



TRANSPORTFÖRETAGEN

Transportskiftet

Förord

Vi lever i en omtumlande tid. Under början av 2020 vände coronaviruset upp och ned på tillvaron och skapade en mänsklig såväl som ekonomisk kris vars effekter vi ännu kämpar med att överblicka. Detta gäller inte minst för transportnäringen som, vare sig vi reflekterar över det eller ej, spelar en central roll i våra liv. Om något har det blivit tydligare än någonsin hur värdefullt det är för oss människor att kunna röra oss som vi vill och att varuflödena fungerar smidigt.

Mitt i all turbulens som pågår i nuet ser vi på Transportföretagen ett behov av att lyfta blicken. Det pågår just nu en ny industriell revolution inom transportsektorn – vi kallar den för Transportskiftet – som bland annat innefattar elektrifiering, automatisering och introduktionen av nya fordonsslag. I detta skifte fungerar hållbarhetsidealet som ett nexus som binder ihop dess olika delar. Framtiden kommer med andra ord att bjuda på utveckling och utvecklingen kommer att vara grön.

Om tio år kommer följaktligen våra transporter att se radikalt annorlunda ut än vad de gör idag. Det finns enorma möjligheter i denna omvandlingskraft, men också utmaningar som måste förstås, ventileras och mötas. Om vi tillsammans vågar

lyfta blicken kan vi ställa om mot en mer hållbar värld samtidigt som vi höjer transportsektorns och hela Sveriges konkurrenskraft.

Av ovanstående anledning har vi på Transportföretagen tillsammans med HUI Research tagit fram denna rapport som, utan att glömma nuläget, ändå fokuserar blicken stadigt framåt. Rapporten kan läsas som en resa i sig: med en avresestation, en hållplats och en slutdestination. Med avsnitt 1 i rapporten börjar vi mitt i resan – på den hållplats där vi just nu befinner oss – och identifierar fem fenomen som i och med coronakrisen accelererar omvandlingstrycket inom transportsektorn. I avsnitt 2 ser vi tillbaka på vår avresestation genom att beskriva hur transportnäringen och dess delbranscher har utvecklats under de senaste åren. I avsnitt 3 visar vi vägen – medelst transportskiftet – mot vår slutdestination.

Trevlig resa!

Marcus Dahlsten
Vd, Transportföretagen

Tina Thorsell,
Samhällspolitisk chef, Transportföretagen



Rapportens färdplan

Hållplats

Här befinner vi oss idag

Avsnitt 1: Trender som accelererar i coronapandemins spår	4
---	---

Avresa

Härifrån kommer vi

Avsnitt 2: Transportsektorns utveckling och delbranscher	12
2.1 Transportsektorns utveckling	13
2.2 Transportsektorns delbranscher	21

Destination

Hit är vi på väg

Avsnitt 3: Transportskiftet	28
3.1 Transportskiftet	29
3.2 Elektrifiering	34
3.3 Automatisering och digitalisering	64
3.4 Nya transportslag	85





Hållplats – här befinner vi oss idag

Trender som accelererar i coronapandemins spår

Avsnitt I

Kreativ förstörelse i sviterna av en virussjuk ekonomi

”Förändring är det enda konstanta och förändring kräver anpassning.”

Framtidens väg är alltid kantad av osäkerhet. Det man kan konstatera när man blickar tillbaka, i synnerhet på de senaste 100 åren, är emellertid att den mänskliga uppfinningsrikedomen tycks vara närmast oändlig. Tekniska landvinningar, en alltmer integrerad världsekonomi och nya sociala rörelser kommer att bidra till att 2020-talet blir ännu ett förändringens decennium. Nationalekonomen Joseph Schumpeter talade om det nödvändiga med ett visst mått av ”kreativ förstörelse” – att nya kluster av innovationer, uppfinningar och arbetssätt bryter ner och ersätter gamla strukturer. Exempelvis blev många kuskar och hästuppfödare sysslösa när personbilen slog igenom, vilket skapade nya behov såsom motorvägar, verkstäder och bensinmackar.

Förändring är det enda konstanta och förändring kräver anpassning.

Vilka trender förtjänar då att belysas lite extra just nu för transportsektorns del? För det första har coronaviruset kastat in världen i en plötslig hälsokris som håller på att mutera till en djup och sannolikt långvarig *lågkonjunktur*.

Lågkonjunkturs effekter på transporter kan inte ignoreras och branschen kraftsamlar nu för att inte bara uthärdas utan utvecklas även i denna utmanande situation. För det andra ser vi hur en existerande våg av *konsolidering* i sektorn spås på för att möta krav på ökade volymer och finansiell motståndskraft. För det tredje accelererar den digitala omställning som drivs på av *e-handeln*, vilket skapar nya behov och tekniska möjligheter till lösningar inom transportsektorn. För det fjärde upplever vi en *revansch för personbilen* kontra andra färdmedel, då människor har undvikit kollektivtrafiken och inte kunnat resa utomlands som under normala år. Sist men inte minst ökar nu kraven än mer på att framtidens transporter måste vara hållbara i alla bemärkelser – ekonomiskt, miljömässigt och socialt.

På kommande sidor dyker vi ner djupare i de trender som nämnts ovan och som nu accelererar till följd av coronapandemin. Vi ser att den sammanlagda effekten av alla dessa fenomen skapar en cocktail som transportsektorn behöver förstå och anpassa sig till för att hänga med i utvecklingen och höja sin konkurrenskraft.

5 trender här och nu:



Lågkonjunktur

- Nedgång av handel och resande minskar efterfrågan på transporter
- Traditionella jobb försvinner
- Ökad priskänslighet



Konsolidering

- Företag på marginalen slås ut i dåliga tider
- Teknisk utveckling kräver partnerskap
- Skalfördelar till följd av internationalisering



E-handel

- Nya målgrupper på nätet
- Nya former av shopping till följd av social distansering
- Utbyggd infrastruktur för "last mile"



Bilen tar revansch

- Undvikande av kollektivtrafik
- Bilsemester istället för flygresor
- Delningstjänster på uppgång



Hållbarhet

- Digitalisering möjliggör minskad miljöpåverkan
- "Business-as-usual" ifrågasätts
- Offentliga investeringar villkoras

I. Djup lågkonjunktur höjer omvandlingstrycket

Den lågkonjunktur som utlösts till följd av coronapandemin kommer att prägla samhället såväl som transportsektorn under lång tid. Krisen är global och har minskat den ekonomiska aktiviteten på ett sätt som världen inte skådat sedan 1930-talet. Kontaktintensiva verksamheter har drabbats allra värst, däribland transporter, besöksnäring och handel. Under sommaren 2020 omfattades mer än en halv miljon svenskar av regeringens krisåtgärd för korttidspermitteringar – bland annat runt var sjunde anställd inom transportnäringen.

Klyftan mellan persontransporter och godstransporter har så här långt visat sig vara mycket djup och social distansering med inställda resor som följd har gjort att persontransporter-

na har påverkats hårdast. En illustration av denna tudelning är att personbilstransporterna över Öresundsbron under våren 2020 som mest dök med 80 procent jämfört med 2019, medan lastbilstransporterna över bron – med kortsiktiga fluktuationer – höll sig omkring eller strax under 2019 års nivåer. Av tidigare ekonomiska kriser kan man dock dra lärdomen att persontransporter brukar återhämta sig snabbare än godstransporter.

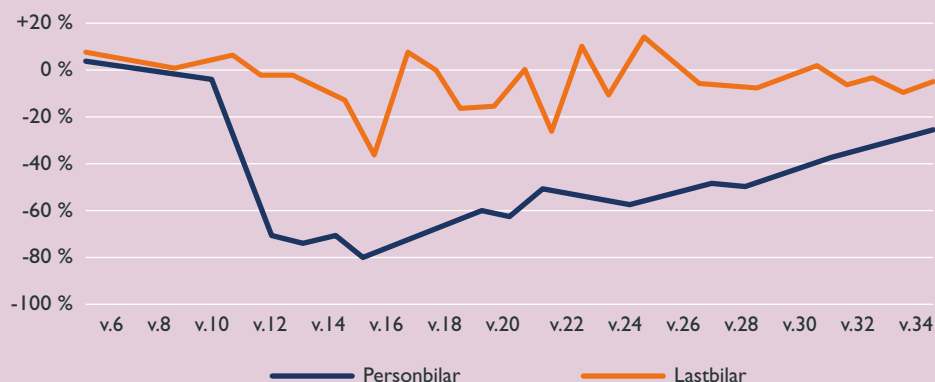
Under lågkonjunktur minskar resandet och handeln mellan länder, vilket i sin tur drabbar efterfrågan på transporter. Coronakrisen utgör dock ingen normal nedgång då turismen och affärsresandet nästintill upphörde under pandemins

”Ju djupare en ekonomisk nedgång är desto mer bestående tenderar effekterna att bli.”

första månader. Ju djupare en ekonomisk nedgång är, desto mer bestående tenderar effekterna att bli. Långt ifrån alla jobb som går förlorade under pandemin lär komma tillbaka, och eftersom ränteläget är historiskt lågt är det relativt fördelaktigt att ersätta en del av jobben med hjälp av automation – åtminstone för de företag som har tillgång till kapital. En annan långsiktig effekt av lågkonjunkturen är att kundernas priskänslighet ökar. Detta stärker positionen för aktörer med låg prisbild och innebär även att vissa transportslag gynnas på bekostnad av andra. Exempelvis kan vissa pendlare, om de har möjlighet, undvika att ta bilen till jobbet för att istället åka kollektivt om det sparar bensinpengar.

Diagram 1. Persontransporterna hårdast drabbade av coronakrisen

Passager över Öresundsbron, personbilar respektive lastbilar. Veckovis förändring 2020 kontra 2019. Källa: Öresundsbrokonsortiet



Tabell 1. Korttidspermitteringar under coronakrisen, hårt drabbade näringar

Andel förvärvsarbete som omfattas, augusti 2020. Källa: Tillväxtverket, SCB

Hotell och restaurang	36,0 %
Tillverkning	30,5 %
Handel	18,4 %
Företagstjänster	14,9 %
Information och kommunikation	14,3 %
Transport	14,2 %
Bygg	4,3 %
Fastighetsverksamhet	3,5 %

2. Jättarnas tid – större aktörer möter framtiden

Ibland är det en fördel att vara stor. Detta är ett faktum som i många avseenden har fått ökat genomslag när transportnäringen internationaliserats och konkurrensutsatts globalt. Effektiva godstransporter bygger i regel på konsolideringar för att öka fyllnadsgraden och minska kostnaden per fraktad enhet. Det rådande ekonomiska läget med fallande efterfrågan kommer sannolikt att förstärka denna trend. Många internationellt betydande aktörer inom logistik och transportinfrastruktur har dessutom inslag av statligt ägande eller styrning, vilket ytterligare kan bidra till fortsatt koncentration.

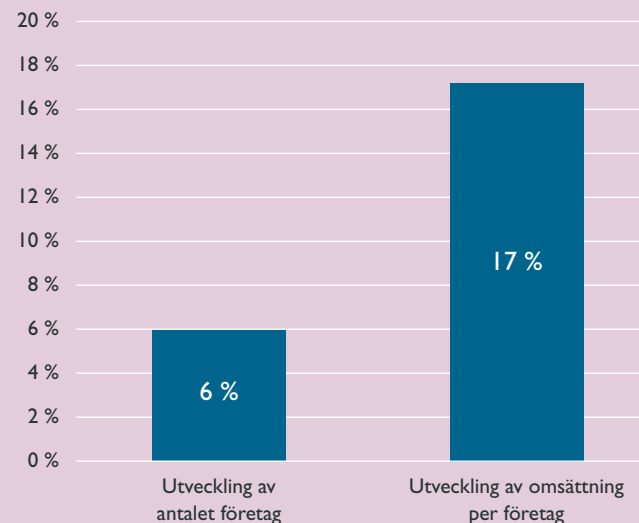
Trenden är tydlig sedan förra finanskrisen. Sedan 2007 har antalet företag inom den svenska transportnäringen ökat med knappt 6 procent, att jämföra med befolkningstillväxten som uppgått till 11 procent. Antalet transportföretag per capita har alltså minskat.

Samtidigt har omsättningen per företag i sektorn ökat med hela 17 procent. Det är fullt tänkbart att antalet företag inom transportbranschen kommer att minska betydligt under ett antal år framöver.

Som en del av konsolideringstrenden blir strategiska partnerskap och samarbeten allt viktigare. Behovet av teknisk specialisering kräver helt enkelt att etablerade spelare tar in kompetens och ”know-how” utifrån. I digitaliseringens tidsålder är det därmed också naturligt att gränserna mellan techbolag och transporter suddas ut. Jättar som Uber och Amazon kan idag sägas vara lika mycket logistik- och transportföretag som techbolag. De företag inom transportnäringen som under samma tak förmår kombinera en snabbfotad teknisk anpassningsbarhet med klassiska skalfördelar kommer att ligga långt fram i racet framöver.



Diagram 2. Allt större företag inom transportnäringen
Utveckling sedan förra finanskrisen, 2007-2018. Källa: SCB



3. Kraftig digitaliseringsboom när e-handeln lyfter

Digitaliseringen har på många sätt förändrat spelreglerna för mänsklig samvaro. Detta gäller inte minst utvecklingen inom e-handeln, en sektor som har exploderat under de senaste fem åren. Under 2018 skedde för första gången hela tillväxten inom sällanköpsvaruhandeln på nätet. Den kategori inom e-handeln som har lyft mest på nätet under coronapandemin är emellertid livsmedelshandeln. När äldre konsumenter har isolerat sig för att undvika en covid-19-infektion har de i mycket högre grad än tidigare beställt sin mat online. Andelen livsmedel som köps på nätet nådde några månader in i pandemin fem procent, vilket innebär ett skutt på omkring tre år in i framtiden om man jämför med den tidigare, långsiktiga trenden.

E-handeln kräver en helt ny infrastruktur av transporter som på ett snabbt och effektivt sätt hanterar leveranser och returerna. Istället för bulkleveranser från lager till butiker runt om i landet ska varorna stycklevereras från lager eller distributionscentraler direkt till konsumenter i städer eller i glesbygd, alternativt via bostadsnära utlämningsställen.

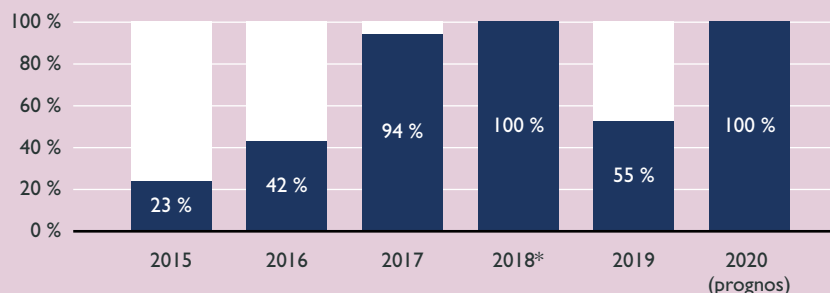
En konkurrensfördel för den fysiska butikshandeln gentemot e-handeln har varit att konsumenten omedelbart får tillgång till de varor som hon köper. Detta håller på att förändras i och med att endagsleveranser och till och med samma dag-leveranser nu börjar bli vanliga i storstäderna. I mindre tätbefolkade områden är utmaningen att få lönsamhet i leveranserna så att hela landet kan ta del av utvecklingen.

Utöver att trenden går mot snabbare leveranser och att nå bredare befolkningslager ställs ökade krav på flexibilitet och precision. Kvälls- och helgleveranser efterfrågas mer och mer. Vissa varor är dessutom svårhanterliga. Livsmedelsleveranser ställer exempelvis krav på komplexa kylkedjor, och kunderna vill ha sin mat levererad inom snäva tidsfönster för att kunna planera sin vardag.

Den flexibilitet, snabbhet och precision som krävs för att tillgodose konsumenternas behov inom e-handeln kommer att vara en delikat utmaning för transportsektorn under kommande år. Som vi ska få se längre fram i rapporten kommer elektrifiering, automation och nya fordonsslag att vara viktiga verktyg för att möta den digitala efterfrågan som nu accelererar till följd av e-handelsboomen.

Diagram 3. Tillväxten sker på nätet

Källa: PostNord, E-barometern årsrapport 2019, egna beräkningar



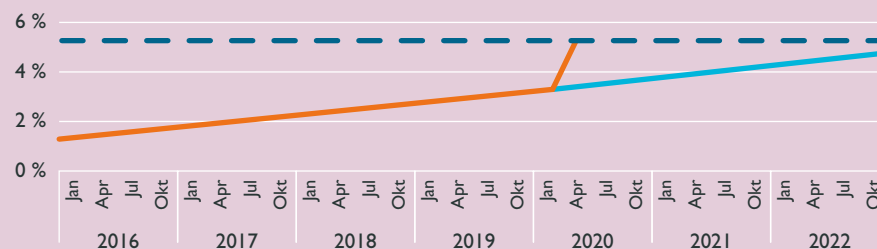
□ Andel av tillväxten inom sällanköpsvaruhandeln i fysiska butiker
■ Andel av tillväxten inom sällanköpsvaruhandeln inom e-handeln

*Under 2018 var tillväxten online mer än 100 procent.

Diagram 4. Rejäl skjuts för mat på nätet under pandemin

Ungefärlig försäljningsandel online för livsmedel, faktisk andel samt andel enligt tidigare trend.

Källa: Svensk Dagligvaruhandel, Dagligvaruindex och Svensk Digital Handel, D-Food Index



— Framskrivning av försäljningsandel utifrån tidigare trend
— Fraktiskt försäljningsandel, mat på nätet

4. Bilen tar revansch

Under flera årtionden har det talats om "peak car", alltså att vi ska ha nått eller närmast oss den punkt då resandet med personbil minskar. Så här långt har spådomen inte slagit in och varje gång någon har förutspått att peak car är på väg att uppnås har historien sedan visat att de haft fel.

Personbilstrafiken minskade under våren 2020 men börjar nu närma sig normala nivåer igen. Detta gäller förutom i Stockholm även i Göteborg där trafiken nu är mer eller mindre tillbaka på samma nivåer som före corona.

Trenderna drar åt olika håll när det gäller personbilstrafiken. Den globala bilindustrin utmanas av sjunkande nybilsförsäljning och överkapacitet och behöver samtidigt göra stora investeringar i nya drivlinor. Lägg till detta skärpta klimatkrav och klimatmål i framförallt den industrialiserade delen av världen. Samtidigt kan vi i Sverige se att coronapandemin och rädslan för smittspridning i kollektivtrafiken har lett till att många väljer att ta bilen istället för buss eller tunnelbana. För många av dem som exempelvis bor i Stockholms län men

jobbar i Stockholms stad är cykel, skoter eller gång inget alternativt färdmedel till buss och tunnelbana och då väljer de bilen istället. Trafiken i kommuner som Nacka och Värmdö ökade kraftigt under våren och sommaren 2020. Förmodligen har också fler än vanligt haft bilssemester under sommaren på grund av reserestriktionerna och att flyget inte har varit något alternativ. Hyrbilsföretagen märkte en stor anstormning när reserestriktionerna inom landet hävdes inför semesterperioden, efter marknadens inledande frysning under våren.

Det finns egentligen inte mycket som tyder på att personbilsresandet kommer att minska under kommande år. Slår tjänster såsom bildelning, *mobility as a service* med mera igenom ordentligt betyder det att tillgången till bil ökar, inte minskar. Synen på bilägande förändras, men med bildelningstjänster av olika slag skapas förutsättningar för fler att åka eller köra bil. Högautomatiserade personbilar samt bilpooler och andra delningstjänster kommer sannolikt att vara vanligt förekommande, urbana företeelser om vi blickar in i framtiden.

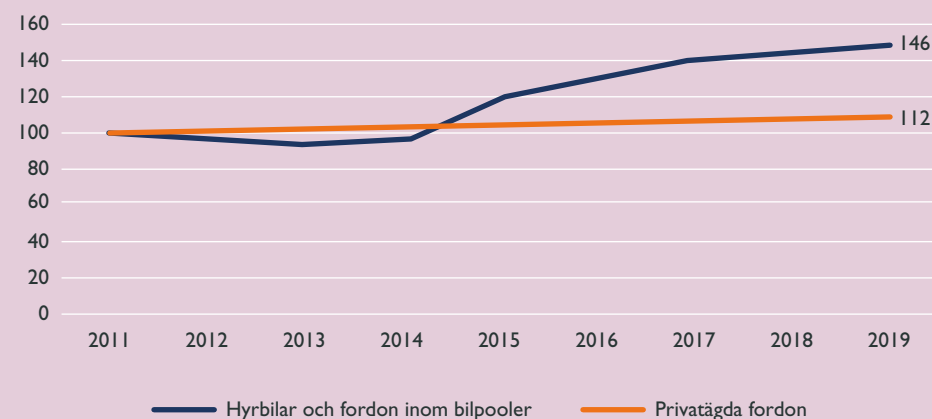


"Varje gång någon har förutspått att peak car är på väg att uppnås har historien sedan visat att de haft fel."

Diagram 5. Ökad andel hyrfordon

Indexerad utveckling för beståndet av hyrfordon respektive privatägda fordon.

Källa: Biluthyrarna, SCB



5. Gröna transporter än mer angelägna

När tillvaron skakas om blir det som ett meddelande från framtiden om att inte ta saker för givna. Tankar om hållbarhet och att inte slösa med jordens resurser i onödan har aktualiserats under pandemin och kan på sikt hamna ännu mer i fokus än vad som tidigare varit fallet. I och med rekommendationerna om distansarbete har möten skötts digitalt i mycket högre grad än förut. Många som ändå har behövt ta sig till arbetsplatsen har valt att cykla, gå eller använda exempelvis elsparkcyklar för att undvika kollektivtrafikens trängsel. Luftföroreningarna har minskat i många städer och röster höjs nu för att inte gå tillbaka till ”business-as-usual”.

Det är emellertid troligt att samhället behöver rusta sig för fler transporter och möten i framtiden, inte färre. Detta eftersom befolkningen växer, världen globaliseras och långt

ifrån alla fysiska möten är utbytbara. Diskussionen om hur fordonsflottan ska elektrifieras – en diskussion som är central och som vi ska återkomma till senare i rapporten – kommer därmed att intensifieras. Insikten om att det går att förena en radikal grön omställning med ekonomisk tillväxt är uppmuntrande. Mellan 1990 och 2018 minskade enligt Naturvårdsverket de svenska utsläppen av växthusgaser med 27 procent, samtidigt som BNP ökade med 83 procent. Elektrifieringen kommer att vara en nyckelkraft för att transportsektorn ska kunna göra samma gröna resa och bidra redan till minskade utsläpp från fordon, tystare stadsmiljöer och billigare drift som möjliggör fler möten. Ett tecken i tiden är att Amazon nyligen lade en order på 1 800 eldrivna lastbilar från Mercedes till sin europeiska verksamhet, ett led i företagets mål att uppnå koldioxidneutralitet år 2040.

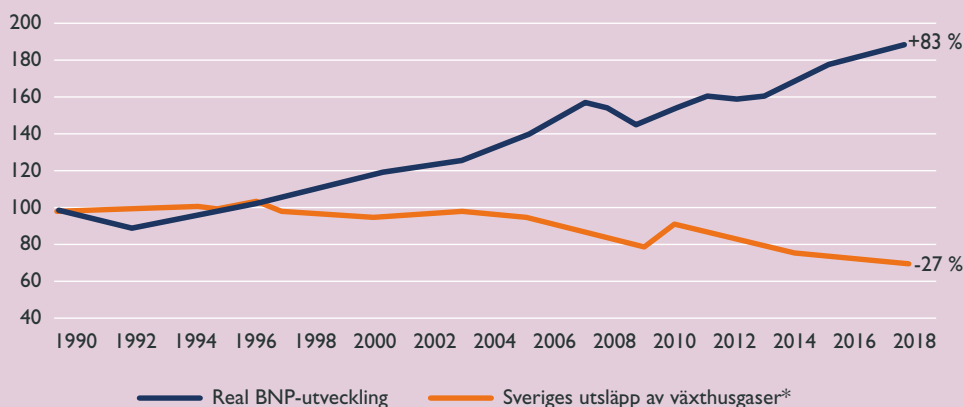
”När tillvaron skakas om blir det som ett meddelande från framtiden om att inte ta saker för givna.”

I de otaliga förslag som figurerar vad gäller hur ekonomin ska återstartas efter det att röken av coronaviruset har skingrats tycks det finnas en bred konsensus kring att hållbarhet – ekonomisk, miljömässig och social – bör vara av högsta prioritet vid stora investeringsbeslut. EU-kommissionen, som är nytillträdd sedan 2019, har satt en ambitiös agenda för en ”Green Deal” i Europa, vilket anspelar på president Roosevelts beryktade ”New Deal” under 1930-talet. Coronakrisen tycks aktivera, engagera och mana politiker och beslutsfattare till handling i frågor som upplevs som särskilt brådskande, däribland klimatfrågan och hållbarhet generellt, något som välkomnas av många medborgare och företag.

Diagram 6. Mot en allt grönare tillväxt

Indexerad utveckling för Sveriges utsläpp av växthusgaser samt BNP-utveckling.

Källa: SCB



*Exklusive upptag av växthusgaser (LULUCF) och internationella transporter



Hållplats: Trender som accelererar i coronapandemins spår

Kan omvandlingstrycket från pandemin vändas till något gott?

Sammanfattningsvis kan man säga att coronapandemin har ställt transportnäringen inför större utmaningar än någonsin tidigare. Djup lågkonjunktur, konsolidering inom sektorn, e-handelsboom, personbilens revansch och ökade hållbarhetskrav kommer att bidra till att forma framtidens transportlösningar och accelererar behovet av att tänka nytt.

Att det kan finnas stora möjligheter i att tvingas tänka nytt förtar på intet sätt de enorma ekonomiska och mänskliga värden som gått förlorade sedan coronaviruset först började sprida sig över världen. Men som Winston Churchill – möjligen något opportunistiskt – ska ha sagt inför den så kallade Jaltakonferensen i samband med andra världskrigets upplösning:

”Never let a good crisis go to waste.”

Den tankeverksamhet som ska leda transportererna in i sitt kanske mest djärva skifte någonsin – transportskitet – är inte blott en abstrakt idé, utan i allra högsta grad redan en praktisk realitet. Kartan som ska guida branschen genom den nya terrängen har till stor del redan ritats upp och är på väg att implementeras – här och nu.

Transportskitets främsta medel består av *elektrifiering, automatisering/digitalisering* och *introduktionen av nya transportslag*. Efter en inledande blick på transportsektorns utveckling under de senaste åren samt branschens olika delar tittar vi närmare på just dessa fenomen som är transportskitets drivfjädrar – deras fördelar, utmaningar och statusläge inför framtiden.



”Never let a good crisis go to waste.”



Avresa – Härifrån kommer vi

Transportsektorns utveckling och delbranscher

Avsnitt 2

Transportsektorns utveckling

Transportsektorn i Sverige är stor och varierad. Branschens omkring 30 000 företag skapar arbetstillfällen för nästan 240 000 personer och har en total omsättning på bortåt 500 miljarder kronor årligen. Det är dessutom en viktig bransch för såväl det övriga näringslivet som för privatpersoner. Det är transportbranschen som ser till att människor kommer till jobbet, att varor finns på butikshyllorna och att fabrikena har råmaterial att bearbeta.

Bantrafiken ökade mest

Över tid förändras vårt sätt att resa och många faktorer spelar in vid val av färdmedel, inte minst livssituation, pendlingsavstånd och tillgång till kollektivtrafik. Sedan år 2000 har antalet personkilometer i Sverige ökat med 16 procent, vilket är någon procentenhet mer än vad befolkningen i landet har ökat under samma period. Det betyder att svenska resenärer reser lika mycket nu som då inom landet, men hur det sker har delvis förändrats.

Transportarbetet i personkilometer är relationen att transportera ett visst antal personer en viss sträcka. Under 2018 uppgick det totala transportarbetet till 142 miljarder personkilometer. Av detta kommer drygt tre fjärdedelar från vägtrafiken, vilket gör bilen till en viktig resurs i svenskarnas sätt att förflytta sig. Per person körs dock något mindre nu än år 2000.

I genomsnitt färdas varje svensk cirka fyra mil på det svenska vägnätet varje dag, mätt i personkilometer. Under ett år motsvarar det 1 121 mil med bil och 266 mil med tåg, buss, båt och flyg tillsammans.

Transportarbete via bantrafik (tåg, tunnelbana och spårväg) står för den största ökningen av personkilometer jämfört med år 2000. Mellan perioden 2000 och 2018 var ökningen 59 procent. En förklaring till ökningen är att stora insatser har gjorts under dessa år för att premiera utbyggnad av tåg och kollektivtrafik. Antalet personkilometer med inrikesflyg låg på samma nivå under 2018 som år 2000, vilket innebar en tydlig minskning per invånare i landet. Flygets utveckling har dock varit ojämn över perioden, vilket framgår av diagram 7.

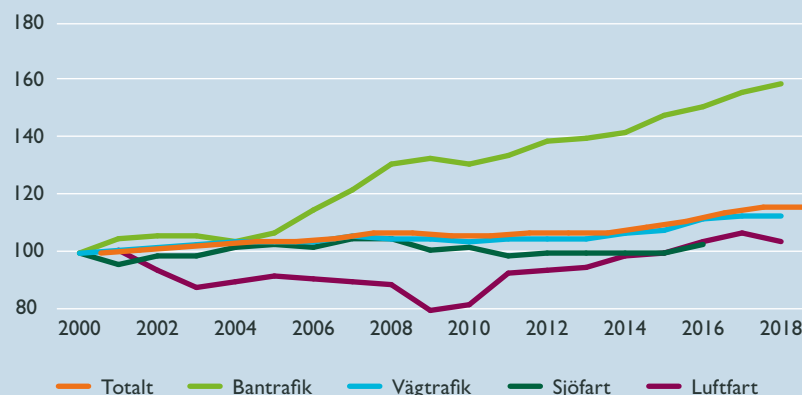


Transportarbete i personkilometer

Ett mått på hur många som har transporterats och hur långt. Beräknas som sträckan för transporten gånger antalet personer som transporterats.

Diagram 7. Transportarbete i personkilometer

Indexerat, år 2000 = 100. Källa: Trafikanalys*



Tabell 2. Transportarbetets fördelning i personkilometer

Källa: Trafikanalys

Transportslag	Andel av transportarbetet i personkilometer 2019	Förändring av transportarbetet i personkilometer 2000-2018
Vägtrafik	78 %	+ 13 %
Bantrafik	12 %	+ 59 %
Luftfart	9 %	+ 4 %
Sjöfart	1 %	+ 3 %**
Totalt		+ 16 %

*Vissa förändringar i mätmetoderna har skett under perioden, vilket påverkar utvecklingen. Fördelningen och utfallet under 2019 jämförs inte bakåt till följd av att Trafikanalys sedan 2019 inte längre publicerar siffror som är jämförbara med år innan 2017. Andel av transportarbetet 2019 avser den nya mätmetoden.

**Sjöfart avser 2000-2016.

Alla persontransporter på vägnätet ökar

Hur befolkningen använt de svenska vägarna för att transportera sig har utvecklats olika bland transportslagen. År 2019 utgjordes 85 procent av personkilometerna på det svenska vägnätet av resor med personbil. Nästan 9 procent utgjordes av transporter med buss och resterande 5 procent delas mellan MC, moped, cykel och gång. Siffrorna mäts i personkilometer, alltså inte i antalet resor utan hur långt vi transporterats på vägnätet under året. Det medför att färdmedel som tar oss längre sträckor får större vikt än om vi hade mätt utvecklingen i antalet resor.

Vägnätet användes 2018 nästan 13 procent mer än under år 2000*. Det gör att andelen personkilometer på vägnätet har ökat mindre än befolkningsutvecklingen i stort under samma period. Transportarbetet

med personbil har ökat med 11 procent under perioden och bilen är till följd av sin stora betydelse drivande för totalutvecklingen. Störst procentuell utveckling sedan år 2000 av de motordrivna fordonen har motorcyklar, vars utvecklingskurva dock har varit mycket volatil. Efter en ökning på över 60 procent fram till 2007 skedde en avmattning efter förra finanskrisen och år 2018 uppgick utvecklingsnivån till 22 procent.

Transportarbetet till fots har störst utveckling enligt statistiken, med en ökning på över 46 procent under perioden. Det finns dock en viss osäkerhet i statistiken med avseende på transporter till fots. En anledning är svårigheterna att mäta hur många och hur långt gångtrafikanter tar sig fram varje år på det svenska vägnätet*.



Persontransporter

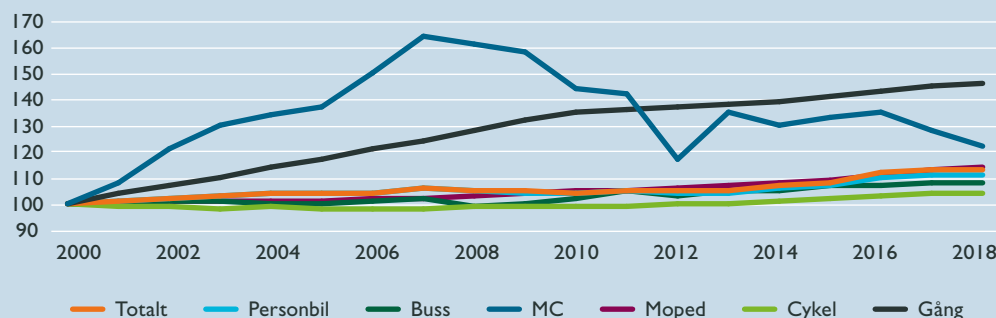
”85 % av personkilometerna på vägnätet under 2019 utgjordes av resor med personbil.”



Tabell 3. Transportarbetets fördelning i personkilometer på väg
Källa: Trafikanalys

Transportslag	Andel av antalet personkilometer på väg 2019	Förändring av antalet personkilometer 2000-2018
Personbil	85 %	+ 11 %
Buss	9 %	+ 8 %
Cykel	2 %	+ 4 %
Lätta lastbilar	2 %	+ 32 %
Gång	1 %	+ 46 %
MC	1 %	+ 22 %
Moped	0,1 %	+ 14 %
Totalt		13 %

Diagram 8. Persontransportarbete på väg
Indexerat, år 2000=100. Källa: Trafikanalys



15 *Vissa förändringar i mätmetoderna har skett under perioden, vilket påverkar utvecklingen. Fördelningen och utfallet under 2019 jämförs inte bakåt till följd av att Trafikanalys sedan 2019 inte längre publicerar siffror som är jämförbara med år innan 2017. Andel av transportarbetet 2019 avser den nya mätmetoden.

Olika transporter i samspel för att lösa varuflödet

”Av det transportarbete som genomförs i Sverige sker drygt hälften på vägarna.”

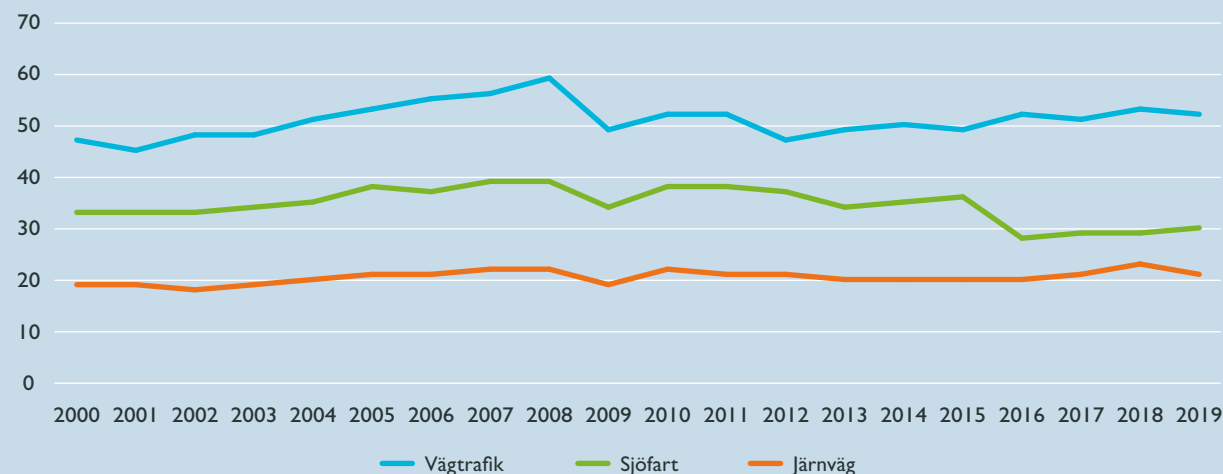
Alla varor som säljs i Sverige har på något sätt fraktats till ett lager, en butik, ett hem, eller i många fall, till alla tre destinationerna. Under färden kan produkten också ha fraktats med flera olika transportmedel: till en hamn, på järnvägsräls eller längs vägnätet. Den transporterade godsmängden mäts i tonkilometer och benämns som transportarbete, vilket innefattar mängden och längden på alla genomförda transporter. Det totala svenska transportarbetet avseende gods

uppgick under 2019 till 103 miljarder tonkilometer, fördelat på vägtrafik, järnväg, sjöfart och luftfart.

Sverige har långa avstånd där några få sträckor på väg och järnväg utgör ryggraden i hela infrastrukturen. Av det transportarbete som genomförs i Sverige sker drygt hälften på vägarna. Det gör att lastbilstransporterna utgör en betydande del av den svenska varu- och godsförsörjningen.

I stort beror det på att en transport med järnväg eller båt bara når stationen eller hamnen och på något sätt måste varorna transporteras därifrån till sin slutdestination, vilket ofta görs med lastbil. Vid transport med tåg eller fartyg fraktas dock ofta en mycket stor mängd gods per enhet. I relation till i början av seklet har transportarbetet ökat både på vägarna och på järnvägsnätet. Däremot har transportarbetet via sjöfarten minskat något.

Diagram 9. Transportarbete per transportsätt, i miljarder tonkilometer
År 2000-2019. Källa: Trafikanalys*



*Tidsseriebrott för sjöfarten 2016 och för järnvägar 2018.



Transportarbete i godskilometer

Ett mått på hur mycket som har transporterats och hur långt. Beräknas som sträckan för transporten gånger vikten som transporterats.

Lyft för lätta lastbilar

Enligt Trafikverket består det svenska vägnätet av över 14 000 mil statliga och kommunala vägar, varav cirka 20 procent av den statliga sträckningen har grus som underlag. Vägarna är det mest använda underlaget för transporter av både personer och gods.

Fordonskilometer är ett sätt att mäta det arbete som utförs när ett fordon förs fram på de svenska vägarna. Ett fordon som framförs en kilometer på vägnätet beskrivs som en fordonskilometer. Personbilarnas andel av fordonskilometrarna uppgick år 2019 till 81 procent, vilket

gör bilen till det vanligaste transportmedlet på vägarna. Näst störst andel av antalet fordonskilometrar hänförs till de lätta lastbilarna som står för drygt 11 procent.

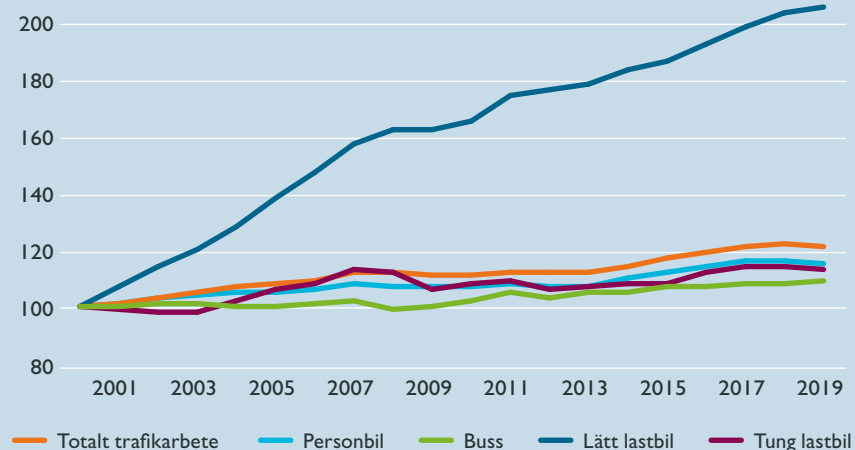
Sett till utvecklingen från och med år 2000 har de lätta lastbilarna ökat klart mest. Trafikarbetet för lätta lastbilar har mer än dubblats, samtidigt som inget av de andra fordonslagen har ökat med mer än 15 procent. Bussarnas andel av antalet fordonskilometer uppgick under 2019 till strax över en procent.



Transportarbete i fordonskilometer

Ett mått på hur många fordon som har framförts och hur långt. Beräknas som sträcka per fordon gånger antalet fordon som förflyttats.

Diagram 10. Trafikarbete per transportslag, i fordonskilometer
Indexerat, år 2000=100. Källa: Trafikanalys



Tabell 4. Transportarbetets fördelning i fordonskilometer

Källa: Trafikanalys

Transportslag	Andel av transportarbetet i fordonskilometer 2019	Förändring av transportarbetet i fordonskilometer 2000-2019
Personbil	81 %	15 %
Lätt lastbil	11 %	105 %
Tung lastbil	6 %	10 %
Buss	1 %	9 %
Totalt		21 %

Transportbranschen viktig för det svenska näringslivet

Transportbranschen spelar en viktig roll i det svenska näringslivet. Branschens andel av det totala näringslivet sett till omsättning uppgick till ungefär 5,4 procent under 2018. Det innebär att drygt en tjugondel av det som omsätts i näringslivet kommer från transportbranschens olika grenar. Om det istället är förädlingsvärdet som sätts under lupp, alltså branschens bidrag till bruttonationalprodukten (BNP), uppgick andelen under 2018 till ungefär 5,8 procent.

För transportbranschen har både andelen av näringslivets omsättning och av det totala förädlingsvärdet minskat sedan

år 2000. Transportbranschens omsättningsandel av näringslivet har minskat med 0,9 procentenheter och motsvarande siffra avseende förädlingsvärdet är 1,7 procentenheter. Minskningen beror inte på att branschen har blivit mindre, då den totala omsättningen för företagen inom transportnäringen har ökat med 73 procent sedan år 2000.

En viktig förklaring till minskningen av transporterens relativa andel av näringslivet är andra branschers starka intåg i den svenska ekonomin sedan 2000-talet, med IT- och datarelaterade tjänster i spetsen. Att transportbranschen har

lyckats stå sig så stark och fortsätter att vara en viktig faktor av bruttonationalprodukten är snarare ett tecken på hur oumbärliga branschens företag är. Eftersom förädlingsvärdet i transportbranschen är högre än branschens andel av näringslivets totala omsättning bidrar transportföretagen dessutom mer till Sveriges BNP än vad omsättningen speglar.

Diagram 11. Transportbranschens andel av näringslivet och förädlingsvärdet
År 2000-2018. Källa: SCB

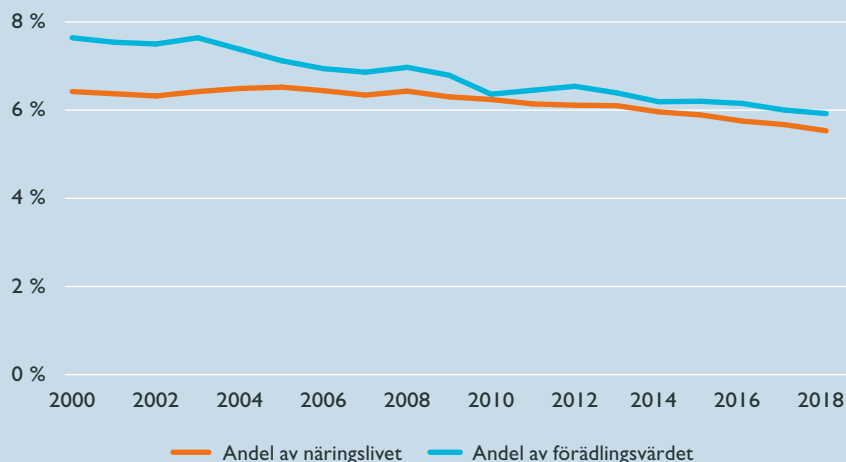
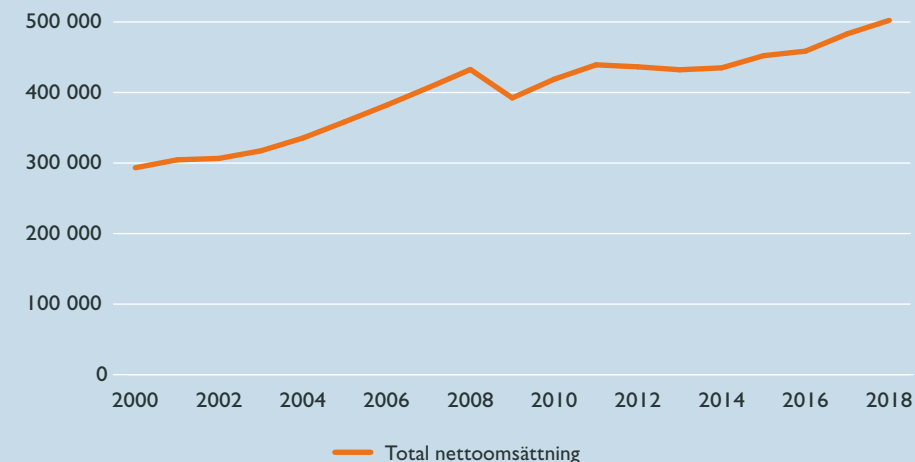


Diagram 12. Transportbranschens totala nettoomsättning
År 2000-2018. Källa: SCB



Företagandet ökade svagt innan coronapandemin

Antalet företag i transportbranschen har ökat svagt under de senaste åren. Totalt fanns det år 2018 drygt 30 600 företag inom transportnäringen, vilket är drygt 1 700 fler än vad det fanns 10 år tidigare.

Företagen består till en stor majoritet av landtransportföretag, vilka står för över 80 procent av företagen i branschen. Till landtransportföretag räknas de företag som arbetar med transporter på land, oavsett vilket färdmedel transporterna sker med. Den näst största delen av företagen består av magasin- och serviceföretag till transporter, vilka står för ungefär 13 procent av företagen. Rederier, post- och kurirföretag samt flygbolag utgör resterande 7 procent.

Transportbranschen står för ungefär 2,7 procent av det totala antalet företag i Sverige. Andelen har minskat med 0,4 procentenheter under det senaste decenniet, vilket delvis beror på många nystartade företag tillkommit i expansiva branscher som exempelvis IT, men också att det skett en viss konsolidering i transportsektorn. Att antalet företag i branschen ökar samtidigt som andelen företag som tillhör transportbranschen minskar tyder på att företagandet i stort ökar i samhället, vilket är bra för näringslivet.

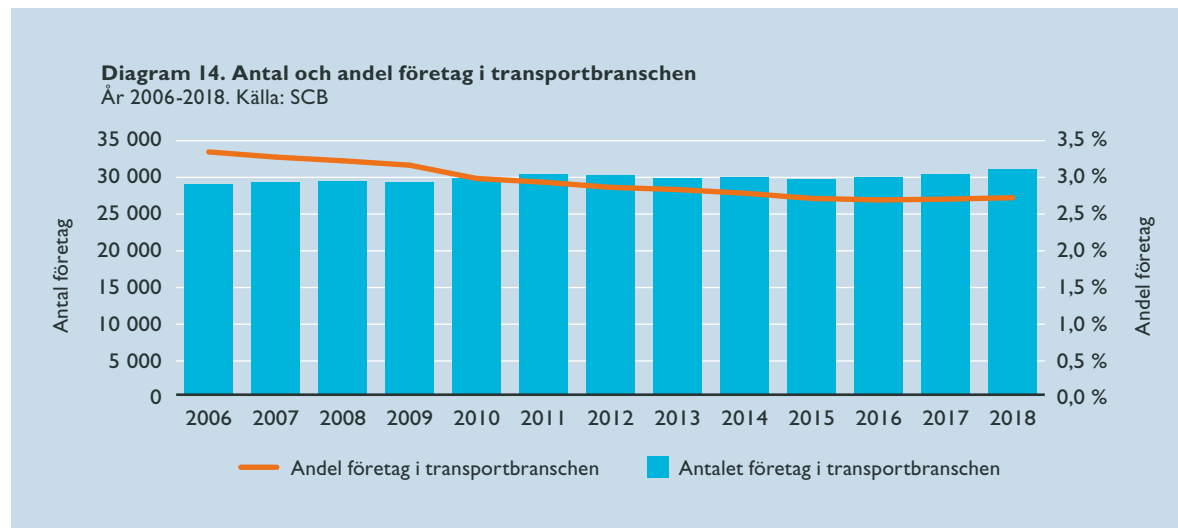
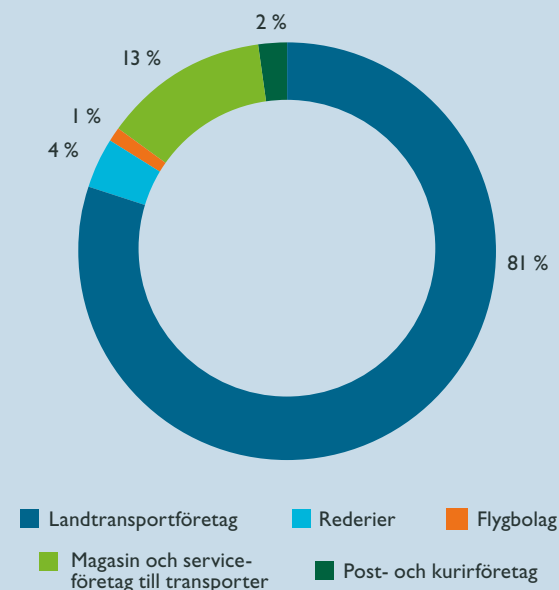


Diagram 13. Fördelning av företagen i transportbranschen
År 2018. Källa: SCB



Nära en kvarts miljon arbetar i transportnäringen

År 2018 arbetade nästan 240 000 personer inom den svenska transportnäringen. Det motsvarar ungefär fem procent av det totala antalet förvärvsarbetande i landet. Antalet har stigit under de senaste åren, i takt med att branschen också har växt omsättningsmässigt. Under det senaste decenniet har antalet förvärvsarbetande i transportbranschen legat stabilt över 220 000 personer. Största nedgången skedde år 2009 efter finanskrisen.

Av de som arbetar i transportbranschen är ungefär var tionde mellan 16 och 24 år. Det gör transportnäringen till en viktig sektor för den unga arbetskraften och deras etablering på arbetsmarknaden. Andelen unga

som andel av de förvärvsarbetande har i stort följt utvecklingen för det totala antalet förvärvsarbetande, med undantag för år 2018.

Sett till hela näringslivet är ungefär fem procent av de mellan 16 och 24 år anställda inom transportnäringen, vilket är något högre än för samtliga arbetare. Yrken inom bud och leverans är en viktig språngbräda in i transportbranschen för unga. En annan ingång är rekryteringen från de yrkesinriktade transportprogrammen på gymnasiet, som också fyller på branschen med framtidens medarbetare.

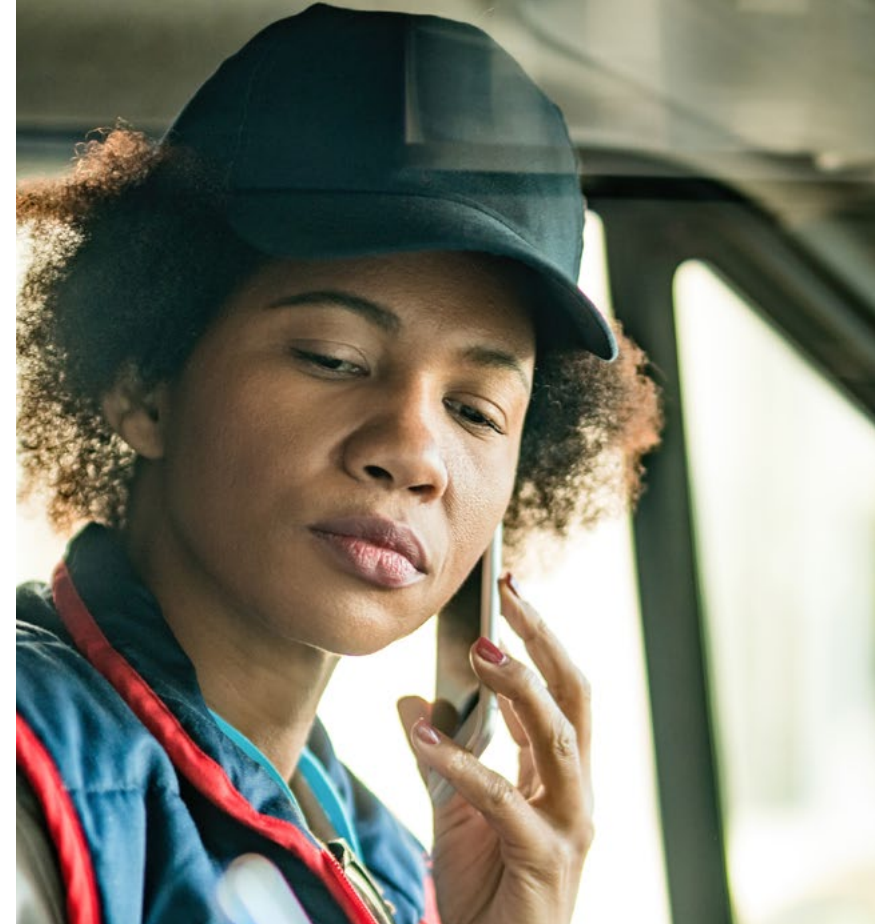


Diagram 15. Totalt antal förvärvsarbetande respektive andelen unga inom transportnäringen
År 2008-2018. Källa: SCB

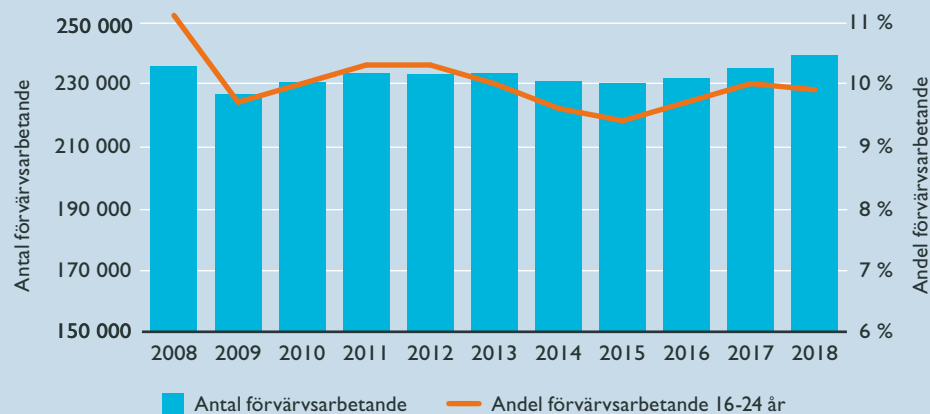
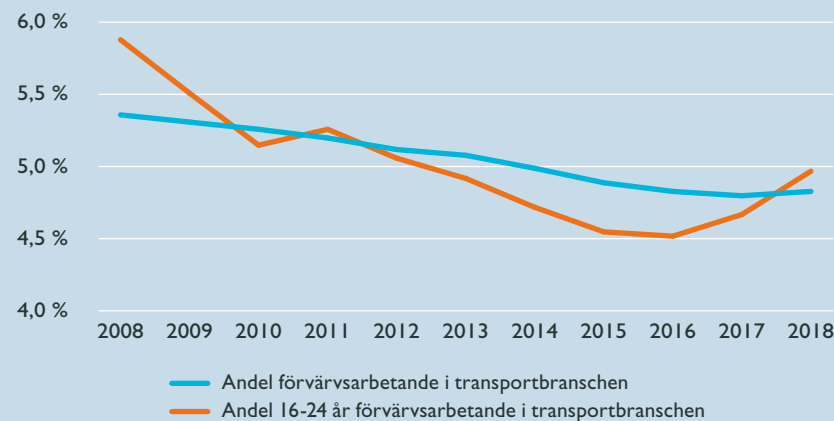
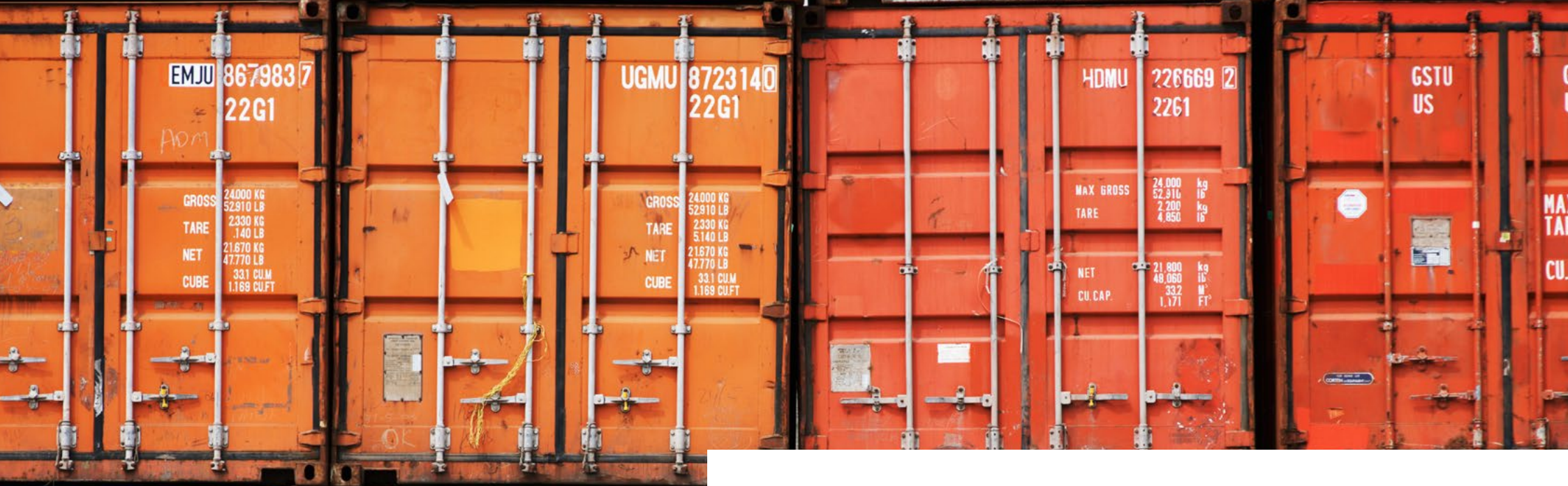


Diagram 16. Andel förvärvsarbetande i transportbranschen av det totala antalet förvärvsarbetande i näringslivet
År 2008-2018. Källa: SCB





Transportsektorns delbranscher



Lastbilar

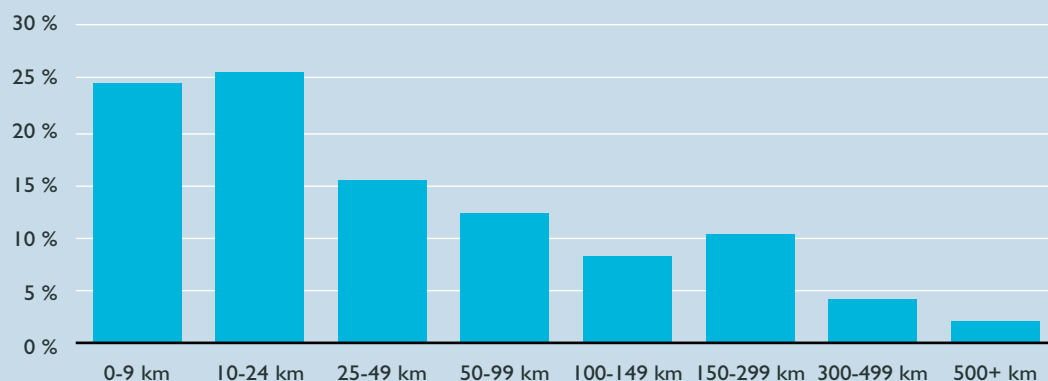
De svenska företag som säkrar svenska lastbilstransporter, främst åkerier, är strax under 15 000 till antalet. Dessa företag har tillsammans motsvarande mer än 64 000 heltidsanställda – mer än en procent av den svenska arbetskraften eller lika många som bor i en medelstor svensk stad.

På Sveriges vägar transporteras varje år 450 miljoner ton varor på lastbilar. Sverige är en av Europas största järnmalmsproducenter och sett till vikt är malm den enskilt största godskategorin. Om man även beaktar den totala sträckan som godset fraktas (i tonkilometer) är däremot styckegods och samlastat gods av olika slag den största kategorin. Vanligt förekommande är också varor som säkrar livsmedelsförsörjningen, både i form

av råvaror direkt från jordbruket och förädlade livsmedel, samt skogsrelaterade laster som massa, papper och pappersvaror.

Majoriteten av allt gods inom Europa fraktas med hjälp av lastbilar och för långväga transporter är konkurrensen från bland annat tyska och polska åkerier hård. Allra flest transporter sker dock lokalt eller regionalt på en relativt kort sträcka. Ungefär hälften av transportererna är kortare än 25 kilometer. Detta beror bland annat på att lastbilarna utgör ett flexibelt transportslag som kan föra varor från och till relativt avlägsna platser, innan varorna lastas om på andra transportslag som kräver en mer omfattande infrastruktur, exempelvis tåg, fartyg eller flyg.

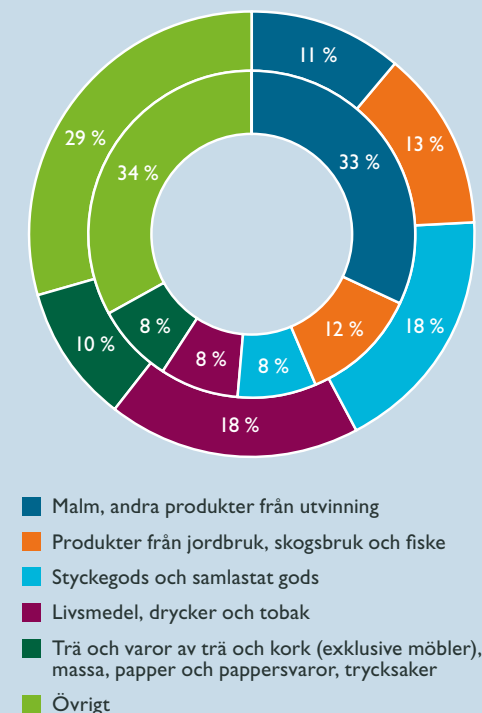
Diagram 18. Sträcka för godstransporter med lastbil (2019)
Andel transporter för respektive körsträcka. Källa: Trafikanalys



Tabell 4. Kort om lastbilar
Källa: SCB, Företagens ekonomi

Antal företag (2018)	15 000
Antal anställda (2018)	64 000
Omsättning (2018)	113 miljarder SEK

Diagram 17. Lastbilsgods på svenska vägar (2019)
Andel av vikt (inre ring) samt andel av transportarbete (yttre ring). Källa: Trafikanalys



Sjötransporter

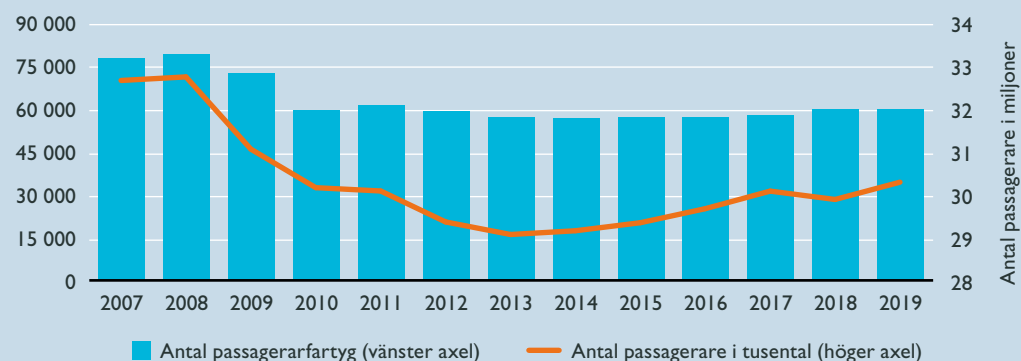
Tre fjärdedelar av jordens yta är täckt av vatten och sjöfarten är alltjämt en mycket viktig del av transportinfrastrukturen. Sverige låg under stora delar av 1900-talet i absolut framkant i flera segment av sjöfarten med många framgångsrika rederier. Idag är motsvarande omkring 10 000 personer heltidsanställda direkt på svenska fartyg eller i rederierna. Tittar man däremot på alla sjöfartsrelaterade yrken i ett bredare kluster – skeppsmäklare, hamnar, administration och så vidare – är siffran upp till tio gånger så hög.

Omkring tre fjärdedelar av alla fartyg i svenska hamnar är passagerarfartyg medan en fjärdedel utgörs av lastfartyg. Större delen av det gods som transporteras via sjöfarten gör det till eller från hamnar utomlands, men en sjundedel skeppas inom landet.

Den svenska sjöfarten har upplevt en del svårigheter under det senaste decenniet. Antalet passagerare minskade ungefär med 2,4 miljoner personer mellan 2007 och 2019, dels i sviterna av finanskrisen 2008 men också till följd av att vissa konkurrensvillkor har avvikit kraftigt från villkoren i omvärlden. Även handelsflottan har minskat något under samma period men fartygen har samtidigt blivit större och transporterar idag en större last räknat i vikt än före 2008. År 2016 ersattes konventionell bolagsskatt med möjlighet till tonnageskatt (schablonmässig beskattning av last- och passagerarkapacitet) precis som i många andra EU-länder, vilket har välkomnats av många i branschen.

Diagram 19. Antal passagerarfartyg i svenska hamnar och dess resenärer – tidsseriebrott för sjöfarten 2016.

Viss förändring i mätmetoden har skett under tiden vilket påverkar tidsserien. Källa: Trafikanalys



Tabell 5. Kort om sjötransporter

Källa: SCB, Företagens ekonomi

Antal företag (2018)	1 200
Antal anställda (2018)	9 900
Omsättning (2018)	37 miljarder SEK

Diagram 20. Hanterad godsmängd av sjöfart (2019)

Vikt i antal tusen ton, destination inrikes alt. utrikes.

Källa: Trafikanalys

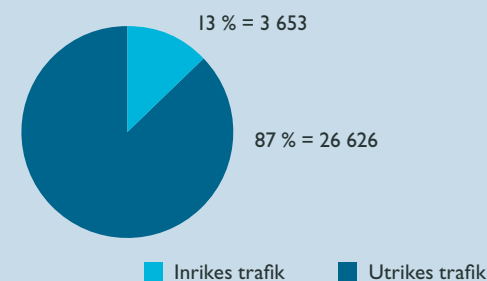
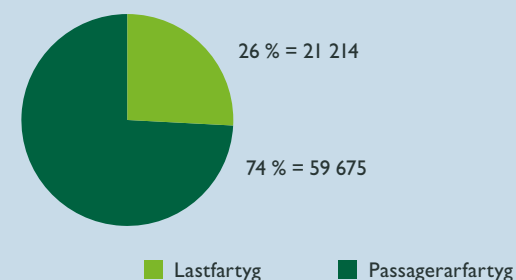


Diagram 21. Fartyg i svenska hamnar, antal och procentuell fördelning (2019)

Källa: Trafikanalys



Flyg

Flyget utgör en förutsättning för att säkra, snabba och effektiva transporter mellan stora avstånd och till platser där annan transportinfrastruktur är otillräcklig. År 2018 fanns det drygt 300 flygbolag i Sverige varav lejonparten var mindre företag med färre än 20 anställda. Sett till antalet landningar på svenska flygplatser var under 2018 fyra av tio utrikestrafik, drygt tre av tio inrikesflygningar och resterande av taxifyg och övrig flygverksamhet.

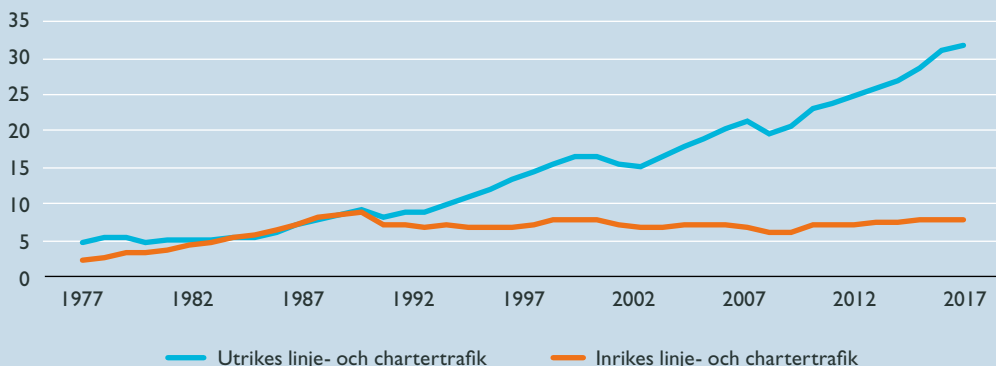
Globalisering, ökad internationell rörlighet och avregleringar av flygmarknaden har medfört en kraftig uppgång av antalet resor till och från utlandet, för vilka det sällan finns några substitut för turister eller affärsresenärer. Antalet utrikespassagerare vid svenska flygplatser innan coronapandemin bröt ut var sex gånger högre än för 40 år sedan. Däremot toppade ut-

vecklingen för inrikesresor redan år 1990 och kurvan har sedan dess planat ut.

Det kommersiella flyget hamnar ofta i strålkastarljuset när det gäller frågor om klimat och miljö. Man bör i sammanhanget komma ihåg att flyget står för ungefär 5 procent av de samlade koldioxidutsläppen i Sverige, jämfört med exempelvis de 27 procent som kommer från industrin. Globalt är siffran 2 procent. Flyget har också lyckats minska sin miljöpåverkan under de sista decennierna till följd av bättre motorer och alltmer bränslesnål teknik. Från och med 2008 har effektiviseringen varit så stor att den i princip har uppvägt det kraftigt ökade antalet resenärer. Enligt en prognos från Transportstyrelsen 2019 väntades nettoutsläppen från flyget minska med 14 procent mellan 2017 och 2025, trots ett ökat antal passagerare.

Diagram 22. Antal passagerare på svenska flygplatser i miljoner (1977-2018)

Källa: Trafikanalys



Tabell 6. Kort om flyg*

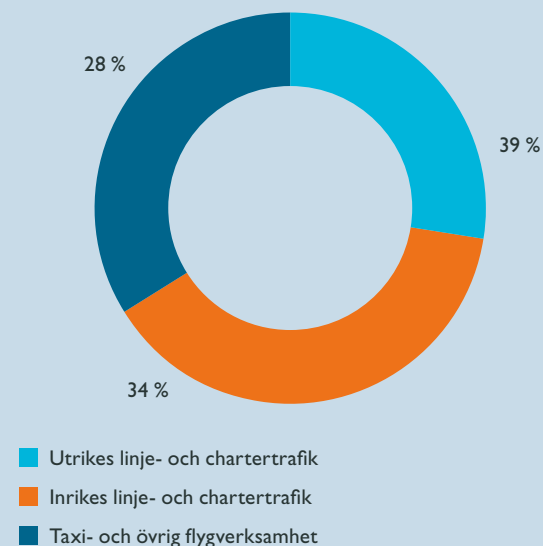
Källa: SCB, Företagens ekonomi

Antal företag (2018)	300
Antal anställda (2018)	4 800
Omsättning (2018)	29 miljarder SEK

*Flygbranschen har drabbats extra hårt av coronakrisen som kommer att påverka dessa siffror kraftigt. Exempelvis korttidspermitterade SAS omkring 90 procent av personalen i mars 2020, ett företag som enligt årsredovisningen 2017/2018 hade 3816 anställda i Sverige.

Diagram 23. Andel landningar på svenska flygplatser fördelat på trafikslag

Källa: Trafikanalys



Tåg

Tågtrafiken i Sverige har ökat sedan 2004, både avseende persontransporter och godstransporter. Under helåret 2019 gjorde privatpersoner nästan 260 miljoner tågresor, vilket motsvarar mer än 25 resor per person. Fjärde kvartalet, som innehåller årets mest tågintensiva månader, visar att ökningen fortsätter – vi åker mer och mer tåg. Detta är en trend som sträcker sig ända tillbaka till 2004, och troligtvis längre än så.

För godstransporter på järnväg finns inte en lika tydlig utveckling som för persontransporterna, men det går fortfarande att observera en positiv trend. Mätt i tonkilometer har godstransporterna ökat med 3 procent sedan 2013. Under 2009 uppmättes den lägsta nivån av godstransporter under 2000-talet. Detta berodde i stor utsträckning på att finanskrisen medförde en minskad efterfrågan på svenska råvaror. Under återhämtningsfasen har Malmbanan (som går mellan

Luleå och Narvik i Norge, via Riksgränsen) varit en drivande faktor i ökningstakten av transportarbetet.

Till följd av malmutvinningen är det inte konstigt att ungefär en fjärdedel av godset som transporteras på svenska järnvägar fraktas längs Malmbanan. Ungefär lika stort transportarbete utförs med så kallat oidentifierbart gods, vilket innebär att det handlar om varor som inte kategoriserats. Det tredje mest vanliga järnvägsgodset är trä och varor av trä som motsvarar 14 procent av transportarbetet. Tillsammans står de sex största kategorierna för nästan 90 procent av alla godstransporter på järnväg.

Nedbrutet på inrikes och utrikes godstrafik står inrikestrafiken för drygt 55 procent av antalet tonkilometer. Vad gäller utrikestransporter står malm för den överlägset största andelen av exporten via tåg.

Tabell 7. Kort om tåg

Källa: SCB, Företagens ekonomi

Antal företag (2018)	60
Antal anställda (2018)	7 500
Omsättning (2018)	18 miljarder SEK

Diagram 24: Transporter på svensk järnväg 2004-2019

Per kvartal, säsongrensade data. Källa: Trafikanalys

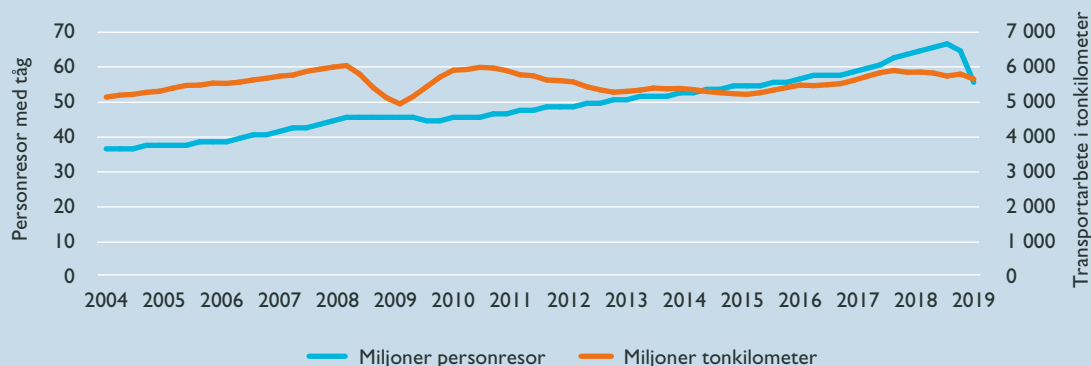
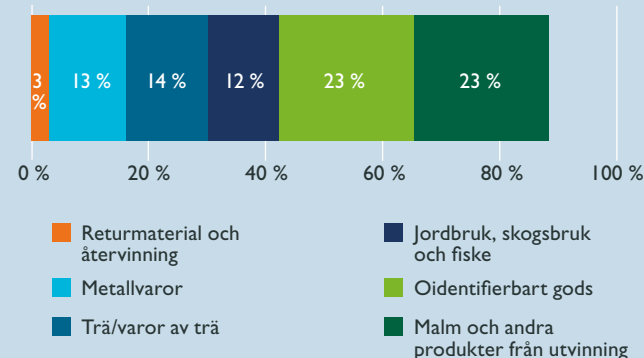


Diagram 25: Transporterat gods efter varugrupp

Källa: SCB 2019



Bussar

Antalet bussar i trafik har varierat mycket sedan år 2000. Mellan 2000 och 2008 minskade antalet med cirka 7 procent, för att sedan vända uppåt igen. År 2018 var antalet ungefär detsamma som år 2000. Under dessa år har branschen genomgått en konsolidering där antalet små bussföretag har minskat i antal, och de stora bussföretagen har blivit större.

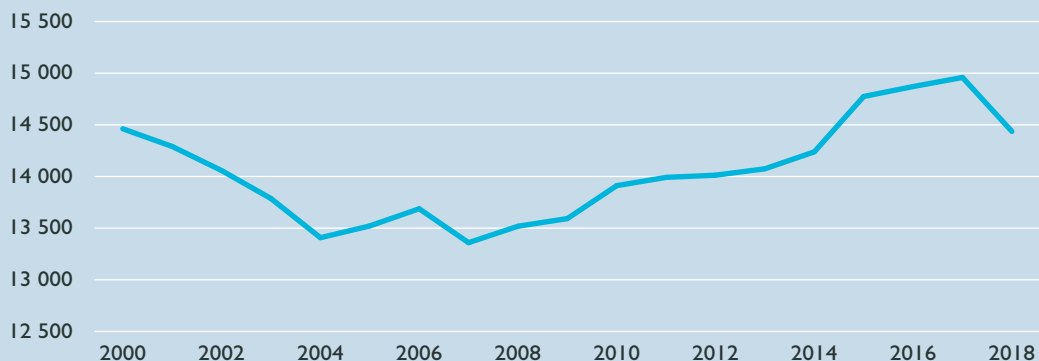
2018 stod bussarna för ungefär tre fjärdedelar av kollektivtrafiken i Sverige, med 848 miljoner påstigningar i riket. Cirka 52 procent av alla resor i kollektivtrafiken görs med buss. Det regionala utbudet, som mäts i antal befintliga utbudskilometer per invånare i länet, varierar dock över landet. Uppsala och Västerbottens län har det största regionala bussutbudet, närmare 107 respektive

84 kilometer per invånare. På andra sidan av spektrumet återfinns Gotland och Västmanland som har ungefär hälften så många busskilometer per invånare.

Fördelningen mellan befintliga bussar visar att de flesta fordon används i kollektivtrafiken, både lokalt och regionalt. Den vanligaste bussklassen är typ II som ofta går under beteckningen "regionbuss". Dessa bussar används ofta till förortstrafik i anslutning till stora städer. Den näst vanligaste klassen är typ I, vilket är den klassiska stadstrafikbussen med både stå- och sittplatser, men utan bälteskrav. Klass A och B-bussar är mindre fordon som har plats för högst 22 passagerare, och dessa står för en åttondel av bussflottan.

Diagram 26. Antal bussar i trafik i Sverige

Källa: Trafikanalys



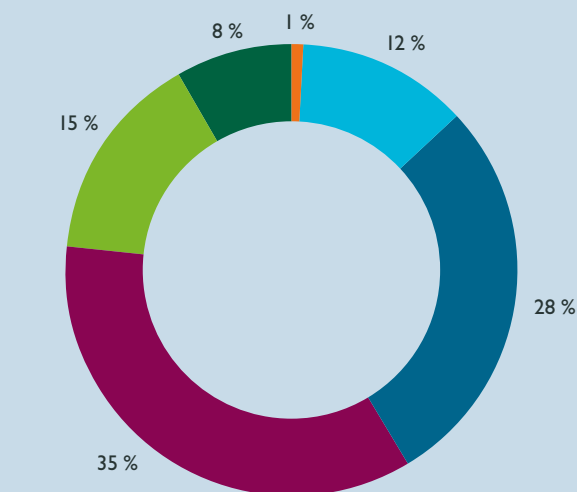
Tabell 8. Kort om bussar

Källa: SCB, Företagens ekonomi

Antal företag (2018)	900
Antal anställda (2018)	24 000
Omsättning (2018)	29 miljarder SEK

Diagram 27. Bussar i trafik efter bussklass 2019

Källa: Trafikanalys



A: Används främst för kommunaltrafik (korta sträckor), både stå- och sittplatser.

B: Används för beställningstrafik, exempelvis turistbussar, har endast sittplatser

Okänd

I: Gjord för stadstrafik, ej bälteskrav och tillåter stående

II: Gjord för regionaltrafik och länstrafik

III: Långväga buss- trafik, används ofta som "turistbussar"

Personbilar

Åtta av tio transporter sker på vägnätet och personbilen har en central roll i många liv. Bilbranschen har historiskt sett varit en ledande sektor inom teknikutveckling, industriell effektivisering och säkerhet. Omkring 57 000 personer i Sverige arbetar i företag som säljer bilar inom handeln alternativt utför service på personbilar.

Urbanisering, utökad hållbarhetsfokus och att färre har råd med körkort pekas ofta ut som faktorer som skulle göra bilen alltmer överflödigt i samhället. Antalet personbilar per capita har dock växt trendmässigt under 2000-talet och för många är bilen helt nödvändig av pendlingskäl eller för att ta sig till olika aktiviteter. Bilen är särskilt fundamental för personer som bor i glesbygd, vilket illustreras av att antalet personbilar per capita i Sverige är lägst i Stockholm och högst på Gotland.

Det finns dock en grad av sanning i att andelen personer som tar körkort har minskat. Andelen av Sveriges be-

folkning som innehar körkort har minskat något under de senaste decennierna. *Antalet* personer med körkort är dock fler än någonsin eftersom befolkningen växer. Dessutom har andelen unga med körkort ökat från 57 till 60 procent sedan 2002. Unga vuxna har alltså körkort i högre utsträckning idag än i början av 2000-talet, vilket tyder på att bilen kommer att spela en avgörande roll för samhälle, infrastruktur och transportsektorn även framöver.

Mycket har hänt med personbilarna bara under det senaste decenniet. De bilar som idag tillkommer på marknaden är generellt mer bränslesnåla och var fjärde nyregistrerad personbil är idag laddbar, det vill säga antingen en elbil eller en hybrid. Elektrifiering, automatiserad körning och bränsleceller är några av de innovationer som förväntas driva den tekniska strukturomvandlingen i branschen framöver.

Tabell 9. Kort om bilar (bilhandlare samt service)
Källa: SCB, Företagens ekonomi

Antal företag (2018)	18 000
Antal anställda (2018)	57 000
Omsättning (2018)	395 miljarder SEK

4,9 miljoner
Antalet personbilar
på de svenska vägarna

Diagram 28. Indexerad utveckling för antalet personbilar per capita i Sverige
Källa: SCB

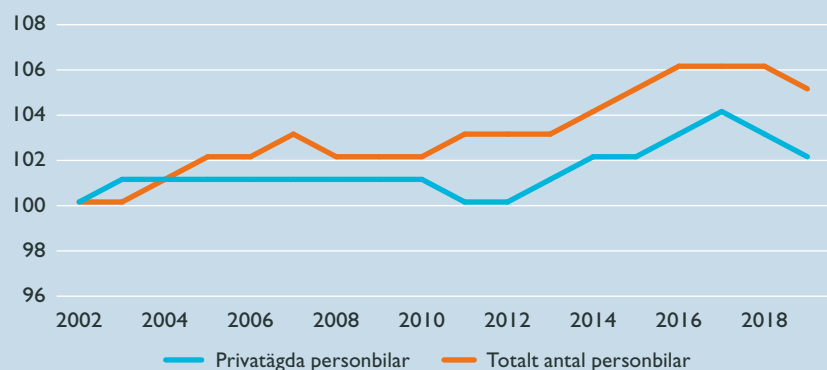
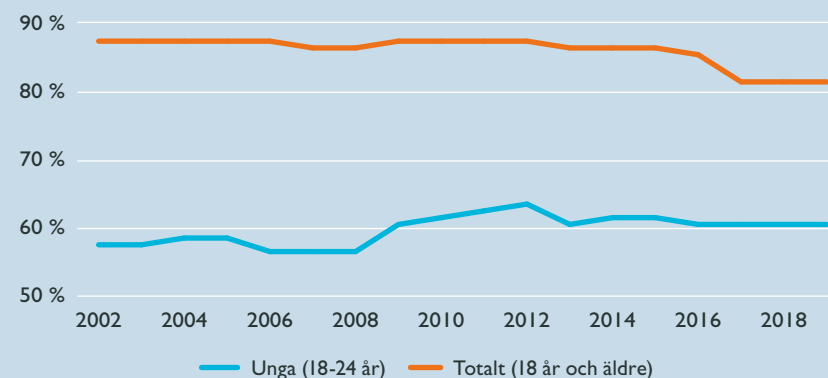


Diagram 29. Andel av befolkningen med körkort
Källa: SCB





Destination – Hit är vi på väg

Transportskiftet

Avsnitt 3

Destination: Transportskiftet

Skiftet och dess drivkrafter

Transportbranschen står inför en enorm omvandling, pådriven till lika delar av förändrat kundbeteende och teknikutveckling. Skiftet är i alla delar osäkert. Exakt hur kommer det att se ut, hur snabbt kommer det att gå, vilka lösningar kommer att dominera marknaden och vilka kommer att glömmas bort? Det enda som med säkerhet går att säga är att skiftet kommer.

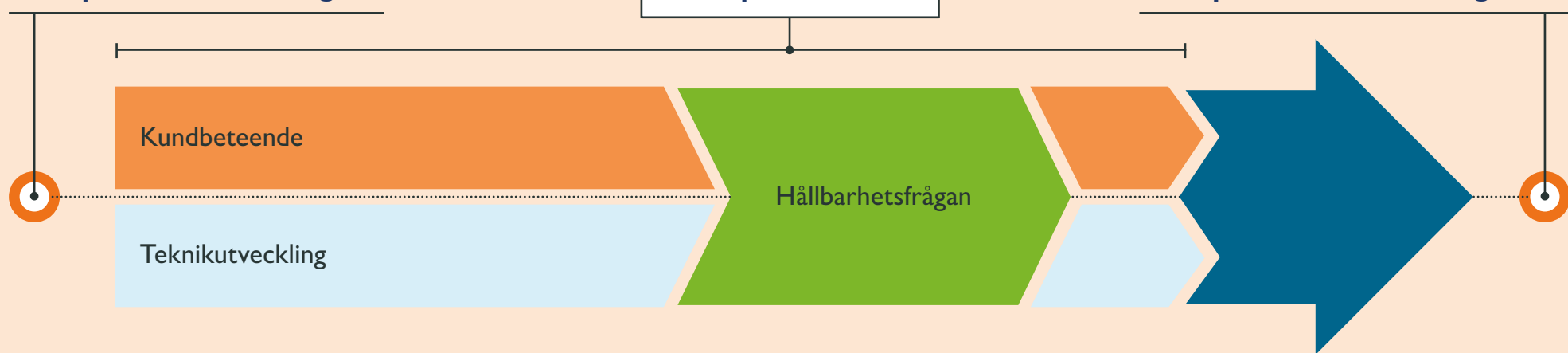
På ett övergripande plan förändras kundernas beteende snabbt, och det gäller oavsett om dessa är privatpersoner eller företag. Samtidigt rasar teknikutvecklingen vidare med oförminskad styrka. Ovanpå detta ligger hållbarhetsfrågan, som både eldar på och bromsar.



Transportbranschen idag

Transportskiftet

Transportbranschen imorgon



Förändrat kundbeteende

Dagens konsumenter ställer andra krav än tidigare generationer gjort. Detta gäller även inom transportbranschen. Människor förväntar sig att kunna förflytta sig från A till B utan krångel, och de har även höga krav vad gäller godstransporter. Svenskarna har vant sig vid hemleveranser av mat och andra varor och vill gärna kunna styra leveranstidpunkten i detalj. Detta krav på precision finns också bland företagen. Värdet av "just in time" har varit uppenbart för näringslivet ända sedan begreppet myntades av Toyota, men för varje år som passerat sedan dess har det ökat i betydelse. Det är inte bara konsumenter som vill kunna detaljstyra sina leveranser – det är antagligen ännu viktigare för näringslivet.

Utvecklingen som beskrivs ovan har inte bara lett till en ökad efterfrågan vad gäller precisionen i leveransen, utan även till en ökad efterfrågan på leveranser överlag. Det ska helt enkelt levereras mycket, mycket mer idag jämfört med tidigare.

Det finns många anledningar till denna utveckling, men den kanske viktigaste är teknikutvecklingen, med digitaliseringen i spetsen. Digitaliseringen har möjliggjort en helt annan effektivitet och träffsäkerhet i leveranserna, vilket i sin tur har gjort att kundernas krav har ökat ytterligare.

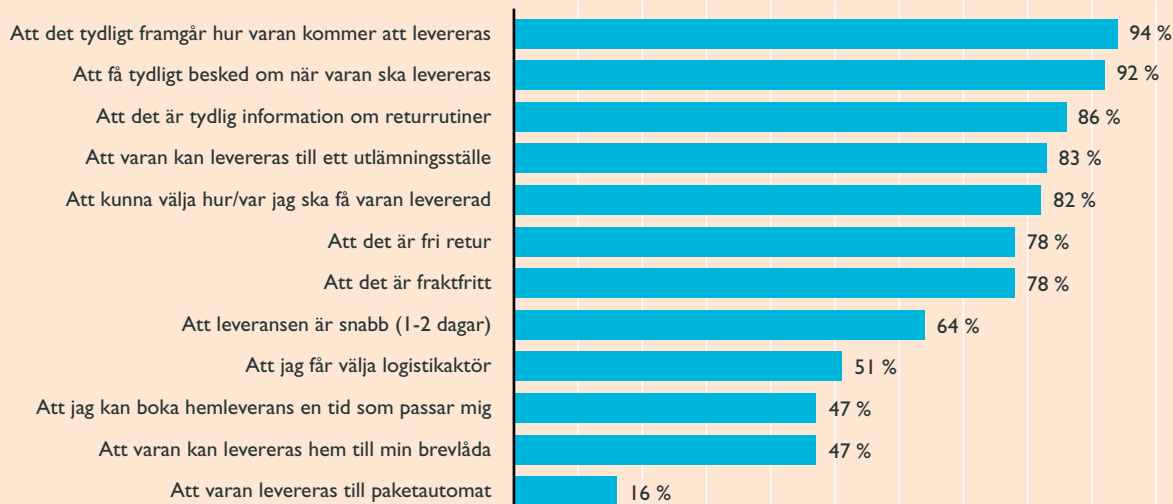


Diagrammet visar vilka krav e-handelskonsumenterna ställer på leveranser. Som synes vill många konsumenter ha koll på i princip alla aspekter av leveransen. Transportnäringen utgörs av långt mycket mer än bara e-handelsleveranser, men svaren tjänar som en god illustration av kundernas högt ställda förväntningar.

Källa: PostNord, E-barometern 2019

Diagram 30. Viktiga faktorer vid e-handelsleveranser enligt konsumenterna

Andel e-handelskonsumenter som betraktar respektive dimension av leveransen som "viktig" eller "mycket viktig". Bas: har e-handlat under den senaste månaden. Källa: PostNord, E-barometern årsrapport 2019



Destination: Transportskiftet

Teknikutveckling

Tekniken utvecklas med stormsteg. Framstegen kanske inte är lika uppenbara som på bröderna Wrights och Henry Fords tid, men det beror inte på att utvecklingen slagit av på takten, utan snarare på att utvecklingen sker kontinuerligt. Fordon blir säkrare och effektivare hela tiden, för att inte tala om att logistik blivit oändligt mycket lättare att överblicka och organisera. Och allt detta beror på teknikutvecklingen. Det som igår var science fiction kommer om några år att finnas i varje fordon. I slutändan kommer maskinerna att ta över och mänskliga förare kommer att vara ett minne blott.

Det som är slående med teknikutvecklingen är hur oundviklig den tycks vara. Vi har påbörjat vandrigen mot helautomatiserade fordon och lika svårt som det är att bedöma när full automation kommer att uppnås, lika svårt är det att tänka sig att den inte skulle inträffa.

Hållbarhetsfrågan – en möjlighet

Jorden står inför ett existentiellt hot där transportbranschens utsläpp är en del av problemet och får klä skott för en ännu större del. Flyget står exempelvis ständigt i fokus när utsläpp diskuteras, och även om flyget bidrar till att släppa ut växthusgaser står uppmärksamheten inte i proportion till utsläppens andel. De avgaser som bilarna släpper ut påverkar också, men lösningen kan inte vara att lastbilen eller personbilen slutar köra. I alla fall inte så länge det ska finnas varor i butikerna, semesterdestinationer att nå och släktingar att träffa.

Det är inte transportererna i sig som orsakar problemet – det är bränslet, och bränslet går att byta ut. Så sker redan idag. Elbilar rullar på vägarna i detta nu och för alla andra fordonsslag pågår ett intensivt arbete för att elektrifiera driften. Eldrift är måhända inte en helt mogen teknik ännu, men den är på gång. Utmaningen ligger inte i att lista ut om fordon ska elektrifieras utan *hur*.

Det är viktigt att ha klart för sig att denna utveckling inte endast drivs på genom press från kunderna. Bolag i transportsektorn har inget incitament att skada miljön, tvärtom. Om ett transportföretag kan minska sina utsläpp

kommer det att göra det, givet att de ekonomiska förutsättningarna inte är orimliga. Hållbara transporter är i regel ekonomiska transporter, åtminstone sett till driften. En ny lastbil som släpper ut tio procent mindre avgaser än en äldre kusin är allt som oftast tio procent mer bränslesnål och därmed tio procent billigare i drift. En smartare packad lastbil är en lastbil som kör mindre och därmed kostar mindre. En bättre optimerad rutt är en rutt som drar mindre bränsle och därmed kostar mindre. Och så fortsätter det. Utmaningen ligger många gånger inte i att kunna räkna hem investeringen, utan i att göra den – och då är en lastbil i sammanhanget ett billigt fordon.

För transportbranschens företag är hållbara transporter inte så mycket ett hot som en möjlighet. Hållbara transporter är smarta, effektiva transporter – något transportnäringen har eftersträvat i alla tider. Dessutom kommer transporter utan utsläpp att leda till fler transporter, vilket är varje transportföretags dröm. Utmaningen är att få alla lösningar på plats på ett sätt som gynnar alla – företag, beslutsfattare och medborgare.

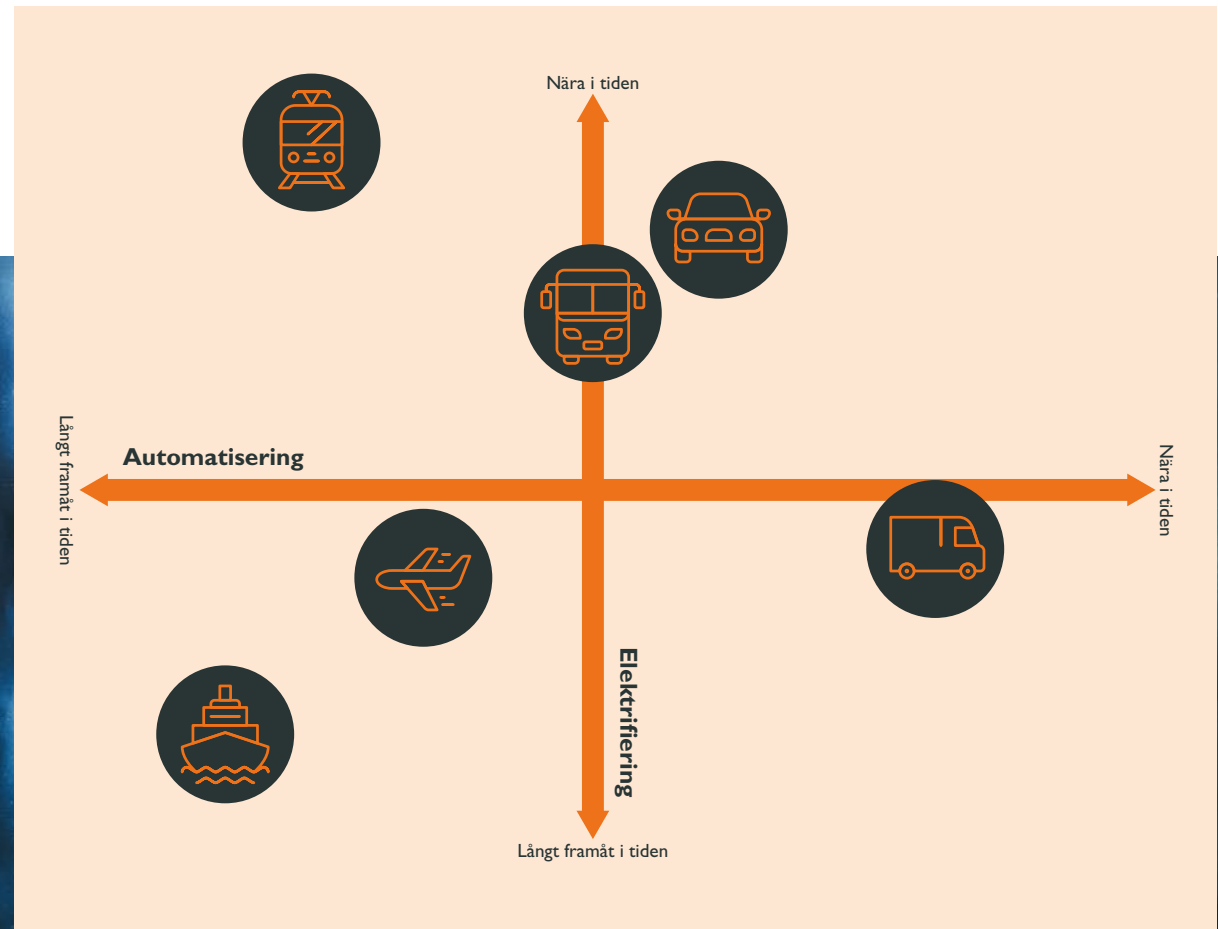


Automatisering och digitalisering – ett helikopterperspektiv



Schematisk bild över när automatisering och elektrifiering förväntas komma

Bilden illustrerar hur långt de olika fordonsslagen har kommit i sin resa mot automatisering och elektrifiering. Den horisontella axeln illustrerar hur snart automatiseringen kan tänkas komma; vänster indikerar att det kommer att ta längre tid och höger att det kommer att gå fortare. Den vertikala axeln indikerar hur snabbt elektrifieringen kan tänkas komma; uppåt indikerar att det kommer att gå fortare och nedåt att det kommer att ta längre tid.





Elektrifizierung

Introduktion

Transportsektorn står inför en stor hållbarhetsutmaning. Det är dock inte transportererna i sig som är problemet – det är utsläppen av växthusgaser som det ökade behovet av person- och godstransporter genererar idag. Under de senaste åren har stora framsteg gjorts inom biobränslen, men det är synen på el som potentiell energiförsörjare av transporter på väg, vatten och i luften som har gått igenom den största transformationen. Tesla började sälja elbilen Model S kommersiellt 2012 och sedan dess har mycket hänt, inte minst inom utvecklingen av batterier – en avgörande förutsättning för att skiftet mot elektrifiering ska kunna ske. Elektrisk drift av tunga lastbilar och flygplan är inte längre science fiction utan en realistisk del av en färdplan mot fossilfria transporter.



Varför elektrifiering?

Klimatmål driver på intresset för elektrifierade transporter, men en elektrifierad transportflotta kan också kapa kostnader.

Transportsektorns utsläpp ska minska med 70 procent till 2030

Sverige har liksom de flesta länder i världen anslutit sig till FN:s mål om att minska utsläppen av växthusgaser. På klimatkonferensen i Paris 2015 enades man om att klimatpåverkan måste begränsas till en temperaturökning på högst 2 grader jämfört med förindustriell nivå, men att sträva efter att begränsa den till maximalt 1,5 grader. Detta kräver att de globala utsläppen når noll någon gång i mitten av seklet.

I linje med detta säger den svenska klimatlagen som trädde i kraft i början av 2018 att Sveriges nettoutsläpp av växthusgaser ska försvinna senast 2045. Delmål har också satts upp för respektive industri. För transportsektorn är målet att växthusgasutsläppen från inrikes transporter, exklusive luftfart som ingår i EU:s utsläppshandelssystem, ska minska med 70 procent senast 2030 jämfört med 2010 års nivå. Fram till i år, 2020, är målet att 10 procent av energin som används i transportsektorn ska vara förnybar – det målet nåddes redan 2014. År 2017 uppgick andelen förnybar energi inom transportsektorn till 23 procent.

Minskningen går för långsamt

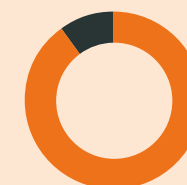
Enligt Naturvårdsverket, som har ansvar för att sammanställa siffror om Sveriges växthusgasutsläpp, har utsläppen från inrikes transporter minskat sedan 1990-talet, trots ökad trafik. Det går dock för långsamt om målet om en minskning med 70 procent ska nås till 2030. Enligt en analys från IVL Svenska Miljöinstitutet, genomförd på uppdrag av Trafikverket 2019, skulle utsläppen från vägtrafiken behöva minska med 8 procent årligen – en mycket snabb takt. Enligt analysen ökade utsläppen från vägtrafiken tvärtom med 0,5 procent under 2018, till följd av en ökad lastbilstrafik på vägarna och att ökningen av andelen biodrivmedel stannat av.

Diagram 31-32.
Källa: Trafikverket och IVL



— Utsläpp från transporter av samtliga utsläpp

Inrikes transporter inklusive flyg och sjöfart står för cirka 40 procent av Sveriges utsläpp av växthusgaser



— Utsläpp från vägtransporter av samtliga transporter

Av inrikes transporter står vägtrafiken för drygt 90 procent av utsläppen

↓ **8%**

Utsläppen från vägtrafiken behöver minska med 8 procent årligen för att klimatmålet ska nås

Destination: Elektrifiering

Elektrifiering kan spela en roll för att klimatmålen ska nås i tid

Inom ramen för initiativet *Fossilfritt Sverige* har flera delbranschföreningar tagit fram färdplaner för att nå klimatmålen. Åkerinäringen, flygbranschen, sjöfartsnäringen och fordonsindustrin har inkommit med sina färdplaner, liksom närliggande näringar som elbranschen samt petroleum- och biodrivmedelsbranschen.

Färdplanerna lyfter fram att behovet av transporter inte kommer att minska utan öka. Det är positivt för Sverige att människor rör på sig och att vi har en välutbyggd infrastruktur för att förflytta gods inom och utanför landet. Fokus för att minska utsläppen måste därför ligga på effektivisering och en övergång till fossilfria drivmedel. Här är elektrifiering en viktig byggsten. Sverige har goda grundförutsättningar för en elektrifiering av transportsektorn, med en god och i stort sett koldioxidfri elproduktion.

Elektrifiering medför en rad fördelar

Jämfört med diesel och bensin är el i dagsläget ett billigt drivmedel, vilket sänker de långsiktiga driftskostnaderna för fordon. Som ett exempel är milkostnaden för en eldriven personbil som hemmaladdas ungefär två till tre kronor jämfört med över elva kronor för en dieselbil.

Förutom att eldrivna transporter inte släpper ut avgaser är de också tystare, vilket bidrar till en bättre stads- och arbetsmiljö. Automatisering av transporter – vilket går igenom i kommande kapitel och i sig medför en rad fördelar för transportföretagen – förenklas också av elektrifieringen.

”Sverige har goda grundförutsättningar för en elektrifiering av transportsektorn, med en god och i stort sett koldioxidfri elproduktion.”

Biodrivmedel är en del av lösningen

För att Sverige snabbare ska nå visionen om fossilfria transporter kommer biodrivmedel att spela en viktig roll – vid sidan av elektrifieringen.

Denna rapport fokuserar på möjligheterna och utmaningarna med elektrifiering, automatisering och digitalisering – men det pågår samtidigt andra viktiga skiften inom transportsektorn som är värda att nämna. Den ökade användningen av biobränslen som HVO, FAME, etanol och biogas har redan hjälpt till att sänka utsläppen av växthusgaserna från transporter. Tack vare dem stod förnybara energikällor för 23 procent av den totala energianvändningen år 2017,

enligt Energimyndigheten som sammanställer statistik över de drivmedel som används inom inrikes transporter. HVO, som kan användas i dieselmotorer, är vanligast och står för ungefär hälften av användningen av förnybara energikällor i branschen. Reduktionsplikten som infördes 2018 innebär att inblandningen av biodrivmedel i bensin och diesel har ökat ytterligare. Detta har i sin tur bidragit till att det har uppstått en brist på framförallt HVO i Sverige där efterfrå-

gan är större än produktionen. Sverige är en stor användare av HVO globalt – 30 procent av världens produktion går hit. Vid sidan av HVO, FAME, etanol och biogas, som redan används i olika utsträckning, ses bränsleceller som matas med vätgas som en teknik med potential att bli en del av den förnybara energimixen i framtidens transporter.

HVO

Hydrerade vegetabiliska oljor

Förnybar diesel som tillverkas av exempelvis slaktavfall och rester från skogsbruket, ibland även av palmolja. Beroende på vilka råmaterial som används kan HVO minska utsläppen med 90 procent.

HVO stod för 15,4 procent av allt drivmedel för inrikes transporter 2017.

FAME/RME

Fettsyrametylestrar, FAME

I Sverige används främst rapsmetylester, RME, ett alternativ till diesel som reducerar koldioxidutsläppen med 60 procent.

FAME stod för 3,4 procent av bränsleanvändningen 2017.

ETANOL

Etanol

Etanol framställs i Sverige av vete, och reducerar CO₂-utsläpp med omkring 20 procent. Problemet med etanol är att odlingsytorna för vete (eller majs i USA) är mycket energikrävande i sig, och därför används förhållandevis lite etanol i Sverige idag då andra energikällor, med lägre energigång i framställningen, premieras.

Etanol stod för 1,4 procent av bränsleanvändningen 2017.

Scania's nya lastbilar med etanolmotor började säljas 2018.

BIOGAS

Flytande biogas

Biogas samt flytande biogas (LBG) tillverkas av biologiskt nedbrytbart avfall såsom mat, gödsel och slamrester. LBG ses som ett substitut för fossila bränslen för framförallt tunga fordon, exempelvis inom sjöfarten. Biogas reducerar CO₂-utsläppen med omkring 90 procent och bidrar även till reducerade luftföroreningar i tätbefolkade områden.

Biogas stod för 1,5 procent av bränsleanvändningen 2017.

2018 lanserade Volvo en lastbil som kan tankas med flytande naturgas och biogas.

VÄTGAS

Vätgas och bränsleceller

En bränslecellsbil är en elbil med batteri, som också är utrustad med en vätgastank och en bränslecell. Bränslet – vanligtvis vätgas – omvandlas till el och avgasen som bildas är vanlig vattenånga. Scania utvecklar nu bränslecellsdrivna distributionslastbilar i en pilot tillsammans med norska Asko. Kalifornien har satt upp mål på 1 000 vätgasstationer och 1 miljon bränslecellsfordon till 2030. Det Singapor-baserade företaget HES Energy Systems utvecklar ett mindre passagerarplan som ska drivas av vätgas. Element One, som planeras att testflygas 2025, kommer att ha en räckvidd på 50 till 500 mil.

Intervju: Ylva Öhrnell

Director BPM, DHL Freight

Ylva Öhrnell är Director Business Process Management på DHL Freight, vilket innebär att hon ansvarar för diverse stödfunktioner till verksamheten såsom säkerhet, hållbarhet och kvalitet. DHL Freight har 2 500 anställda i Sverige men sysselsätter många fler då det mesta av leveranserna sköts av fristående aktörer. Dessutom är bolaget en del av DPDHL, ett företag med cirka 500 000 anställda globalt, med verksamhet i praktiskt taget alla länder i världen. Att hållbarhetsfrågor står högt upp på dagordningen är, mot denna bakgrund, inte överraskande.

”Vi är ett stort företag och känner att vi har ett ansvar för att driva på utvecklingen”, konstaterar Ylva Öhrnell. Hon exemplifierar:

”Vi var väldigt tidiga med att använda biogas och lanserade det i Sverige redan 2003. Sedan dess har det kommit fler och fler förnybara drivmedel och vi har testat i princip alla. Nu när elektrifieringen kommer på bred front är det klart att vi vill vara med på den resan också.”

Detta föranleder följdfrågan – varför arbetar man med så många olika förnybara drivmedel?

”Sverige har varit både tidiga och bra på att samarbeta när det gäller att ta fram både fordon och nya bränslen, men mindre bra på att skala upp användningen. Det beror på flera saker, men en viktig faktor är den osäkerhet som funnits gällande både skattebefrielsen för förnybara drivmedel men också den långsiktiga tillgången till biomassa. Att man arbetar med många olika drivmedel handlar ju om att man måste bidra till teknikutvecklingen och det man testat kan ju vara det drivmedel som kommer att bli det gängse.”

Samtidigt påpekar Ylva Öhrnell att det finns många fördelar med att det finns en flora av förnyelsebara drivmedel då det underlättar anpassningen till lokala marknader.

”Ponera att eldrift slog igenom globalt. Då skulle det uppstå problem direkt, för det finns inte tillräckligt med material för att tillverka ens en bråkdel av de nödvändiga batterierna.”



”Ingen har alla svar men man kan inte bara sitta stilla och vänta.”

Destination: Elektrifiering

Det var i den andan DHL förvärvade det tyska elvans-bolaget StreetScooter 2014.

”Detta gjorde vi efter att ha letat med ljus och lykta efter lämpliga eldrivna vans och inte hittat något bra alternativ. Fram till dags dato har över 10 000 elektrifierade vans producerats. Nu ska bolaget säljas, för nu har de andra fordonstillverkarna vaknat.”

Vad gäller tunga fordon ser situationen annorlunda ut.

”Det finns en oerhörd potential där, men i dagsläget är fordonen för dyra. Dessutom måste man bygga upp en fungerande infrastruktur för laddning och en sådan finns inte idag. Vi är även med i ett pilotprojekt med elväg.”

Hur är det då med järnvägen?

”Vi arbetar mycket med att öka vår järnvägsandel, men i relation till lastbilstransporter har den minskat under de senaste åren. Det beror på flera saker. Det finns få järnvägsleveranser att köpa. För att göra det krävs framförhållning på cirka ett år, godstrafiken är lägre prioriterad än persontrafiken varför pålitligheten är bristfällig. Järnvägstransporter är helt enkelt svårt att få till. Men man ska inte säga att det inte går, vi har folk som sitter och letar möjligheter för att få det att hända.”

Vad gäller råd till andra i branschen säger Ylva Öhrnell att det bästa man kan göra är att ta del av ny teknik, läsa på och hålla sig ajour med utvecklingen – det går snabbt därute.

”Allt man gör måste vara väl genomtänkt. Ta reda på vilket behov du har och vad du vill. Ingen har alla svar men man kan inte bara sitta stilla och vänta. Ibland måste man vara modig och vara beredd på att inte allt man företar sig kommer att lyckas. Men om man inte vågar lyckas man aldrig heller.”



Elektrifiering av personbilar

Tack vare incitament, innovation och nya regleringar ligger personbilar relativt långt fram i elektrifieringen.

Vid sidan av järnvägen som har drivits med el i ökande utsträckning från slutet av 1800-talet har elektrifieringen av transporter kommit längst för personbilar. Tekniken för att elektrifiera personbilar finns redan på plats, med batterier med en räckvidd på 400 kilometer eller mer, vilket räcker för de allra flesta resor som genomförs med bil i Sverige.

Flera olika typer av personbilar drivs helt eller delvis med el: laddbara fordon, laddhybrider, som delvis körs på el och delvis på bensin; hybridbilar/elhybridbilar som inte kan laddas från elnätet men som vid sidan av en förbränningsmotor är utrustade med en elmotor som laddas under färden; och elbilar

som drivs enbart med el. Tillväxten förväntas öka för samtliga varianter fram till 2030 då Trafikanalys prognostiserar att 80 procent av alla nyregistrerade bilar drivs helt eller delvis med el. Enligt Trafikanalys fanns det 2018 knappt 17 000 rena elbilar, drygt 90 000 elhybridbilar och över 49 000 laddhybrider i trafik.

Globalt ökade elbilsförsäljningen med nio procent 2019 jämfört med året innan. 2019 såldes det totalt 2,3 miljoner elbilar i världen – ungefär tre fjärdedelar av dem var rena elbilar. Tesla aviserade i mars 2020 att de hade tillverkat en miljon

elbilar, och nu storsatsar även andra biltillverkare på elbilar – 600 kommande elbilsmodeller har aviserats.

En förklaring bakom det snabba skiftet hos biltillverkarna är att EU prioriterar frågan. 2017 instiftades nya utsläppsregler som delvis börjar gälla redan 2020 för att rullas ut i sin helhet 2021. Enligt dessa regler får biltillverkare böta om nytillverkade bilar släpper ut mer än 95 gram koldioxid per kilometer i snitt. Att tillverka bilar som drivs helt eller delvis på el är ett sätt att sänka bilparkens genomsnittliga utsläpp. Till 2030 ska de genomsnittliga utsläppen minska ytterligare i två steg.

Tabell 10. Fordonsflottan 2030: 33 procent av bilarna drivs helt eller delvis med el
Källa: Trafikanalys, HUI

Antal elbilar	1 841 000
Antal andra fordon	3 700 000
Andel elbilar	33 %

Diagram 33. Nyregistrerade personbilar efter drivmedel

Källa: Trafikanalys

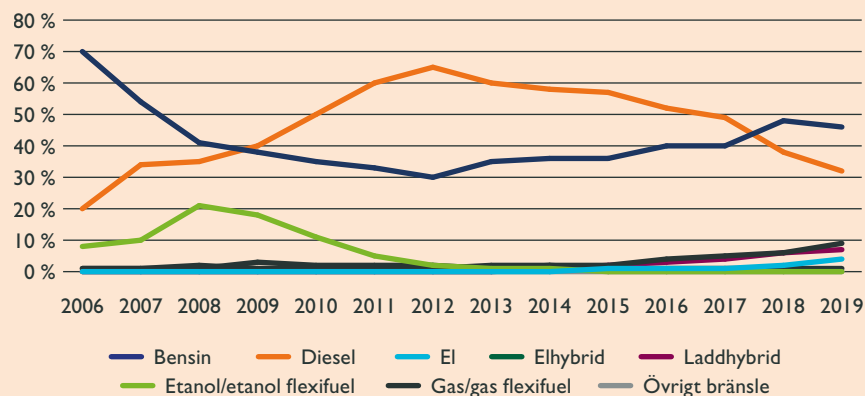
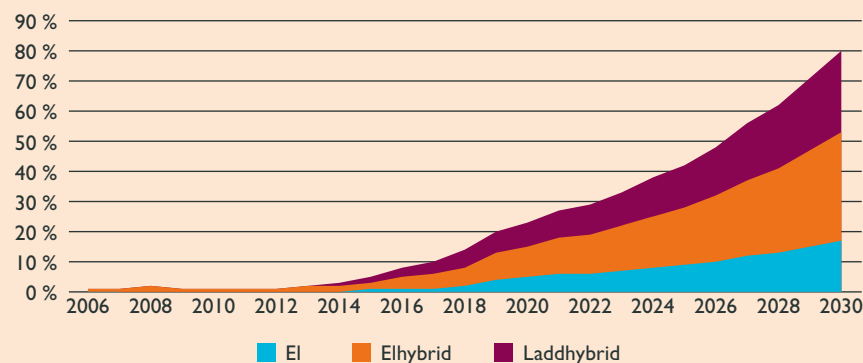


Diagram 34. Trafikanalys prognos (80 % av nyregistreringar eldrivna till 2030)

Andel nyregistrerade eldrivna bilar av totalt antal nyregistreringar

Källa: Trafikanalys



Elektrifiering av lastbilar

Det finns eldrivna lätta lastbilar av mindre modell på marknaden redan idag, men utvecklingen går framåt även för tunga lastbilar som drivs på el.

Storlek är en avgörande parameter vad gäller hur långt elektrifieringen av kommersiella lastbilar har kommit och hur snabbt utvecklingen kommer att gå. Bloomberg New Energy Finance estimerar att eldrivna lätta lastbilar kommer att utgöra 56 procent av den totala försäljningen till och med 2040 i USA, Kina och Europa, medan andelen eldrivna medelstora lastbilar kommer att utgöra 31 procent och eldrivna tunga lastbilar 19 procent. I Sverige rapporterade Bil Sweden att andelen nyregistrerade eldrivna lätta lastbilar – som definieras som en totalvikt på högst 3 500 kilo – ökade till 5,7 procent under februari 2020. Enligt Trafikanalys fanns 2 661 helt eldrivna lätta lastbilar i trafik 2018. Myndigheten prognostiserar att eldrivna lätta lastbilar kommer att utgöra 4,2 procent av de nyregistrerade lätta lastbilarna år 2022.

Medan det finns en rad mindre eldrivna transportbilar på marknaden av skåpbilsmodell, som Nissan e-NV200 och Renault Kangoo, är utbudet av större modeller än så länge mer begränsat. 2018 aviserade MatHem att de skulle bli en av de första aktörerna i Europa att leverera matvaror med en 3,5 ton lätt lastbil som drivs helt på el. Lastbilen utvecklades av bland andra Volkswagen och är utrustad med solceller på taket. Det svenska företaget Inzile lanserade i slutet av 2019 sin eldrivna lätta lastbil Pro4, som också ska användas för leveranser i stadsmiljö.

I nästa storleksklass märks Einrides självkörande eldrivna lastbil T-pod som väger 26 ton när den är fullastad och nu testas i en pilot på Coca-Colas anläggning i Jordbro utanför Stockholm. Både Volvo och Scania har under de senaste åren lanserat ellastbilar avsedda för stadstrafik, för ändamål såsom distribution och soptransporter. Volvo Lastvagnars eldrivna lastbilar FL och FE Electric har en vikt på 16 till 27 ton och en räckvidd på upp till 300 kilometer. Det nystartade svenska företaget Volta Trucks ska börja tillverka en eldriven lastbil med en totalvikt på 16 ton under 2021.

De flesta tillverkare av tunga lastbilar håller på att utveckla eldrivna modeller. Volvo Lastvagnar presenterade tunga eldrivna konceptlastbilar i december 2019. Tesla annonserade Semi 2016 som enligt företagets egna uppgifter kommer att ha en lastkapacitet på 36 ton och en räckvidd på upp till 800 kilometer – siffror som dock har ifrågasatts av vissa analytiker.

Lastbilar omfattas liksom personbilar av nya utsläppsregler på EU-nivå. I april 2019 godkände EU-parlamentet ett förslag om att minska koldioxidutsläppen från nya lastbilar och bussar med 15 procent till år 2025 och 30 procent till år 2030 jämfört med 2019 års utsläppsnivåer.



Volvo Lastvagnar presenterade två tunga eldrivna konceptlastbilar för anläggningstransporter och regionala transporter i december 2019.



MatHem började 2018 leverera mat med en eldriven lätt lastbil tillverkad av Volkswagen.

Elektrifiering av bussar

Andelen eldrivna bussar är ännu liten, men allt talar för att elbussar i stadstrafiken kommer att bli standard.

Användningen av elbussar ökar i allt snabbare takt världen över. Den globala försäljningen av elbussar ökade med 32 procent mellan 2017 och 2018 enligt Bloomberg New Energy Finance. Ungefär 17 procent av världens bussar är eldrivna.

Sverige ligger långt fram när det gäller att implementera hållbara lösningar för kollektivtrafiken, något som är drivet av att kommuner och regioner har höga ambitioner att bli fossilfria. 2018 fanns 100 elbussar och 136 elhybridbussar i trafik enligt Trafikanalys. En stor majoritet av dem är av typ 1, stadstrafikbussar med både stå- och sittplatser. Totalt fanns 4 179 typ 1-bussar i trafik 2018, vilket gör att andelen helt eller delvis eldrivna bussar utgjorde knappt fem procent – en andel som kommer att öka i takt med att målet om fler elbussar i kollektivtrafiken uppfylls. Elbussar i stadstrafiken minskar de lokala utsläppen och bidrar till en tystare stadsmiljö. Då de kör längs en förutbestämd rutt under bestämda tider är det också relativt enkelt att planera och bygga ut laddinfrastrukturen för stadsbussar. Elbusspremierna som infördes 2016 och gäller

till 2023 driver också på en ökning av andelen eldrivna bussar bland nyregistrerade fordon.

2017 inledde Scania ett test med tre batteridrivna elbussar i Östersund, som har målet att uppnå fossilfria transporter till 2030. 2019 adderades ytterligare två eldrivna bussar. Västtrafik i Västra Götalandsregionen har lagt in elektrifiering som en viktig faktor vid den ordinarie upphandlingen från och med 2020. I slutet av 2019 rapporterades det att Transdev, Europas största elbussoperatör, köper 157 eldrivna ledbussar av Volvo Bussar för att bedriva trafik åt Västtrafik i Göteborg. ABB står bakom de 19 snabbladdstationer som ska förse bussarna med el utmed linjerna. Vid laddstationerna kan bussarna laddas på tre till sex minuter utöver att de laddas i depå nattetid. Västtrafik räknar med att kunna nå sitt mål om att elektrifiera all stadstrafik fram till 2030.

Proterra aviserade 2017 att de hade tagit fram en elbuss som i ett test kom nästan 180 mil på en laddning. Proterra är den ledande leverantören av elbussar till städer i USA.



2018 blev Norrtälje den första svenska kommunen med enbart elbussar i stadstrafiken.



En eldriven buss utvecklad av Scania laddas i Östersund via en pantograf-lösning. Processen tar 6-7 minuter.



2017 meddelade den amerikanska tillverkaren Proterra att dess elbuss kunde köra knappt 180 mil på en laddning.

Några historiska nedslag från elektrifieringen av transporter

1900
Ferdinand Porsche lanserar en hybridbil med både förbränningsmotor och två elmotorer som driver framhjulen.

1905
SJ testkör för första gången elektrifierad tågtrafik mellan Stockholm och Värtans station.

1926
SJ kör kommersiella resor mellan Stockholm och Göteborg på el.

1980-talet
Det dyker upp diesel-elektriska förbränningsmotorer inom båtvärlden.

1990
GM lanserar EV1 – en föregångare till den moderna elbilen.

1996-1998
SJ lanserar X2000.

2000-talet
Tesla grundas år 2003 och lanserar sin första elbil. Toyota Prius går till massproduktion i Sverige och blir den första hybridbilen med genomslag.

Elektrifiering av flyg och sjöfart

Elflygplan för inrikes flyg är under utveckling. Inom sjöfarten har elektrifieringen inletts med eldrivna passagerarfartyg i pendeltrafik.

Flyg

Små elektriska flygplan har funnits sedan 1970-talet. Under de senaste åren har det börjat pratas allt mer om elektrifierade kommersiella flygplan, framförallt som ett alternativ för inrikestrafiken på grund av den relativt begränsade räckvidden för första generationens flygplan. Norden och Sverige ligger långt fram i utvecklingen av elektrifierad luftfart. Norge har gått så långt att de har satt upp ett mål för att allt inrikesflyg ska vara elektrifierat år 2040. Enligt flygbranschens färdplan inom Fossilfritt Sverige kan allt inrikesflyg vara fossilfritt år 2030.

I januari 2020 gav den svenska regeringen myndigheten Trafikanalys i uppdrag att utreda vad som krävs för att flyget ska kunna ställas om till eldrift, till exempel vad gäller krav på flygplatser och regelverk. RISE fick under 2020 drygt 21 miljoner kronor

för att driva projektet ELISE, Elektrisk Lufttransport i Sverige, tillsammans med universitet och aktörer från olika delar av flygbranschen – bland andra Transportföretagen genom Svenska Flygbranschen samt medlemsföretaget och flygplanstillverkaren Heart Aerospace – under två år. Projektet ska ta fram en färdplan, utvärdera hur elektriskt flyg ska fungera i Sverige och samordna utvecklingen och användandet av elektriska flygplan. Ett av projektets mål är att kommersialisera ett elektriskt flygplan senast 2026. Planet utvecklas av Göteborgsbaserade startupföretaget Heart Aerospace och har plats för 19 passagerare och en räckvidd på 400 kilometer.

Globalt finns idag många aktörer som utvecklar eldrivet flyg, framförallt i segmentet drönare och mindre så kallade flygande taxi. Även flygmotortillverkare som exempelvis Rolls Royce är med på "el-racet" och utvecklar el-drivlinor och motorer för flygplan.

Några historiska nedslag från elektrifieringen av transporter

2010-talet

Volvo Cars satsar uteslutande på elbilar från och med 2019.

Airbus och Siemens tecknar samarbete för utvecklingen av eldrivna flygplan som beräknas vara i kommersiellt bruk 2030. Kapaciteten beräknas räcka för lokala flygningar, medeldistanser och helikoptertrafik.

Nobina startar elektrifierad busstrafik och förser Norrtäljes innerstad med fem bussar som går uteslutande på el.

2020-talet

Heart Aerospace avser få inrikesflyg på el certifierat som ska kunna flyga 400 kilometer.

Volvo satsar på att ha 50 procent av fordonsflottan elektrifierad senast år 2025.

Svenska startupbolaget Einride och Coca-Cola European Partners inleder test av elektrifierade och självkörande transporter.



Destination: Elektrifiering

Sjöfart och hamnar

Det finns redan idag olika grader av elektrifierade lösningar för fartyg: dieselelektriska, batterihybrider och helelektriska. Helelektriska fartyg har kommit längst vad gäller passagerarfartyg som trafikerar en definierad rutt på kortare sträckor. Storstockholms Lokaltrafik, SL, var 2014 först i Europa med att trafikera en pendellinje med en båt driven helt av el – E/S Sjövägen som har plats för 150 passagerare och går mellan Stockholm och Nacka. 2019 sjösatte Trafikverket Sveriges största elhybridfärja, Tellus, för att trafikera Gullmarsleden mellan Uddevalla och Lysekil. Färjan har plats för 80 bilar och 297 passagerare. Tellus går ännu inte enbart på el då

laddningsinfrastrukturen för snabbaddning inte är på plats – batteriet laddas nattetid, vilket ger en räckvidd på tre resor.

Eldrivna större fartyg, som containerfartyg, börjar introduceras i enstaka fall. I Norge sjösattes Yara Birkeland, världens första eldrivna containerfartyg, i början av 2020, även om driftsättningen av fartyget sattes på paus under våren till följd av coronapandemin. Fartyget ska i framtiden användas för pendeltrafik och frakta gods mellan en fabrik och två närbelägna hamnar, och ska dessutom bli självkörande på längre sikt. Fartyget är dock litet och har en mycket begrän-

sad lastkapacitet, hastighet och räckvidd i jämförelse med ett genomsnittligt containerfartyg som drivs med diesel.

Ett sätt för hamnar att medverka till minskade utsläpp är att möjliggöra elanslutning för fartyg som ligger vid kaj. Nyligen har en internationell standard för högspänningsanslutningar tagits fram. Nya Stockholm Norvik Hamn, som öppnades i maj 2020, har förberett samtliga kajlägen för elanslutning.



Intervju: Maria Fiskerud

Projektledare ELISE

Branschprojektet ELISE ska se till att en elflygindustri växer fram i Sverige. Projektledaren Maria Fiskerud förutspår att upp till 30 procent av alla inrikeslinjer kommer att trafikeras av elflygplan 2030.

Maria Fiskerud kom först i kontakt med fossilfritt flyg genom den icke-vinstdrivande organisationen Fly Green Fund som verkar för att öka användningen av fossilfria bränslen inom flygindustrin. Hon har flera uppdrag inom området fossilfritt flyg och har bland annat varit senior projektledare för ELISE, Elektrisk Lufttransport i Sverige, projektledare för innovationsklustret Fossilfria Flygtransporter 2045 och driver NEA, Nordiska Nätverket för Elflyg. Medan innovationsklustret bildades hösten 2018 startade NEA arbetet i oktober 2019 och ELISE den 1 januari 2020. Det händer mycket inom området elektriska flyg just nu – och Sverige och Norden ligger i framkant.

”Hållbart flyg är en väldig ung bransch. Det var först 2008 som den första flygningen gjordes med bioflygbränsle. För bara ett par år sedan började det pratas om elflyg, och sedan exploderade det fullkomligt förra hösten”, säger Maria och berättar om en konferens hon var på i New Orleans 2019: ”Jag har aldrig hört Boeing, Airbus och Rolls Royce prata så mycket om elflyg förut. Och då handlar det om de stora planen.”

Gemensamt för de ovan nämnda initiativen är att de samlar aktörer från olika delar i värdekedjan. ”Det händer saker när SAS är i samma rum som Preem eller Sekab och

diskuterar fossilfritt bränsle”, konstaterar Maria. I ELISE deltar bland annat flera universitet, SAAB, Swedavia och Heart Aerospace. Den sistnämnda håller på att utveckla ett elflygplan med plats för 19 passagerare och en räckvidd på 400 kilometer, vilket projektet har som mål ska vara certifierat och klart för att sättas i trafik 2026. Anders Forslund som är vd var också drivande bakom det nordiska samarbetsnätverket. Ett viktigt syfte är att sätta en nordisk standard för elflyg – som också kan bli en global standard. Ett plus för Sverige och Norden i sammanhanget är att det nordliga klimatet med snö, vind och is ställer höga krav – fungerar elflygplan här så fungerar de i resten av världen.

Hur långt har utvecklingen kommit? ”Vi är i början av kurvan”, säger Maria Fiskerud och räknar upp de elflygplan som finns idag. Det tvåsitsiga elflygplanet Velis Electro från slovenska tillverkaren Pipistrel premiärflögs från Zürich till norra Tyskland i september 2020 och ett andra exemplar flyger nu i Aeroklubbens regi på Göteborg Säve flygplats. Utöver detta finns det kanadensiska planet Harbour Air ePlane som är en variant av planet DHC-2 de Havilland Beaver som har utrustats med elektriska motorer – det har plats för sex passagerare och provflögs i Vancouver i december 2019.



Elflygplanet Heart Aerospace håller på att byggas. Målet är att det ska vara klart 2022 och kunna kommersialiseras senast 2026.

Destination: Elektrifiering

”Pipistrel-planet är generation ett och det kanadensiska planet är generation två. Det elflygplan som Heart bygger är generation tre. Prototypen ska vara färdig 2022 och kommersialisering är tänkt att ske 2026.”

Maria uppskattar att det pågår ett hundratal olika elflygprojekt globalt. Många av dem handlar dock om att utveckla elflyg som ska flyga kortare sträckor över till exempel trafikkaos i städer, där planen ofta startar vertikalt, som en helikopter. Det som Heart och de andra i det nordiska samarbetet utvecklar är elflygplan för regionalt direktflyg.

Vilka är utmaningarna för att Sverige ska kunna elektrifiera

inrikesflyget? ”Certifiering och att sätta globala standarder för bränsle och säkerhet. Ett plan måste i teorin kunna landa på vilken landningsbana som helst i hela världen. Idag används ett och samma flygbränsle över hela världen av den anledningen. Det måste vara samma för elflyg. Och när det gäller certifieringen... Det här har ju inte gjorts förut, så det är en lång väg som det inte ens finns färdiga processer för, utan de håller också på att tas fram. Avinor som är partner i NEA är med och utvecklar denna process, tillsammans med den europeiska flygsäkerhetsmyndigheten EASA.”

När kan inrikesflyget vara elektrifierat? ”Någon gång mellan 2025 och 2030 har vi nog en testlinje. Jag har räknat på det och kommit fram till att upp till 30 procent av alla inrikes-

linjer kommer att gå på el 2030. Det är mycket billigare. Elflygplan kommer att kunna byta ut bussar på vissa sträckor, till exempel från Karlstad till Sundsvall – där tror jag att det kommer att gå direktflyg”, säger Maria. ”Men batterierna behöver bli mindre och fortsätta utvecklas för att kunna användas under längre flygningar. Det kommer också att behövas policyinvesteringsstöd från politiskt håll. Staten har även en del upphandlade linjer, en tredjedel av allt inrikesflyg görs av det offentliga. Tänk om de ställde krav på att de ska trafikeras på ett fossilfritt sätt? Vi har många modiga företag i Sverige som vågar satsa på det här – SAS och Swedavia är två av dem – men om politiken går före och tar en del av risken är mycket vunnet.”

”Upp till 30 procent av alla inrikeslinjer kommer att gå på el 2030.”



Viktiga förutsättningar för transporterens elektrifiering

Kommer tekniken och infrastrukturen att finnas på plats för att ett skifte till elektrifierade transporter ska kunna genomföras under kommande decennier?

För att ett brett anammande av elektrifierade fordon ska kunna ske inom transportsektorn behöver några förutsättningar finnas på plats: batterierna behöver bli bättre, möjligheterna till laddning i form av till exempel laddstationer och elvägar behöver tillgängliggöras och elnäten i Sverige behöver klara av den ökande påfrestningen som transportsiftet innebär.

Experterna som har intervjuats till den här rapporten är generellt sett överens om att det inte är tekniken som kommer

att vara bromsklossen för att elektrifieringen av transporter ska kunna genomföras. De tekniska lösningarna finns eller är på väg att utvecklas – på många håll testas de redan eller har implementerats med goda resultat.

Innovationstakten inom batteriområdet är hög och snart kommer också tillverkningen av batterier med förnybar el igång i Northvolts nya fabrik i Skellefteå. Sveriges elnät utvecklas kontinuerligt.

På kommande sidor ges en överblick av respektive förutsättning för att elektrifieringen av transportsektorn ska kunna bli verklighet. Hur långt har utvecklingen kommit idag, och hur ser framtidsutsikterna ut inom respektive område?

Överblick av tekniska och infrastrukturella förutsättningar för att elektrifieringen ska kunna ske



Enorma satsningar på batterier

Produktionen av de litiumjonbatterier som ska förse de elektriska fordonen med energi är i full gång.

En växande efterfrågan accelererar produktionen och sänker kostnaderna

För att elektrifieringen av transportsystemet ska kunna bli verklighet är en utveckling av smartare och effektivare batterier avgörande. Traditionellt har det funnits tre stora utmaningar med batterier: de är inte tillräckligt effektiva, vilket gör att fordon som är energikrävande och ska färdas långa sträckor behöver utrustas med mycket stora batteripack; de är dyra; och de är paradoxalt nog tveksamma ur miljösynpunkt på grund av en icke hållbar produktion. Detta håller dock på att förändras.

Efterfrågan på batterier väntas öka enormt, vilket har gjort att både kapital och erfarna tech-entreprenörer har flockats

till branschen. Volkswagen estimerar att företaget ensamt kommer att behöva kapaciteten från 20 gigafabriker* år 2030. Bloomberg New Energy Finance, NEF, uppskattade i maj 2019 att elektriska transporter kommer att kräva litiumjonbatterier med en total kapacitet på 1 748 GWh år 2030, att jämföra med dagens 151 GWh. Utöver batterier till transporter kommer ett ökat behov av energilagring också att driva på efterfrågan. Energilagring är bland annat viktigt för att jämna ut effektiviteten i elnäten när elproduktionen går över till vind, vatten och sol i allt högre utsträckning.

För att möta efterfrågan planeras nu en rad gigafabriker, ofta i partnerskap med fordonstillverkare som vill säkra sin långsiktiga tillgång till batterier. Uppskalning av produktio-

nen och tekniska framsteg gjorde att kostnaden för batterier sjönk med 85 procent mellan 2010 och 2018. Bloomberg NEF tror att kostnaden per GWh kommer att sjunka ytterligare till 2030, till hälften av vad den är idag.

*Vad är en gigafabrik?

"Giga" betyder miljarder. Elon Musk myntade uttrycket när Tesla byggde sin första gigafabrik i Nevada mellan 2013 och 2016 då den nya fabriken skulle ha "en produktionskapacitet som översteg den totala befintliga produktionskapaciteten i världen för litiumjonbatterier". Ordet har nu kommit att bli ett begrepp för batterifabriker som producerar väldigt stora volymer. Northvolt bygger en gigafabrik i Skellefteå som 2023 kommer att vara Europas största batterifabrik med en årskapacitet på 40 GWh, vilket motsvarar batterier till drygt en miljon Volkswagen E-up. Tillsammans med partnern Volkswagen ska företaget även bygga en fabrik i Tyskland. En lång rad gigafabriker kommer att inleda produktionen under 2020-talet i Europa, USA, Kina och Indien.



Destination: Elektrifiering

Batteritillverkarna optimerar idag sin utveckling och produktion för elbilar som de tror kommer att vara det överlägset största tillämpningsområdet under det kommande decenniet – kanske de kommande två. Medan en privat elbil har en tjänstevikt på under två ton och främst körs kortare sträckor kan en tung lastbil dra uppemot flera hundra ton last och behöva köra genom hela Europa. Tesla Model 3 – den mest sålda elbilen 2019 – är utrustad med ett batteri med en kapacitet mellan

54 och 75 kWh och en räckvidd på upp till 530 kilometer, vilket räcker gott och väl för de flesta privatbilister. Batteriet kan snabbladdas på cirka 30 minuter med Teslas egen Supercharger. Batteriet i sig väger ett par hundra kilo och mäter ungefär två gånger en och en halv meter, med en tjocklek på cirka tio centimeter.

Plan för hur Teslas gigafabrik i Sparks, Nevada, ska se ut när den är färdigbyggd (den är nu till 30 procent klar). Fabriken täcker nu 0,18 miljoner kvadratmeter yta och kommer när den är klar att vara den största byggnaden i världen. I mitten av 2018 uppnådde Gigafactory I en årlig batteriproduktion på ungefär 20 GWh.



Destination: Elektrifiering

Som en jämförelse använder Einrides självkörande lastbil T-pod ett 200 kWh-batteri med en räckvidd på 200 kilometer. Lastbilen väger totalt 26 ton när den är fullastad. Volvo Lastvagnars eldrivna lastbilar FL och FE Electric har en vikt på 16-27 ton, en batterikapacitet på 100 till 300 kWh och en räckvidd på upp till 300 kilometer. Snabbladdning av batteriet tar en till två timmar och cirka tio timmar när det laddas via elnätet.

För att få batterier till sina lastbilar har de svenska tillverkarna ingått strategiska partnerskap. Volvo aviserade under 2019 en allians med Samsung SDI, där Samsung ska utveckla batterier särskilt för Volvos elektrifierade lastbilar. Scania har tecknat avtal med Northvolt med syftet att utveckla och kommersialisera battericellsteknik för tunga fordon.

Gällande flygplan beräknas dagens batteriteknologi möjliggöra en räckvidd på 400 till 500 kilometer, vilket räcker för

många inrikesresor. Det elflygplan Heart Aerospace utvecklar ska kunna flyga 400 kilometer.

Mot en mer miljövänlig batteriproduktion

Det största utsläppet av växthusgaser avseende batterier kommer från elförbrukning under tillverkningen. Kina, som idag producerar ungefär hälften av världens litiumjonbatterier, släpper i snitt ut 20 gånger mer koldioxid per kWh än Sverige. Då Northvolt kommer att tillverka sina litiumjonbatterier i Skellefteå med fossilfri energi kommer batteriernas miljöpåverkan att minska avsevärt.

Dessutom planerar Northvolt redan nu för återvinning av batterier genom byggandet av en pilotanläggning för ändamålet. Själva återvinningen kommer att bli aktuell först om tiotal år

när batterierna som tillverkas idag börjar bli uttjänta. I mars 2020 tillkännagav Northvolt att de fått statligt klimatstöd från "Klimatklivet" för att utveckla sin återvinningsmetod, som tagits fram i samarbete med Chalmers.

Samtidigt bedrivs forskning om framtidens hållbara batterier i EU – bland annat inom ramen för forskningsinitiativet Battery 2030+ som samordnas av Uppsala universitet. I mars 2020 presenterade initiativet sin långsiktiga färdplan där det identifierade tre huvudsakliga forskningsinriktningar: nya metoder som snabbar på upptäckten av framtidens batterimaterial; integrering av smarta funktioner som ökar säkerhet och batterilivslängd; samt tvärgående forskningsområden som materialtillverkning och återvinning. Framtidens batterier kan vara något annat än litiumjonbatterier.



Batterier och batteripack från Northvolt.

Två viktiga faktorer avseende batterier i fordon

Energidensitet

Energidensitet är mängden energi som lagras per volymenhet och mäts i kWh per kilo. En hög energidensitet är viktigt för att batterierna ska kunna bli tillräckligt små för att få plats i fordon – framförallt energikrävande fordon som behöver köra långa sträckor mellan laddningarna. Batteripacket utgör idag en betydande del av elbilens vikt.

Northvolts första batteri, Lingonberry, kommer att ha samma energidensitet som konkurrenternas, eller något högre. Företagets teknikchef Yasuo Anno har sagt att energidensiteten ska fördubblas till år 2030.

Livslängd

Hur länge ett batteri håller innan det behöver bytas ut förespås bli allt viktigare – framförallt då antalet elektrifierade fordon förväntas växa snabbare än batteriproduktionen under 2020-talet. Då är det viktigt att batterierna håller så länge som möjligt.

I september 2019 patenterade Tesla en ny battericell kallad NMC532/AG som ska räcka i "en miljon engelska mil", vilket motsvarar 1,6 miljoner kilometer. Det är så långt som drivlinorna i Teslas bilar byggs för att hålla, vilket skulle innebära att batterierna kommer att räcka lika länge som bilarna. Livstiden på 1,6 miljoner kilometer innebär minst en fördubbling gentemot de batterier som Tesla producerar idag.

Stationär laddning

En väl utbyggd infrastruktur för snabbladdning är A och O för att adopteringen av elektriska fordon ska kunna ske på bred front.

Laddning av eldrivna fordon kan inte helt likställas med tankning av konventionella fordon som drivs av bensin, diesel eller gas. Den absolut största delen av laddningen sker när bilen står parkerad, vilket gör att efterfrågan på laddningsstationer inte kan jämföras med efterfrågan på bensinmackar. Forskning visar att hemmaladdning står för ungefär 80 till 90 procent av den överförda energin till privata elbilar, och att siffrorna kan vara ännu högre för eldrivna verksamhetsfordon. Då fordonen ändå står parkerade över natten eller under arbetsdagen gör det ingenting att laddningen sker med låg effekt under en lång tid. Eldrivna personbilar har en räckvidd på mellan 200 och 500 kilometer per laddning, vilket räcker för de flesta resor.

Men laddstationer behövs – delvis för att möjliggöra resor i hela Sverige, men också för att öka förtroendet för att det alltid kommer att finnas möjlighet att ladda sitt eldrivna fordon, vilket är en förutsättning för att fler privatpersoner och företag ska våga gå över till eldrift.

Det finns flera olika typer av ladduttag och laddningshastigheter. EU har standardiserat ladduttagen i

Europa och satt typ 2-kontakten som standard för normalladdning och *Combined Charging System* (CCS), en utveckling av typ 2-kontakten som standard för snabbladdning. De publika laddstolparna med typ 2-uttag erbjuder hastigheter på upp till 42 kW, vilket ger en laddtid på mellan en halv till två timmar för att nå 100 procent. Idag finns det knappt 8 000 publika laddpunkter i Sverige fördelade på drygt 1 800 laddstationer – de allra flesta av typ 2. Det finns 398 snabbladdstationer. De befintliga snabbladdarna med CCS-uttag erbjuder hastigheter mellan 50 och 150 kWh, vilket ger en högre laddhastighet. Vid snabbladdning är det vanligt att ladda upp till 80 procent av batteriets fulla kapacitet istället för 100 procent eftersom de första 80 procenten går fortare att ladda.

Även om snabbladdning går fortare kommer det inte att gå lika snabbt som ett tankstopp inom en överskådlig framtid, vilket gör att de naturliga platserna för laddstationer är platser där det finns ett annat syfte med att stanna, såsom turistmål, butiker, restauranger eller rastplatser.

Diagram 35. Antal laddpunkter av olika typer i Sverige 2015-2019
Källa: Power Circle

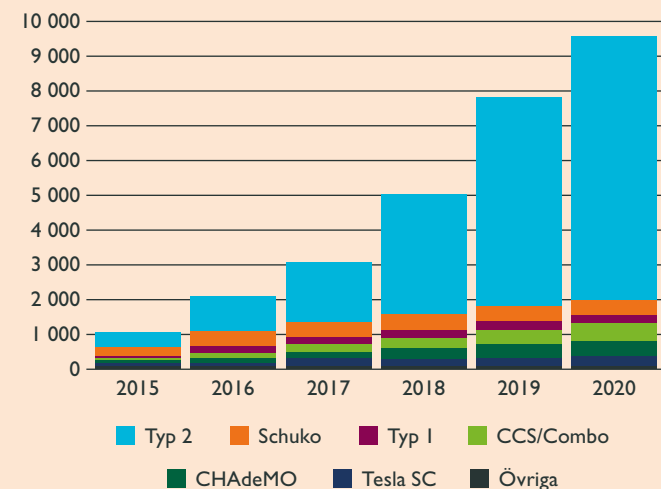
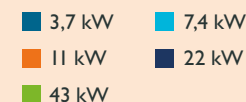
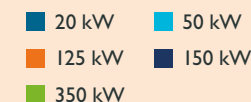
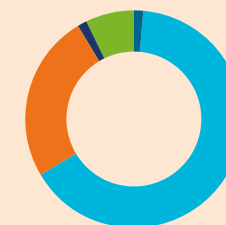


Diagram 36: Effektutbud vid publika laddstationer
Snabbladdning sker med likström på hastigheter från 50 kW.
Källa: Power Circle

Växelström (AC)



Likström (DC)



Destination: Elektrifiering

2018 gjorde Trafikverket en kartläggning av hur många snabbladdstationer som behövs längs Sveriges större vägar. Utifrån ett antagande om att bilförare inte ska behöva köra längre än 100 kilometer mellan varje snabbladdstation kom de fram till att det finns ett antal så kallade *vita vägsträckor** i Sverige. För att täcka dem utifrån förutsättningen att förare aktivt väljer färdväg efter var det går att ladda bilen skulle det behövas 70-80 nya snabbladdstationer. Om förare istället kör den kortaste vägen när de ska någonstans uppskattades behovet uppgå till till 130-140 nya stationer, framförallt i Norrlands inland men även i Småland, Värmland och Gävleborg. Trafikverket gjorde bedömningen att dessa inte skulle ha någon omfattande påverkan på det svenska elnätet som helhet, med undantaget att vissa lokalnät eventuellt skulle behöva förstärkas. När utredningen publicerades 2018 fanns det 297 snabbladdstationer.

Snabbladdning av lastbilar

2019 installerades Sveriges första publika snabbladdstation anpassad för eldrivna lastbilar på upp till tio meter i Göteborg. Laddaren är tillverkad av ABB, har en effekt på 175 kW och uttag av typen CCS samt Chademo (den japanska standarden för snabbladdning). Laddstationen uppfördes av Göteborg Energi i samarbete med Volvo Lastvagnar. Anledningen till att större lastbilar inte kan ladda i vanliga laddningsstationer för personbilar är att de inte får plats. Lastbilar kommer liksom personbilar sannolikt att huvudsakligen laddas när de står parkerade under längre tid, i depå eller terminal, men på sikt kommer det att behövas en utbyggd infrastruktur även för snabbladdning av lastbilar för att de ska kunna gå upp i skiftoperation eller köra längre sträckor.

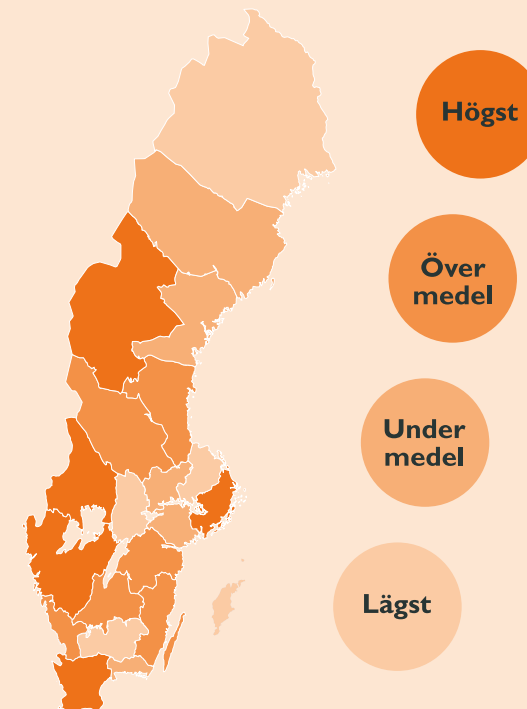


*Vita vägar är enligt Trafikverket "vägar längs med funktionellt prioriterat vägnät för långväga personresor som inte har en snabbladdningspunkt inom 50 km körsträcka vilket utgör ett avstånd om högst 100 km mellan varje snabbladdstation."



Sveriges första publika snabbladdstation för lastbilar installerades 2019.

Diagram 37. Antal laddpunkter per län
Alla hastigheter. Källa: Power Circle



Norge som framgångsexempel

Norska staten gick tidigt ut med incitament för att köpa elbilar – och har haft en liknande strategi för att främja utbyggnaden av snabbladdningsstationer. I mars 2020 hade Norge över 3 000 snabbladdningspunkter av typen CCS och Chademo.

- Mellan 2010 och 2014 kunde finansiering för upp till 100 procent av installationskostnaden fås, inklusive driftkostnader.
- 2015 introducerades en upphandling för att bygga ut snabbladdare var femte mil längs Norges huvudvägar där de som vann anbudet enligt uppsatta regler fick investeringsstöd upp till 300 000 NOK för en station med tre uttag varav ett var för snabbladdning.
- Under 2017 övergick upphandlingen i ett kommunstöd riktat till kommuner med färre än två snabbladdstationer.

Destination: Elektrifiering

Dynamisk laddning av vägtransporter

För tunga transporter kan elvägar vara ett viktigt komplement till stationära laddstationer. Sverige ligger långt fram inom utvecklingen av elvägstekniker.

Elvägar, där fordon laddas antingen via ledningar i luften eller via ledningar eller elektromagnetiska fält längs vägbanan, möjliggör för både personbilar och tyngre trafik att köra längre sträckor utan att behöva stanna vid en laddstation. Ett möjligt framtidsscenario är att lastbilar som trafikerar elvägar regelbundet kan köra med mindre batteripack – och därmed ökad lastkapacitet. Enligt en grov analys gjord av Trafikverket hösten 2019 skulle utsläppen från tung trafik kunna minska med 50 procent om endast tre procent – 300 mil – av Sveriges vägar elektrifierades. Att elektrifiera högtrafikerade sträckor, framförallt triangeln Stockholm-Göteborg-Malmö, kan åstadkomma stor skillnad.

I ett globalt perspektiv ligger Sverige långt fram när det gäller forskning och utveckling av elvägstekniker. Trafikverket driver ett program för elvägar där de utvärderar möjliga affärsmodeller för elvägar och genomför demonstrationer tillsammans med partners. Det finns olika typer av elvägstekniker varav tre har demonstrerats eller ska demonstreras i olika delar av landet under en begränsad period. Syftet är att samla kunskap kring de olika teknikerna – om användandet, byggandet, driften och underhållet. Nu planeras det för genomförandet av en eller två större elvägpiloter där hela kedjan, inklusive affärsmodeller, ska testas på allmän väg. De sträckor som det planeras för är en

20-30 kilometer lång sträcka mellan Hallsberg och Örebro och en från den nya hamnen i Norvik till Västerhaninge. Målsättningen är att en eller två piloter ska vara på plats 2023. Vilken eller vilka tekniker som kommer att pilotestas är ännu ej bestämt. Alla som har ett fordon anpassat för elvägstekniken eller -teknikerna som slutligen används kommer att kunna utnyttja laddningsmöjligheterna.

Trafikverket bedömer att elvägar är en kostnadseffektiv lösning som kan fungera som ett komplement till stationära laddstationer. Enligt myndighetens beräkningar skulle kostnaden för att bygga ut elvägar inklusive elnät och fordon bli mellan 10 och 30 miljoner kronor per kilometer beroende på elvägsteknik.

Samtidigt behöver flera frågetecken rätas ut inför en eventuell utbyggnad av elvägar i Sverige. Framförallt handlar det om att hitta modeller för hur elvägar ska ägas och finansieras samt hur de ska försörjas med el. Staten äger och finansierar väginfrastrukturen i Sverige medan el för laddning av fordon tillhandahålls på en privat marknad.

Tre olika elvägstekniker

Det finns tre huvudspår när det gäller elvägstekniker, varav samtliga har demonstrerats inom ramen för Trafikverkets program för elvägar.

- Konduktiv överföring via luftledning
- Konduktiv överföring via spår eller ledare i vägen
- Induktiv överföring via elektromagnetiska fält i vägkroppen

Tekniken för luftledningar har kommit långt, men den tekniken passar inte för personbilar då avståndet mellan tak och ledning är för stort. De andra två teknikerna kan användas av alla vägtransporter.

Trafikverket genomför fyra olika demonstrationer



Siemens och Region Gävleborg. Konduktiv överföring via luftledning. Har demonstrerats sedan 2016 och pågick till våren 2020.



Smartroad Gotland med Electreon. Ett induktivt laddningssystem på en 1,6 kilometer lång sträcka mellan centrala Visby och Visby flygplats. Från maj 2020 trafikerar en elbuss sträckan.



eRoad Arlanda. Konduktiv överföring via ledningar i vägen och nedfälld kontakt från fordonet. 2018 utökades demonstrationen till en två kilometer lång sträcka mellan Arlanda och godsterminalen i Rosersberg. Pågår till 2021.



Evolution road som byggs av Elonroad i Lund under 2020. Konduktiv överföring med ledningar i vägen. Fordon kan laddas när de kör och står stilla. En buss kommer att trafikerar sträckan i en separat fil. Pågår till 2022.

Intervju: Jan Pettersson

Programchef elvägar, Trafikverket

Sverige är världsledare på utveckling av elvägar. Nu planeras det för en eller två piloter på allmän väg i allmän trafik. För att elvägar ska implementeras i större skala krävs det dock en tydligare politisk vilja.

Jan Pettersson jobbar inom gruppen för strategisk utveckling på Trafikverket och har ett mångårigt förflutet inom bygg, drift och underhåll av vägar. Han är också programchef för elvägar på Trafikverket, ett område där Sverige är ledande i en internationell jämförelse. ”Det är ingen tvekan om att Sverige ligger längst fram inom utvecklingen av elvägar. Det pratas mycket om Tyskland – de gör saker i större skala och har tre testanläggningar, men de är också bara temporära (liksom de fyra demonstrationerna Trafikverket genomför) och görs dessutom endast med luftledning. Den demonstrationen är vi färdiga med och anläggningen är nu nedmonterad”, säger Jan. Konduktiv överföring av el via luftledning är den äldsta av de fyra elvägsteknikerna. Trafikverket genomför demonstrationer tillsammans med elvägsleverantörer för att skaffa sig kunskap om respektive tekniks för- och nackdelar.

Just nu planeras det inför en till två piloter på allmänna vägar i allmän trafik. De två sträckorna som är aktuella går mellan Hallsberg och Örebro samt mellan den nya hamnen i Norvik och Västerhaninge. ”Innan vi börjar beställa projektering och bygga behöver vi ta fram och fastställa en arbetsplan, vilket vi tar fram för båda

sträckorna. Vi utformar arbetsplanerna på ett sådant sätt att vi inte behöver välja vilken elvägsteknik vi ska använda i piloten ännu. Samtidigt pågår det ett arbete med nätutredning kring hur sträckorna ska kunna förses med vägel av nätägarna E.ON, Ellevio och Vattenfall”, säger Jan. Efter att Trafikverket gick ut med en allmän förfrågan i december 2019 fick de in 15 förslag på sträckor som kokades ner till fem och slutligen till de kvarvarande två. Mycket tung trafik, möjlighet att anlägga elvägen på ett relativt enkelt sätt samt miljö- och landskapspåverkan var några av många urvalsparametrar.

Vilka utmaningar finns med att implementera elvägar i Sverige? ”En grundläggande förutsättning är att vi har fungerande tekniker för att kunna möjliggöra dynamisk laddning. Och att vi har fordonstillverkare som möjliggör att det finns fordon som kan utnyttja teknikerna. Men den biten kommer att lösa sig – det är jag övertygad om. Både bland tillverkare som Scania och företag som tar fram elvägstekniker går utvecklingen fort nu”, säger Jan. ”Våra ägare måste vara tydliga med om elvägar är något de vill ha i Sverige eller inte. Elvägar i liten skala är inte lönsamt, medan elvägar i större skala blir



Destination: Elektrifiering

väldigt samhällsekonomiskt lönsamt. Utöver det finns det ett antal lagar som behöver ses över, eller i varje fall tydliggöras, så att de blir anpassade för elvägar. Idag finns det lagar för hur vägar ska opereras, en järnvägslag, och en ellag – var passar elvägar in?”


I början av 2020 klubbade riksdagen igenom ett tillsättande av en elektrifieringskommission som ska påskynda arbetet med elektrifieringen av transportsektorn. Jan hoppas på att den – när den realiserar – ska kunna ge mycket hjälp både vad gäller de legala aspekterna och frågor kring elnätet. Regeringen är också ansvarig för att ta de slutgiltiga besluten kring ägarfrågan – om elvägar ska vara statliga eller drivas av privata aktörer – och finansiering utifrån utredningarna som Trafikverket har tagit fram och presenterat. Myndigheten Trafikanalys förespråkar också incitament för att köpa fler tunga elfordon.

I förslaget de har lämnat till regeringen föreslås ett bidrag på 400 000 kronor per tungt elfordon för de företag som är beredda att trafikera elvägar. ”Det är mycket upp till de politiska besluten – det finns en vilja hos alla politiska partier men det behöver komma till pengar. Det måste till en tydlighet, någon form av beslut: så här kommer elvägar att rullas ut i landet. Det skulle jag vilja veta om jag ägde ett transportföretag och stod i läget att uppdatera fordonsflottan.”

Jan påpekar att framtidens laddning av elfordon inte kommer att ske antingen med elvägar eller med stationär laddning – båda typerna samspelar och är viktiga för att hela ekosystemet ska fungera: ”Vi tror enbart på elvägar i samverkan med stationär laddning. Brukarna av elvägar behöver även fundera igenom hur de ska lösa den stationära laddningen – elvägar kommer inte att vara det enda sättet för tunga fordon att för-

ses med el. Det måste också finnas laddningsmöjligheter vid naturliga stopp för av- och pålastning och andra ställen där man stannar idag. Det händer också mycket inom utvecklingen av batterilösningar för tunga fordon kring vilka tekniker som behövs för att få ihop dynamisk och stationär laddning för att nå rätt räckvidd.”

”Vi på Trafikverket tänker på batterier, stationär laddning och dynamisk laddning som en helhet. Allt måste hänga ihop. Vi vill se lastbilar med rätt dimensionerat batteri utifrån hur vi kan försörja det med el genom stationär och dynamisk laddning. Och har vi inte dynamisk laddning utan bara stationer – då måste de tunga lastbilarna ha stora batteripack.”



”Det måste till en tydlighet, någon form av beslut: så här kommer elvägar att rullas ut i landet. Det skulle jag vilja veta om jag ägde ett transportföretag och stod i läget att uppdatera fordonsflottan.”

Produktion och distribution av förnybar el

I Sverige har vi ett årligt elöverskott samtidigt som det ibland riskerar att uppstå effektunderskott i näten. Vad är skillnaden och hur påverkar det elektrifieringen av transportsektorn?

Sveriges elnät och elförsörjning

Sveriges elnät är uppbyggt av ett transmissionsnät (tidigare kallat stamnät) samt regionala och lokala nät. Tillsammans skulle den samlade längden på det svenska elnätet räckta mer än 13 varv runt jordklotet. Medan Svenska kraftnät har ansvaret för att äga, underhålla och utveckla transmissionsnätet äger privata aktörer region- och lokalnäten.

Flera aktörer behöver alltså samverka för att säkra den framtida kapaciteten i hela Sveriges elnät. Just nu pågår också flera projekt för att öka kapaciteten i elnäten, bland annat Vattenfalls projekt i Stockholmsregionen där 20 mil av regionnätet ska uppgraderas under de kommande 10-15 åren. I södra Skåne har flera åtgärder satts in för att klara en högre efterfrågan på el fram till att Svenska kraftnät har färdigställt nya ledningar 2024; Heleneholmsverket ska senarelägga sin nedläggning av elproduktion och en handelsplats, Switch, har instiftats där företag kan få betalt för att flytta sin elanvändning till tider när belastningen är låg.

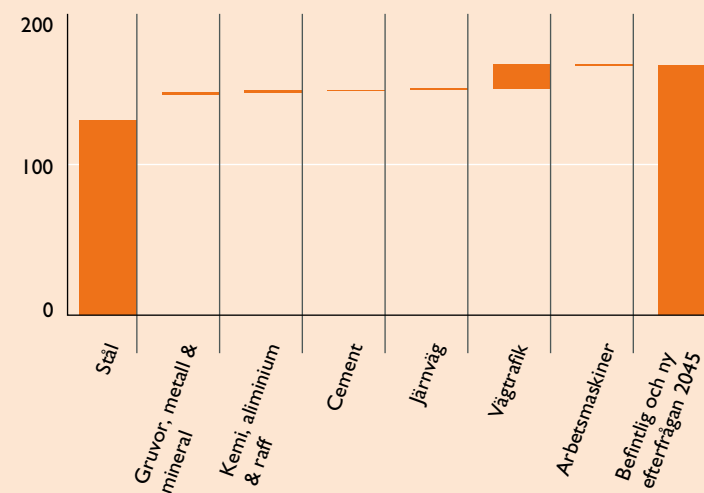
Tidigare, innan datacenter byggdes och elbilar blev populära, var utvecklingen av elförbrukningen i Sverige relativt stabil och förutsägbar. Under de senaste åren har

dock mycket skett under en väldigt kort tid, vilket tillsammans med att lokal produktion från icke-förnybara källor läggs ner – som kolkraftverket i Värtahamnen i Stockholm – har gjort att utvecklingen av elnäten inte har hunnit med. Framöver kommer skiftet till en förnybar energiproduktion från vind, vatten och sol också att ställa nya krav, till exempel på energilagring. Sverige kommer sannolikt även fortsatt att ha ett energioverskott, men det finns risk för att effektproblematik uppstår under vissa dagar eller timmar när elförbrukningen är hög, men det är mörkt och vindstilla ute.

Flexibel laddning och smarta system för att undvika effektunderskott

I en sammanställning som Sweco och Svenskt Näringsliv har gjort av hur mycket el som skulle krävas om samtliga elektrifieringsåtgärder som beskrivs i färdplanerna för ett fossilfritt Sverige genomförs estimerades det att transportbranschens behov av el skulle öka med 17-17,5 TWh (flyg och sjöfart inte medräknat) till 2045. Det innebär att transportbranschen ensam skulle stå för en 13-procentig ökning av elanvändningen jämfört med 2016 års nivå.

Diagram 38. Ökat elbehov i TWh om samtliga elektrifieringsåtgärder i färdplaner för Fossilfritt Sverige genomförs
Källa: Sweco



Tre nivåer av elnät

- **Transmissionsnätet** består av 15 000 kilometer högspänningsledning (220-400 kV) och administreras av Svenska kraftnät.
- **Regionala nät** har en spänning på 130 kV ner till 20 kV. Elintensiva industrier får ofta sin el direkt från regionnäten. Tre elnätsföretag, E.ON, Vattenfall och Fortum, äger större delen av regionnäten och är kunder till Svenska kraftnät.
- **Lokala elnät** tar vid efter regionnäten och försör mindre industrier, hushåll och andra slutkunder med el.

Destination: Elektrifiering

Sverige producerar redan mer el än vad som förbrukas över året och kommer att fortsätta göra det. Det mesta talar därför för att ökningen av elförbrukning i sig inte kommer att innebära några större hinder för att transportsektorn ska kunna elektrifieras, givet att elnätet fortsätter att utvecklas. Däremot behöver effektuttaget bli mer flexibelt för att undvika att för stora effekttoppar leder till effektunderskott. Konkret innebär det att en elbilsägare laddar sin bil under natten istället för efter jobbet när elförbrukningen är som störst – gärna genom ett smart system som känner av när laddningen bör ske.

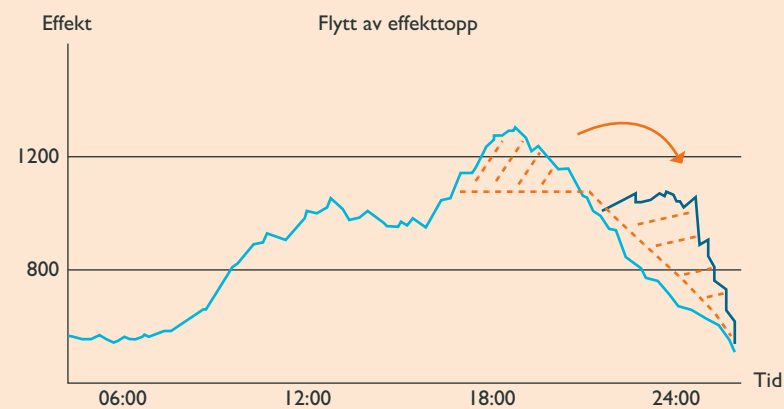
I teorin skulle batterier i elfordon även kunna fungera som energilagring och mata in el i näten vid behov.

Elvägar en svårare nöt att knäcka

Trafikverket konstaterar i den nationella färdplanen för elvägar för 2018-2022 att en djupare analys av hur elvägar ska försörjas med el behövs. Då många tunga transporter och bussar kör under tider på dygnet då industrins elförbrukning är hög kommer elvägar sannolikt att innebära en utmaning för de befintliga elnäten.

Diagram 39: Flexibel elanvändning för att jämma ut effektuttaget

Illustration över en nätstation i ett typiskt bostadsområde och hur effekttoppen skulle kunna flyttas. Ellevio och Vattenfall genomför under 2020 en kartläggning av kunders förmåga till elflexibilitet i Stockholmsområdet. Källa: Vattenfall och Ellevio



Intervju: Magnus Danielsson

Svenska kraftnät

Flexibel elanvändning med smart laddning och energilager är viktiga pusselbitar för att säkerställa att elektrifieringen av transportsektorn går smidigt.

Magnus Danielsson arbetar med strategiska nätutvecklingsfrågor på Svenska kraftnät och är medförfattare till Systemutvecklingsplanen 2020-2029. Svenska kraftnät publicerar en systemutvecklingsplan vartannat år med syftet att ge en aktuell bild av vårt kraftsystem som just nu genomgår snabba förändringar, samt att beskriva den tioåriga nätinvesteringsplanen som innehåller kommande investeringar och utbyggnader för det svenska transmissionsnätet. När den senaste planen presenterades i januari 2020 hade Magnus Danielsson ett viktigt medskick: planer för elförsörjning måste in tidigt i den långsiktiga samhällsplaneringen. Det tar tid att göra förändringar i kraftsystemet, vilket ställer stora krav på planering och samarbete mellan olika aktörer – till exempel vid stora skiften som en elektrifiering av transportsektorn.

Under de senaste åren har det skett stora och snabba förändringar i efterfrågan på el, vilket har gjort att det har uppstått ett behov av en ökad nätkapacitet och lokal elproduktion för att täcka upp i de regionala och lokala elnäten under de högsta förbrukningsperioderna. ”Det är brist på kapacitet i storstadsregionerna som media skriver – men det är för att det har gått väldigt fort

från ett läge där det har funnits kapacitet”, förklarar Magnus. ”Vårt uppdrag är att utveckla systemet kostnadseffektivt, då kan vi inte bygga ledningar utan att det finns ett uttalat behov. För tio år sedan såg vi inte att det skulle etableras datacenter i Sverige, men det är den framförhållningen som skulle behövas eftersom det idag tar 10 till 12 år att bygga nya ledningar.” I den senaste systemutvecklingsplanen ligger reinvesteringar på cirka 20 miljarder kronor för att hantera nät som är i behov av förnyelse, samt utbyggnader för 30 miljarder kronor.

Hur förberett är elnätet för en elektrifiering av den svenska transportsektorn? Att energiförbrukningen kommer att öka är i sig inte ett stort problem, menar Magnus. ”Vi har ett energiöverskott i Sverige och med planerna på utökad vindkraft kommer det att fortsätta vara stora överskott. Den utmaning vi ser är fördelningen av energiförbrukning över tid, det vi kallar effekt. En kall vinterdag när det inte blåser kanske du inte kan ladda din eldrivna transport direkt från elnätet – det är ett bekymmer som behöver lösas. Vi kan ha ett jättestort energiöverskott på årsbasis, samtidigt som vi har effektproblematik vissa dagar eller vissa timmar.”



Om Svenska kraftnät

Svenska kraftnät är ett statligt affärsverk med ansvar för att elöverföringssystemet är säkert, miljöanpassat och kostnadseffektivt – idag och i framtiden. Svenska kraftnät förvaltar transmissionsnätet (tidigare kallat stamnätet) och är ytterst systemansvarigt för hela Sveriges elsystem.

Destination: Elektrifiering

I takt med att elanvändningen ökar kommer den också att behöva bli mer flexibel. Det är inte samhällsekonomiskt lönsamt att bygga ut kapaciteten för extrema effekttoppar om elanvändningen under andra tider är relativt låg. ”När man utvärderar sitt beroende av el kan man behöva titta på vilka delar som kan vara flexibla. Kan jag ladda elbilen vid andra tidpunkter? Kan jag ha ett lager hemma på något sätt med ett större batteri som kan användas för att jämma ut de här timmarna? En vanlig hushållskund med en elbil bör kunna ladda bilen på natten istället för klockan 17 – då elen ändå kommer att vara som dyrast. Med intelligent laddning kommer detta att ske med automatik.”

Det finns tydliga mönster i dygnsvariationen av effektuttaget. På morgonen finns en topp då industrier och kontor drar igång sin verksamhet. Den andra toppen infaller under tidig kväll då människor kommer hem från jobbet och lagar

middag. En utmaning som skulle kunna uppstå gällande elvägar är att om elbussar skulle laddas via dem kommer många pendelbussar att köra just under dessa tidpunkter. ”Det skulle kunna uppstå problem gällande elvägar om det är mycket tung trafik som inte kan laddas stationärt utan behöver matas kontinuerligt när fordonen kör. Eller att det blir väldigt många fordon som behöver laddas samtidigt. Det måste man jämma ut på ett smart sätt, vilket kommer att bli en utmaning.”

Ju tidigare det finns beräkningar av hur det totala elbehovet från transportsektorn kommer att öka, under vilka tidpunkter elen behövs och var i landet elen ska matas ut, desto smidigare kommer elektrifieringen av transportsektorn att gå. Det är i första hand en dialog med lokala och regionala nät – men också något Svenska kraftnät behöver ta med som en del i prognostiseringen av hur framtidens behovsbild kommer att se ut. ”Om man vill ha en storskalig elektrifiering av transport-

sektorn måste det här förmedlas till de regionala nätägarna. Men vi vill gärna vara med i den diskussionen. Om vi vet hur det principiellt ska se ut fem till tio år innan förändringen sker blir det lättare att planera för den.”

Batterier i fordon skulle också kunna fungera som ett energilag. Svenska kraftnät driver redan idag något de kallar stödtjänster, som förenklat är marknadsplatser där det på sikt skulle gå att sälja el från elfordonsbatterier till elsystemet. Magnus Danielsson förklarar: ”I praktiken behöver det finnas aggregatorer. Men om du har ett företag med 10 000 bilar och lägger ihop dem blir det på nationell nivå en resurs du på sikt kan tjäna pengar på. Här behöver marknadskrafterna och vi tillsammans hitta ett sätt att få det att fungera”.

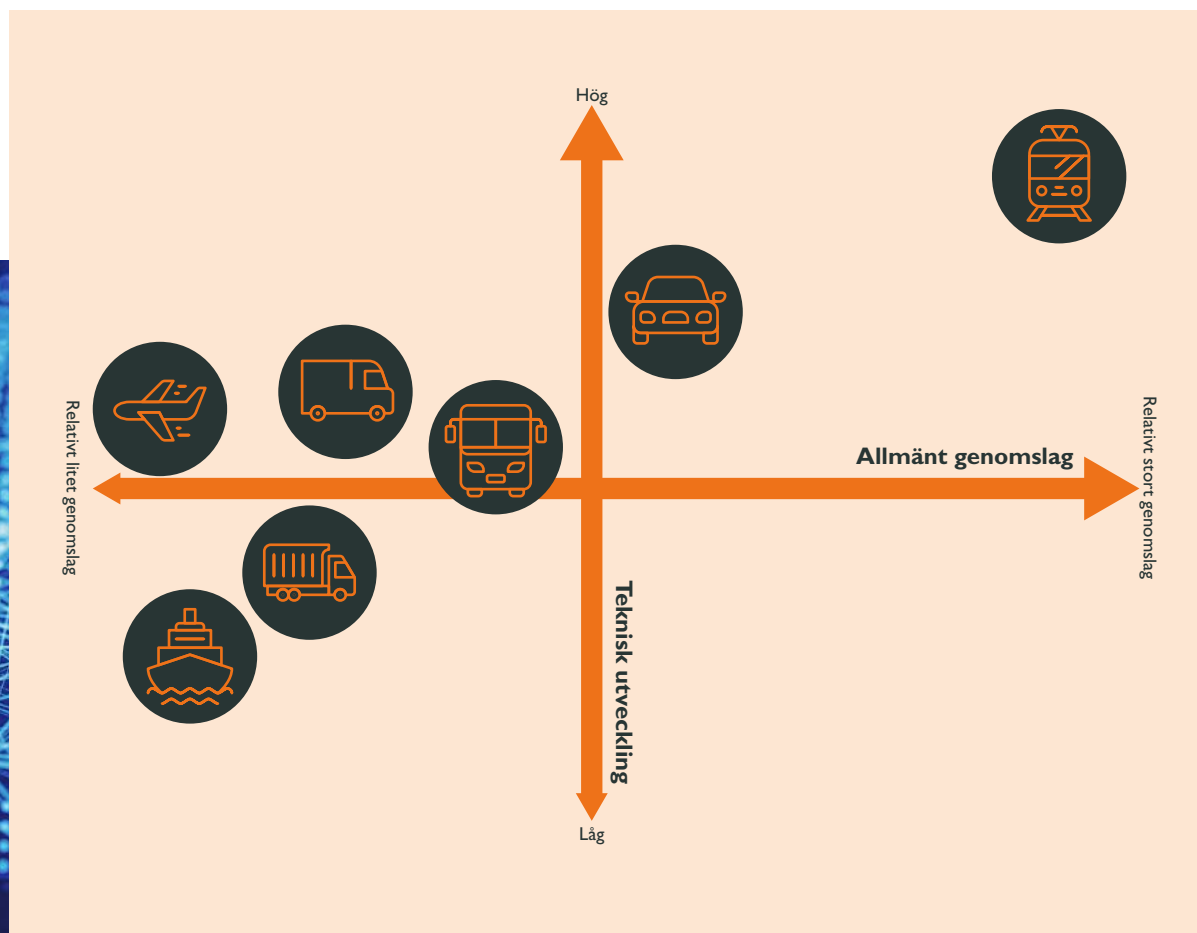


Schematisk bild – översikt av elektrifiering per transportslag



Schematisk bild av elektrifieringen – beskrivning

Hur långt de tekniska lösningarna för elektrifiering har kommit och hur stort genomslag de har fått handlar framförallt om tre faktorer: storlek på fordon, färdlängd och grad av fördefinierad rutt. Vad gäller större fordon är sannolikheten att de ska kunna elektrifieras högre om de färdas kortare sträckor eller längs fördefinierade ruttor, gärna under bestämda tider då laddningen kan planeras på ett bra sätt. Illustrationen till höger är en förenkling: de flesta fordonstyper innehåller flera olika typer av fordon där de tre faktorerna varierar sinsemellan.



Vad händer om transportsektorn elektrifieras?

En elektrifierad transportbransch leder till minskade koldioxidutsläpp, men också till en en förbättrad stads- och arbetsmiljö.

Att batteriteknologin kommer att utvecklas så pass snabbt att även de tyngsta transportslagen kan gå över till eldrift inom ett decennium är inte realistiskt, men en stor del av Sveriges fordonsflotta skulle kunna elektrifieras redan med dagens teknik så länge infrastrukturen för laddning byggs ut parallellt – framförallt för personbilar, lättare lastbilar, stadstrafikbussar och pendelfartyg. Inom några år kommer även inrikesflyg, distributionslastbilar och andra fordon avsedda för stadstransporter att kunna gå över till eldrift i en mycket högre utsträckning. Givet att utvecklingen av batteriteknologin fortsätter – vilket mycket pekar på då stora investeringar görs i forskning och utveckling – kan allt större fordon elektrifieras på längre sikt. Det skulle innebära en rad positiva konsekvenser.

En fossilfri transportsektor och en bättre stadsmiljö

Givet att de elektrifierade transporterna laddas med fossilfri el kan koldioxidutsläppen elimineras helt med en eldriven fordonsflotta. Även i de fall elen inte är producerad med förnybara källor försvinner de lokala

utsläppen med eldrift, vilket i sig är en positiv utveckling för stadsmiljön och människors hälsa.

Billigare drift

El är långt billigare än bensin och diesel per körd mil och underhållskostnaderna minskar också för eldrivna transporter. I och med att elpriserna sannolikt kommer att variera i större utsträckning över dygnets timmar för att uppmuntra ett jämnare effektuttag finns också möjlighet att spara pengar genom att implementera flexibla och smarta lösningar för laddning och lagring av el.

Fler transporter

Mindre utsläpp och billigare drift kommer att leda till fler transporter. Det gäller alla typer av transporter. Anledningen är enkel – ju billigare det är att transportera människor och gods, desto större blir efterfrågan. De som arbetar med elektrifierade flyg pratar om ”flygande bussar”, vilket är en bra illustration av hur synen på transporter kommer att förändras.

En glimt av framtiden

Elektrifieringen av fordon kommer att medföra en uppsjö av mindre, men ändå avsevärda, förändringar av hur fordonen kan användas. Detta i sin tur kommer att påverka transportnäringen. Att gå igenom alla dessa förändringar i detalj blir spekulativt, då det ligger så pass långt in i framtiden, men nedan lyfts två exempel för att illustrera några konsekvenser som ligger nära i tiden.

Mindre buller

Tystare fordon innebär att trafik nattetid i stads-kärnor och andra tätbefolkade områden möjliggörs. Det kommer i sin tur att innebära en efterfrågan på leveranser på andra tider än dagtid (det är dessutom troligt att samma regler som idag styr dagtidsliveranser omarbetas för att styra leveranser till nattetid).

Av- och pålastning inomhus

Utsläppsfria transporter ger en mer hälsosam arbetsmiljö och möjlighet att lasta av och på inne i byggnader, vilket i sin tur kräver anpassning av både arbetssätt och byggnader.

Elektrifiering och automatisering

Elektrifiering och automatisering går hand i hand.

Elektrifieringen och automatiseringen är två parallella teknikutvecklingar. Än så länge har de i ganska hög uträkning utvecklats var för sig, men så kommer det inte att fortsätta framöver. Tvärtom börjar de mer och mer gå in i varandra, och det blir alltmer uppenbart att den ena förutsätter den andra.

Elektrifiering är en förutsättning för digitalisering och automatisering

Automatiserade fordon har oerhört mycket att vinna på elektrifieringen. Elektrifierade fordon är mindre benägna att gå sönder (färre rörliga delar) och laddas istället för att tankas. Allt detta är tydligt positivt för ett automatiserat fordon. Till och med så pass att det i stort sett är en förutsättning för automatiseringen.

Automatisering är en förutsättning för elektrifieringens fulla potential

Det kortsiktiga argumentet för att automatisering krävs för elektrifiering är att elektrifierade fordon behöver

laddas och att laddningen tar tid. Detta gäller särskilt tyngre fordon då laddningen av batteripacket kan ta åtskilliga timmar. Då är det en stor fördel om dessa fordon inte framförs av en mänsklig förare – vad ska föraren göra under tiden fordonet laddas? Ett automatiserat fordon har inte det problemet och givet att laddningarna planeras klokt innebär de ingen extra kostnad.

Det mer långsiktiga argumentet för automatisering är att automatisering krävs för att möta den ökade efterfrågan på transporter som elektrifieringen kommer att driva fram. För att varje fordon ska kunna utnyttjas maximalt krävs att fordonen frikopplas från mänskliga förare. Detta löses genom automatisering. Senare i rapporten kommer begreppet ”mobility as a service” (MaaS) att studeras mer noggrant, men enkelt kan det i fallet persontransporter beskrivas som en automatiserad taxi-service. På lång sikt är det dit utvecklingen tycks föra oss, inte minst på grund av de potentiellt stora kostnadsfördelarna med att organisera transporter på det sättet snarare än genom privat ägande av fordon. Och för att nå dit är automatiseringen fundamental.





Automatisering och digitalisering

Ett första ögonkast

I framtiden kommer alla transporter att skötas av förarlösa fordon. Om detta verkar alla experter eniga och det är också den logiska ändhållplatsen för automatisering och digitalisering. Det finns många skäl till det – bland annat är förarlösa fordon billigare i drift och de är säkrare. Så slutdestinationen är inte så mycket att diskutera – det är däremot resan dit.

Varför digitalisering och automatisering?

Det finns två primära skäl till att automatisera fordonsslottan; det kan spara pengar och det kan öka säkerheten. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) uppger att 94 procent av alla allvarliga vägolyckor i USA sker på grund av den mänskliga faktorn. Kombinerar denna information med WHO:s statistik om att mer än en miljon människor världen om förölyckas i trafiken varje år blir det snabbt uppenbart att automatiserade fordon skulle kunna innebära en dramatiskt förbättrad situation. Ökad säkerhet skulle i sig leda till enorma besparingar. Dagens olyckor medför enorma kostnader, både direkt (i form av fysiska och materiella skador) och indirekt

(på grund av förlorade arbetsinkomster m.m.). Utöver det står personalkostnaden för en hög andel av den totala kostnaden för många transportslag. Exempelvis har UBS presenterat en studie som visade att om flygbolagen gick över till att bara ha en pilot per plan så skulle den årliga besparingen uppgå till 150 miljarder. Sedan ska framhållas att de stora effektiviseringarna inte beror på en minskning av den mänskliga inblandningen utan på hur pass mycket mer effektivt automatiserade fordon kan utföra sina uppgifter.



Kort om begreppen digitalisering och automatisering

Digitalisering och automatisering är inte samma sak. Däremot är digitalisering en förutsättning för mer avancerad automatisering. I det här kapitlet kommer begreppet automatisering att användas mer frekvent än digitalisering, vilket på intet sätt innebär att digitalisering är oviktig. Snarare är det så att det verkligt nya som kommer är automatiserade fordon. Dessa kommer att vara digitaliserade, men detta kommer inte att skrivas ut varje gång.

Automatiseringen har pågått länge

När det gäller digitalisering och automatisering är det svårt att inte fokusera på det utopiska slutmålet, men faktum är att både automatisering och digitalisering har pågått allt sedan de första fordonen uppfanns.

Utmaningen med att inte se slutmålet

En stor utmaning när automatisering och digitalisering diskuteras är att det är väldigt lätt att se slutmålet framför sig. Faktiskt så lätt att när blicken vänds mot dagens situation uppstår lätt en känsla av besvikelse. Men faktum är att digitalisering och automatisering inte enbart består i självkörande fordon, utan en utveckling som pågår hela tiden, och har gjort så sedan det första fordonet tillverkades.

Ett mycket tidigt exempel är autopilot-funktionen inom flygindustrin, som uppfanns redan 1912. Andra exempel är farthållare på 1960-talet och ABS-bromsar som kom på 1970-talet. Det alla dessa uppfinningar har gemensamt är att de underlättar för föraren och därmed höjer

säkerheten. De är också innovationer som innebär små, inkrementella förbättringar, vilket gör att de inte fångar fantasin på samma sätt som ett förarlöst fordon. Idag är det inte ovanligt med bilar som berättar hur nära du är saker i omgivningen, som varnar om du kör för fort, är på väg över i en annan fil eller kan parkera själva.

Samma sak gäller digitaliseringen. Fordon som en gång var alltigenom mekaniska har gått till att redan idag mer eller mindre vara datorer som kan röra sig. Det är en förändring som på många sätt har smugit sig på, så pass sakta och omärkligt att vi knappt ens noterat det. Så lär det fortsätta. Automatiseringen kommer, men den kommer inte att göra det med en stor smäll och plötsligt vara här utan med små, många gånger oansenliga, steg.



Farthållare – 1940-tal



ABS-bromsar – Tidigt 1970-tal



Airbags – Slutet av 1980-talet

Nedslag i automatiseringens historia

1945

Ingenjören Ralph Teetor får patent för den första moderna cruise-funktionen.

1960

Storbritanniens Transport and Road Research Laboratory testar en självkörande bil som med hjälp av magneter kör 130 km/h.

1970

ABS-bromsar dyker upp i personbilar på bred front.

1987

Grundtekniken till dagens självkörande bilar lanseras av Ernst Dickmanns. Tekniken gör att bilar med hjälp av kameror och sensorer kan känna av objekt på och omkring vägen.

1980

Vid slutet av 1980-talet börjar Airbags användas i personbilar.



Den tudelade automatiseringen

Automatisering handlar om mer än bara själva fordonet.

När automatisering diskuteras är det lätt att fokusera på själva fordonet – den självkörande bilen (eller lastbilen, flygplanet eller vilket fordon som helst) och det är en mycket stor del av revolutionen. Framförallt är det denna aspekten av automatisering som kommer att påverka privatpersoner mest. Någon gång i framtiden kommer privatpersoner inte längre att behöva framföra sina egna fordon utan kommer att kunna luta sig tillbaka och ta det lugnt när de åker någonstans.

Men för att fordonen ska kunna rulla automatiskt krävs en annan revolution och det är en som inte syns. Digitalisering är ett begrepp som kan appliceras vitt och brett. I det här fallet handlar det om att bygga upp en digital infrastruktur som dels får fordonen att fungera i sig själva och som dels får fordonen att fungera i relation till varandra och

samhället. Det är här de verkligt stora vinsterna för logistikföretagen kommer att uppstå. Ett enkelt sätt att illustrera det är att räkna upp ett antal fördelar automatiseringen kommer att medföra för logistikföretagen. Automatisering kommer att:

- Minska antalet fel som begås
- Ge företagen en mycket mer detaljerad kontroll över hela logistikkedjan
- Ge bättre data som kan översättas till mer exakt information om när leveransen kommer och vad den kommer att kosta

Inget av ovan är sådant som kommer att synas för allmänheten, men det kommer i de allra flesta fall att vara värt långt mycket mer än att fordonen styr sig själva.



Automatiseringen sker stegvis

Självkörande fordon är ett samlingsbegrepp som gömmer det faktum att situationen ser väldigt olika ut för olika typer av fordon. Det gäller såväl i bemärkelsen hur långt utvecklingen har kommit och hur snabbt den kan förväntas gå som vilka typer av utmaningar som står i utvecklingens väg. För några år sedan låg all medial fokus på personbilar, men sedan en tid tillbaka har fokus flyttats mer till lastbilar. I resten av kapitlet kommer automatiseringsprocessen att analysera mer ingående, bland annat genom utblickar mot de olika fordonslagen.

Automatiseringen sker i olika nivåer som illustreras i ”automatiseringsstrappan” här nedan. Ska dagens situation sammanfattas kan sägas att automatisering i bemärkelsen nivå 1 är här och har varit det ett tag. Även nivå 2 finns brett tillgänglig. Nivå 3 till 5 existerar på olika försöksnivåer, där nivå 5 är den som är längst ifrån att lämna teststadiet.

En övergripande spaning är att personbilsutvecklingen fokuserar mycket på nivå 5, då helautomatisering på person-

bilsfronten utgör en verkligt spännande utveckling för många människor. Dock är nivå 5 komplex och kommer att ta lång tid att lyckas med. För lastbilar ligger fokus framförallt på nivå 3 och på nivå 4. Eftersom dessa nivåer är lättare att uppnå ligger automatiserade lastbilar närmare i tiden. Att fokus ser olika ut beror på att fordonen används väldigt olika och att många lastbilar kör mycket i miljöer som är enklare och därmed kan hanteras av nivå 3 eller nivå 4.

Om automatiseringsnivåerna

SAE International är ett internationellt standardiseringsinstitut som tagit fram ett klassificeringssystem i sex nivåer för automatisering av fordon. Sedan det lanserades 2014 har det blivit standard inom fordonsindustrin för att beskriva vad som egentligen menas med automatisering.

Automatiseringens steg (SAE-nivåer)

0. Ingen automatisering

Föraren får ingen hjälp av fordonet i framförandet. Däremot kan fordonet erbjuda varningar.

1. Förarassistans

Fordonet hjälper till med manövrering, exempelvis håller hastigheten, men låter föraren styra.

2. Partiell automatisering

Fordonet tar över delar av manövreringen, men människan måste sköta resten och vara beredd att omedelbart ta kontroll även över det fordonet sköter själv.

3. Villkorad automatisering

Personen i förarsätet kan helt överlåta körningen till fordonet: fordonet kör själv på vissa sorters sträckor, som ”landsväg med filmarkering” eller ”kötrafik under 50 km/h”.

4. Högautomatisering

Personen i förarsätet kan helt överlåta körningen till fordonet: fordonet kör en hel resa från start till mål, men förutsättningarna måste vara de rätta (till exempel rätt typ av väg, väder med mera).

5. Helautomatisering

Personen i förarsätet kan helt överlåta körningen till bilen. Bilen kan hantera alla typer av resor som en normal förare kan hantera.

Framtidens vägtransporter – lastbilar och personbilar

Lastbilarna visar vägen gällande användbar, enklare automatisering och personbilarna fortsätter att jaga det slutgiltiga målet – full automatisering.

När det gäller automatiserade vägtransporter behöver man hålla fantasin i schack. Automatisering i bemärkelsen nivå 5 (helautomatisering) ligger många år bort, men automatisering i bemärkelsen nivå 3 (villkorad automatisering: fordonet klarar sig på egen hand i vissa specifika miljöer) är i princip redan här. Med det menas att den dag då en lastbil kan köra från stadskärna A till stadskärna B kommer att dröja. Stadstrafiken är helt enkelt för komplex, och har för många osäkerhetsmoment för att en dator i dagsläget ska kunna hantera den på ett bra och säkert sätt. Däremot klarar självkörande lastbilar av att köra på motorvägar, och det är på motorvägar lastbilar tillbringar merparten av sin tid. Det amerikanska bolaget Embark har en lösning på utmaningen med att få ihop helhetsprocessen: en mänsklig förare kör trailern från stadskärnan till en omlastningsplats utanför staden. Där tar en automatiserad dragbil över och kör förarlöst till en annan stad, där proceduren upprepas i omvänd ordning. Embark befinner sig fortfarande i teststadiet men håller på att skala upp verksamheten. Framförallt visar de att även om automatiseringen än så länge har lång väg kvar till nivå 5 finns stora vinster att hämta redan med dagens teknik. Det gäller bara att använda den rätt.

Svenska Einride har ambitioner som liknar Embarks. Grundidén är densamma – full automatisering må vara långt bort, men enklare automatisering fungerar redan nu. Einrides automatiserade lastbilar används idag på flera platser i Sverige. De används på inhägnade områden, men inom dessa områden rör sig även andra fordon och människor. Så Embark är inte ensamma, och framåt lär det dyka upp allt fler exempel på företag som ser potentialen i dagens teknik och hittar sätt att omsätta den i praktiken.

Antagligen är det just det faktum att det är lättare att hitta användningsområden för delvis automatiserade lastbilar som har gjort att fokus på senare år har skiftat till lastbilar. En automatiserad personbil måste helt enkelt kunna hantera långt fler situationer på egen hand jämfört med en lastbil för att vara användbar.

Avslutningsvis ska sägas att automatiseringen ofta lyfts i relation till personbilar, lastbilar och bussar. Där ligger fokus även i denna rapport. Det finns dock en uppsjö av andra vägfordon som kan och kommer att automatiseras – exempelvis sopbilar, plogbilar, renhållningsbilar och traktorer.



Embark. Amerikanskt bolag – automatisering nivå 3



Einride. Svenskt bolag – automatisering nivå 4



TuSimple. Amerikanskt bolag – automatisering nivå 3

Intervju: Adam Nelvin

F.d. public affairs-chef, Einride

Einride är ett svenskt företag som är världsledande vad gäller automatiserade lastbilar, och ett bevis för att automatiseringen redan är här.

Adam Nelvin var tills nyligen PA-chef på Einride*, ett svenskt företag som utvecklar system för eldrivna, automatiserade lastbilar. ”Men”, fyller Adam snabbt på, ”fordonen är bara vårt ena ben. Vår viktigaste tjänst är egentligen en plattform, på vilken kunder kan beställa, planera och utföra transporter.” Det sistnämnda är viktigt för att förstå Einride. Den synliga produkten är en självkörande, eldriven lastbil, men Einride ser inte sig själva som en lastbillverkare. ”Vi är ett mjukvaruföretag”, säger Adam och tar återigen upp plattformen. ”Idén är inte att sälja lastbilar utan transporter. Och plattformen är helt central i den tjänsten – den är gränssnittet mellan maskin och människa”.

Med detta sagt utvecklar faktiskt Einride lastbilar, som i detta nu körs på ett par olika platser i Sverige. Komersiellt rullar en så kallad ”pod” mellan ett lager och en terminal hos DB Schenker i Jönköping. Där går den delvis på allmän väg och samsas med manuellt styrda fordon.

”En sak som skiljer oss från flera konkurrenter är synen på autonomi”, säger Adam. ”Vi går direkt på nivå 4, vilket innebär att fordonen klarar av att agera helt självständigt i vissa miljöer. Med andra ord kan vi ta bort föraren och förarhytten från start, till skillnad från många av våra konkurrenter, som behåller säkerhetsföraren tills vidare. De ser nivå 4 som en utveckling av nivå

3. Det är ett misstag, tror vi. De kommer att få det svårt att ta sig över den puckeln.”

Automatisering är intressant, men det var inte där det började för Einride. ”Einrides ursprungsidé är att elektrifiera lastbilstransporter, av miljöskäl. Poängen med automatiseringen är att underlätta elektrifiering. Fordonen blir mindre och mer flexibla, och det finns ingen förare som måste vänta medan batterierna laddas.”

Adam är övertygad om att det är näringslivet som kommer att bana väg för både elektriska och autonoma fordon. Det offentliga huvudsakliga uppdraget är att se till att hinder i lagstiftning och reglering inte uppstår, och än så länge har man varit duktig på det i Sverige. Den stora utmaningen är i stället kapital. ”Egentligen är utmaningen att få igång produktionen av sådana här fordon i industriell skala. Det är en ganska rejäl investering.” Och möjligtvis finns här ytterligare en uppgift för det offentliga: ”Många aktörer inom transportnäringen är små och att investera i elektrifierade fordon kostar pengar. Där skulle det offentliga kunna hjälpa till med omställningen.”

Och det är just omställningen Adam trycker på: ”Jag tror att det bästa företag i transportsektorn kan göra för att förbereda sig inför framtiden är att åtminstone delvis gå över till elektriska lastbilar.”

”Jag tror att det bästa företag i transportsektorn kan göra för att förbereda sig inför framtiden är att åtminstone delvis gå över till elektriska lastbilar.”



*Mellan genomförandet av intervjun och denna rapport lansering har Adam Nelvin bytt tjänst.

Destination: Automatisering och digitalisering

Framtidens vägtransporter – bussar

Automatiseringen inom bussektorn tar rygg på utvecklingen för övriga vägtransportmedel.

Bussar är inte väsensskilda från varken personbilar eller lastbilar. I grunden finns samma möjligheter och utmaningar med att automatisera bussar som med de andra fordonsslagen. Den stora skillnaden är att många bussar – så som det fungerar idag – går i linjetrafik, vilket innebär att de kör en förbestämd sträcka. Detta underlättar givetvis automatiseringen, även om framförandet av fordonen ofta sker i en jämförelsevis komplex miljö (många gånger stadsmiljö). Det finns många exempel på testverksamhet med automatiserade bussar i andra länder men även från Sverige. Exempelvis lanserades en automatiserad busslinje i Kista redan 2018 på testbasis. Med detta sagt är det långt kvar innan långtgående automatisering av bussar slår igenom. Det är troligt att det dröjer längre än för personbilar och lastbilar, då incitamenten på

många sätt är lägre. För lastbilar kan automatisering på en lägre nivå vara fullt tillräcklig för många av de arbetsuppgifter lastbilar utför. Och marknadspotentialen för automatiserade personbilar är så oerhört stor att detta kommer att driva på utvecklingen. För bussar finns inte riktigt samma incitament och därmed förväntas utvecklingen släpa efter något.

Det riktigt spännande för bussar är om blicken flyttas längre in i framtiden för då börjar gränsen mellan buss och personbil att suddas ut. I en värld av helautomatiserade fordon som hämtar upp människor på begäran, vad är då en buss och vad är en personbil?



Ride the Future, Linköpings kommun och Trafikverket. Den självkörande minibussen körs på Linköpings universitetscampus som en del av ett forskningsprojekt.



Volvo och Nanyang Technological University. Världens första autonoma 12-metersbuss körs idag i Singapore och är utrustad med sensorer och navigeringskontroll där styrningen sker via ett AI-system.



Scania och Nobina kör eldrivet och autonomt i Barkarbystaden. Nobina kör de två elbussarna Scania Citywide LF i Barkarbystaden på en förutbestämd sträcka. I första fasen kan bussen transportera 300 resenärer dagligen.

Automatiseringens vinster

Konvojer

Det som ligger nära till hands på temat automatisering och lastbilar är *konvojer*. Det innebär att lastbilar kör i grupp där ledarbilen bestämmer riktning och hastighet. Detta kan innebära stora bränslebesparingar då de efterföljande fordonen får mindre luftmotstånd. Enligt Scania kan detta minska bränsleförbrukningen med upp till 12 procent.

Att köra lastbilar i konvoj är spännande primärt då det är en typ av automatisering som kan ligga relativt nära i tiden. Tekniken för att låta en människa köra

ledarbilen och automatiserade bilar följa efter finns i princip redan idag.

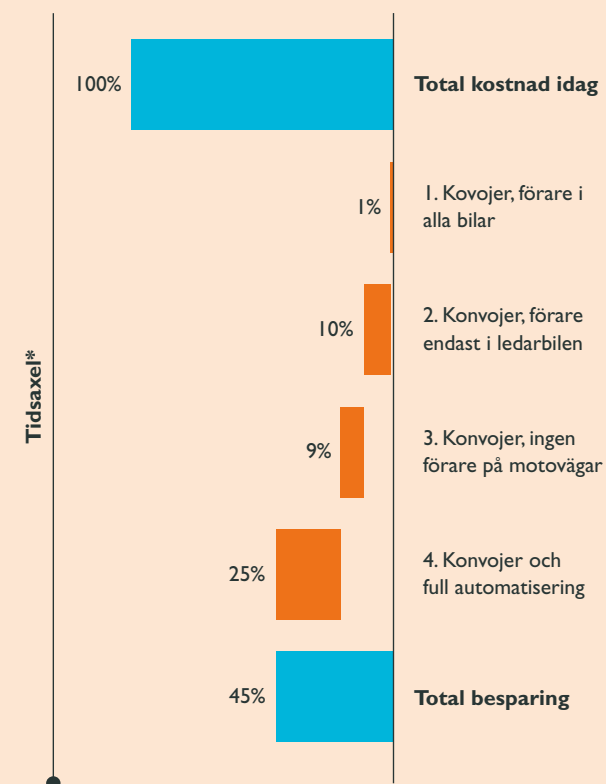
Mycket av det som återstår för en systematisk implementering av konvojer handlar snarast om praktiska förutsättningar och lagstiftning än om tekniken.

Om konvojer inom en relativt snar framtid börjar användas på motorvägar och liknande kan det utöver ekonomiska besparingar vara värdefullt som symbol – fungerande automation i trafik som inte utgör testverksamhet. Detta kan i sin tur öka acceptansen för autonoma fordon och skynda på utvecklingen.



Kostnadsminskning i olika automatiseringssteg för lastbilstransporter

Källa: McKinsey



Det är uppenbart att det finns mycket att vinna på automatiserade transporter. Det handlar om bränsleförbrukning, optimerade scheman och personalkostnader. McKinsey har kvantifierat hur stora besparingar lastbilslogistiken kan göra när olika steg av automatiseringen introduceras.



* McKinsey har i sin modell tidsatt vilka är de olika stegen kommer att slå igenom, men i denna rapport har årtalen tagits bort, då rapportförfattarna inte delar McKinseys (optimistiska) syn på tidsaspekten. Däremot ser rapportförfattarna ingen anledning att ifrågasätta beräkningarna för besparingarna.

Intervju: Jakob Axelsson

Forskare, RISE

Branschen mobiliserar för en framtid med bränslebesparande konvojkörning.

Jakob Axelsson är forskare inom datavetenskap och delar sin tid mellan Mälardalens högskola och RISE. Han har tidigare arbetat i många år med både automatiserings- och elektrifieringsfrågor på Volvo och har precis avslutat ett större forskningsprojekt om lastbilskonvojer. I projektet deltog – förutom RISE – Scania, Volvo, Schenker, Trafikverket och KTH. Syftet var att studera konvojer ur en rad olika perspektiv – vad som är tekniskt möjligt men även hur det skulle kunna fungera i praktiken.

”Konvojkörning som idé har funnits sedan 70-talet, men då var personbilar i fokus och tanken var att snabba på persontransporterna genom att minska trafikstockningar. Sedan dess har fokus skiftat till lastbilar och minskad bränsleförbrukning.”

Den minskade bränsleförbrukningen i konvojer beror på reducerat luftmotstånd för de bilar som kör efter ledarbilen. Dock påpekar Jakob Axelsson att även ledarbilen minskar sitt luftmotstånd något till följd av att virvlar bakom bilen bryts. Att ge en exakt siffra på hur mycket bränsleförbrukningen sjunker till följd av konvojkörning är svårt då det beror på flera faktorer; placering i konvojen, antalet fordon, hur tätt fordonen ligger och vilken hastighet konvojen kan hålla. Utmaningarna med konvojer är dock i lika hög grad ekonomiska som tekniska.

”Rent tekniskt är det inga stora frågetecken att reda ut kring konvojkörning. Tekniken finns. En viktig komponent är att fordonen behöver kunna kommunicera för att hålla rätt avstånd till varandra, eftersom de behöver ligga så tätt att de i avsaknad av kommunikation inte skulle hinna reagera följsamt vid hastiga inbromsningar.”

Utmaningen är att få detta att fungera i praktiken, eller mer precist, att få ekonomin att gå ihop. Att köra i konvoj sparar bränsle och därmed pengar – men hur länge kan det i ekonomisk mening motiveras att lastbilar ”väntar” på att hitta andra lastbilar att köra i konvoj med?

”Några minuter”, svarar Jakob Axelsson. ”Sedan är det inte värt det. Samtidigt ska man ha med sig att det gäller Sverige, som trots allt är rätt glest vad gäller lastbilar. Situationen ser antagligen annorlunda ut nere i Tyskland och Nederländerna, vilket gör att de kanske kan gå i tåten vad gäller teknikutvecklingen. Då blir tekniken i sin tur billigare och därmed mer realistisk att börja använda även i Sverige.”

Ett delsyfte med forskningsprojektet för alla involverade parter var att undersöka om det gick att samarbeta för att utveckla både standarder gällande konvojer och system för hur konvojerna ska organiseras. Lösningen verkar i nuläget vara att lastbilstillverkarna tar på sig ansvaret. Jakob Axelsson påpekar att detta inte nödvändigtvis innebär att tillverkarna



driftar systemet, men att de tar ansvar för att utveckla det. Han menar att det egentligen är naturligt. Det finns bara en handfull lastbilstillverkare i Europa och de har lång erfarenhet av att samarbeta. Ett sådant system måste hantera allt från hur chaufförer ska hitta andra att köra i konvoj med till hur ersättning ska utgå till den som kör först i konvojen (och därmed inte gör alls samma bränslebesparingar som efterföljande bilar).

”Vår slutsats är att lastbilskonvojer i Sverige är på gränsen till lönsamma givet att varje bil har en förare. Om däremot bara ledarbilen har en mänsklig förare, då ser situationen annorlunda ut.”

Ungefärlig tidsplan

Att sia om hur fort den automatiserande revolutionen ska gå är så pass svårt att det går att ifrågasätta om det finns någon poäng med att försöka. Om så ändå görs är det tydligt att det kommer att ta årtionden innan tekniken slår igenom på bred front.

Det finns tre aspekter av automatisering värda att prognostisera: när tekniken finns tillgänglig, hur stor andel av den totala fordonsflottan som utgörs av automatiserade fordon och hur stor andel av det totala antalet resor som görs med automatiserade fordon. Det är viktigt att fundera över alla tre parametrarna eftersom det faktum att en viss teknik existerar inte är synonymt med att den används.

Värt att fundera över är även vitsen med att alls prognostisera. Under senare år har otaliga prognoser lanserats som sedan visat sig vara för optimistiska. Ett stort antal biltillverkare har satt upp ambitiösa mål som de sedan tvingats backa från. Med detta sagt kan det ändå finnas en poäng med att ha en uppfattning om hur fort utvecklingen kan komma att gå. Ska framtiden diskuteras är det bättre att

det görs baserat på så mycket fakta som möjligt. Det viktiga att komma ihåg är att alla tidsangivelser bör tas emot med en stor dos försiktighet.

Tabell 11. Uppskattning av när helautomatisering (nivå 5) kommer

Utvecklingssteg	Decennium	Andel av nyförsäljningen	Andel av den totala flottan	Andel av resor
1. Utveckling och testning	2020	0%	0%	0%
2. Tillgängligt med stor prispromie	2030	2-5%	1-2%	1-4%
3. Tillgängligt med medelstor prispromie	2040	20-40%	10-20%	10-30%
4. Tillgängligt med liten prispromie	2050	40-60%	20-40%	30-50%
5. Automatisering är standard och står för nästan all nyförsäljning	2060	80%-100%	40-60%	50-80%

Framtidens flyg och tåg

Flyg

Flyget kan vara det fordonsslag som har kommit längst i automatiseringsresan. Redan idag sköts mycket av flygandet av planet självt och pilotens uppgift är att hoppa in om något oväntat sker. Teknik som skulle göra piloten helt obsolet finns tillgänglig enligt Airbus, men företaget tror inte att tekniken kommer att användas på bred front på många år. Detta beror inte på den, utan på människan. Alltför många är helt enkelt ovilliga att sätta sig i ett flygplan som saknar mänsklig pilot.

Ett annat hinder för automatiseringen som påtalas är utmaningar vad gäller att försäkra automatiserade flygplan. Att investera i flygplan är otroligt kostsamt och flygbolag betalar mycket för att få planen försäkrade. De få gånger olyckan är framme kostar självriskan ytterligare en betydande summa. I teorin bör förarlösa flygplan ha en lägre premie på grund av att de flest flygolyckor orsakas av den mänskliga faktorn, men så är inte fallet. Förarlösa flygplan skapar nya typer av osäkerhetsfaktorer, vilket gör att premien riskerar att bli betydligt högre. Därför saknas incitament för flygbolagen att rulla ut fler förarlösa plan.

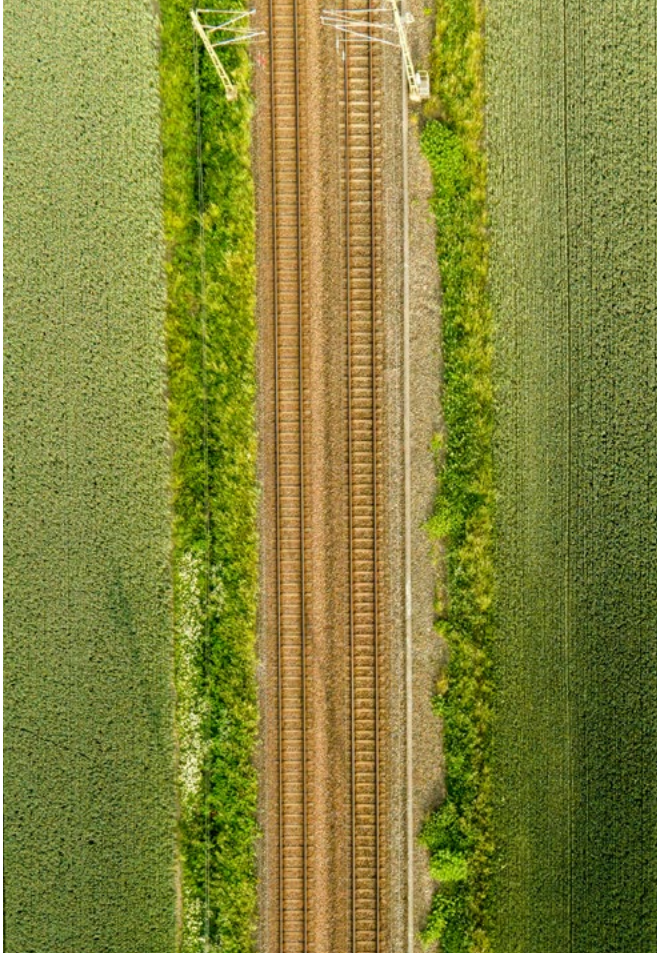
Även andra hinder står i vägen för de förarlösa flygplanen. Kontentan är oftast att de måste kunna garantera samma, om inte bättre, säkerhet. Förarlösa flygplan styrs av hur de är programmerade, och programmering och automatisering fungerar fortfarande inte helt perfekt. På samma sätt som en mänsklig pilot kan göra misstag kan även autopiloten göra det. I dagsläget finns en försäkring om de automatiserade delarna inte fungerar som de ska – piloten. Inte förrän flygbolag och tillverkare kan garantera att passagerarsäkerheten är minst lika bra som idag kommer förarlösa flygplan att slå igenom ordentligt.

Tåg

Automatiserad tunnelbana har funnits sedan 1981, då den första öppnade i japanska Kobe. I nuläget finns 64 automatiserade tunnelbanelinjer runt om i världen enligt International Association of Public Transport, och antalet förväntas växa kraftigt under de kommande åren. Bland annat ska vissa stationer i Paris tunnelbanesystem byggas om för att skapa förutsättningar för förarlösa tåg till 2022.

Därutöver finns sedan 2019 världens första helautomatiska järnvägsnätverk för gruvindustrin i Australien. Trots att utbyggnaden blev mer kostsam än beräknat förväntas investeringen kunna räknas hem snabbt genom lägre driftskostnader, kortare transporttider och färre förseningar än tidigare. Under 2019 testkörde dessutom SNCF, Frankrikes nationella tågbolag, fjärrstyrda tåg för att kunna lansera förarlösa gods- och persontransporttåg till 2022. Argumenten för att automatisera tåg för persontransporter är desamma som i Australiens gruvindustri; lägre driftskostnader, kortare resvägar och utökade möjligheter att hålla tidtabellen.

Det pågår alltså mycket arbete för att automatisera tåg, vilket också behövs om tåg ska fortsätta att vara ett konkurrenskraftigt alternativ för framförallt godstransporter. Statens väg- och transportforskningsinstitut menar att vägtransporterna under de senaste 20 åren har ökat sin produktivitet med 50 procent, men att järnvägstransporterna under samma tid har ökat sin produktivitet med bara 3 procent.



Ökad produktivitet under de senaste 20 åren

Källa: Statens väg- och transportforskningsinstitut

Järnvägstransporter

3 %

50 %

Vägtransporter

Framtidens fartyg och hamnar

Hamnar

Alla större hamnar är redan idag automatiserade i någon utsträckning. Framförallt tar sig automatiseringen två uttryck:

- **Maskiner.** Att minska behovet av mankraft har varit prioriterat i hamnarna i decennier och därför används maskiner och robotar av olika slag. Det handlar i hög uträkning om att flytta containrar från punkt A till punkt B.
- **Logistik.** En hamn är i utgångsläget på många sätt en logistisk mardröm. Tiotusentals containrar samlade på samma plats, som ska till olika ställen vid olika tidpunkter. Här gör automatiseringen underverk, både i stort och smått. Det handlar om att hålla koll på vilka fartyg som ankommer, vilka containrar som ska vart och hur containrarna smartast ska staplas.

För- och nackdelarna med automatisering skiljer sig inte nämnvärt åt mellan hamnar och fordon. De stora hindren är att det krävs enorma investeringar för att automatisera en hamn, och därtill är det dyrare att underhålla en automatiserad hamn, än en mindre automatiserad sådan. Fördelarna med att automatisera är dock uppenbara; McKinsey uppskattar att en automatiserad hamn kan öka produktiviteten med mellan 10 och 35 procent, och att kostnaderna för att driva hamnen kan minska med mellan 25 och 55 procent.

Fartyg

I februari 2020 bröts ny mark vad gäller automatiserade fartyg. Kongsberg Maritime genomförde då den första automatiserade färjefärden i reguljärtrafik utanför Oslo. Färjan är ännu inte fullt automatiserad – om färjan av någon anledning skulle hamna på kollisionskurs med ett annat fartyg måste kaptenen rycka in.

Runt om i världen finns olika projekt som syftar till att utveckla automatiserade fartyg. Ett högprofilerat sådant är Yaras fartyg Birkeland, som förutom att vara helt autonomt även ska vara helt klimatneutralt. Fartyget förväntas sjösättas under 2021. Och där någonstans tycks utvecklingen generellt befinna sig. Automatiserade fartyg är precis på gränsen till att lansera testverksamhet. Det i sin tur betyder att faktisk, funktionell drift i stor skala är långt borta.

Att fartyg inte ligger i framkant vad gäller automatisering är inte särskilt märkligt om hänsyn tas till hur lite personal som krävs för att framföra dem. Till det ska läggas att majoriteten av personalen på ett fartyg inte arbetar med att framföra själva fartyget, utan har helt andra arbetsuppgifter. De ekonomiska incitamenten för att automatisera bort de personer som styr fartygen är alltså jämförelsevis små.



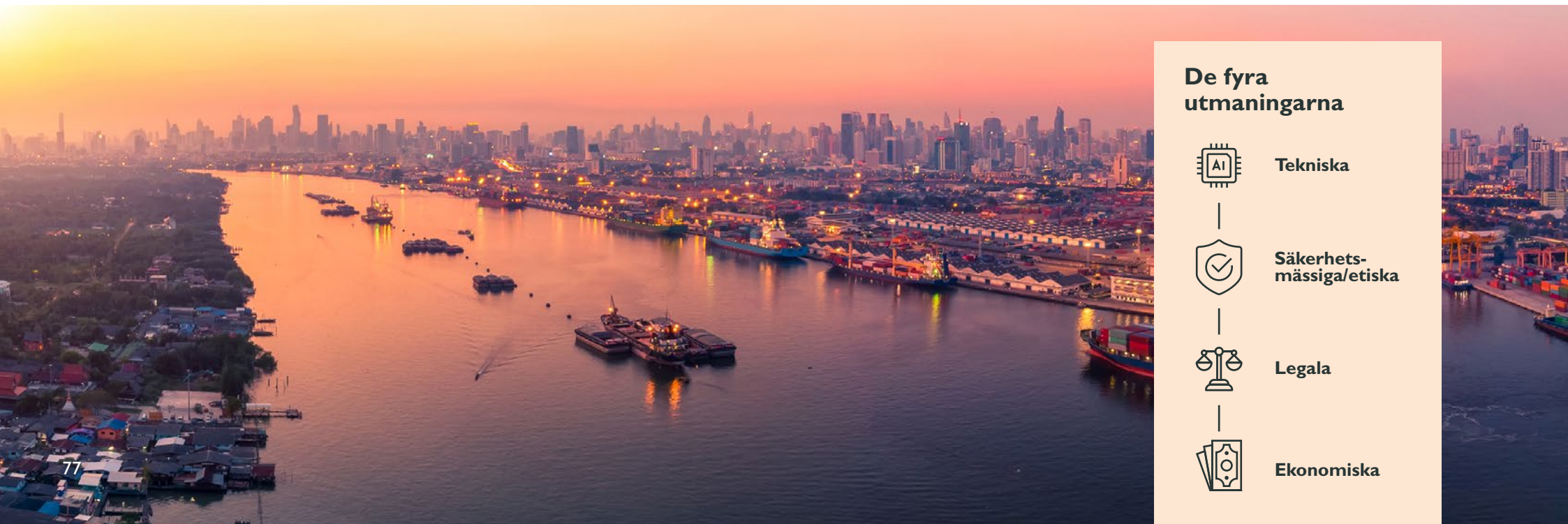
Utmaningar – ett intro

Vartåt det lutar är lätt att se. Förr eller senare kommer fordonsflottan att vara automatiserad. Än så länge är det dock långt dit – och utmaningarna är många. Övergripande handlar det om fyra typer av utmaningar; tekniska, legala, säkerhetsmässiga och ekonomiska. En del av utmaningarna är av nästintill existentiell natur och måste därmed lösas för att automatiserade fordon ska kunna ta steget från experimentstadiet. En av de största utmaningarna är säkerhet i bemärkelsen motståndskraft mot cyberattacker. Ingen vet exakt hur det ska göras, ingen vet exakt hur hotet ser ut, men alla är överens om att säkerhetsproblematiken måste lösas. Andra utmaningar är av mer flytande natur. Ett sådant exempel är 5G, som löser

problemet med att dagens 4G-teknik inte räcker till. 5G i sig är inte nödvändigt, men det är den tekniska lösning som ligger närmast att faktiskt fungera idag.

En dimension som är värd att lyfta lite extra – och den som kanske är allra mest komplex att lösa – är den ekonomiska. För att automatiseringen ska slå igenom på allvar krävs dels enorma investeringar, dels ofta svåra vägval mellan en mängd olika alternativ. Den ekonomiska utmaningen skiljer sig också lite från övriga i det att den inte är lika binär. Om man beaktar den tekniska utmaningen är det exempelvis tydligt att automatiserade fordon behöver vara uppkopplade för att fungera.

Innan det finns ett sätt att garantera kontinuerlig uppkoppling kan automatiserade fordon alltså inte slå igenom – det är alltså det binära alternativet ”på” eller ”av” som gäller i den bemärkelsen. Med kapital och ekonomi fungerar det annorlunda. Givetvis måste investeringar göras, och de kommer att göras, men risken är att det görs i så pass låg takt att utvecklingen blir lidande. De måste också göras ansvarsfullt eftersom långt ifrån alla investeringar är försvarbara ur ett lönsamhets- eller hållbarhetsperspektiv, även om de skulle kunna göras.



De fyra utmaningarna



Tekniska



Säkerhetsmässiga/etiska



Legala



Ekonomiska

Utmaningar – teknik

Det finns gott om tekniska utmaningar att övervinna innan automatiseringen är fullbordad. Framförallt handlar det om att reda ut vilken teknik som är värd att satsa på.

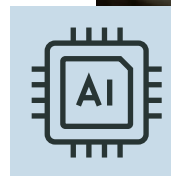
5G

En av de viktigaste tekniska utmaningar som automatiseringen står inför är att fordonen behöver vara uppkopplade – hela tiden. För att säkerställa att så kan ske måste 5G komma på plats.

Sverige ligger idag efter flera andra länder vad gäller lanseringen av 5G-nätet. I EU hamnar Sverige på en niondeplats, långt efter de andra nordiska länderna. Finland, som är det land som är mest redo för en 5G-lansering, är enligt Eurostat fem gånger mer förberett än Sverige. De svenska målsättningarna för bredbandsutveckling och därmed 5G-nätet är däremot höga. Enligt de nationella bredbandsmålen från 2018 ska 95 procent av landet ha tillgång till bredband med 100 Mbps hastighet och 98 procent ska ha täckning för 1 Gbps till 2025. Det sistnämnda innebär i praktiken att 98 procent av Sverige ska ha 5G-täckning 2025.

Att 5G byggs är en förutsättning för att vi ska kunna tillämpa automatiserade fordon. Detta då kapaciteten i dagens 4G-nät inte räcker för att bearbeta all den information som självkörande fordon behöver bearbeta. Inte nog med att automatiserade fordon har behov av att bearbeta information, det måste gå fort också. Detta är extra sant i de fall då ingen förare finns i fordonet utan en övervakande förare finns på distans.

Utöver detta finns en täckningsaspekt. Automatiserade fordon behöver ha internetanslutning för att fungera, och även om täckningen i 4G-nätet är god är den inte god nog. I Sverige är täckningsgraden för 4G 91,1 procent, vilket är bra men samtidigt innebär att automatiserade fordon inte skulle kunna köra på nära nog 9 procent av Sveriges yta. Detta kan även leda till långa och ineffektiva omvägar.



Den stora tekniska utmaningen påminner om den företagen står inför gällande eldrift, men på en ännu mer basal nivå – nämligen hur ska man kunna veta om den teknik man satsar på är den teknik som kommer att användas i framtiden. McKinsey fann i en studie 50 olika tekniker under utveckling som kan komma att påverka logistikbranschen framåt. Värt att nämna är att McKinsey här studerar logistikbranschen ur ett makroperspektiv, så teknikerna varierar från "automatiserade fordon" till "exoskelett", men principen är densamma på mer finfördelad nivå. Teknikutvecklingen ställer företagen inför ett dilemma – att inte hoppa på tekniktåget alls kan bli förödande, men att hoppa på fel tekniktåg kan få än värre konsekvenser.



Utmaningar – etik och säkerhet

Automatiseringen medför helt nya säkerhetsutmaningar. Den medför även etiska utmaningar av en typ som är helt nya för branschen.

Etik

En av de största utmaningarna med automatiserade fordon är och förblir att få människor att använda dem. Statistisk säkerhet ställs mot känslan av att sätta sig i ett fordon utan förare, eller för den delen, befinna sig i trafiken med dem. Intel publicerade 2018 en undersökning som visade att 43 procent av amerikanerna inte känner sig säkra i närheten av förarlösa fordon.

Till detta ska läggas att automatiserade fordon, på samma sätt som mänskliga förare, kommer att ställas inför etiskt utmanande situationer. De kommer dessutom att ställas inför fler sådana än en människa, på grund av sin överlägsna beräkningskraft. Där vi människor reagerar instinktivt i plötsligt uppkomna situationer av det enkla skälet att vi inte hinner göra annat, kan en dator bearbeta information otroligt mycket fortare och därför – paradoxalt nog – göra mer ”medvetna” val.

Cybersäkerhet

Automatiserade fordon kommer enligt i princip alla bedömare att vara säkrare än fordon kontrollerade av människor. De öppnar dock också upp för nya typer av säkerhetsrisker, där den mest uppenbara är cyberattacker. Om dessa finns inte mycket mer att säga än att hoten måste tas på största allvar, men att det inte finns några enkla svar. Det beror i sin tur bland annat på att tekniken bakom automatiserade fordon är så pass fragmenterad att någon standard ännu inte finns – och därmed inte heller något standardiserat sätt att skydda sig.

En annan aspekt av cybersäkerhet som är värd att lyfta är den om ansvar och kod. Ett automatiserat fordon styrs av miljoner rader kod och ett fel i koden kan få förödande konsekvenser. Detta framhävs ofta som problematiskt med följdfrågan: ”vem bär då ansvaret?” Mycket av denna oro kommer antagligen av att situationen är ny. Att det är många aktörer involverade i produktionen av fordon – och att ansvarsfrågor vid fel därmed kan bli komplexa – är dock inget nytt. Skillnaden denna gång är snarast att aktörerna och komponenterna ofta är nya och ännu fler än tidigare.



Utmaningar – lagstiftning



Lagstiftning är i dag inget stort problem för automatiserade fordon i Sverige, men skulle lätt kunna bli det.

Dagens situation

I nuläget finns ingen lagtext som reglerar användandet av automatiserade fordon, men väl en förordning. Förordningen gäller försöksverksamhet med självkörande fordon och är kort och koncis. I korthet säger förordningen att den som vill ägna sig åt försöksverksamhet med självkörande fordon måste ansöka om tillstånd hos Transportstyrelsen och då ”bevisa att verksamheten bedrivs på ett trafiksäkert sätt”. Det är en process som än så länge fungerar smidigt. Det som talar för att processen kommer fortlöpa går att utläsa på Transportstyrelsens hemsida – ”Regeringen ser det som viktigt att Sverige är ett land där ny innovativ teknik för hållbara transporter kan testas”. Detta är viktigt. Automatiserade fordon ses idag som en stor möjlighet av egentligen alla aktörer och det finns ingen tydlig opposition. Det som däremot finns är ett mycket tydligt konsensus om att automatiserade fordon måste vara säkra.

Framtidens situation

En dag kommer det att finnas lagstiftning som reglerar självkörande fordon. Detta är i sig nödvändigt, men det finns framförallt två fallgropar. Den ena är att lagstiftning generellt inte går lika fort som teknikutveckling, så det finns risk för att lagar stiftas för att hantera en teknisk situation som kort därefter inte längre är aktuell. Den andra risken är att lagar som faktiskt stif-

tas får oavsiktliga konsekvenser eller är för rigida. De utmaningar som lyfts är spekulativa i det att de i dagsläget inte utgör några betydande problem. Att det inte finns någon lagstiftning innebär att det enda man med säkerhet kan veta är att en sådan kommer att komma. Alla som ägnar sig åt självkörande fordon måste alltså förhålla sig till framtida lagstiftning, vilket skapar mycket osäkerhet om avsikterna från beslutsfattare inte kommuniceras tydligt och i ett tidigt skede. Många gånger är det enklare att förhålla sig till en sämre men existerande lagstiftning än en osäker framtida lagstiftning, vilket kan hålla tillbaka utvecklingen.

Sverige och Europa vs USA

På ett övergripande plan påminner situationen i Sverige med den i övriga Europa. Framförallt är den generella tongången kring automatiserade fordon positiv och utvecklingen ses som en möjlighet. Någon riktig opposition mot förarlösa fordon finns inte.

Riktigt så ser det inte ut i USA. Där finns en annan typ av politisk situation med andra typer av intressenter. Situationen skiljer sig åt från delstat till delstat, där vissa är betydligt mer positiva till automatisering än andra. Sammantaget innebär detta att det finns en risk för att USA tappar mark vad gäller automatisering.



Utmaningar – ekonomi

Ur ett ekonomiskt perspektiv krävs det enorma investeringar för att realisera tekniken, och i nästa skede, att ta den från prototyp till masstillverkning.

Investeringar för att utveckla tekniken

Automatiserade fordon är inte gratis. Tidningen *Car and Drive* har räknat ut att det hitintills har satsats 16 miljarder dollar på självkörande bilar. Givet var utvecklingen befinner sig idag kommer det att krävas många miljarder innan nivå 5 uppnås, och då återstår fortfarande de stora investeringarna.

Investeringar för att bygga upp produktionskapaciteten

Kostnaden för att utveckla tekniken är en sak och kostnaden för att tillverka fordonen en helt annan. 2017 uppskattades kostnaden för tekniken som behövs för att en bil ska kunna agera autonomt uppgå till 250 000 dollar. I det räknades inte kostnaden för själva bilen in. Samtidigt skiljer sig inte teknikutvecklingen för automatiserade bilar från teknikutveckling generellt – kostnaden sjunker ständigt. Dessutom finns andra argument för att automatiserade fordon kan anses vara billigare än de verkar – inte minst att nyttjandegraden i teorin kan vara

betydligt högre än för manuellt framförda fordon. Detta minskar utmaningen något, men inte mycket. Den stora utmaningen ligger i att ta steget från att bygga prototyper till storskalig industriell produktion. Det är inget som görs i en handvändning utan kräver enorma investeringar. Givetvis kan dessa i någon mån göras stegvis, men huvudslutsatsen är att det steget kommer att ta tid.

Investeringar för att introducera tekniken på bred front

Det sista, och antagligen mest resurskrävande steget, är att få ut fordonen i trafik. I dagsläget finns strax under fem miljoner personbilar i Sverige. För att illustrera hur mycket pengar det egentligen är tal om här kan vi tänka oss att en automatiserad personbil kostar en halv miljon kronor. I så fall skulle det kosta 2 500 miljarder kronor att ersätta alla personbilar med automatiserade bilar, vilket är mer än de svenska hushållens samlade disponibla inkomst under ett år. Att ersätta befintlig fordonsflotta med automatiserade fordon kommer alltså av ekonomisk nödvändighet att ta tid.



Resurskrävande investeringar



Konsekvenser – Optimering och ”Mobility as a Service” (MaaS)

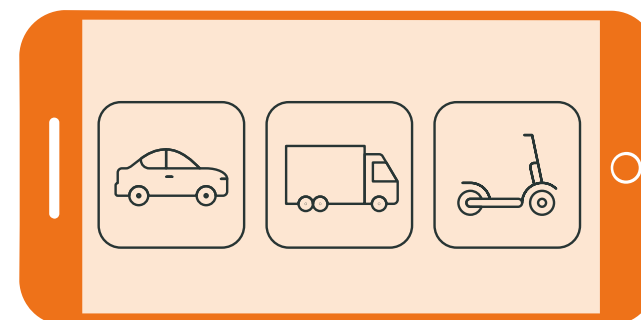
För privatpersoner är den konsekvens av automatiseringen som är mest omtalad ”Mobility as a Service” (MaaS). Enkelt förklarar betyder det att människor idag äger sina egna bilar men att vi i framtiden kanske inte kommer att göra det. I stället kommer vi att nyttja MaaS, som kanske är enklast att föreställa sig som en gigantisk, automatiserad taxiservice. Fördelarna är flera; i dagsläget står personbilar stilla 95 procent av tiden och MaaS skulle kunna få upp användningsgraden rejält, åtminstone i städer. Att användningsgraden går upp gör att kostnaden per körd kilometer minskar, vilket gör transporterna billigare. Till det ska läggas att elektriska fordon slits mindre än fordon med förbränningsmotor, vilket gör att de kan rulla längre. Frågan är hur snabbt omställningen kan gå. Vissa forskare hävdar att omställningen bara är några år bort, medan andra hävdar att vi aldrig kommer att komma dit, även om konsensus förefaller luta åt det förstnämnda. Ett argument som framförs mot MaaS är att för många är en bil en emotionell snarare än en rationell investering, vilket skulle göra antalet sparade kronor relativt oviktigt.

Värt att lyfta är att MaaS redan är här, i viss utsträckning. Voi med flera tillgängliggör elektriska scootrar, SL vanliga cyklar och Aimo bilar. Inte i något av de uppräknade exemplen behöver du äga fordonet utan betalar bara för den tid

du använder det. Den explosionsartade tillväxten låter dock (utom möjligtvis för de elektriska scootrarna) vänta på sig. Det beror delvis på att det kräver ett nytt, förändrat beteende av konsumenterna och sådant behöver tid för att växa fram. Det beror också på att MaaS egentligen behöver automatisering för att uppfylla sin revolutionerande potential. Detta då avsaknaden av automatisering fortfarande kräver att en människa framför fordonet och att vinsterna uppstår på privatekonomisk nivå snarare än samhällelig.

Inom den professionella delen av transportsektorn kommer detta att ta sig snarlika uttryck. Vem som äger fordonen kommer att minska i betydelse och MaaS lär bli en integrerad del av affären. Redan idag går fordonstillverkarna i den här riktningen och i takt med att automatiseringen tilltar kommer även konsumentbeteendet att göra det. Dessutom kräver automatisering en helt annan involvering från fordonstillverkarna. Det är svårt att tänka sig att företagen ska köpa en automatiserad lastbil på samma sätt som en lastbil köps idag och sedan sköta den själva. Snarare kommer den att leasas och till det kommer inte bara driftstöd utan även logistikoptimering samt flera andra tjänster.

MaaS med en hög grad av automatisering är fortfarande ganska mycket science fiction, något som inte är fallet för de



många optimeringsvinster som digitaliseringen redan har medfört och kommer att medföra i närtid. En rapport från 2015 av IHL Group uppskattade att handeln globalt förlorade 1 750 miljarder dollar årligen på returerna, på att varor tar slut och på för stora lager. Kort sagt, förlusten beror på att logistiken inte fungerar som den ska. Handeln är bara en av de branscher som servas av transportnäringen och summorna som går att spara på en bättre fungerande logistikapparat är nästintill oöverskådliga. Allt ansvar för optimering ligger inte på transportsektorn – även andra branscher måste investera i ny teknik med mera för att underlätta logistiken – och allt kan inte lösas av digitalisering och automatisering, men givet de möjliga besparingarna räcker inkrementella förbättringar långt.

Utöver logistikoptimeringar kommer automatisering och digitaliseringen att föra med sig en rad andra potentiella fördelar. Automatisering och digitalisering kommer att kunna hjälpa till att optimera rutter och fordonens driftstid samt att förutsäga när underhåll måste utföras och vad som måste göras. Som en följd kommer en del arbeten som idag utförs på dagtid att utföras nattetid, nya vägar kommer att bli aktuella och logistikcentraler kommer att behövas på nya platser.

Konsekvenser – Arbetstillfällen

Vad gäller arbetstillfällen är den stora nyttan av automatiseringen att branschen blir mindre beroende av människor, men inte på det sätt man först kan tänka sig. Branschens stora utmaning vad gäller exempelvis lastbilschaufförer är inte att de är dyra, det är att det finns för få. Framöver kommer det framförallt att finnas för få, då det inte utbildas tillräckligt många. Automatiseringen är alltså ett sätt att möta det kompetensglapp som finns.

Enligt en rapport från International Transport Workers' Federation (ITF) prognostiseras antalet lastbilschaufförer som behövs till 6,4 miljoner i Europa och USA 2030 om ingen automatisering sker. Samtidigt prognostiseras det bara finnas 5,6 miljoner yrkeschaufförer. Det vill säga, automatisering ska i första hand inte betraktas som ett hot mot chaufförerna utan ett nödvändigt komplement för att lösa transportpusslet när det finns för få chaufförer. Samtidigt menar ITF att automatiseringen är svår att förutse, och skulle den gå fortare än vad de tänkt sig finns det risk för att marginalerna krymper snabbt och situationen blir den omvända, det vill säga att det plötsligt finns fler chaufförer än vad som behövs. I det scenario där ITF förutspår att automatiseringen går snabbast beräknar de att 1,2 miljoner chaufförer riskerar att stå utan arbete 2030. Vårt att komma ihåg är att utvecklingen hitintills snarast har gått långsammare än vad man trott.

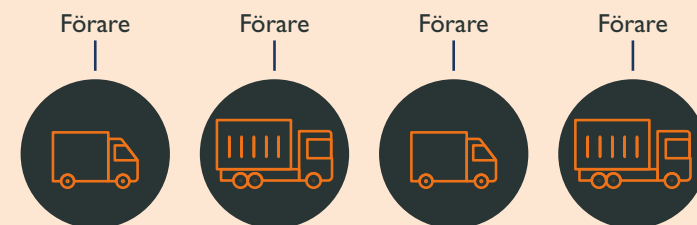
En annan viktig poäng är att chaufförer kommer att fasas ut långsamt. I de första nivåerna av automatiseringen kommer förare fortfarande att krävas i varje fordon. Deras arbetsuppgifter förändras, men behovet av chaufförer består. Längre fram, i nivå 4, kommer förare inte att krävas i fordonen men på distans. En förare kommer att sitta i ett kontrollrum och hoppa in när de automatiserade fordonen behöver hjälp. Det innebär att en förare kan kontrollera flera fordon, men operatörer behövs alltså fortfarande. I figuren till höger ges en schematisk bild av hur det kommer att se ut. Det är utifrån bilden lätt att tro att det kommer att behövas färre förare i en automatiserad värld – men två saker är då värda att betänka. Det första är att utvecklingen går tämligen långsamt. Den andra är att antalet fordon sannolikt kommer att växa i en värld med automatiserade fordon. Så även om en förare kan kontrollera flera fordon kommer det ökade antalet fordon att göra att behovet av förare inte minskar så mycket som det vid första anblicken kan verka.

Allt detta innebär att automatisering i huvudsak inte ska betraktas som ett hot mot jobben utan som en lösning på den kompetensbrist som finns, samt att automatiseringen kommer att förändra arbetsuppgifterna, inte eliminera dem.

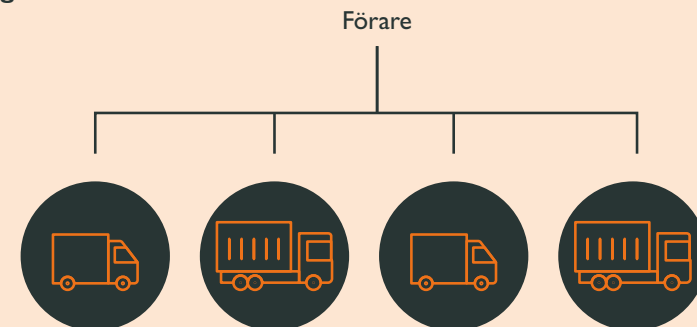


Framförandet av fordon idag och imorgon

Idag



Imorgon



Konsekvenser – Hållbarhet

Om hållbarhet och automatisering ska diskuteras är det viktigt att först definiera vad som åsyftas med hållbarhet. Det har redan konstaterats att den största fördelen med automatiserade fordon är att de är säkrare än manuellt framförda fordon och har potential att rädda över en miljon liv per år. Det är en hållbarhetsfråga och de räddade lives är en hållbarhetsvinst som ensam motiverar automatisering ur ett hållbarhetsperspektiv, även om ingen hänsyn till ekonomiska. Om det istället är miljöpåverkan som åsyftas med hållbarhet är svaret inte längre självklart. Diagram 40 kommer från *Transport & Environment* och visar hur olika konsekvenser av automatiseringen av fordon påverkar energiåtgången. Konvojer, färre

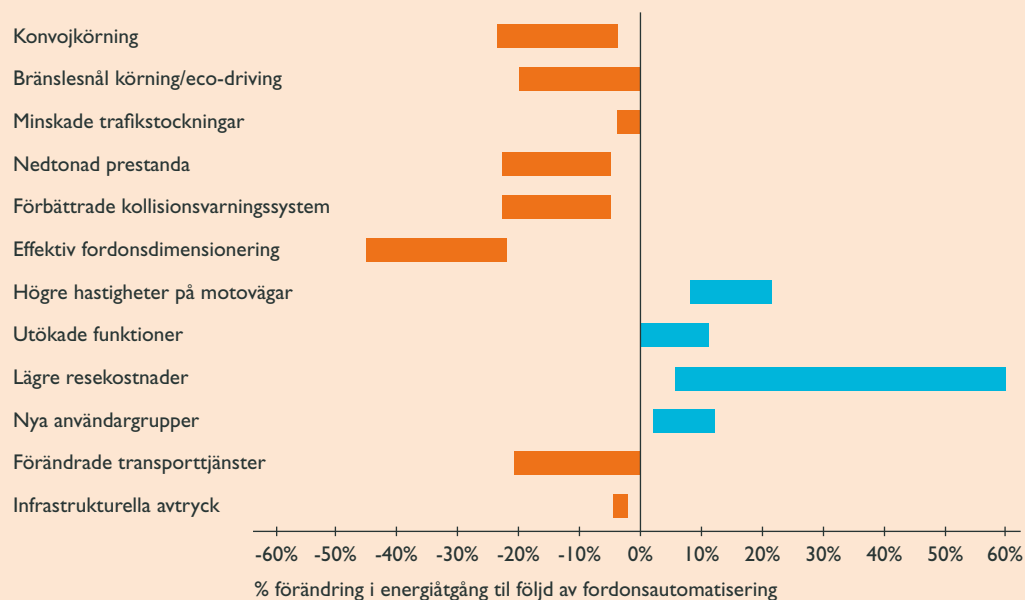
olyckor, optimering av fordonens storlek med mera kommer att göra att fordonen drar mindre energi än idag. Andra aspekter kommer att öka energianvändningen, primärt att det kommer att bli billigare och lättare att transportera både gods och människor och att mer gods och människor därmed kommer att transporteras.

Allt detta kokar ned till att den avgörande faktorn kommer att vara elektrifieringen. Automatisering i sig tycks vara tämligen neutralt ur ett klimathänseende, men automatisering kombinerat med elektrifiering är tydligt positivt.

Transport & Environment laborerar i en rapport med olika scenarier för hur fort utvecklingen vad gäller elektrifiering och automatisering kan tänkas gå. De landar i att den utveckling som skulle ge minst utsläpp är om elektrifieringen går fort men automatiseringen tämligen långsamt. Viktigt att ha med sig är att oavsett utvecklingshastighet är det svårt att se automatisering utan elektrifiering, då elektrifieringen i stort sett är en förutsättning för långtgående automatisering.

Diagram 40. Procentuell förändring i kostnader givet automatisering av lastbilstransporter

Källa: Transport & Environment





Nya transportslag

Varför byta transportsätt?

Individens transportval beror i hög utsträckning på preferenser och förutsättningar. Detta är även något som styr vilka transporter som efterfrågas idag och i framtiden.

Enligt MobilityLab beror människors transportval på ett antal faktorer. Grunderna är bekvämlighet, kostnad, tidsaspekten, hur fördelaktigt transportslaget är, vilka avstånd man ska transportera sig samt livshändelser. Howard Jennings på MobilityLab understryker att framförallt bekvämlighet blir avgörande för vilka satsningar som görs inom transportsektorn: ”Bekvämlighet är en stor faktor – och om den inte finns, så finns ingen möjlighet att sälja den”. Utöver detta finns även andra praktiska aspekter av individens transportval. Till exempel värderar många individer, som bekant, miljöaspekterna. Incitamenten för att välja miljövänliga transporter ökar också om de är förenliga med lägre kostnader och bekvämlighet.

Sammanfattningsvis handlar det om att ha alternativ. Om individen har ett antal transportslag att välja mellan kommer hon också att ha skäl att prova nya transportslag. Genom att möta individens behov går det att påverka och uppmuntra till att prova nya och smartare transportval. För att människor ska kunna göra smarta val måste framtidens transporter därmed både inbegripa innovation och resultera i att användarna har olika alternativ.

Detta kapitel beskriver vilka nya transporter som kommer och kan tänkas vara efterfrågade i framtiden – både för individer och varor.

”Bekvämlighet är en stor faktor – och om den inte finns, så finns ingen möjlighet att sälja den”.

Modell för transportval

Källa: MobilityLab

1 Bekvämlighet/Tillgänglighet

Om transportslaget är flexibelt är det troligare att individen använder det.



2 Pengar

Kostnaden för transportslaget avgör i hög utsträckning hur många som väljer det.



3 Tid

Olika transportslag är olika tidseffektiva. Som man säger: tid är pengar, och kostnad avgör transportval.



4 Fördelar/Incentiv

Om det finns tydliga incitament att välja ett visst transportslag är det troligare att det väljs. Framförallt ekonomiska incitament driver transportval.



5 Avstånd

Avståndet influerar givetvis valet av transportslag.



6 Livshändelser

Förändrade livssituationer gör att man föredrar nya transportslag. Livshändelser triggas nya val och beteenden som tidigare skett på rutin förändras.



Mikrotransporter idag

Vi befinner oss mitt i ett skifte för mikromobilitet – elsparkcyklar, delningsappar och prenumerationstjänster når fler människor varje år. Under de första tre kvartalen 2019 åkte svenskarna 4 miljoner resor på elsparkcyklar.

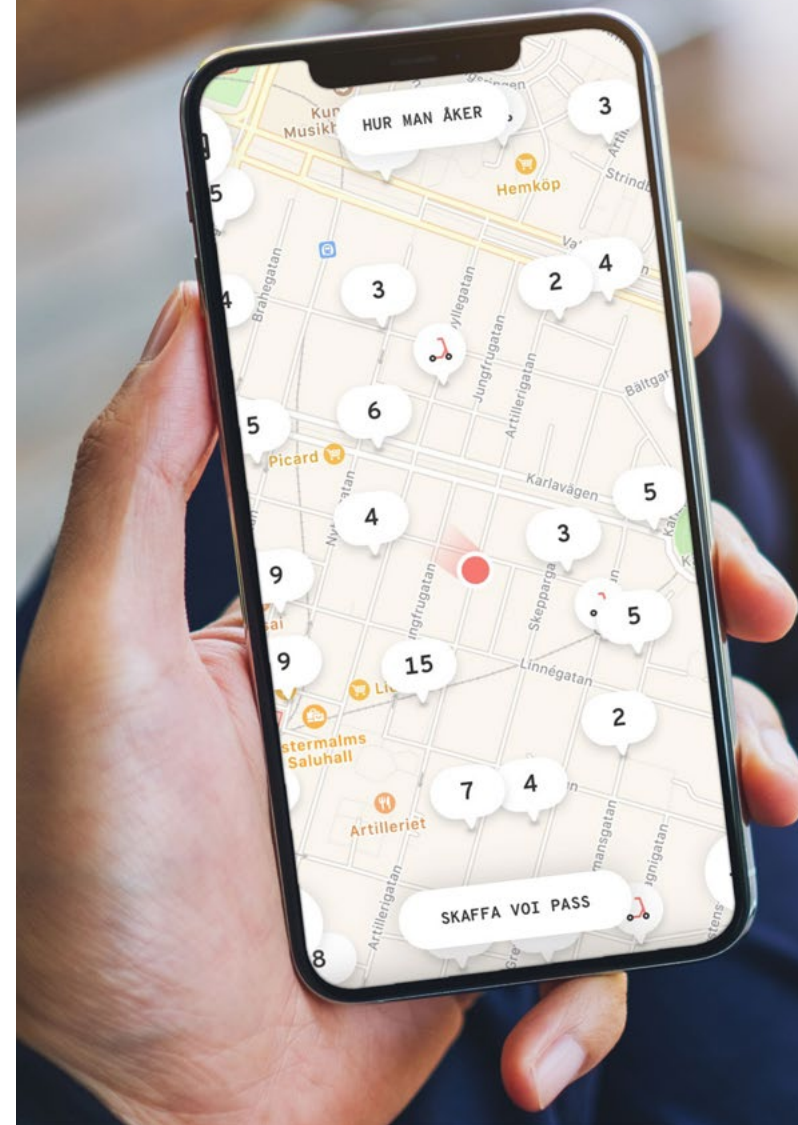
I slutet av oktober 2019 skrev Svenska Dagbladet att cirka fyra miljoner resor hade gjorts på elsparkcyklar sedan årsskiftet. Detta var en sammanräkning av alla resor som gjorts på de 8 500 hyrbara elsparkcyklar som finns i Stockholm. Vissa hävdar att överflyttningen från bil eller taxi till elsparkcykel ligger på mellan 22 och 34 procent, men siffran bör tolkas med försiktighet. Andra hävdar att överflyttningen har skett från att gå, cykla eller åka kollektivtrafik. Oavsett vad som stämmer har regeringen gett Transportstyrelsen i uppdrag att se över elsparkcyklarna på grund av de delade meningar om färdmedlet som uttrycktes under 2019.

Varför har just elsparkcyklarna blivit populära så snabbt? I New York blev elsparkcykeln mer populär än vanliga delbara cyklar under 2019. Business Insider kallar utvecklingen för en ”mikromobilitetsrevolution”, där konsumenten har börjat välja olika delbara fordon

framför andra resesätt. Utvecklingen har drivits av olika appar och prenumerationstjänster, i kombination med stora investeringar i nya transportslag.

Enligt journalisten Barry W. Enderwick finns det flera skäl till att elsparkcykeln har blivit så populär. För det första har resan mot nya last-mile-lösningar för persontransporter pågått under flera år. Färdmedel såsom Segways och Hooverboards kom innan elsparkcykelns genomslag, men problemet med dem var att de i flera avseenden var opraktiska och svårkörda. Sparkcykeln är däremot lättmanövrerad och i princip vem som helst kan köra den. För det andra har appar såsom Uber redan vant många människor vid on-demandtjänster för transporter. Tröskeln för att ladda ner en app, registrera ett konto och använda en ny tjänst är således relativt låg. Därför har elsparkcykeln blivit en funktionell, enkel och populär lösning för last-mileresor.

”En mikromobilitetsrevolution.”



Varutransporternas framtid

Vad som kommer att hända med varutransporterna i framtiden drivs av efterfrågan och teknisk utveckling. Nyttänkande öppnar upp nya möjligheter till flexibla last-miletransporter.

McKinsey sammanfattar i rapporten *The Future of Last Mile* tre trender som kommer att styra framtidens varutransporter.

För det första kommer efterfrågan på snabba leveranser att öka, trots att konsumenterna är priskänsliga. Exempel på detta kan ses redan idag i Sverige. Under 2019 uttryckte 64 procent av e-handelskonsumenterna att det är viktigt att leveransen sker inom 1-2 arbetsdagar (PostNord, E-barometern Q4 2019). Enligt McKinsey är det troligt att denna andel kommer att öka i framtiden, givet att yngre generationer är mer benägna att vilja ha snabba leveranser. Däremot är det fortfarande ännu vanligare att vilja ha billiga, eller kostnadsfria, leveransalternativ. 78 procent av de tillfrågade i E-barometern efterfrågade just detta år 2019.

För det andra kommer framtiden att präglas av alltmer flexibla last-miletransporter. Idag finns det cykelbud som levererar exempelvis mat, antalet paketboxar har

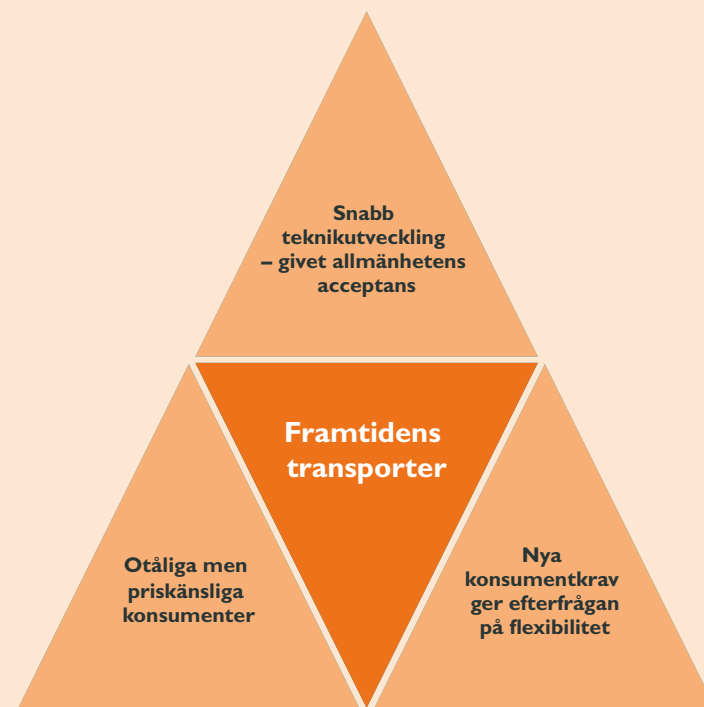
ökat explosionsartat runt om i världen och intaget av autonom fordonsteknik möjliggör nya tjänster för att möta moderna konsumentkrav.

För det tredje förväntas förändringen inom varuleveranser att ske snabbt. Den exakta takten beror delvis på vad olika moment kostar att automatisera. Om personalkostnaden är relativt hög finns incitament för att automatisera de särskilt kostsamma delarna för att öka lönsamheten. Dessutom måste nationella lagstiftningar anpassas till teknikutvecklingen och de nya tjänster som uppstår.

Till sist kan allmänheten komma att bli än mer villig att prova nya tjänster och därmed driva på teknikutvecklingen. Inte minst har coronapandemin drivit på de digitala tjänsterna kopplade till varuleveranser. Därför finns det skäl att tro att utvecklingen kan gå fort om konsumenterna så vill.

Grunder för varutransportens framtid

Källa: McKinsey



”Utvecklingen kan gå fort om konsumenterna så vill.”

Droider eller cykelbud?

Varustransporter för korta sträckor, eller last-mile, domineras idag av bilar. Många fantasifulla alternativ utvecklas just nu för last-mileleveransen, bland annat obemannade droider. Frågan är dock om de kommer vara kostnadseffektiva i relation till andra, mer traditionella, leveransalternativ.

Ett exempel på en ny typ av last-milelösning är Amazons testkörning av ”Scout” – en droid, eller liten leveransbil, som körs både elektriskt och helautomatiskt i gångtakt på trottoarer. Droiden ska vara ett substitut till Amazons vanliga leveransalternativ och ska inte medföra längre leveranstider än de andra alternativen. Det stora hindret idag för användningen av droid-liknande lösningar är att de flesta är i utvecklingsstadiet och är dyra, vilket gör att andra (bemannede) last-milealternativ, såsom exempelvis cykelbud, i dagsläget har fler fördelar. Exempelvis testkör H&M cykelbud i Nederländerna och Bring erbjuder cykelleveranser i nordiska storstäder. Cykeltransporter används dock främst för business to business-transporter samt matleveranser via bland annat Foodora och Uber Eats.

Däremot förutsätter denna typ av leveranser att varorna är små och relativt lättförflyttade, exempelvis i en låda eller tålig förpackning. För exempelvis matvaror finns fortfarande ingen utmanare till den traditionella budbilen, men det är möjligt att leveranserna kan skötas av större typer av autonoma, självkörande fordon med låsfunktion. Det finns däremot svårigheter vad gäller att få sådana typer av varor levererade till dörren, vilket gör att bemanning fortfarande lär krävas inom överskådlig framtid för de mer komplexa varugrupperna.

”För matvaror finns fortfarande ingen utmanare till den traditionella budbilen, men det är möjligt att leveranserna kan skötas av större typer av autonoma, självkörande fordon med låsfunktion.”



När kommer drönarna?

Drönare har varit på tapeten ett bra tag, men varför har de inte slagit igenom på bred front inom den kommersiella sektorn än?

Drönare, eller Unmanned Aerial Vehicles (UAV:er), har varit på tal länge. Användningsområdena är många, men idag är drönarna framförallt populära att använda som filmredskap eller för underhållning. Användningsområdena väntas bli fler i framtiden. Ett axplock av dessa områden är: expressfrakter och leveranser, användning vid krissituationer, värmesensorer för att leta efter försvunna människor, polisiära ärenden och gränsbevakning samt väderprognoser.

Utöver användningen av privatpersoner används drönare i begränsad skala för kommersiellt bruk. Flera stora investeringar har skett i Europa, Asien och Nordamerika. Ett företag som har kommit långt vad gäller drönanvändning är NCC, som använder drönare för att samla in data och underlag för byggprojekt. Allteftersom drönarteknik blir billigare får drönarna fler tillämpningsområden, och det är i teorin möjligt att effektivisera last-miletransporter i storstäder med hjälp av UAV:er, något som Amazon just nu testar.

Det finns idag ett antal problem med att utnyttja drönare för transporter och tjänster. För att drönare ska kunna ha en högre prestanda krävs det att de blir

större än vad de är idag. I dagsläget kan vissa drönare frakta runt fem kilo, vilket gör att de inte kan konkurrera med mer traditionella varutransporter. Om lastkapaciteten ökar skapas å andra sidan fler problem. Ju större drönaren är desto större landningsplats krävs, vilket ställer krav på både infrastruktur och lagstiftning. Dessutom finns en rad andra problem. Dels finns det säkerhetsproblem, eftersom drönare får det speciellt svårt att säkerställa att varan når avsedd mottagare. Även vädret kan ställa till problem. Till sist finns det idag lagstadgade begränsningar. En ny EU-förordning gäller sedan 1 januari 2021 som ställer nya krav på kompetens, registrering och tillstånd för att flyga utom synhåll och över en viss höjd.

Kontentan är att drönare är ett spännande transportalternativ, men ett som antagligen har långt kvar till att slå igenom på bred front inom varutransporter.



”Drönare är ett spännande transportalternativ, men ett som antagligen har långt kvar till att slå igenom på bred front.”

Om rapporten

Denna rapport har tagits fram av HUI Research på uppdrag av Transportföretagen under 2020.

Frågor om rapporten besvaras av Tina Thorsell, samhällspolitisk chef på Transportföretagen:

tina.thorsell@transportforetagen.se