 nedan. Storleken på marginalbidrag från en viss riskfaktor är den andelen av omkomna/skadade som i princip skulle kunna elimineras genom att eliminera denna riskfaktor. Om t.ex. riskfaktorn "Överträdelse av hastighetsgränser" kunde minskas till 0 %, kunde i princip antalet omkomna minskas med 17,2 % och antalet skadade 12,5 %, se tabell 1.

Tabell 1. Marginalbidrag från olika risk faktorer i Sverige (Elvik & Amundsen, 2000).

Riskfaktor	Jämförelsegrupp	Marginalbidrag (%)	
		Dödade	Skadade
1. Vägar inom tätort	Alla vägar utanför tätort	-6,0 %	12,7 %

2. Dålig vägstandard	Motorvägsstandard	1,6 %	0,6 %
3. Vägsidesobjekt	Objektfria vägsidesområden	7,0 %	2,1 %
4. Dålig krocksäkerhet hos fordon	Bilar med bästa krocksäkerhet	15,6 %	3,9 %
5. Felaktiga vägskyltar	Korrekta vägskyltar	0,5 %	0,9 %
6. Tunga fordon	Lätta fordon	4,9 %	0,3 %
7. Hög-risk korsningar	låg-risk korsningar	1,0 %	0,4 %
A Dålig systemutformning (totalt)	Bra systemutformning	24,5 %	21,0 %
8. Risk nattetid	Risk under dagtid	5,3 %	4,5 %
9. Risk vintertid	Risk sommartid	6,3 %	6,1 %
10. Risk för krock med djur	Noll risk för krock med djur	0,7 %	2,3 %
B. Miljörelaterad risk (totalt)	Risikfri miljö	12,3 %	12,8 %
11. Barns risk i trafik	Säkraste åldersgrupps risk	0,5 %	0,5 %
12. Oskyddade trafikanter	Skyddade trafikanter	8,1 %	5,2 %
13. Unga bilförarens risk	Säkrast åldersgrupp bilförarens risks	3,9 %	6,0 %
14. Äldre trafikanters risk	Säkraste åldersgrupps risk	4,4 %	2,5 %
C. Oskyddade trafikanter (totalt)	Säkraste trafikantgrupper	16,9 %	14,2 %
15. Överträdelse av hastighetsgränser	Alla håller hastighetsgränserna	17,2 %	12,5 %
16. Onykter körning	Alla kör nyktra	3,0 %	2,6 %
17. Icke användning av säkerhetsbälte	Alla använder säkerhetsbältet	3,5 %	1,7 %
18. Andra brott mot trafikregler	Alla följer alla trafikregler	3,8 %	3,3 %
19. Excess bilkörning inom tätort	3 % mindre bilkörning inom tätort	0,2 %	0,9 %
D. Osäkert trafikant beteende (totalt)	Säker trafikant beteende	27,7 %	20,9 %
20. Otillräcklig räddningstjänst	Räddningshelikoptrar	7,6 %	4,2 %
E. Befintlig räddningstjänst (totalt)	Bästa möjliga nivå av räddning	7,6 %	4,2 %
Alla riskfaktorer (totalt)	Bästa möjliga tillgänglig säkerhet	89 %	73 %

Om säkerhetsproblemen rangordnas enligt storleken på deras bidrag till dödsfall toppar följande 14 riskfaktorer - som står för totalt 92,2 % av marginalbidragen till trafiksäkerhetsproblemen – listan:

- I. Överträdelse av hastighetsgränser (17,2 %)
- II. Dålig krocksäkerhet hos fordon (15,6 %)
- III. Oskyddade trafikanters höga risk (8,1 %)
- IV. Otillräcklig räddningstjänst (7,6 %)
- V. Vägsidesobjekt (7,0 %)
- VI. Risk vintertid (6,3 %)
- VII. Risk nattetid (5,3 %)
- VIII. Tunga fordon (4,9 %)
- IX. Äldre trafikanters risk (4,4 %)

- X. Unga bilförarens risk (3,9 %)
- XI. Andra brott mot trafikregler (3,8 %)
- XII. Icke användning av säkerhetsbälte (3,5 %)
- XIII. Onykter körning (3,0 %)
- XIV. Dålig vägstandard (1,6 %)

Problemen har rangordnats ovan enligt deras bidrag till dödliga skador. Emellertid, inom tätort bidrar riskerna i allmänhet till mer skador än till dödsfall. Det innebär att risken för skador är högre i bebyggda områden än utanför, men risken för dödlig skada är lägre i bebyggda områden än utanför. Bidraget av en specifik riskfaktor till antalet dödade och skadade kan förändras över tid. Om, till exempel, minskar andelen förare som kör alkoholpåverkad, kan denna faktor bli relativt mindre viktig för olycks-/skadeutkomsten.

För att få ett grepp huruvida marginalbidragen från de olika riskfaktorerna har förändrats sedan 1997, kan man titta på hur tillgängliga trafiksäkerhetsindikatorer och andel omkomna i relevanta olyckstyper har förändrats under denna tid. Trafikverket använder sedan år 2009 ett antal trafiksäkerhetsindikatorer för att följa trafiksäkerhetsutvecklingen i Sverige, se Bilaga 2. Tabell 2 nedan visar förändring av trafiksäkerhetsindikatorer till 2017 från olika basår (då indikatorn i fråga började mätas).

Vad gäller riskfaktor I "Överträdelse av hastighetsgränser", har det inte skett några större förändringar på statliga vägar (en försämring på 4,3 %), men på kommunala vägar har situationen förbättrats (om vi antar att efterlevnaden av hastighetsgränserna på kommunala vägar år 1997 var på samma nivå som på statliga vägar har det skett en förbättring på kommunala vägar med 42,5 % mellan åren 1997 och 2017). Majoriteten av omkomna (69 %) är på statliga vägar och ca. 25 % på kommunala vägar (6 % på enskilda vägar) (Trafikverket, 2018). Den sammanvägda förändringen på statliga vägar och kommunala vägar blir $0,69 * (-0,043) + 0,25 * (0,425) + 0,06 = 0,14$ -> vilket indikerar att marginalbidragen till Trafiksäkerhetsproblem från riskfaktor I. "Överträdelse av hastighetsgränser" skulle minska till $(17,2 \%)*0,86=14,8 \%$.

Vad gäller riskfaktor II "Dålig krocksäkerhet hos fordon", har indikatorn "Andel trafikarbete utfört av personbilar med högsta Euro NCAP-klass" ökat till 70 % (Trafikverket, 2018; se bilaga 3), -> vilket indikerar att marginalbidragen till trafiksäkerhetsproblem från riskfaktor II. "Dålig krocksäkerhet hos fordon" skulle minska till $(15,6 \%)*0,3= 4,68 \%$.

Vad gäller riskfaktor III "Oskyddade trafikanter höga risk", har andelen dödade mopedister, cyklister och gående var 21 % år 1997 och 20 % år 2017, en minskning alltså med 5 % (andelen svårt skadade oskyddade trafikanter minskade från 22 % till 21 %). Den 5 procentiga minskning av andel oskyddade trafikanter av det totala antalet omkomna indikerar att marginalbidragen till trafiksäkerhetsproblem från riskfaktor III antas minska till $(8,1 \%)*0,95=7,7 \%$.

Vad gäller riskfaktor IV "Otillräcklig räddningstjänst", då information saknas om huruvida räddningstjänstens kvalitet har förändrats, antas här att marginalbidrag från denna riskfaktor inte har förändrats.

Tabell 2. Olika riskfaktorers marginalbidrag till trafiksäkerhetsproblem i Sverige och förändring av trafiksäkerhetsindikatorer (Baserat på Elvik & Amundsen, 2000, samt Trafikverket, 2018).

Riskfaktor			Trafiksäkerhetsindikator (Trafikverket, 2018)				Förändring andel omkomna (%)	Riskfaktorernas marginalbidrag till TS problem 2017
R	Namn	Marginalbidrag till TS problem på 1990 talet	Namn	1997	2007	2017		
a	Överträdelse av hastighetsgränser		Efterlevnad av hastighetsgränser statliga vägar	47 %	-	45 %	-4,3 % 1997-2017	-
n								
g								

I		17,2 %	Efterlevnad av hastighetsgränser kommunala vägar	-	-	67 %	+42,5 % 2003-2017	-	14,8 %
II	Dålig krocksäkerhet hos fordon	15,6 %	Andel trafikarbete utfört av person-bilar med högsta Euro NCAP-klass	0 %	20 %	72 %	+70 % 1997-2017	-	4,68 %
III	Oskyddade trafikanters höga risk	8,1 %	-	-	-	-	-	-5 %	7,7 %
IV	Otillräcklig räddningstjänst	7,6 %	-	-	-	-	-	-	7,6 %
V	Vägsidesobjekt	7,0 %	-	-	-	-	-	-	7,0 %
VI	Risk vintertid	6,3 %	-	-	-	-	-	-49 %	3,2 %
VII	Risk nattetid	5,3 %	-	-	-	-	-	+9,7 %	5,8 %
VIII	Tunga fordon	4,9 %	-	-	-	-	-	-18,5 %	4,0 %
IX	Äldre trafikanters risk	4,4 %	-	-	-	-	-	-2,5 %	4,3 %
X	Unga bilförarens risk	3,9 %	-	-	-	-	-	-	7,8 %
XI	Andra brott mot trafikregler	3,8 %	-	-	-	-	-	-	3,8 %
XII	Icke användning av säkerhetsbälte	3,5 %	Andel bältade i framsäte i personbil	89 %	96 %	98 %	+10,1 % 1997-2017	-	3,2 %
XIII	Onykter körning	3,0 %	Andel trafikarbete med nyktra förare	-	99,71 %	99,74 %	+0,0003 % 2007-2017	+33 %	4,0 %
XIV	Dålig vägstandard	1,6 %	Andel trafikarbete på mötesseparerade vägar över 80 km/tim på statligt vägnät	31 %	50 %	76 %	+145 % 1997-2017	-29 %	1,1 %

Marginalbidrag från riskfaktor V "Vägsidesobjekt" torde ha minskat då Trafikverket har satsat en hel del på att eliminera och skydda vägsidesobjekt. Olyckstyper som skulle kunna spegla utvecklingen är singel- och omkörningsolyckor. Andelen omkomna i dess två olyckstyper har ökat från 34 % till 40 %. Då tillräcklig information pekar åt olika håll antas här att marginalbidrag från denna riskfaktor inte har förändrats.

Vad gäller riskfaktor VI "Risk vintertid", är det känt att vädret kan ha stor effekt på trafiken under korta perioder och på vissa platser. Det är dock svårt att utreda hur stor påverkan tillfälliga och lokala väderfenomen har på trafiksäkerheten och hur mycket det slår igenom i den nationella statistiken. Andel polisrapporterade olyckor med dödlig utgång under vintervägsförhållanden (is/snö på vägbanan) för år 1997 och 2017 visas i tabell 3 nedan. Andel polisrapporterade olyckor med dödlig utgång under vintervägsförhållanden minskade med 49 %. Med hänsyn till detta kan antas att marginalbidrag från denna riskfaktor (se tabell 2) minskar motsvarande, d.v.s. till 3,2 %.

Tabell 3. Andel polisrapporterade olyckor med dödlig utgång under vintervägsförhållanden (is/snö på vägbanan) år 1997 och 2017 (SCB, 1999: Trafikskador 97; Trafikanalys, 2019: Vägtrafikskador 2017).

1997	2017	Förändring
18,5 %	9,4 %	-49 %

Vad gäller riskfaktor VII "Risk nattetid", ökade andel polisrapporterade olyckor med dödlig utgång under mörker från år 1997 till 2017 med 9,7 %, se tabell 4 nedan. Med hänsyn till detta kan antas att marginalbidrag från denna riskfaktor (se tabell 2) ökar motsvarande, d.v.s. till 5,8 %.

Tabell 4. Andel polisrapporterade olyckor med dödlig utgång under mörker år 1997 och 2017 (SCB, 1999: Trafikskador 97; Trafikanalys, 2019: Vägtrafikskador 2017).

1997	2017	Förändring
27,8%	30,5%	+9,7 %

Vad gäller riskfaktor VIII "Tunga fordon", minskade andel polisrapporterade olyckor med dödlig utgång i kollision med lastbil/buss från år 1997 till 2017 med 18,5 %, se tabell 5 nedan. Med hänsyn till detta kan antas att marginalbidrag från denna riskfaktor (se tabell 2) minskar motsvarande, d.v.s. till 4,0 %.

Tabell 5. Andel polisrapporterade olyckor med dödlig utgång i kollision med lastbil/buss år 1997 och 2017 (SCB, 1999: Trafikskador 97; Trafikanalys, 2019: Vägtrafikskador 2017).

1997	2017	Förändring
22,7 %	18,5 %	-18,5 %

Vad gäller riskfaktor IX "Äldre trafikanter risk", minskade andel dödade personer, 65 år och äldre vid polisrapporterade vägtrafikolyckor från år 1997 till 2017 med 2,5 %, se tabell 6 nedan. Med hänsyn till detta kan antas att marginalbidrag från denna riskfaktor (se tabell 2) minskar motsvarande, d.v.s. till 4,3 %.

Tabell 6. Andel dödade personer, 65 år och äldre vid polisrapporterade vägtrafikolyckor år 1997 och 2017 (SCB, 1999: Trafikskador 97; Trafikanalys, 2019: Vägtrafikskador 2017).

1997	2017	Förändring
31,6 %	30,8 %	-2,5 %

Vad gäller riskfaktor X "Unga bil-förare risk", ökade andel dödade unga personbilsförare (18-24 år) vid polisrapporterade vägtrafikolyckor från år 1997 till 2017 med 100 %, se tabell 7 nedan. Med hänsyn till detta kan antas att marginalbidrag från denna riskfaktor (se tabell 2) ökar motsvarande, d.v.s. till 7,8 %.

Tabell 7. Andel dödade unga bilförare (18-24 år) vid polisrapporterade vägtrafikolyckor år 1997 och 2017 (SCB, 1999: Trafikskador 97; Trafikanalys, 2019: Vägtrafikskador 2017).

1997	2017	Förändring
11,8 %	23,6 %	+100 %

Vad gäller riskfaktor XI "Andra brott mot trafikregler", då tillgängligt material saknas om trafikbrottens omfattning, antas här att marginalbidrag från denna riskfaktor inte har förändrats.

Vad gäller riskfaktor XII "Icke användning av säkerhetsbälte", kan man konstatera att trafiksäkerhetsindikatorn "Andel bältade i framsäte i personbil" visar en förbättring på 10,1 %, vilket kan tolkas som marginalbidrag från denna riskfaktor minskar motsvarande, d.v.s. till 3,2 %.

Vad gäller riskfaktor XIII "Onykter körning", kan man konstatera att trafiksäkerhetsindikatorn "Andel trafikarbete med nyktra förare" visar en marginell förbättring med 0,0003 % (Trafikverket, 2018). Däremot från år 2000 till år 2017 ökade andel alkoholpåverkade omkomna personbilsförare från 21 % till 28 %, d.v.s. med 33 % (Trafikverket, 2018). Med hänsyn till detta kan antas att marginalbidrag från denna riskfaktor ökar motsvarande, d.v.s. till 4,0 %.

Vad gäller riskfaktor XIV "Dålig vägstandard", ökade andel trafikarbete på mötesseparerade vägar över 80 km/tim med 145 %. Andel omkomna i mötesolyckor minskade från 24 % till 17 %, d.v.s. med 29 %, se tabell 8. Med hänsyn till detta kan antas att marginalbidrag från denna riskfaktor minskar motsvarande, d.v.s. till 1,1 %.

Tabell 8. Andel omkomna i mötesolyckor år 1997 och 2017 (Trafikanalys: Vägtrafikskador och Transportstyrelsen: Nationell statistik).

1997	2017	Förändring
24 %	17 %	-29 %

2.3 Fordonens påverkan på trafiksäkerheten i ett längre perspektiv

Det torde stå helt klart att det är med hjälp av innovation och nya idéer som trafiksäkerheten i Sverige förbättrats så radikalt under årens lopp. Vi är visserligen långt från det mål som satts upp av Sverige Riksdag 1997 om noll omkomna och allvarligt skadade, men för en del grupper, ex barn, är utvecklingen väldigt positiv. Jämfört med de fem sämsta åren sedan 1950 vad gäller omkomna barn jämfört med de fem bästa (som är de fem senaste åren) är nedgången 98 % för barn 0-6 år. Ny teknik i fordon, nya sätt att bygga bostadsområden, nya regler om hastigheter, nya vägtyper mm är sådant som tillsammans skapat en dramatiskt ändrad situation. Tyvärr gäller inte denna utveckling för alla grupper av trafikanter, men jämfört med vårt sämsta år om vi använder antal omkomna per innevånare, 1965 resp. 1966 (1313 omkomna) med vårt hittills bästa år, 2017 med 253 omkomna, så är minskningen 85%.

Om vi ser till fordonens utveckling sedan mitten av 60 talet, dvs den tid då säkerhetsutvecklingen tog fart i våra personbilar, så är den i högsta grad omvälvande. I mitten av sextiotalet skapades de första egentliga säkerhetskraven för nya personbilar, och denna utvecklingsfas fortsatte till i början av 80-talet. I slutet av 60 talet inleddes också det stora forsknings och demonstrationsprogrammet, kallat ESV, som trots att det var ett USA-lett initiativ engagerade hela världens bilindustri och akademi. I detta program sattes ambitionerna mycket högt, så högt att helt ny teknik måste utvecklas. En del av denna teknik kom så småningom att hamna i våra bilar, medan annat dröjt ändå till idag för att förverkligas. Tveklöst inspirerades forskare och industri av den vision som sattes upp i ESV programmet och det är egentligen först i mitten av 90 talet de höga ambitionerna kommer tillbaka.

Under 60-talet skapades också en del av de begrepp och definitioner som kommit att präglade ett antal huvudlinjer i säkerhetsutvecklingen. Tyvärr kom dessa begrepp och definitioner att med tiden missförstås. Den ursprungliga betydelsen av passiv säkerhet (enligt Haddon), var sådana system och åtgärder som fungerade utan att de behövde aktiveras av någon människa eller förare. Dit hör krockkuddar, ABS och liknande. Aktiva system är sådana som kräver en handling av en individ för att aktiveras, exempelvis bilbälten och hjälm. Med tiden har begreppen kommit att förstås som att aktiva system verkar före en kollision, medan passiva system skyddar vid själva kollisionen. I en sådan tolkning är ABS ett aktivt system medan både bilbälten och krockkuddar är passiva. I dag är dessa begrepp inte längre adekvata, och vi talar nu om integrerad säkerhet, främst därför att denna uppdelning i olika system numera ofta är omöjlig. Detta är viktigt att förstå i en övergripande analys av bilsäkerhetsutveckling eftersom det idag är närmast omöjligt att betrakta enstaka projekt och åtgärder och isolera dess effekter. Partiella analyser av system och teknologier ersätts mer av övergripande systemanalyser.

I mitten av 90 talet börjar den andra verkligt kraftiga utvecklingen av bilsäkerhet, åtminstone om vi ser på Europa och Sverige. Dels får vi nya lagkrav inom EU (frontal och sidokollision), dels skapas Euro-NCAP som sedan successivt tar över som den främsta drivkraften för utveckling av nya bilar. I själva verket handlar tillkomsten av Euro-NCAP om att skapa konkurrens om säkerhet, något som lagkrav normalt inte gör. Insikten om att lagkrav utgör den lägsta ribban, medan Euro-NCAP driver utvecklingen framåt blir mer allmän. Idéen om att få marknaden och lagkrav att komplettera varandra är inte ny, den har funnits i USA sedan slutet av 70-talet. Men den får nu en ny form, som är mer dynamisk och heltäckande, och får snabbt fotfäste i Europa. Införandet av en deformierbar barriär och att den är halvsidig ställer stora krav på bilarnas frontstrukturer medan sidokollisions-kraven också är rejält utmanande för äldre bilkonstruktioner. Tillkomsten av ett fotgångarprov har till en

början svag påverkan på bilarna och marknaden och det där först när säkerhetsbedömningen omfattar alla aspekter som provas som det blir verklig fart på utvecklingen.

Vidgningen av säkerhetsutvecklingen börjar egentligen med tillkomsten och införandet av ESC, dvs antisladdsystem. När det står klart år 2003 att ESC är synnerligen effektivt för att förhindra mötes och singelolyckor med personskada, på väglag som är vått eller snö/is, så blir det snabbt ett marknadskrav. Detta sker först i Sverige men senare införs ESC som element i Euro-NCAP. ESC ingriper i körprocessen utan att föraren behöver aktivera systemet, och är därför starten på principen om att föraren kan ges aktivt stöd automatiskt också i själva körningen av fordonet.

Just den svenska historien om införandet av ESC är värt att nämna. På enbart fyra år ökar andelen sålda bilar som har ESC från 15% till 90%, utan lagkrav eller någon form av ekonomisk stimulans (Krafft et al). Istället är det genom att påverka främst marknaden för tjänste- och förmånsbilar som efterfrågan på bilar med ESC ökar snabbt. Sverige etablerar sig därmed som det land som har snabbast penetration av ny säkerhetsteknik.

Också införandet av kriteriet om intelligent påminnare av bilbältet (SBR) i Euro-NCAP (2003) är ett skifte i synen på trafiksäkerhet i fordon. Implicit är detta ett första steg i att se bilen som ett redskap för att påverka beteendet hos föraren på ett systematiskt sätt. Detta öppnade med tiden för en rad nya och intressanta teknologier.

2.3.1 Integrerad säkerhet

Integrerad säkerhet är benämningen på den säkerhetskedja eller säkerhetsnät som bildas av alla steg som kan kopplas samman. Till hjälp används den så kallade händelsekedjan (Lie 2012). Den används genomgående i den övergripande planeringen av trafiksäkerhet i Sverige, hos fordonstillverkare och i någon mån av andra i transportsystemet. Den har fördelen att se hur man skapar säkerhet genom kombinationer av teknik, kombinationen av olika komponenter i vägtransportssystemet och hur de samverkar och skapar förutsättningar för varandra. Händelsekedjan har också använts för analys av etappmålet 2020 både 2012 och i den nuvarande översynen.

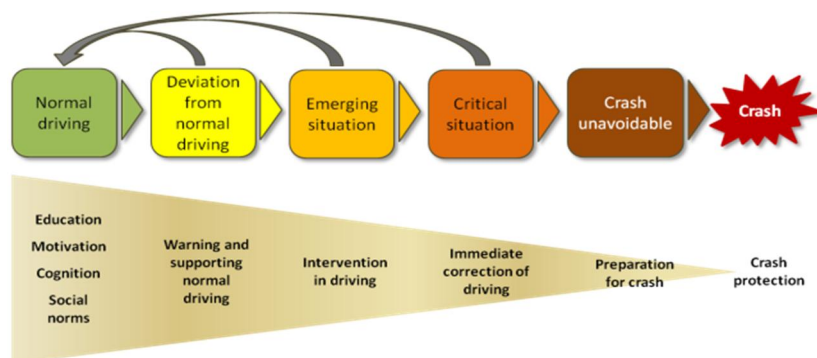


Fig 1. Händelsekedjan (Från Rizzi 2014)

I händelsekedjan kan man identifiera hur man genom ett antal "skyddsfiltar" till slut kan få fram hur det vi kallar normal körning ser ut. I princip handlar det om vilken hastighet vi kan ha i systemet givet skyddssystem och korrigerande system av olika slag. Om vi exempelvis har separerade korrigeringar, så kan vi tillåta högre hastigheter, medan om vi har oskyddade trafikanter i trafikmiljön så måste vi ha mycket låga hastigheter. Därför finns en tydlig koppling mellan innehållet i begreppet normal körning och utfallet av en krasch. Denna koppling utgör dimensioneringen av transportsystemets säkerhetsförmåga.

Bilars säkerhetsutveckling följer i stort trenden att gå från höger åt vänster i händelsekedjan dvs från skydd vid en krasch mot att ingripa tidigare. Som exempel kan vi också ta cykelsäkerhet, som istället utvecklas från vänster till höger, dvs i första hand går från att minska olyckor med cykel till att skydda strax före eller vid kollision. I figur 2, hämtad från "utblick 2050" (Trafikverket) ser man denna trend schematiskt, dels för bilutveckling, dels för cyklister.

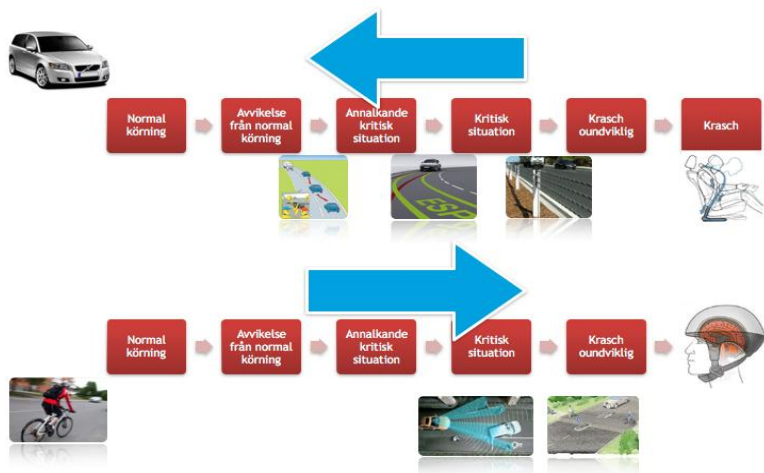


Fig 2. Händelsekedjan för bilar respektive cykel. Från Trafikverket 2016:109.

Det viktigaste med dessa schematiska beskrivningar av en händelsekedja är att förstå interaktionen mellan varje steg, och att förstå att de initiala förutsättningarna för att skyddssystemen ska fungera beror av de förutsättningar som ges av tidigare steg. Att utsätta det skyddsnet av säkerhetsteknik för något det inte utvecklats för är givetvis inte meningen. Att som exempel tillåta högre färdhastigheter än säkerhetssystemens sammanlagda förmåga är inte optimalt och kommer inte att leda till noll omkomna och allvarligt skadade. Säkerhetsutvecklingen är med andra ord en förutsättning för hela vägtransportsystemets funktion, och styr denna genom att sätta upp det maximala utbytet av energi som är möjligt, främst genom att låta säkerhetsförmågan sätta rätt hastighet.

Integrerad säkerhet som den beskrivs i händelsekedjan innebär också att varje steg innebär en förberedelse och förutsättning för nästa steg. Om en avvikelse inte kan korrigeras så att färden kan återgå till normal körning, innebär det en förutsättning för nästa steg. Om, å andra sidan, en eliminering av ett visst förlopp kan åstadkommas så är det inte längre effektivt att skapa system för att hantera ett sådant förlopp.

I figur 3 visas vilken högsta hastighet som kan tillåtas för att ingen ska omkomma i några vanliga olyckstyper. För en väg utan mitträcke är den högsta hastigheten 80 km/t. Bilens krockskydd klarar 60 km/t medan ett nödbromssystem kan bromsa ner bilen 20 km/t före krocken. De olika värdena för hastighet har tagits fram av Volvo PV i samverkan med Trafikverket.

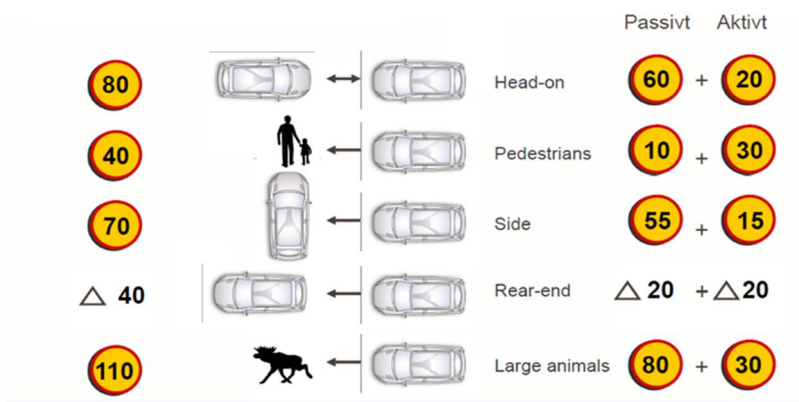


Fig 3. Schematisk uppdelning av högsta hastighet för olika olyckstyper. Från Eugensson et al 2011.

2.3.2 Nyttan av utvecklad säkerhet

Den allmänna utvecklingen av krocksäkerhet har följts av bl a Folksam under många år. Folskams första "rating" med hjälp av verklighetsdata, dvs från verkliga olyckor, daterar sig tillbaka till 1984. Redan då kunde man tydligt se att det fanns stora och meningsfulla skillnader mellan olika bilmodeller. Några år senare, i början av 90 talet, kom ny information som tydde på att det fanns bilmodeller som stod i en klass för sig. Främst gällde detta Saab 9000, där risken för en allvarlig skada givet en olycka var ungefär hälften som stor som andra bilar i samma storleksklass. Samtidigt fanns information om bilar som trots att de var nya, uppvisade en säkerhetsnivå som var i klass med tjugo år äldre bilar. Därmed var det uppenbart att bilen, trots att den klarade identiska lagkrav, ändå var en källa till kraftigt förbättrad trafiksäkerhet om den uppvisade samma egenskaper

I figur 4 visas utvecklingen av bilars krocksäkerhet avseende risk för dödsfall vid en kollision mellan två personbilar. Hänsyn är tagen till krockvåld, massrelation mm. Metoden som används är så kallad "matched pairs" och är robust mot ett antal faktorer som kan snedvräta jämförelser (confounders). Resultaten visar, att en bil som lanserats från 2005- 2014 som kolliderar med en bil från 1985-94 är nästan 90 % bättre vad gäller dödsrisk. Vid motsvarande jämförelse mellan bilar som lanserats från 2005-14 respektive 1995-2004 är minskningen i storleksordningen 50 %. Detta är givetvis en extrem förbättring, som handlar om ett ganska stort antal egenskaper hos bilen, dvs både struktur och skyddssystem.

I någon mån finns en ökad bilbältesanvändning bakom skillnaderna, i övrigt finns knappast någon möjlighet för system som ingriper före krock att bidra till resultatet i analysen. Det ska dock påpekas att analysen avser krock mellan personbilar. Det utesluter med andra ord singelolyckor, krock med tungt fordon mm.

År 2003 gjordes den första analysen av effekten av antisladdsystem, ESC; (Lie...). Analysen är gjord med så kallad dubbelpariga jämförelser där bilars olycksinblandning jämförs med avseende på om de har ESC eller inte i olyckstyper som är känsliga respektive okänsliga för ESC. Analysen gav resultat som förvånade i och med att de visade på så stora och konsistenta effekter av ESC. På halt och vått vägunderlag minskade mötes och singelolyckor med i storleksordningen 50%. I senare uppföljningar, också i andra länder och med så kallade meta-analyser visas på likartade effekter. Förutom den stora nyttan av ESC visade analyserna att det var möjligt att ganska snabbt kunna utvärdera nya säkerhetssystem som ska förhindra eller lindra olyckor.

ESC	55% av möte/single ej torrt	Lie et al
LDW	53 % av möte/single	Sternlund
ABS MC	34 % av samtliga	Rizzi et al
SBR	80 % av icke-bälte	Lie et al
Friendly front	35-40% av fotgängare	Ohlin et al
AEB city	38% rear end	Fildes et al
Whiplashskydd	50% rear end	Kullgren,et al

Tab 1. Exempel på effekter (reduktioner) av några olika säkerhetssystem. ESC=antisladdsystem, LDW=filvarningssystem, SBR=intelligent bilbältespåminnare, AEB=autonomt nödbromssystem.

Ett antal system har sedan dess utvärderats. Så kallade filhållningssystem (varning, kurshållning etc) har studerats av Simon Sternlund (Chalmers och Trafikverket). Nödbromssystem i olika tappningar har dels studerats i Sverige (Lie et al), dels som metastudie under EuroNCAP. Fotgängardetektion med bromsning har likaledes studerats (Strandroth). Gemensamt för alla dessa studier är att de baseras på verkliga olyckor där man tagit reda på fordonets utrustningsstatus. Just att ta reda på hur en bil där säkerhetssystem är tillval är ganska komplicerat, och kräver en stor insats för att reda ut ex via reservdelssystem kopplade till en enskild bils registreringsnummer.

I ett par av ovanstående analyser, främst bromssystem, har inte enbart reduktionen av antal olyckor av en viss typ kunnat skattas, utan också om krockvåldet påverkats. Detta har visat sig möjligt och visat på resultat i ett par fall (Rizzi 2016, Fildes et al).

De system som utvärderats brukar oftast enbart verka på en viss typ av olyckor eller skador. Tabell 1 visar att i de flesta fallen är reduktionen betydande, men enbart på en viss typ av händelser. Ett exempel på hur detta kan se ut är mötesolyckor. De två vanligaste uppkomstsätten för en mötesolycka är "loss of control", ofta en sladd, respektive "drifting" som ofta är insomning eller visuell distraktion. Här verkar två helt olika system; ESC och filhållningssystem som var för sig är effektiva och tillsammans kan eliminera nästan alla mötesolyckor.

En annan typ av studier är att uppskatta genom djupstudier av olyckor om ett tänkt system skulle kunna påverka utgången av en olyckshändelse. Genom ingående kunskaper om enskilda olyckor tillsammans med ingående kunskaper om ett eller flera framtida systems funktionalitet kan man med olika grad av sannolikhet skatta effekter. Detta har dels gjorts i ren simulering (Zander) eller i mer kvalitativa sammanhang (Strandroth, Rizzi m fl). Strandroth har gjort uppskattningar av nödbromssystem hos tunga fordon, liksom en mer övergripande analys av hur dödsolyckor på sikt påverkas av olika åtgärder, bl a fordonsutbytet. Zander har i en studie tittat på hur system som ännu inte är utvecklade skulle kunna hindra eller mildra olyckor.

En tredje analys utgår från hur beteendet förändras med olika system och från detta kan man via modellering studera effekten på omkomna och skadade. Exempel på detta är studie av bilbältesanvändning (Lie et al) med hjälp av påminnare liksom observationer i fordonet (naturalistiska studier) av körning.

Sammantaget visar samtliga studier på stora och väsentliga effekter på de typer av olyckor och skador som systemen designats för. Man kan också se att system som verkar på föraren också har en stor potential.

2.3.3 Systemanalyser

Det är dock inte partiella analyser av system som svarar på frågan om hur system samverkar. Systemanalyser har börjat användas men är ännu så länge ovanliga. Samverkan mellan system kan teoretiskt både minska och öka nyttan av respektive system. Ett skyddssystem kan i ett sådant teoretiskt fall göra ett annat system onödigt, dvs effektlöst. Om vi exempelvis kan eliminera alla påkörningar bakifrån kan vi teoretiskt ta bort skyddet mot nackskador vid just påkörning bakifrån. Sådana teoretiska fall förefaller dock inte vara aktuella på mycket lång tid, och det är lättare att hitta motsatsen, där system förstärker effekten. Om vi exempelvis studerar nyttan av mer påkörningsvänliga fordonsfronter, dvs bilfronter som utformas för att minska risken för skador eller mildra skador hos fotgängare som blir påkörda, så är nyttan av sådana förbättringar tveklöst beroende av påkörningshastigheten. Vid en påkörning i högre hastighet kommer nyttan att vara lägre, av ett antal skäl.

I en studie visades att nyttan av en bättre fordonsfront är högre vid lägre hastighetsgräns på platsen för påkörningen. En annan studie (av samma forskargrupp) visade att kombinationen av bättre fordonsfronter och autonomt nödbromssystem för fotgängare gav en väsentligt högre effekt än enbart en bättre fordonsfront. Vi får med andra ord en förstärkning av kombinationer och man kan teoretiskt visa att flera sådana kombinationer kan skapa mycket låga risker för svåra skador. Det är dock komplicerat att utvärdera hur stort bidrag som kommer från respektive säkerhetssystem i en sådan kombination, men det framstår som helt klart att analyser av system tar över analyser av enskilda teknologier, även om utvecklingen i sig ännu inte nått fram till att se hela vägtransportssystemet som ett enda system vad gäller säkerhet. Systemutvecklingen avser dels hur fordonens system samverkar för att åstadkomma mindre risker för skador, dels hur resten av vägtransportssystemet samverkar med fordonssystemen. Vägars och gators utformning, drift och underhåll, hastigheter i form av regelverk och dynamik mm är faktorer som kan samverka för att åstadkomma nytta.

Residualstudier eller avvikelsestudier

En särskild typ av studier är att titta på kvarvarande olyckor med fordon som är utrustade med den senaste tekniken. Detta är aktuellt just nu i och med Volvos 2020 mål om att ingen ska omkomma eller skadas allvarligt i (eller av) en ny Volvo. Man bör då kunna se vad som återstår att lösa. En sådan studie pågår just nu, och preliminära resultat tyder på att minst hälften av de dödsfall som inträffat med den "näst senaste tekniken" dvs Volvobilar byggda efter 2010 där någon omkommit i en sådan Volvo, elimineras. Likadant gäller för oskyddade trafikanter liksom för motparter till Volvobilar. Det som främst blir kvar är dels olyckor där föraren kört på ett extremt sätt, dels sådana olyckor där en motpart varit alltför tung och stor för att kunna hanteras. Bägge dessa grupperingar är möjliga att hantera i framtiden, om tunga fordons säkerhetsnivå ökar, och om vi ingriper i körprocessen och hindrar extrem körning.

Automatisering

En långt gången form av systemsäkerhet är automatiserad eller autonom körning. Utvecklingen av automatiserad körning sker stegvis, och är baserad på de teknologier som utvecklats under lång tid, men kompletterat med avancerad bild och databehandling av fler sensorer för att mer eller mindre ersätta föraren eller snarare förarens uppgifter. För närvarande klarar automatiserade system enklare köruppgifter, men utvecklingen går relativt snabbt framåt. Det finns redan nu förlösa fordon, exempelvis små bussar för låg fart, i trafik.

Automatiserade fordon för speciella uppgifter i väl definierade miljöer förefaller logiska och där sker utvecklingen snabbt. Det kan vara gruvor, små "last mile" fordon, rangering av fordon mm.

Automatisering är dock inte så trivialt som en del får det att låta, och det kommer att ta ganska lång tid innan vi ser fordon som kan "köras rattlösa" i alla miljöer och under alla väderförhållanden. Infrastrukturförvaltare har heller inte riktigt förstått att miljön och trafiksystemet måste förändras för att automatiserade fordon ska kunna utnyttja sin potential. Om vi utgår från att logistiksystem, dvs frakt av varor ex i urbana områden ska kunna automatiseras och köras nattetid, så behöver både miljöer och regelverk förändras. Möjligheten till snabb uppkoppling via 5g måste också till.

En alldeles avgörande faktor är också att säkerhetsnivån för ett automatiserat fordon måste ligga på en väsentligt högre nivå än fordon som körs av människor. Det är helt logiskt och sett i historiskt att absolut krav att en teknologi inte dödar eller skadar människor, även om dessa avsiktligt eller oavsiktligt gör fel. Och i takt med att samhället ställer större krav på att människor, också barn, ska kunna röra sig i transportsystemet per fots eller på cykel, måste automatiserade fordon bete sig på ett tryggt och förutsägbart sätt. Det är med andra ord inte möjligt att kopiera den körning som sker med förare, eftersom sådan körning även då den sker utan vad vi skulle kalla regelbrott, inte är säker.

Samtidigt läggs mycket stora investeringar i utvecklingen av automation, och det är rimligt att tro att dessa investeringar finner sina tillämpningar i en ganska snar framtid. I sammanhang där tidskostnaden för en förare är betydande, medan tidsfaktorn för själva transporten är marginell, kan vi räkna med snabbare tillämpning. Detta givet att myndigheter och infrastrukturförvaltare tillägnar sig en positiv inställning.

Säkerhetsnyttan av automatisering i sig ska inte överdrivas. I jämförelse mellan de allra senaste konventionella bilarna så är vinsten marginell, givet att den konventionella bilen begränsas till att användas på det sätt en automatiserad bil själv skulle välja. Så kallad geofencing, men på en mer allmän nivå där ett fordon begränsas till hastighet mm, har i princip samma säkerhetsprestanda som den automatiserade bilen. Begreppet automation kan därför behöva förädlas till att omfatta vad som är automatiserat, och vi kommer troligen att få en slags hybrider mellan självkörande och förarkörda bilar. Dessa kan vara självkörande under vissa betingelser eller särskilda platser eller vägavsnitt.

Kostnads- nyttoperspektiv på fordonsutvecklingen

Med utgångspunkt från att fordonsutvecklingen varit mycket effektivt, sett över ett 20 års perspektiv, är det naturligt att fråga till vilket pris detta har skett. I förenklad form kan vi ta en vanlig bilmodell och jämföra vad den kostade för 20 år sedan, och sedan jämföra säkerhetsprestanda. Låt oss för enkelhetens skull ta den mest sålda bilmodellen i Sverige, en Volvo stationsvagn. Den senaste

modellen, V60, är jämförbar i storlek och drivlina med 850 (senare V70). En Volvo 855 kostade 1995 237 000 i SE utförande och 2,5 liters bensinmotor. Det motsvarar 301 000 i 2018 års prisnivå. En Volvo V60 kostar från 317 000 i D4 (diesel) Momentum. Omräknat i dagens penningvärde kostar de således ungefär lika mycket om vi adderar enbart någon liten del av det som är standard idag vad avser komfort. Ser vi till säkerhetsprestanda och utgår från rent schabloniserade värden så har krocksäkerhetsutvecklingen inneburit att risken för att omkomma minst halverats (Folksam) i en V60 från 2019 jämfört med en 855 från 1995. Till detta ska läggas sådant som ESC (minus 25%) och sedan automatbromsning, filhållning mm. Dessa kapar ytterligare ca 25 % vardera av de resterande 25%, dvs vi är nere på en nivå som är mindre än 1/10 av bilen från 1995. För oskyddade trafikanter som kördes på av den äldre bilen är det svårare att uppskatta förändringens storlek, men en halvering är förmodligen inte en överdrift. I ett sådan enkel analys så har vi således fått en 90% reduktion av risken att omkomma i en Volvo, och risken för omgivningen i form av fotgängare och cyklister en halvering. Till allt detta kommer också vad säkerhetsutvecklingen inneburit för motparter i andra bilar i form av nödbromsning och annat. Samtidigt har produkten inte blivit dyrare för kunden. Vi skulle alltså fått en extrem säkerhetsnytta för ingen kostnad. Detta är givetvis inte en korrekt bild av de kostnader som lagts ner på utveckling, och på kostnader för hård och mjukvara. Men det pekar på den logik som finns i den industriella världen, och att konkurrensen om egenskaper och kostnader är väldigt hård.

Vi kan i vilket fall jämföra med alternativkostnader för säkerhetsutveckling genom att följa kostnader och nytta för väginfrastruktur. Väg- och senare Trafikverkets årsredovisningar har under åren redovisat effekter för utbyggnaden av säkrare vägar (mittseparering, ATK mm) samtidigt som man angett hur mycket utbytet av bilparken inneburit i färre antal omkomna. Om vi ser till detta sedan början av 2000 talet, så ligger antalet färre omkomna på ungefär samma nivå, drygt 100 färre omkomna vara för sig med bilutbytet respektive vägutbyggnad. Satsningen på infrastruktur har varit väldigt framgångsrik, och i samhällsekonomiska analyser "lönsam" dvs kvoten mellan nytta och investeringar har legat över 1. I själva verket har den ofta legat mellan 3 och 7. Totalt har under perioden satsats ungefär 20 miljarder på de effektiva lösningarna i väginfrastruktur.

Med tiden blir tyvärr infrastrukturens satsningar allt dyrare. Dels därför att logiken i anläggningsbranschen är att kostnader stiger med ca 2% per år, dels därför att det finns en avtagande marginalnytta för en del av de vanliga lösningarna eftersom kan valt de mest kostnadseffektiva först.

I överförd bemärkelse jämför vi logiken i en innovativ del av industriell verksamhet med traditionell anläggningsindustri, och denna jämförelse kommer på sikt att ge industriell logik en stor fördel. Satsningen på teknik, som i det förstaste ser dyr ut, blir i själva verket väldigt kostnadseffektiv med tiden. Därför är samhällsekonomiska jämförelser utan att ta hänsyn till skillnaden mellan olika branscher mycket vanskliga och troligen missvisande. Det är lätt att finna beräkningar av fordonsutvecklingens kostnad/nytta som är gravt missvisande i det att kostnaden för säkerhetsteknologin har hämtats från den första generationens utförande och teknik. Detta gäller beräkningar utförda både som forskning och som rapporter från fordonsindustrin. Framtida teknologier, som i mycket bygger på utveckling av mjukvara, är ännu mer komplexa att utvärdera i en kostnad/nyttoanalys.

I vilken utsträckning svenska företag kunnat dra nytta av svensk fordonsforskning är svårt att analysera med epidemiologiska metoder. Faktum är att svenska bilar normalt presterar bättre än marknaden i genomsnitt, och att svenska bilmodeller är tidigare med ny teknik än den genomsnittliga marknaden. Volvo Personvagnar har också ett mål som ingen annan hittills satt (0 omkomna och allvarligt skadade vid ett visst årtal). Svenska företag var först med sidoairbag, whiplashskydd, AEB city etc. Alla dessa har visat sig ha god effekt. I den meningen kan man visa att försäkringskostnader för sådana produkter sänkts (även om försäkringslogiken inte nödvändigtvis gagnar fordonet med den förbättrade tekniken).

2.4 Nödvändiga utvecklingsområden framöver

I en mer scenariobaserad beskrivning hittar man problem som inte ännu fått acceptabla teknologiska lösningar. Dit hör sådana problem som hastighetsefterlevnad, alkohol och droger bland förare m.m. I samband med dessa frågeställningar är det av värde att reflektera över kopplingen mellan

marknaden, den offentliga styrningen och forskningen. För närvarande finns ingen acceptabel metod på marknaden för att hindra fortsatt färd för någon som är påverkad av droger och alkohol, trots att i storleksordningen 30 % av dödliga olyckor har en sådan koppling, och förefaller svåra att stoppa med den typ av teknik som vi har idag för att förhindra eller mildra dödsfall i trafiken.

Ett annat område som verkar trögt är säkerhet hos tunga fordon, och även om vi ser till kollektivtrafik, taxi och annan persontrafik. Här finns en del säkerhetslösningar, men de kommer inte ut till samhället. Så kallad implementering-forskning har inte kommit till stånd trots att det är en förutsättning för fordonssäkerheten och dess tillämpning i verkligheten. Likaså har utvecklingen av uppkoppling av fordon inte använts på ett rationellt och effektivt sätt, trots att det är möjligt att styra fordons körsätt på ett förmodligen säkert sätt exempelvis genom styrning av högsta hastighet mm. För fordon i kommersiellt bruk förefaller detta vara naturligt men förekommer inte ännu annat än som enstaka försök.

Bägge exemplen ovan är säkerhetsfunktioner som ligger tidigt i händelsekedjan och som kan vara kontroversiella eftersom dom ingriper i förarens körning på ett tydligt sätt. Å andra sidan är de fundamentala förutsättningar för att resten av händelsekedjan ska vara effektiv. Att köra med högre hastighet än vad systemet klarar av är inte en effektiv användning av alla investeringar i säkerhetsteknik, infrastrukturutveckling mm. Ändå förefaller det tekniskt möjligt att redan idag begränsa hastigheten inom bestämda områden med geofencing. Och att låta en förare köra med alkohol och droger utsätter alla skyddssystem i händelsekedjan för en alldeles för stor exponering.

Euro NCAP har i sin framtidsplanering visat att man går "åt vänster" och att utvecklingen av system för att förhindra osäker körning ska ingå i bedömningen av en ny bil. Det visar att det finns en sådan riktning, men forskningen kring sådana lösningar i Sverige är svag. Eftersom det saknas ett motsvarande instrument som Euro NCAP för tunga fordon och nyttofordon finns inte någon stark drivkraft för att sådant system ska komma till stånd.

Automatisering, helt eller delvis, utvecklas relativt snabbt och gagnar trafiksäkerheten för alla fordon eftersom de sensorer och den mjukvara som behövs också finns vid manuell körning. Vi är dock långt ifrån att utnyttja sådan teknik eftersom resten av samhället ännu inte är förberett. Redan så triviala inslag i trafikmiljön som linjemarkeringar har trots lång förberedelsetid inte optimerats för maskinell läsbarhet och inte för vårt klimat med snö och is på vägar. Sådana och andra förbättringar och kompletteringar skulle också göra dagens fordon säkrare. Likaså har den restriktiva hållning som tillståndsgivande myndighet hittills tillämpat inte gagnat utvecklingen av automatiserade fordon i Sverige. Inte heller har den stimulerat till en systemsyn genom att också vara öppen för ändringar i infrastrukturen. Det bör påpekas att den statliga utredning som blev klar under 2018 ställde sig mycket positiv till automatisering och försök i Sverige, något som i praktiken inte förefaller ha kommit till stånd.

Euro NCAP:s "Road map 2025" är en bra källa för vad som kommer att utvecklas. Upptäckt och ingrepp för körning med nedsatt körförmåga kommer att införas som poänggivande egenskap, liksom teknologier för att upptäcka fler objekt och individer för nödbroms och för nödstyrning. Vidare kan man se på EU COM planer för fordonsdirektiv. Sammanfattningsvis så tar dessa förutom det som nämns för Euro NCAP också upp teknologier för tunga fordon. Dessa anses inte alls ha nått samma säkerhetsnivå som lättare fordon.

Bristen på utveckling av vissa egenskaper eller vissa typer av fordon är knappast av teknologisk art utan snarare ett tecken på att samhället inte utnyttjat de redskap som trots allt finns. Personbilars utveckling har som nämnts i stor utsträckning styrts av efterfrågan på marknaden och den snabba svenska penetrationen kan till stor del tillskrivas inköpskrav från staten, tidigare Vägverket och senare förordningen 2009:1 som avser statens upphandling av nya bilar. Tyvärr har den förordningen inte uppdaterats på lång tid och är därför knappast drivande längre. Inte heller har arbetsmiljökrav, ägardirektiv till statliga företag eller andra specifika krav använts för att stimulera marknaden för speciellt tunga fordon. Trots att Agenda 2030 sedan 2015 är i högsta grad specifik så har staten valt att avvakta med de instrument som pekas ut i mål 12.6 (om företags handlande) och 12.7 (offentlig upphandling). Eftersom i princip alla varor och tjänster innebär transporter så är det anmärkningsvärt

att inte egenkontroll och fordonsval är en del av åtminstone statens engagemang i näringslivet och i upphandling.

Det kan också påpekas att tvåhjuliga fordon, från cyklar till motorcyklar, inte annat än i undantagsfall varit föremål för teknisk utveckling vad gäller säkerhet. Det saknas också ett barnperspektiv på utvecklingen, både vad gäller skydd för barn som bilåkande såväl som oskyddade trafikanter.

Säkerhetsutveckling, tunga fordon

Mindre än 10% av trafikarbetet i Sverige utförs av tunga fordon, dvs fordon med mer än 3,5 tons totalvikt. Av detta trafikarbete står bussar för en mindre del, ca 1/6. Om vi lägger till lätta lastbilar får vi en väsentligt ökad andel, dessa står för drygt 10 % av det totala trafikarbetet. Antal tunga lastbilar i trafik i Sverige är drygt 80 000, medan antal bussar är enbart ca 15 000. Årsförsäljningen är ca 6000 tunga lastbilar (över 16 ton) och ca 1000 bussar.

Antalet tunga fordon inblandade i svåra vägtrafikolyckor är väsentligt större än andelen i trafikarbetet eller i antal fordon i trafik. Beroende på hur man räknar så landar man på en representation som är väsentligt högre än de tunga fordonens trafikarbete. Detta ska inte blandas ihop med begreppen "orsak" eller "vållande" eller något annat som antyder vem och vilka som startar det förlopp som leder till en dödlig vägtrafikolycka. Det som främst gör tunga fordon inblandade i ett stort antal dödliga olyckor är deras rörelseenergi (dvs massa och hastighet) och bristande anpassning till andra trafikanters förutsättningar. Vad gäller hastighet hos tunga lastbilar så körs enbart ca 30% av trafikarbetet inom gällande hastighetsgräns.

Antalet omkomna i olyckor med tunga fordon har sjunkit i takt med utbyggnaden av det mötesfria vägnätet, men det är fortfarande ett betydande antal som omkommer i främst personbilar som kolliderar med tunga lastbilar. Under senare år har mellan 40 och 60 personer årligen omkommit i olyckor med tung lastbil. Under 2018 skedde dock en kraftig ökning av sådana olyckor (preliminärt 78 omkomna). Olyckor med buss inblandad är mellan 5 och 10 per år.

En icke obetydlig andel dödliga olyckor där tunga fordon är inblandade är suicid (själv mord). Dessa räknas inte med i den officiella statistiken över vägtrafikolyckor. De är likväl viktiga att förebygga och är föremål för prevention.

Totalt var tunga lastbilar och bussar inblandade i olyckor med drygt 250 omkomna under åren 2013–2017 (dvs 5 år), varav 25 var förare av det tunga fordonet. Till detta kommer ett drygt 60-tal suicid.

En annan vanlig olyckstyp är där bussar och tunga lastbilar är inblandade med fotgängare och cyklister, ofta i tätort. För bussar är detta den dominerande olyckstypen vid dödsfall. För bussar tillkommer passagerare som skadas i såväl olyckor som vid bromsning och accelerationer som leder till fallolyckor i bussen.

Effektiva säkerhetssystem för tunga lastbilar och bussar

Det finns en hel del studier av effektiviteten hos olika säkerhetssystem som minskar risken för allvarliga olyckor med tunga fordon inblandade. Om vi enbart behandlar fordonssystem så kan dessa antingen finnas som utrustning på personbilar eller på de tunga fordonen, eller på bägge. För personbilar är sådant system, förutom antisladdsystem, sådana som rör filhållning effektiva, liksom nödbromssystem som aktiveras vid frontala situationer. För tunga lastbilar och bussar är system som adresserar mötes-kollisioner med bromsning liksom upphinnande med bromsning effektiva liksom system som upptäcker och ingriper med bromsning för oskyddade trafikanter.

Strandroth et al studerade ett antal verkligt inträffade kollisioner mellan tung lastbil och personbil där fordonen hypotetiskt utrustades med autonom nödbroms. I studien fann man, med utgångspunkt från när i förloppen de autonoma systemen kunde aktiveras, en kraftig effekt av sådana system när de fanns på lastbilen, ca 50 %. Om bägge fordonen hade ett sådant system blev reduktionen över 70 %. Om man kan samtidigt åstadkomma att det tunga fordonet inte överskrider rådande hastighetsgräns (det gör enbart ca 30% av den tunga trafiken), blir nyttan större. Som parentes kan nämnas att en minskning av hastigheten med 10% ger ca 40% reduktion av dödligheten.

En enkel analys av teknikinhållet i tunga fordon

En enkel analys av teknikinnehållet i tunga fordon jämfört med personbilar ger vid handen att det är stora skillnader. Om vi först väljer en tung lastbil, för i första hand fjärrtrafik, och väljer den med mest utrustning, så har den samma teknikinnehåll som en Volvo S80 från 2008 (med det paket för säkerhet som då fanns tillgängligt). Det innebär adaptiv farthållare med bromsfunktion, som också är nödbroms för fordon i samma riktning (upphinnande). Vidare innebär det filvarning (LDW), liksom trötthetsvarning och liksom filbytes-varning. Jämfört med en Volvo V60 från 2019 saknas en lång rad säkerhetssystem som t ex system för att hindra avvikning eller drift över mittlinje, nödbroms för mötande trafik, nödbroms för fotgängare och cyklist liksom vilt. Dessutom hjälp för körning, anpassning till rådande hastighetsgräns, varning vid backning för annan trafik mm. Dessa system har i en studie visat sig kunna minska dödligheten både i den aktuella Volvobilen och i dess motparter med hälften. Detta skulle översatt till ett tungt fordon kunna vara mer, eftersom de fall av extrem körning som man i personbilen har svårt att hantera, knappast är tillämpligt för en lastbil eller buss. Om vi lägger till att man genom uppkoppling skulle kunna styra hastigheten hos den tunga lastbilen eller bussen på ett förutbestämt sätt är effekten av tekniken ännu större.

En långfärdsbuss ligger på samma nivå som en tung fjärrlastbil, dvs med ca 10 år äldre teknikinnehåll än personbilar. Om vi däremot ser på lastbilar som är mer för distribution, och därmed i större utsträckning för tätort, så liknar den mer en personbil från 2000 talets början, med undantag för nödbroms för fordon i samma riktning. Den har ingen teknik för oskyddade trafikanter, varken i form av skade- eller olycksminskade teknik. För en stadsbuss är läget att den också saknar teknologi för påkörning av andra fordon i samma riktning. Den förefaller inte ha någon teknik utöver vad som var tillgängligt för mer än 20 år sedan. **Sammantaget visar en enkel analys att tunga lastbilar och bussar att teknikinnehållet är mellan 10 och 20 år efter den som finns på personbilar** (allt avser produkter tillverkade i Sverige). Konsekvensen av detta är helt klart betydande och påverkar det nationella utfallet av omkomna i Sverige på ett närmast avgörande sätt.

Den enda teknik av betydelse som kommit att bli vanligt i tunga lastbilar och bussar, är alkoholås. Dock har ingen egentlig teknisk utveckling skett av dessa system för bruk i dessa fordon, utan de är i princip efter-monterade konventionella alkoholås.

Styrning av teknikinnehåll för tunga fordon

Statens möjligheter att styra teknikinnehållet i tunga fordon är väsentligt större än för personbilar. En stor del av all körning med tunga fordon sker inom ramen för yrkestrafik-tillstånd. Detta tillstånd är möjligt att använda också för hur fordon bör vara utrustade (men kräver viss förändring). En mycket stor del av körningen faller också inom ramen för arbetsmiljölagstiftningen som också ger stora möjligheter att påverka teknikval. Arbetsmiljöverket förefaller dock att göra en mycket snäv tolkning av begreppet arbetsolycksfall där skador hos tredje part inte utgör skäl för initiativ (det omkommer 10 gånger fler som tredje-part i olyckor med tunga fordon än som förare av det tunga fordonet).

Lagen om förebyggande av olyckor som riktar sig mot kommuner ger också stora möjligheter att styra säkerhetsarbetet. Kommuner och landsting, som trafikhuvudmän, har bl a delaktighet när det gäller valet av fordon för kollektivtrafik, dvs bussar.

Staten kan också styra upphandling av som sker via myndigheter och statliga företag, i ägardirektiv, instruktioner eller via regleringsbrev (och särskilda uppdrag). Tillämpningen av trafiksäkerhetslednings-standarden ISO 39001 är ett fungerande instrument för att påverka fordonsval liksom den förordning (2009:1) som styr statens inköp av i första hand lätta fordon. Via styrningen med hjälp av Agenda 2030 (FN målen) ges också en tydlig signal om att också offentlig verksamhet ska använda alla sina instrument för att verka i en hållbar riktning. Sedan några år tillbaka är trafiksäkerhet en del av hållbarhetsmålen. Där lyfts bl a användningen av offentlig upphandling upp (mål 12.7).

Statsmakten har också stora möjligheter att via skatte och avgiftssystem styra efterfrågan på fordon. Så sker i stor utsträckning för lätta fordon, men någon motsvarighet för tunga fordon finns inte.

Det finns dock inget tydligt exempel på hur staten valt att styra teknikutvecklingen för fordon, inte ens där staten agerar kund till fordonsmarknaden, annat än för alkoholås. Där finns flera kravställare, och detta har lett till ett mycket stort genomslag för alkoholås i Sverige.

Staten kan också via EU och andra internationella kanaler initiera och stödja lagstiftning för tunga fordon. Viss sådan lagstiftning har också kommit till stånd, ex nödbroms för fordon i samma riktning. Det finns också exempel på utveckling av kommande lagstiftning. Sammantaget är dock varken marknaden eller statsmaktens initiativ på samma nivå som för personbilar. Det finns inte ens ett "Euro-NCAP" för tunga fordon.

Innovationssystem för fordon

Om vi med innovationssystem för fordon avser sammankopplingen av utveckling, tillgänglighet av ny teknik och marknadens funktion för att åstadkomma resultat i verkligheten så kan vi urskilja ett antal viktiga ingredienser. Det behövs en klar marknadsimpuls som skapar konkurrens mellan tillverkare och underleverantörer. För personbilar är detta i första hand Euro-NCAP som kontinuerligt ökar kraven i takt med nya system som görs tillgängliga. För det andra behövs viktiga kunder som väljer fordon med utgångspunkt från säkerhet. För det tredje behövs återföring av framgång till innovationssystemet. För personbilar finns alla dessa komponenter, tillsammans med en allt större forskningsverksamhet. Ingen av de ingredienser som kan anses vara nödvändiga för innovationssystemet finns för tunga lastbilar och bussar.

Sammanfattning

Potentialen för säkerhetshöjande teknik i tunga fordon, dvs lastbilar och bussar, är mycket stor. Kända tekniska lösningar liksom teknik som redan finns i personbilar skulle om de också fanns tillgängliga i bussar och lastbilar vara tillämpliga på vanliga typer av svåra olyckor. Dagens lastbilar och bussar ligger dock mellan 10 och 20 år efter personbilar när det gäller tillgänglighet till denna teknik.

Det finns flera möjligheter och instrument för att öka efterfrågan på säkerhetshöjande teknik i lastbilar och bussar. Staten har många av dessa till förfogande, men förefaller inte ha använt något av dem. Detta trots att de rimligen är ännu mer verkningsfulla än vad de är för personbilar. Någon integrerad strategi som finns för personbilar i Sverige, finns inte för tunga fordon och är förmodligen orsaken till den långsamma utvecklingstakten. Den låga efterfrågan och den långsamma utvecklingstakten har med andra ord med själva ekosystemet för innovation att göra. Medan innovationssystemet för personbilar fungerar väl i Sverige (och i Europa som helhet numera), så får det anses vara outvecklat för att inte säga obefintligt för tunga lastbilar och bussar. Utan att gå närmare in på detaljer får denna slutsats också anses vara giltig för lätta lastbilar och liknande nyttofordon.

Fordonsutvecklingen kan sägas bestå av tre faktorer; utveckling av teknik för att skydda människor från skador och dödsfall, implementeringen av denna teknologi i produkter och till sist genomslaget av teknologin i populationen av fordon. Dessa tre faktorer är sammanflätade till en form av ekosystem där akademi, samhälle och industri är beroende av varandra. Sedan ett antal år fungerar detta ekosystem allt bättre för personbilar, åtminstone i Europa och särskilt i Sverige. Genomslaget av ny teknik i personbilar är snabbare i Sverige än i andra länder. Fordonsutbytet i Sverige är också vad som främst bidrar till en förbättrad säkerhet.

Utvecklingen av fordonens säkerhet har gått överraskande snabbt och visat sig ha hög effekt på skador och dödsfall. Detta gäller såväl åkande i bilar som fotgängare och cyklister. Tyvärr ser det inte lika positivt ut för nyttofordon och speciellt tunga fordon, och inte heller för tvåhjuliga fordon. Inget talar dock för att det inte skulle vara möjligt utan det är snarare marknadens och samhällets mekanismer som inte varit lika framgångsrika och inte gett samma starka impulser till förbättring av fordonen. Det är t ex anmärkningsvärt att samhällsbetalda transporter som kollektivtrafik är så säkerhetsmässigt omogen. En modern stadsbuss i linjetrafik saknar i princip alla säkerhetssystem.

Säkerhetsutvecklingen blir mer och mer system-orienterad, det vill säga att nyttan av teknologier är beroende av andra teknologier, och på sikt beroende av att hela vägtransportsystemet tillämpar en systemsyn. Det är inte svårt att inse den typ av kopplingar som samband som byggs upp, däremot är det allt svårare att isolera nyttan av enskilda teknologier. Detta gäller givetvis också forskning där vi förefaller gå mot mer scenariobaserad forskning där vi använder en kombination av information från verkliga olyckor med simulering av olika scenarier. I sådan forskning ser man vad olika handlingsalternativ kan leda till, och till och med hur utformning av trafikmiljön kan samverka med fordonens teknologier. Om en sådan utveckling styrs av de randvillkor för säkerhet som vi har i

dagens samhälle, det vill säga nollvisionen och Agenda 2030 målen avseende andra egenskaper i transportsystemen kan man bygga system som är hållbara i en rad avseenden. Vi kan till och med gå så långt att i kan styra fordonets färd utifrån med hjälp av uppkoppling. Det är säkert långt kvar innan det kan bli fråga om tvingande styrning, men att med hjälp av uppkoppling sätta begränsningar, av typen "geofencing" är inte långt borta för kommersiella fordon. Det vi tidigare benämnt beteendefrågor byggs istället in i fordonets funktioner och vi får en allt tydligare migration från individens värderingar, attityder och beteenden till teknologins stöd, styrning och begränsningar. Det är tveklöst ett mer kostnadseffektivt sätt att skapa säkerhet än vad alternativet skulle vara.

Rent allmänt är säkerhetsutvecklingen i vägtrafiken beroende av flera faktorer och aktörer. Forskningen beror av både samhällets preferenser och fordonsindustrins inriktning. Fordonsindustrin i sin tur influeras dels av möjligheten till långsiktig konkurrensförmåga och företeelser som Euro-NCAP. Marknaden spelar roll, men det är de institutionella kunderna som utgör huvuddelen av marknaden i stora delar av världen. Tar vi nyttofordon är organisationer de enda kunderna. Dessa är sin tur beroende av samhällsutvecklingen, regelverk och sin egen kommersiella överlevnad. I takt med att hållbarhet, tjänsteutveckling och "brand image" växer i betydelse så kommer detta att påverka marknaden för säkra och trygga fordon, och i sin tur den forskning som är nödvändig för att nå efterfrågade egenskaper.

Automatiseringen, hel och delvis, driver på säkerhetsutvecklingen. Eftersom det ligger i automatiseringens förutsättningar att den inte kan skada människor på något sätt blir det implicit i paradigmet som styr utvecklingen av automatisering att all säkerhet kan lösas med fordonet. Även om det skulle finnas ett stråk av naivitet över detta synsätt så ligger det väldigt nära den säkerhetsfilosofi som kommer till uttryck i bl a regelverk, visioner och demonstrationer. I Trafikverkets utblick mot 2050 blir detta tydligt.

2.5 Referenser

Amin, K., Vadeby, A., Rizzi, M. (2018) Hur ser trafiksäkerhetsutvecklingen ut 2017? Presentation-av-analysrapporten: Trafikverket (2018) Analys av trafiksäkerhetsutvecklingen 2017. Målstyrning av trafiksäkerhetsarbetet mot etappmålen 2020.

Elvik, R., Amundsen A.H. (2000) Improving Road Safety in Sweden. Main report. Report 490. Institute of Transport Economics, Oslo.

Eugensson A, Ivarsson J, Lie A, Tingvall C. Cars are driven on roads, joint visions and modern technologies stress the need for co-operation. In 22nd ESV Conference. 2011.

Euro NCAP Road map 2025. www.euroncap.com 2018

Fildes B, Keall M, Bos N, Lie A, Page Y, Pastor C-H, Pennisi L, Rizzi, M, Thomas P, Tingvall C. Effectiveness of low speed autonomous braking in real world rear end crashes. AAP 2014.

IRTAD (2015) Why Does Road Safety Improve When Economic Times Are Hard? IRTAD report. Trafikverket (2018).

IRTAD (2019) Road Safety Database (Nerladdad 2019-01-22) <https://www.itf-oecd.org/irtad-road-safety-database>

Krafft M, Kullgren A, Lie A, Tingvall C. From 15 % to 90 5 ESC penetration in new cars in 48 months – the Swedish experience. In Proc 21st ESV Conference paper O9-0421, Stuttgart 2009.

Krøyer H. Accidents between pedestrians, bicyclists and motorized vehicles. Accident risk and injury severity. Thesis Department of Technology and Society. Lund University 2015.

Lie A. Managing traffic safety: an approach to the evaluation of new vehicle safety systems. PhD thesis. Karolinska Institute. 2012

Lubbe N. Integrated pedestrian safety assessment. A method to evaluate combinations of active and passive safety systems. Thesis. Chalmers University of Technology 2015.

- Ohlin M, Strandroth J, Tingvall C. The Combined Effect of Vehicle Frontal Design, Speed Reduction, Autonomous Emergency Braking and Helmet Use in Reducing Real Life Bicycle Injuries. In Proceedings International Cycling Safety Conference. Gothenburg 2014 and Safety Science 2016.
- Rizzi et al Opublicerad studie om Volvo 2020 mål. Publiceras juni 2019. Personlig kommunikation.
- Rizzi M, Kullgren A, Tingvall C. Injury crash reduction of low-speed Autonomous Emergency Braking (AEB) on passenger cars. In Proceedings IRCOBI Conf 2014.
- Rizzi M. Health losses in motorcycle crashes - injury analysis of crashes into road barriers and evaluation of antilock braking systems. Lic thesis. Chalmers University of Technology. 2014.
- Rizzi R: Towards a safe system approach to prevent health losses among motorcycles. The importance of motorcycle stability for integrated safety. Thesis Chalmers University of Technology 2016.
- SCB (1999) Trafikskador 97. Statens Institut för KommunikationsAnalytisk, Statistiska centralbyrån, Stockholm.
- Sternlund S, Strandroth J, Rizzi M, Lie A, Tingvall C. Effectiveness of Lane Departure Warning - Reduction of Real-Life Passenger Car Injury Crashes. Traffic Injury Prevention 2017
- Stigson H. A safe road transport system. Factors influencing injury outcome for car occupants. Factors influencing injury outcome for car occupants. Thesis Karolinska Institute 2009.
- Strandroth J, Rizzi M, Kullgren A, Tingvall C Head-on collisions between passenger cars and heavy goods vehicles: Injury risk functions and benefits of Autonomous Emergency Braking. In proceedings of the 2012 IRCOBI conference, Dublin, Ireland.
- Strandroth J, Sternlund S, Johansson R, Tingvall C, Kullgren A, Rizzi M. A New Method to Evaluate Future Impact of Vehicle Safety Technology in Sweden. STAPP car crash Conference 2012.
- Strandroth J, Sternlund S, Lie A, Tingvall C, Rizzi M, Kullgren A, Ohlin M, Fredriksson R. The correlation between Euro NCAP test results and injury severity in real life crashes with pedestrians and bicyclists. In proceedings STAPP Car Crash Conference 2014.
- Strandroth J, Sternlund S, Rizzi M, Lie A, Tingvall C. The correlation between injury severity in real life crashes and Euro NCAP pedestrians test results. In ESV Proc 2011. Paper no 11-0188. Washington 2011 and in Traffic Injury Prevention 2011:Vol 12:6 604-613.2011
- Strandroth J. Identifying the potential of combined road safety interventions. A method to evaluate future effects of integrated road and vehicle safety technologies. Thesis Chalmers University of Technology 2015.
- Sunneväng C. Characteristics of nearside car crashes: an integrated approach to side impact safety. Thesis Umeå University 2016.
- Trafikanalys (2019) Vägtrafikskador (Nedladdad 2019-01-22)
- Trafikverket (2018) Analys av trafiksäkerhetsutvecklingen 2017. Målstyrning av trafiksäkerhetsarbetet mot etappmålen 2020. Pnr: 2018:143.
- Trafikverket och Vägverket. Årsredovisningar 2000-.
- Trafikverket. Översyn av etappmål för trafiksäkerhet på väg - till 2020 och 2030 med utblick mot 2050. Trafikverket 2016:109
- Transportstyrelsen (2019) Nationell statistik (Nedladdad 2019-01-22)
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/statistik/Olycksstatistik/official-statistik-polisrapporterad/nationell-statistik/>
- United Nations. The Agenda 2030 for sustainable development. Transforming our world. 2015.
- Vägverket (2008) Analys av trafiksäkerhetsutvecklingen 1997–2007. PUBLIKATION 2008:5.
- Ydenius A. Integration of car and road infrastructure design. Crash severity and occupant injury risk evaluations in frontal real world crashes. Thesis Karolinska Institute 2010.

Zander U. Predicting Safety Benefits of Automated Emergency Braking at Intersections - Virtual simulations based on real-world accident data. Thesis Chalmers University of Technology. 2018.

3. FORSKNINGSÖVERSIKT – FORDONSINDUSTRINS KONKURRENSKRAFT

Fordonsindustrin är en särskilt kapital- och kunskapsintensiv bransch som spelar en nyckelroll i konjunkturcykler världen över. För moderna ekonomier har det uppgetts att varje investerad krona i fordonsindustrin i genomsnitt genererar en ökning av ländernas bruttonationalprodukter (BNP) med tre kronor.³ Betydelsen av fordonsindustrin för den svenska ekonomin går inte nog att understryka. Branschen är en av landets mest betydande exportnäringar och dess utveckling är starkt korrelerad med den övergripande ekonomins utveckling.⁴ I Sverige hade de 1050 företagen tillhörandes fordonsindustrin⁵ tillsammans drygt 69 000 anställda under 2017. Siffran är förmodligen lågt räknad, med tanke på att företagen i branschen använder sig av både bemanningsföretag och konsulter.⁶ BIL Sweden uppger till exempel att fordonsindustrin sysselsätter cirka 135 000 personer i Sverige, inräknat underleverantörer. För 2017 uppskattades branschens produktionsvärde till närmare 330 miljarder kronor, med ett förädlingsvärde på drygt 82 miljarder kronor.

Den svenska fordonsindustrin har i huvudsak byggts kring de fyra stora fordonstillverkarna Volvo Cars, AB Volvo, Scania och Saab Automotive, samt nätverk av underleverantörer till dessa. I och med Saab Automotives konkurs i december 2011 frånföll en före detta gigant från den svenska fordonsscenen. Även på leverantörssidan i svensk fordonsindustri finns flera framstående och globalt starka företag. Autolivkoncernen är en av världens största inom fordonssäkerhet med ca 67 000 anställda, varav närmare 1100 i Sverige.⁷ Industrigiganten SKF:s nettoförsäljning gentemot fordonsmarkanden uppgår till cirka 29 procent av företagets totala nettoförsäljning.⁸ Till andra viktiga storföretag på leverantörssidan i Sverige finns bland annat Haldex AB med närmare 2 200 anställda, Bulten AB med 1 200 anställda samt Öhlins och Trelleborg AB för att nämna några.

Svensk fordonsindustri genomgår för närvarande några av de största förändringarna i branschens historia, med trender som elektrifiering, autonom körning, uppkopplade fordon och alternativa former för bilägande allt närmare integrerat i branschens produktionsled.⁹ Efter ett turbulent men framgångsrikt decennium (Tabell 2) finns anledning att belysa berättelsen bakom den svenska fordonsindustrins framgångar och utmaningar de senaste tio åren, samt hur dessa är relevanta för den svenska fordonsindustrins framtid.

För omkring tio år sedan, mitt under eskalerande finans- och bilkris gick fordonsindustrins orderböcker från fullbelagda till tvärnit på bara någon månad.¹⁰ I detta följde en kraftigt fallande omsättning för fordonstillverkare, leverantörer och återförsäljare.¹¹ Den globala produktionen av fordon, det vill säga personbilar, lastbilar och bussar minskade 2009 för andra året i följd, till drygt 62 miljoner fordon från närmare 73 miljoner under 2007.¹² Krisen inom fordonsindustrin kunde inte bara härledas till en minskad efterfrågan på marknaden och överkapacitet i industrins produktionsled, utan också till stigande priser på drivmedel och råmaterial, tillkomst av miljöregleringar, avsaknad på kapital och den ekonomiska situationen bland de tre stora amerikanska fordonstillverkarna. Under det första halvåret 2009 minskade kapacitetsutnyttjandet i svenska fordonsindustrin från nivåer över 90 procent till en lägstanivå under 60 procent.¹³ Redan 2010 och återgick kapacitetsutnyttjandet till nivåerna som var rådande åren före krisen.

³ Saberi, 2018

⁴ BIL Sweden, n.d.

⁵ I detta fall SNI-kod 29. I följande globala jämförelser representeras branschen av HS-kategori 87. För europeiska jämförelser används kategorin NACE_R2: Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers.

⁶ SCB, 2017a

⁷ Retriever, företagsinformation inhämtad 2019-08-24

⁸ SCB, n.d.

⁹ McKinsey & Co, 2016

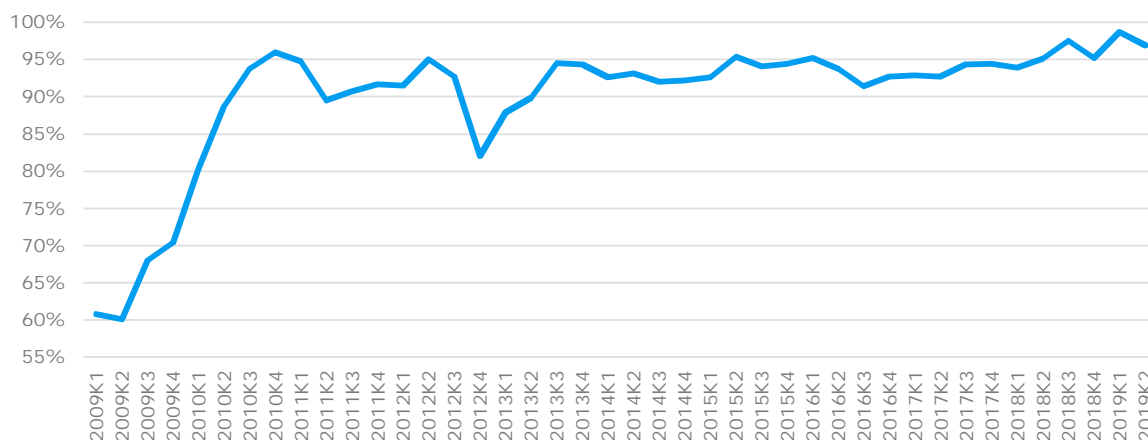
¹⁰ Göteborgs-Posten, 2019-07-10

¹¹ Heper 2010

¹² OICA Statistics

¹³ Andersson et al, 2017

Figur 1. Kapacitetsutnyttjande svensk fordonsindustri 2009 – 2019, procent av fullständigt (uppskattat)



Källa: SCB, bearbetning av Ramboll

3.1 Från krissamtal till rekordår för svensk fordonsindustri

Den svenska fordonsindustrins utveckling de senaste åren beskrivs sällan utan lovord. Under krisåren var fordonsindustrin skakad i grunden, och själva existensen för giganter som personbilstillverkaren Volvo var vid tidpunkten oklar.¹⁴ En ljusning för den globala fordonsindustrin anades redan under 2010, men framtiden i svenska fordonsindustrin var fortfarande att betrakta som ovisst. Nettoinvesteringarna i branschen minskade mellan 2009 och 2010 med närmare 27 procent, och antalet anställda inom industrin minskade med drygt sex procent till 58 000. Följaktligen skedde stora förändringar i svensk fordonsindustri under första hälften av 2010-talet. 2010 blev kinesiska Geely ny majoritetsägare i Volvo Cars AB (Volvo Personvagnar) och i december 2011 försattes Saab Automotive i konkurs efter en intensiv jakt på kapital och försök till ny ägarstruktur. På lastbilssidan köpte tyska Volkswagen de resterande aktierna i Scania efter att ha blivit majoritetsägare i bolaget 2008.

Tabell 2. Nyckelindikatorer svensk fordonsindustri (SNI29) åren 2009–2017.

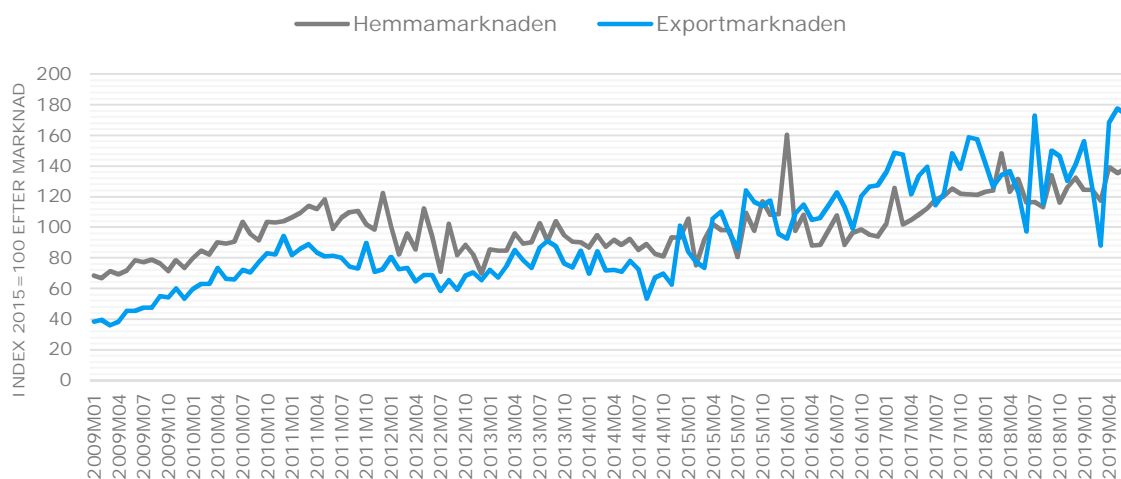
	Antal företag	Antal anställda	Nettoomsättning, mnkr	Produktionsvärde, mnkr	Förädlingsvärde, mnkr	Nettoinvesteringar, mnkr
2009	1 065	62 159	168 918	161 690	24 170	6 685
2010	1 067	58 282	209 320	205 713	47 134	4 891
2011	1 076	63 196	251 491	233 974	50 270	1 516
2012	1 081	59 419	219 843	204 279	45 722	8 534
2013	1 070	59 334	224 594	207 789	42 458	8 892
2014	1 072	60 208	235 179	217 930	46 302	12 087
2015	1 050	61 101	276 002	256 383	68 646	16 750
2016	1 050	64 191	303 105	282 015	70 111	16 749
2017	1 050	69 281	335 534	329 643	82 193	19 531
Total Förändring	-1%	11%	99%	104%	240%	192%

Källa: SCB, bearbetning av Ramboll. Notering: Statistiken avser SNI-grupp 29.

¹⁴ Bloomberg 2018-05-24

Mellan krisåret 2009 fram till 2017 ökade antalet anställda inom svensk fordonsindustri med 11 procent (Tabell 2). Samma tidsperiod har nettoomsättningen och produktionsvärdet inom branschen dubblerats, medan förändringsvärdet har ökat med hela 240 procent. Förädlingsvärdet inom fordonsindustrin har framförallt ökat sedan 2014; mellan 2014 och 2015 registrerades en ökning om hela 48 procent. Även sett till nettoinvesteringarna har det skett en mycket stark tillväxt, från nivåer på cirka 7 miljarder kronor under 2009 till närmare 20 miljarder kronor 2017. Bakom denna utveckling står tillväxten i fordonsindustrins ordergång. Ordertillväxten har under det senaste decenniet varit något starkare på exportmarknaden jämfört med hemmamarknaden, men trenden har varit stabilt uppåtående både inrikes och utrikes (Figur 2).

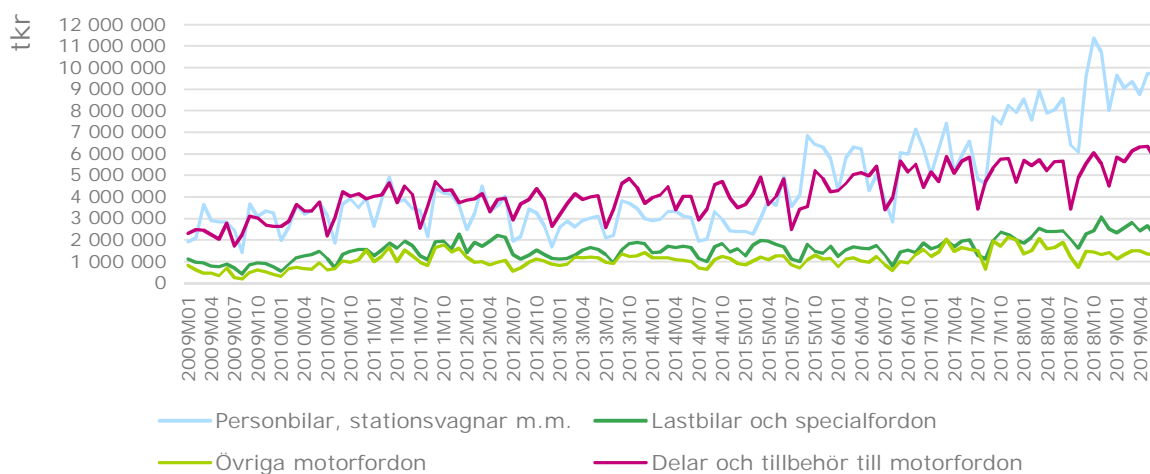
Figur 2. Fordonsindustrins ordergång (SNI29), kalenderkorrigerad, säsongrensad, Index 2015=100 efter marknad



Källa: SCB, bearbetning av Ramboll

Den största exporttillväxten har skett inom segmentet personbilar, som mellan 2009 och 2018/2019 närmast har trefaldigats (Figur 3). Tillväxten har också varit stark inom segmenten kommersiella fordon (inräknat lastbilar), delar och tillbehör samt övriga fordon, men något lägre jämfört med exporttillväxten bland personbilar.

Figur 3. Varuexport inom fordonsindustrin 2009 - 2019, månadsvis per undersektor inom fordonsindustrin (SCB)

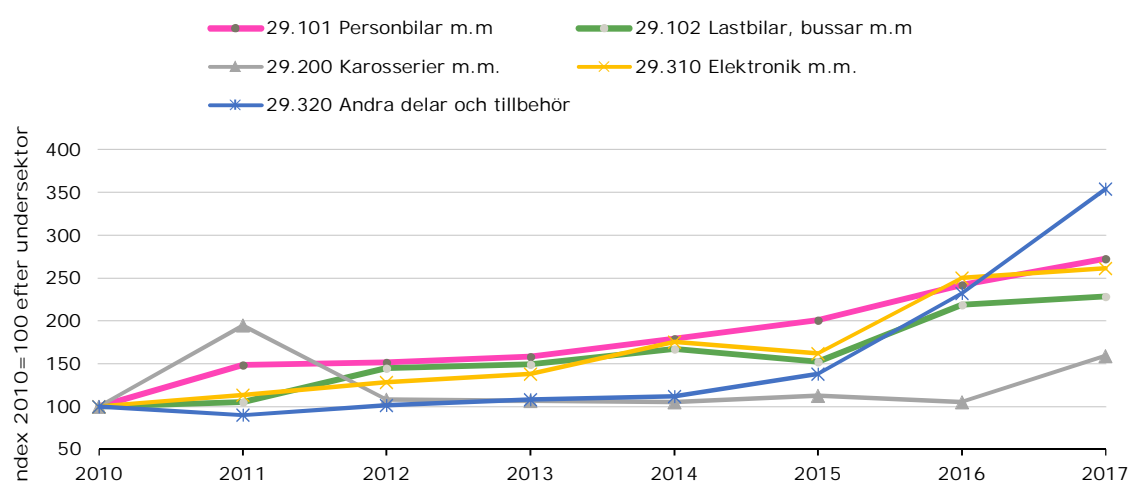


Källa: SCB, bearbetning av Ramboll. Notering: Statistiken avser SITC-grupperna 781, 782, 783 och 784.¹⁵

¹⁵ SCB, SITC-klassificering

Fordonsindustrin är en av de mest FoU-intensiva näringarna i den svenska ekonomin. Sverige har därtill en ledande position beträffande FoU-investeringar inom den globala fordonsindustrin och stod under 2015 för cirka 4 procent av den globala fordonsindustrins patentansökningar¹⁶. Detta är i nivå med antalet ansökningar från den italienska fordonsindustrin och motsvarar en fjärdeplats bland EU:s medlemsländer. Sedan 2015 har FoU-investeringarna ökat dramatiskt bland leverantörer inom elektronik och elektronisk utrusning m.m. samt segmentet andra delar och tillbehör (**Error! Reference source not found.**). Också inom segmentet lastbilar och bussar har stark tillväxt inom FoU-investeringar skett sedan 2015. Med 2010-års nivå som referenspunkt för mätningen är det tydligt att segmentet personbilar m.m. är den som är efter år mest konsekvent legat högst sett till nivån på FoU-investeringar. Inom segmentet karosserier m.m. har utvecklingen varit desto blygsammare, fränsett en skarp ökning mellan 2016 och 2017. Den starka utvecklingen av FoU-investeringar i den svenska fordonsindustrin som helhet men även inom dess undersektorer är en indikator för hur svensk fordonsindustri fortsatt rustar starkt inför framtidens utmaningar.

Figur 4. Utveckling av FoU-investeringar inom svenska fordonsindustrins undersektorer, 2010 - 2017



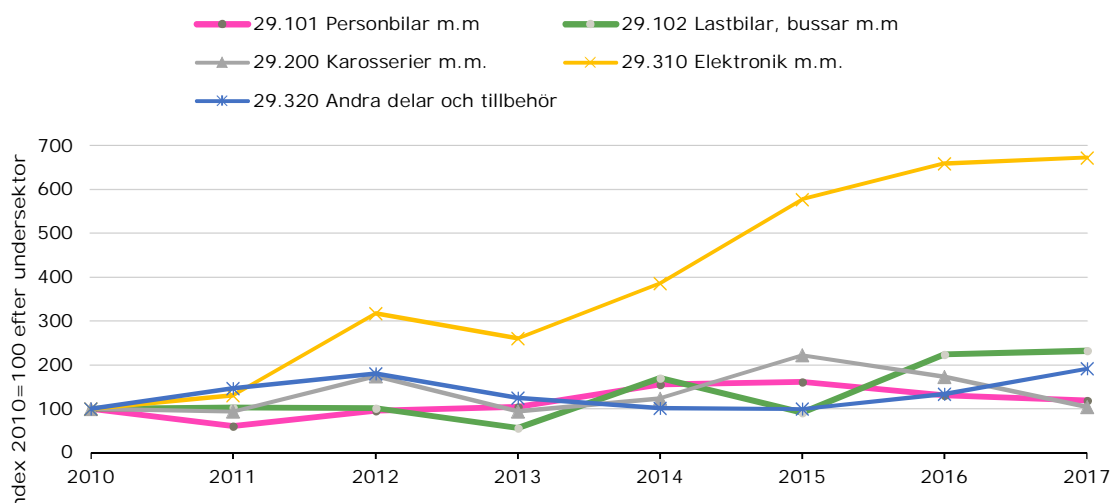
Källa: Retriever, bearbetning av Ramboll

Notering: Statistiken avser undergrupper inom SNI29. Företag placeras in den grupp som de placerat högst i rapporteringen av verksamhetens SNI-tillhörigheter.

Sett till aktieutdelningen inom svenska fordonsindustrin är utvecklingen som skett inom segmentet elektronik och elektronisk utrusning m.m. särskilt framträdande (**Error! Reference source not found.**). I denna undersektor har det skett en kraftig kontinuerlig ökning beträffande aktieutdelningar sedan 2013. I de övriga segmenten inom fordonsindustrin har utvecklingen beträffande utdelningar varit svagt uppåtgående men med viss variation från år till år.

¹⁶ Länsstyrelsen Stockholms län 2019

Figur 5. Utveckling av utdelningar inom svenska fordonsindustrins undersektorer, 2010 - 2017

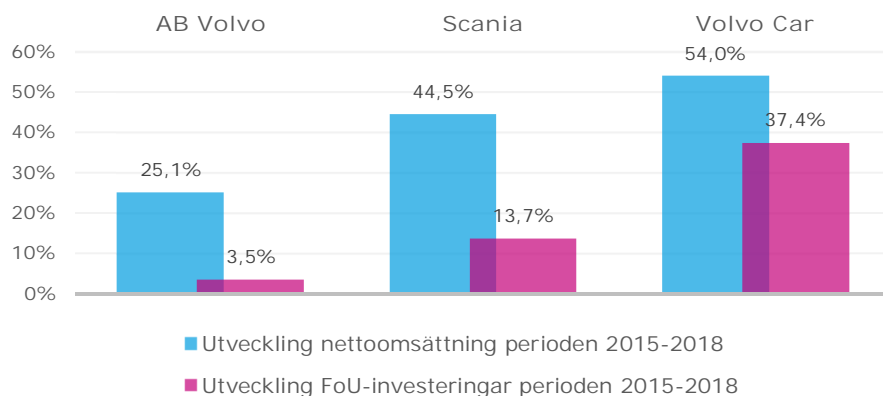


Källa: Retriever, bearbetning av Ramboll. Notering: Statistiken avser undergrupper inom SNI29. Företag placeras in den grupp som de placerat högst i rapporteringen av verksamhetens SNI-tillhörigheter.

3.2 De tre stora fordonstillverkarna

Det senaste decenniet har på många sätt varit en framgångssaga för giganterna inom svensk fordonsindustri: Volvo Cars, AB Volvo och Scania. Sedan 2010 har de tre företagen kontinuerligt visat på positiva rörelsemarginaler och en i stor sett årlig försäljningstillväxt, med några men få undantag.¹⁷ Särskilt sedan 2015 har försäljningstillväxten varit mycket stark, samtidigt som företagen fram till 2017 fortsatte att öka investeringarna inom forskning och utveckling (Figur 6). Särskilt framgångsrikt har Volvo Cars varit sedan 2015, som mellan 2015 och 2018 ökade nettoomsättningen med 54 procent. Även Scantias försäljningssiffror ökade starkt under perioden med 44,5 procent, medan AB Volvo ökade med 25,1 procent. Bland tillverkarna av kommersiella fordon har framförallt Scania ökat takten i sina FoU-investeringar. Under 2018 motsvarade FoU-kostnaderna för Scania cirka 4,6 procent av företagets omsättning, medan motsvarande siffra för AB Volvo var cirka 4 procent (ej i figur). Störst andel FoU-kostnader som andel av företagets omsättning under 2018 hade dock Volvo Cars med 4,7 procent.

Figur 6. Utveckling i nettoomsättning och FoU perioden 2015 - 2018 för de tre stora fordonstillverkarna



Källa: Retriever, bearbetning av Ramboll

En myriad av faktorer finns med i förklaringsbilden bakom den svenska fordonsindustrins framgångar under senare år, som Volvo Cars designframgångar, Scantias utveckling av miljöeffektiva motorer och

¹⁷ Bokslut inhämtade via Retriever. 2019-08-24

AB Volvos arbete för med försäkerhet. I följande delavsnitt ges en kortfattad bild av utvecklingen inom de tre stora fordonstillverkarna i Sverige.

AB Volvo

Volvokoncernen, AB Volvo, är en global ledare inom produktionen av kommersiella fordon som lastbilar, bussar och anläggningsmaskiner, men även av drivsystem för industriella och marina applikationer samt komponenter för flygplan och flygmotorer. Av företagets närmare 90 000 anställda arbetar omkring 19 000 i Sverige. Sedan 2008 har antalet anställda inom bolaget varit relativt konstant omkring 80 000 – 100 000 anställda. Koncernen har produktionsanläggningar i totalt tio länder i Europa, Asien, Nordamerika och Sydamerika¹⁸.

Bolaget uppger att de har FoU-anläggningar i 15 länder och 11 500 anställda som arbetar med FoU. Bland företagets milstolpar på tekniska området det senaste decenniet finns bland annat I-See (2012) som reglerar växling, gaspådrag och inbromsning automatiskt vid backkörning och därmed minskar bränsleförbrukningen vid fjärtransporter, Volvo Dynamic Steering (2013), en elektroniskt styrd elmotor på styraxeln som förbättrar försäkerheten, Dual Clutch (2014), en växellåda med dubbelkoppling som innebär att kraftöverföring inte avbryts vid växling. Företaget arbetar även med utveckling av elbussar, automation för lastbilar och anläggningsmaskiner samt självkörande, elektriska fordon. Volvokoncernen uppger vidare att de har branschens största kundutbud beträffande lösningar för uppkopplad teknik i kommersiella fordon, med 800 000 uppkopplade enheter¹⁹.

Scania

Scania är liksom AB Volvo en världsledande tillverkare av kommersiella fordon som lastbilar och bussar, och tillverkar även industri- och marinmotorer. Närmare 95 procent av bolagets tillverkade fordon exporteras²⁰. Av företagets närmare 45 000 anställda arbetar drygt 16 000 i Sverige²¹. Sedan 2008 har bolaget växt med fler än 10 000 anställda²². Volkswagen blev in som majoritetsägare i bolaget 2008 efter att ha förvärvat Investors aktiepost i bolaget. Sex år senare under 2014 förvärvade Volkswagen över 90 procent av rösterna i bolaget.

Bolaget är innovationskraftigt och under 2015 beviljades hela 203 patent, vissa t.ex. inom området programvara, vilket innebar ett rekord för företaget.²³ Under 2016 började bolaget att leverera både hybridbussar och hybridlastbilar²⁴. Scania var även det första bolaget att introducera Euro 6-lastbilar²⁵ på marknaden, två år före att det blev obligatoriskt enligt lag²⁶. Enligt tidningen NyTeknik innebar detta en minskning av partikelutsläppen med nära 85 procent jämfört med Euro 5, och en minskning av kväveoxidutsläpp med drygt 80 procent.²⁷ Under senare år har en växande andel av företagets intäkter kommit från uppkopplingstjänster och andra områden. Bolaget gått i spetsen inom uppkopplade fordon i och med lanseringen av Scania One, som lanserades i februari 2017 efter utvecklingsamverkan med Ericsson. Fler än 50 000 Scaniakunder drar nytta av systemet världen över vilket enligt bolaget innebär det detaljerad information av över en kvarts miljon fordon²⁸. Scania samarbetar även med Ericsson kring utvecklingen av autonom fordonsteknik, som är ett område under snabb förändring. Nyligen tilldelades bolaget ett projekt att utveckla världens första autonoma lastbilskonvoj i Singapore.

¹⁸ Länsstyrelsen Stockholms län 2019

¹⁹ <https://www.volvogroup.se/sv-se/innovation/connectivity.html>

²⁰ Länsstyrelsen Stockholms län 2019

²¹ Länsstyrelsen Stockholms län 2019

²² Heper 2010

²³ Scania 2016

²⁴ Pohl 2017

²⁵ Euro 6 är benämningen för specifika utsläppsgränser satta av EU.

²⁶ Scania 2011

²⁷ NyTeknik 2011-04-01

²⁸ Scania 2018

Volvo Cars

Den största framgången inom svensk fordonsindustri de sista tio åren har kanske skett för personbilstillverkaren Volvo Cars. Från krissamtal och Fords försäljning av bolaget till kinesiska Geely för omkring 13,4 miljarder kronor 2010, meddelade bolaget ett rörelseresultat under 2018 på över 14 miljarder kronor²⁹. Framgången under senaste decenniet har i stort sett dessutom finansierats genom företagets eget kassaflöde³⁰.

Med begränsat kapital och en volymproduktion som var betydligt mindre än hos världens största personbilstillverkare, valde Volvo att fokusera produktserien kring en fyrcylindersmotor som blev väl mottagen av kritikerna. Stadsjeepen XC90 blev 2016 bland utsedd till North American Truck/Utility of the Year av nordamerikanska biljournalister. Volvo tog sedan för första gången hem priset för årets bil i Europa på bilmässan i Genève med modellen XC40. För just denna modellansering kan den största nyheten ha varit affärsmodellen: bilen abonneras direkt från bilfabrikanten istället för att säljas genom återförsäljare. Volvo fortsätter även att vara starkt på området fordonssäkerhet vilket svenska biltillverkare traditionellt sett har haft en världsledande position inom, även då trenden på området gått mer från passiv till aktiv trafiksäkerhet³¹. Marknadsmässigt kan även kopplingen till Geely ha haft en god inverkan på företagets globala försäljning; 2017 sålde Volvo fler bilar till Kina än något annat land³².

I samband med Volvo Cars senare framgångar omnämns ofta utvecklingen på designsidan, som enligt många bidragit till att Volvo på allvar lyckats slå sig in bland premiumsegmentet på fordonsmarknaden. Den första modellen i Volvos produktionslinje som drog nytta av det nya designspråket var nya Volvo XC90 som lanserades 2014, därefter följt av Volvo S90 och V90. Tomas Ingenlath, designchef på Volvo Cars sedan 2012 har pekats ut som en ledande gestalt i denna omvandling. 2017 blev han utsedd till "Design Hero" på Autocar Awards³³.

3.3 Underleverantörerna

Även på leverantörssidan av fordonsindustrin har trenden det senaste decenniet visat på både god försäljningsutveckling och god produktivitet³⁴. Enligt Vinnovas klusterstudie av svenska fordonsindustrin (Pohl 2017) framgår att leverantörerna inom branschen typiskt sett är något mindre bolag med hög grad av specialisering. Traditionellt sett är utvecklingen inom dessa starkt förknippad med utvecklingen inom de stora fordonstillverkarna, men som framgick tidigare i rapporten (Figur 3) har varuexporten för industrins leverantörer varit både hög och kraftigt växande³⁵. Benämningen *underleverantör* kan inom industrin anses vara ett något förlegat begrepp, och att *medleverantör* kan vara mer passande då leverantörerna ofta sitter med fordonstillverkarnas utvecklingsgrupper när nya komponenter eller produkter tas fram³⁶.

3.4 Fordonsindustrins internationella konkurrenskraft i siffror

Som visat i tidigare kapitel har exportutvecklingen inom svensk fordonsindustrin varit stark under det senaste decenniet. Detta är också fallet i en internationell jämförelse, som visar att den genomsnittliga exporttillväxten i Sverige perioden 2014 – 2018 har varit näst starkaste bland världens största fordonsproducenter (Figur 7). Sverige och Turkiet har under perioden båda haft en genomsnittlig årlig exporttillväxt inom industrin på över 10 procent, medan tillväxttakten i länder som Storbritannien, Tyskland och USA har legat omkring nollstrecket.

²⁹ Bokslut inhämtat via Retriever. 2019-08-24

³⁰ Bloomberg 2018

³¹ Pohl 2017

³² Bloomberg 2018

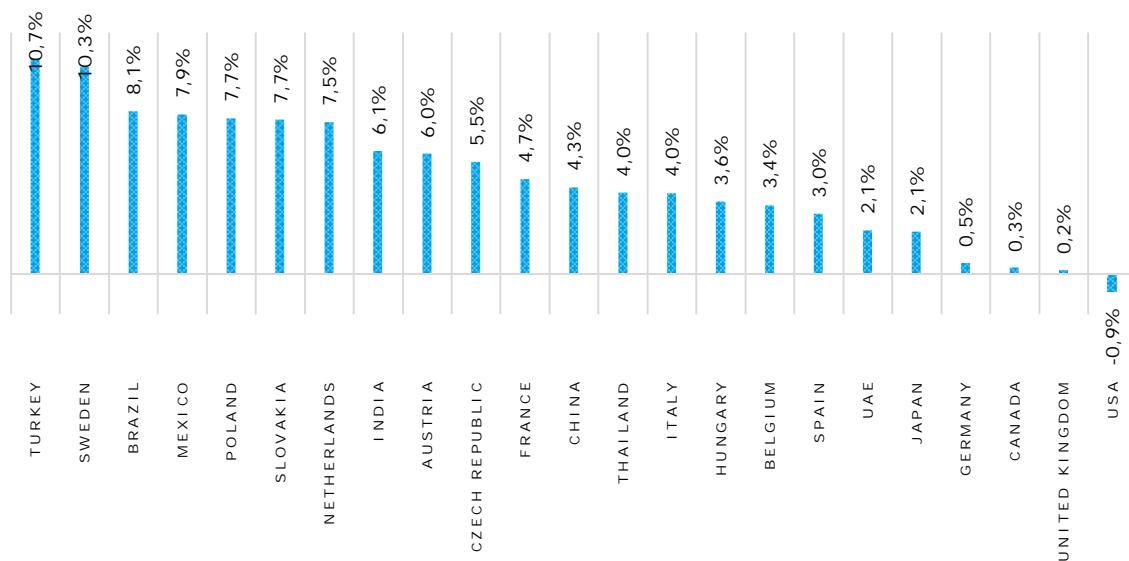
³³ Volvo 2017-05-23

³⁴ Svensk verkstad 2017-11-15

³⁵ I denna exportsiffra räknas givetvis också exporten till de svenska fordonsproducenternas verksamheter i utlandet.

³⁶ NyTeknik 2017-02-24

Figur 7. Genomsnittlig årlig exporttillväxt perioden 2014 - 2018, fordonsindustrin bred definition (HS87)

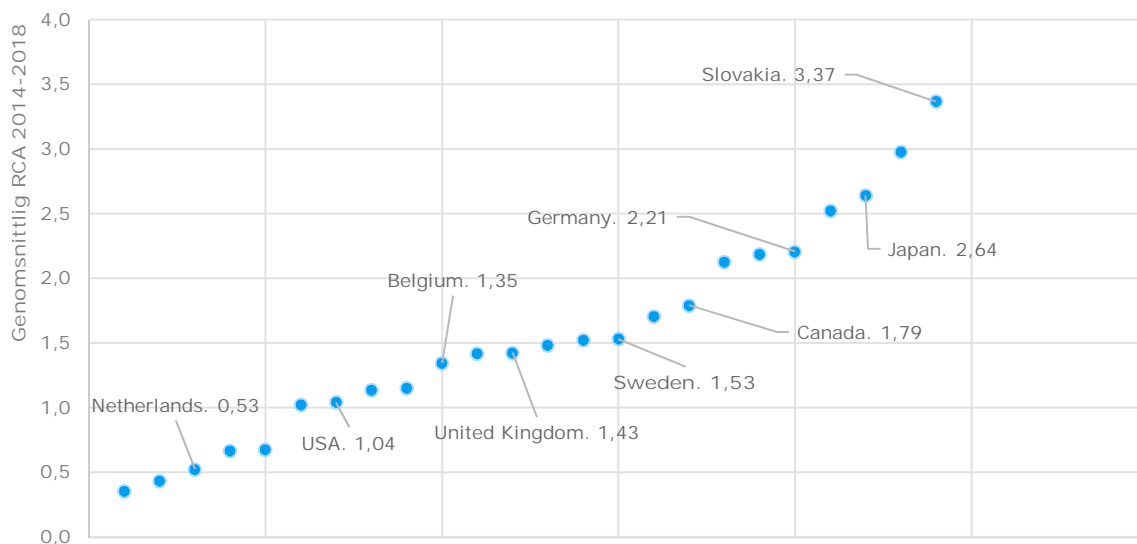


Källa: Intracen (International Trade Statistics), beräknat av Ramboll utifrån rådata.

Notering: Statistiken avser HS-kategori 87. Mättet är beräknat genom att ta genomsnittet i exporttillväxten inom denna produktkategori över åren 2014-2018, för varje land i urvalet.

I en analys av Sveriges komparativa fördelar inom fordonsexport och fordonsrelaterad export, mätt genom Revealed Comparative Advantage (RCA)-beräkning³⁷, finner vi att landets komparativa fördelar är större än i länder som Storbritannien och Nederländerna, men lägre än i länder som Tyskland och Japan (Figur 8). Mättet är en indikator för ett lands relativa fördelar i att producera en viss varutyp eller tjänst.

Figur 8. Genomsnittlig RCA åren 2014 - 2018. Högre RCA indikerar högre komparativ fördel.



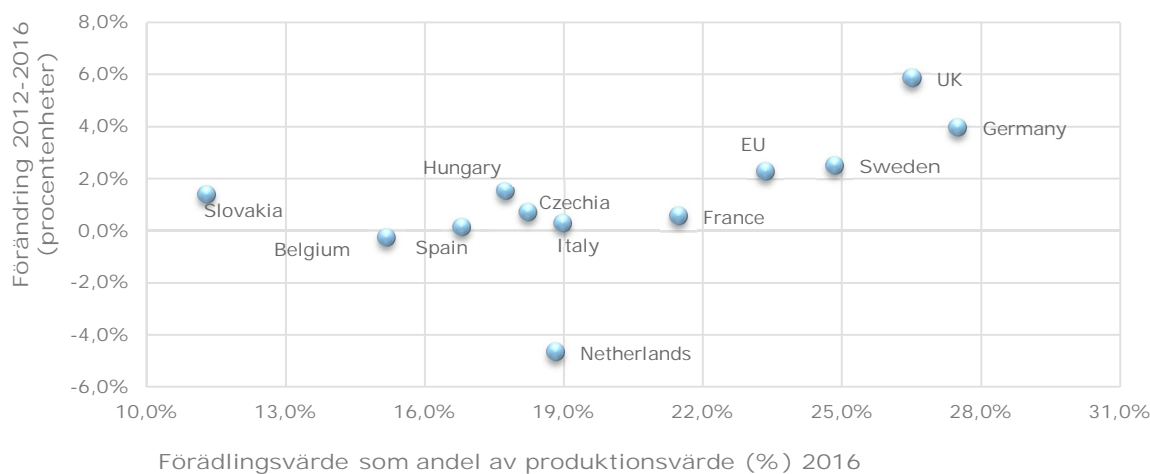
Källa: Intracen (International Trade Statistics), bearbetat och framräknat av Ramboll.

³⁷Revealed Comparative Advantage, används bland annat i Ketels 2009

Notering: Statistiken avser HS-kategori 87³⁸. RCA (Revealed Comparative Advantage) är ett index som används inom internationell ekonomi som indikator för ett lands relativa fördelar att producera en viss vara eller tjänst. RCA beräknas att ta ett lands export av en viss produktkategori dividerat med landets totala export i täljaren, och världens export av en viss produktkategori dividerat med världens totala export i nämnaren. $RCA > 1$ indikerar att landet har komparativa fördelar sett till den specifika produktkategorin som undersöks.

I jämförelse med de största fordonsproducenterna inom EU är det särskilt två faktorer som framträder beträffande svensk fordonsindustri: förädlingsvärdet, alltså det värde som branschen tillför genom sin verksamhet, som andel av industrins produktionsvärde är jämförelsevis högt i Sverige på närmare 25 procent (Figur 9). Vidare är arbetskraftskostnaderna i svensk fordonsindustri höga och motsvarar nästan fyra gånger arbetskraftskostnaderna i Ungern (Figur 10). Störst är dock dessa kostnader i Tyskland. Som framgår i figuren kring förädlingsvärdet inom industrin har också tillväxten i mättet förädlingsvärde som andel av produktionsvärde ökat mest i länder med höga andelar, det vill säga Sverige, Tyskland och Storbritannien.

Figur 9. Förädlingsvärde som andel av produktionsvärde 2016 samt förändringen i mättet perioden 2012 - 2016

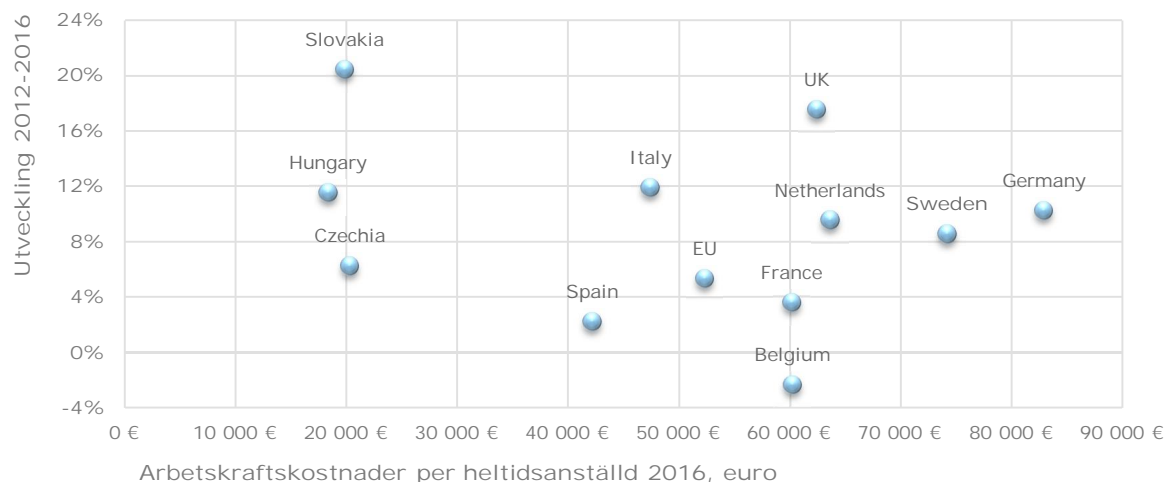


Källa: Eurostat, bearbetat och framräknat av Ramboll.

Mellan 2012 och 2016 ökade arbetskraftskostnaderna per anställd i svensk fordonsindustri med omkring 8 procent, vilket 2016 resulterade i en genomsnittlig kostnad per anställd om 74 000 euro per år. Framträdande är att länder med höga arbetskraftskostnader typiskt sett även har högt förädlingsvärde i förhållande till sitt produktionsvärde. Det finns alltså starka kopplingar mellan Figur 9 och Figur 10 som bottnar i att ett högt relativt värdeskapande även resulterar i större personalkostnader. Skenande arbetskraftskostnader kan dock slå mot den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft, men som utvecklingen av arbetskraftskostnader visar så har ökningen varit större i länder som Tyskland, Nederländerna, Italien och Storbritannien.

³⁸ HS-kategori 87 inrymmer underkategorierna 8701-8716.

Figur 10. Arbetskraftskostnader, nivå 2016 och utveckling 2012 – 2016.



Källa: Eurostat, bearbetat och framräknat av Ramboll.

3.5 Framtiden för fordonsindustrin

På senare år har produktionslandskapet inom fordonsindustrin förändrats avsevärt. Marknadens krav på fordonsföretagen har ökat, framförallt sett till miljöeffektivitet, kvalitet och elektrifiering. Detta i takt med den omfattande teknologiska utvecklingen och globaliseringen av världens ekonomier.³⁹ Framåt i tiden förväntas fyra megatrender ha stor inverkan på framtidens fordonsindustri: elektrifiering, autonom körning, uppkopplade fordon och alternativa former för bilägande.⁴⁰ För tio år sedan lät det annorlunda. Elektrifiering hade diskuterats i några år och självkörande bilar fick större uppmärksamhet först under 2013 (Pohl 2017). För att sätta trenderna i perspektiv förutspår McKinsey & Co att endast 20 procent av fordonsindustrins omsättning år 2030 kommer utgöras av tillverkning och service av fordon⁴¹. Detta är jämföra med siffran under senare år, som legat på omkring 80 – 85 procent. Framtidens försäljning inom fordonsindustrins tros därför vara kopplade till produkter och tjänster som ännu inte finns på marknaden, men som olika utsträckning är kopplade till megatrenderna inom industrin.

KPMG förutspår vidare att fordonsindustrin allt mer kommer att styras av lagstiftarna. Till exempel kommer de klimat- och miljömål som bland annat EU beslutar att styra teknikutvecklingen och driva fram viss utvecklingsinriktning inom industrin.⁴² AlixPartners, en konsultbyrå, förutspår att de största biltillverkarna kommer att investera över 400 miljarder dollar de närmaste fem åren i att utveckla elbilar med hög grad av självkörning, som automatiserar stora delar av bilkörandet.⁴³ Med trycket mot utvecklandet av elmotorer står de stora tillverkarna nu inför konkurrens med uppstickare som traditionellt inte varit en del av fordonsindustrin. De traditionella tillverkarna, som under senaste decenniet investerat stort i utvecklandet av mer effektiva fossilbränsle drivna motorer, har dessutom svårigheter att överge produktionen av denna motortyp för att i det korta perspektivet inte tappa produktionskapacitet.

Marknadsmässigt ses i närtid en avmattning inom svensk fordonsindustri. I dagsläget är produktionsnivåerna inte desamma som under 2017, och med en ekonomisk avmattning globalt sett spås en minskande efterfrågan inom fordonsindustrin kommande år.⁴⁴ När efterfrågan blir svagare globalt följer också att det blir svårt att hålla uppe produktionsvolymerna. Detta gäller såväl för segmentet personbilar som för kommersiella fordon, som till stor del följer tillväxten i global BNP.

³⁹ Business Region Göteborg 2017

⁴⁰ McKinsey & Co 2016

⁴¹ Bryntesson 2019

⁴² KPMG 2019

⁴³ New York Times 2019-06-06

⁴⁴ Teknikföretagen 2019

3.6 Referenser

- Andersson, Fredrik W. Poldahl, Andreas. Widegren, Daniel 2017, "En översikt av fordonsindustrin" <https://www.scb.se/contentassets/b1ae4493ffd1404987a4d32cbf213ae5/en-oversikt-av-fordonsindustrin.pdf>
- Bloomberg 2018, "How China's 36th-Best Car Company Saved Volvo", <https://www.bloomberg.com/news/features/2018-05-24/volvo-is-better-than-ever-thanks-to-this-chinese-billionaire> 24-05-2018
- BIL Sweden, n.d. "Industrin", hämtad via <http://www.bilsweden.se/industrin>
- Bryntesson, Peter 2019 i Rise nr 3 2019, "Trendpaning. Vad händer egentligen i fordonsindustrin?"
- Business Region Göteborg 2017, "Fordonsindustrins kompetensbehov i Västra Götaland – en kartläggning" https://www.businessregiongoteborg.se/sites/default/files/downloadable_files/Fordonsindustrins_kompetensbehov_i%20Västra%20Götaland_170531.pdf
- KPMG 2019, "Global Automotive Executive Survey 2019", <https://home.kpmg/content/dam/kpmg/uk/pdf/2019/01/global-automotive-executive-survey-2019.pdf>
- Saberi, Behzad 2018, "The role of the automobile industry in the economy of developed countries", <https://medcraveonline.com/IRATJ/IRATJ-04-00119.pdf>
- SCB 2017a, "Fordonsindustrin har stor betydelse för Sveriges ekonomi". <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2017/Fordonsindustrin-har-stor-betydelse-for-Sveriges-ekonomi/> 2017-03-01
- SKF, n.d., "Fordon" <https://www.skf.com/se/investors/fordon>
- McKinsey & Co 2016 "Automotive revolution – perspective towards 2030" <https://www.mckinsey.com/-/media/mckinsey/industries/high%20tech/our%20insights/disruptive%20trends%20that%20will%20transform%20the%20auto%20industry/auto%202030%20report%20jan%202016.ashx>
- Göteborgs-Posten 2019, "Rekordåren ser ut att vara över i fordonsindustrin", <https://www.gp.se/ekonomi/rekord%C3%A5ren-ser-ut-att-vara-%C3%B6ver-i-fordonsindustrin-1.16178122>
- Heper, Yasemin (Tillväxtverket) 2010, "Den globala fordonindustrin 2010 – Ur ett svenskt perspektiv", http://tillvaxtverket.eprint.se/E-View/Download/Resource?rl=cG9ydGFsOi9SZXNvdXJjZXNvUGVybWFuZW50L1NOYXRpYy82MTMxN2JjOGJkYmMOMDRlYmYwMjMjMjA2OVMzNzQ1Ny9iZTgxYWJjMmYyNWUONDgzYTc1MmMxOTdjNzViYjEyNS5wZGY1&fn=Info_0210_webb_100915134929.pdf
- Ketels, Christian 2009, "Clusters, Cluster Policy and Swedish Competitiveness in the Global Economy" <https://www.hhs.se/contentassets/f51b706e1d644e9fa6c4d23abd09e63/clustersclusterpolicyswedishcompetitivenessd6e53822.pdf>
- Länsstyrelsen Stockholm 2019, "Fordonsdalen och framtidens mobilitet – Fordonsindustrins betydelse i Östra Mellansverige". <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.4dc15f2816a53b76de74c99/1556617709720/Rapport%202019-01%20Fordonsdalen%20och%20framtidens%20mobilitet.pdf>
- New York Times 2019-06-19 "The car industry is under siege" <https://www.nytimes.com/2019/06/06/business/auto-industry-fiat-renault.html>
- NyTeknik 2011-04-01, "Scantias hemmabygga renaste lastbilsmotorn någonsin". <https://www.nyteknik.se/fordon/scantias-hemmabygga-renaste-lastbilsmotorn-nagonsin-6422444>
- NyTeknik 2017-02-24 "Heta fordon ger ny fart åt leverantörer", <https://www.nyteknik.se/fordon/heta-fordon-ger-ny-fart-at-leverantorer-6827713>
- OICA Statistics <http://www.oica.net/category/production-statistics/2009-statistics/>
- Pohl, Hans 2017, "The automotive industry in Sweden – A cluster study". Vinnova Analysis 2017:04 <https://fkg.se/wp-content/uploads/2019/05/Vinnova-Klusterstudien-2017.pdf>

Scania 2011, "Scania Euro 6- första motorerna levereras" https://www.scania.com/group/en/wp-content/uploads/sites/2/2015/09/P11301SE-Euro-6-engines-ready-for-the-market_tcm40-240659.pdf

Scania 2016, "Patentrekord för Scantias uppfinnare" <https://www.scania.com/scaniasodertalje/sv/home/nyheter-event/patentrekord-foer-scanias-uppfinnare.html>

Scania 2018 "Miltstolpe för Scania – 250 000 uppkopplade fordon" <https://www.scania.com/se/sv/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2017/02/milstolpe-foer-scania---250-000-uppkopplade-fordon.html>

Svenska Dagbladet 2017-09-29 "Volvos nya drag kan skaka om bilvärlden" <https://www.svd.se/volvos-nya-drag-kan-skaka-om-bilvarlden>

Svensk verkstad 2017-11-15 "70 procent av underleverantörerna har ökat omsättningen" <https://www.svenskverkstad.se/70-procent-av-underleverantorer-na-har-okat-omsattningen>

Teknikföretagen 2019, "Teknikföretagens prognos maj 2019" <https://www.teknikforetagen.se/globalassets/i-debatten/publikationer/ekonomisk-analys/konjunkturprognoser/konjunkturprognos-maj-2019.pdf>

Volvo 2017-05-23 "Volvos designchef Thomas Ingenlath vinner "Design Hero" på Autocar Awards" <https://www.media.volvocars.com/se/sv-se/media/pressreleases/208602/volvos-designchef-thomas-ingenlath-vinner-design-hero-pa-autocar-awards>

Statistikkällor:

Intracen Trade Statistics

Eurostat

SCB