

**Eldrivna vägfordon – ägande,
regional analys och möjlig
utveckling till 2030**

**Rapport
2022:12**

**Eldrivna vägfordon – ägande,
regional analys och möjlig
utveckling till 2030**

**Rapport
2022:12**

Trafikanalys

Adress: Rosenlundsgatan 54
118 63 Stockholm

Telefon: 010 414 42 00

Fax: 010 414 42 20

E-post: trafikanalys@trafa.se

Webbadress: www.trafa.se

Ansvarig utgivare: Mattias Viklund

Datum: 2022-05-17

Förord

Trafikanalys har av regeringen fått i uppdrag att genomföra en analys av den eldrivna fordonsflottan, innehållande en nulägesanalys, geografisk spridning och möjlig utveckling fram till 2030 med avseende på tekniska egenskaper.

Projektgruppen har bestått av Mikael Levin (projektledare), Eva Lindborg, Krister Sandberg, Björn Tano och Linda Ramstedt. Avdelningschef Andreas Tapani har också medverkat i arbetet. Vi vill också tacka Ove Pettersson, Ugglasand AB, som har bistått med synpunkter på innehållet i rapporten.

Trafikanalys vill även tacka de myndigheter och aktörer som varit behjälpliga i processen.

Stockholm i maj 2022

Mattias Viklund

Generaldirektör

Innehåll

Sammanfattning	7
Summary	9
1 Inledning	11
1.1 Avgränsningar, definitioner och källor	12
1.2 Var rullar fordonen?	14
1.3 Rapportens disposition	15
2 Elfordon i Sverige	17
2.1 Laddbara personbilar	17
2.2 Laddbara lätta och tunga lastbilar	18
2.3 Laddbara bussar	21
2.4 Övriga laddbara fordon	22
2.5 Jämförelse med Norge	22
2.6 Att äga eller leasa en laddbar bil	25
3 Regional analys av laddbara fordon	31
3.1 Personbilar	31
3.2 Lastbilar och bussar	43
4 Socioekonomisk analys – laddbara personbilar	49
5 En elektrifierad framtid	53
5.1 Styrmedel påskyndar elektrifieringen	54
5.2 Eldrivna fordon finns inom alla fordonsslag	55
5.3 Vikten av batterier – en potentiellt begränsande faktor trots ökat energiinnehåll ..	59
5.4 Fordonens mjukvara och data allt viktigare	60
5.5 Kraftfullare infrastruktur för energiförsörjning behövs	60
5.6 Dyrare fordon – men lägre total ägarkostnad – i alla fall på sikt	63
5.7 Forskning om elektrifierade transporter – optimerade komponenter och system ..	65
5.8 Ökade körsträckor och kortare transporter?	68
6 Avslutande diskussion	71
6.1 Laddbara fordon attraherar nya kundgrupper	72
6.2 Elfordonstekniken kommer att optimeras till 2030 – men grunderna finns redan ..	73
6.3 Behov av fortsatt arbete	75
7 Referenser	77
8 Bilaga – Socioekonomisk regressionsanalys	83

9	Bilaga - Kartor	89
9.1	Laddbara personbilar	89
9.2	Alla personbilar oavsett framdrift.....	94
9.3	Bussar	95

Sammanfattning

Antalet nyregistrerade laddbara¹ vägfordon² har ökat snabbt de senaste åren, men omställningen till en eldriven fordonsflotta tar tid. Vid årets slut 2021 fanns det cirka 322 000 laddbara vägfordon i trafik, varav närmare 300 000 var personbilar. Utvecklingen av eldrivna vägfordon fram till 2021 har främst handlat om lätta fordon i form av personbilar och elmopeder. Men även eldrivna bussar och lätta lastbilar med eldrift har tagit en allt större andel av nyförsäljningen sedan 2019. Tunga lastbilar med eldrift har fortfarande utvecklingen framför sig, men även där har det börjat registreras en del fordon även om de är få. Det är ännu endast ett ringa antal fordon som kan drivas med vätgas. Vid slutet av 2021 fanns 42 personbilar och 2 tunga lastbilar i trafik med vätgasdrift.

Majoriteten av de laddbara fordonen finns i storstadsområdena, i södra Sverige och längs med norrlandskusten. För personbilar gäller detta oavsett om man ser till antal fordon i trafik, eller relaterat till respektive kommuns befolkningsstorlek. I likhet med de laddbara personbilarna finns huvuddelen av de laddbara lätta lastbilarna i eller omkring de större städerna. Laddbara lätta lastbilar som andel av totalt antal lätta lastbilar är också mest vanligt förekommande i södra Sverige samt längs norrlandskusten, ofta i befolkningsrika kommuner. En stor andel av dessa lastbilar är knuten till näringsverksamhet inom många olika branscher, exempelvis brygg och anläggningsbranschen, fastighetsförvaltning och handel. I förhållande till antal arbetsställen finns en hög andel av de laddbara lastbilarna i södra Sverige, i vissa kommuner kring Stockholm, Göteborg och Malmö samt i ett stråk från Karlstad söderut till Jönköping och vidare söderut längs E4. Ostkusten, både söder och norr om Stockholm, har också en förhållandevis hög andel laddbara lätta lastbilar.

Sedan 2019 har antalet elbussar ökat påtagligt. Även om de fortfarande är relativt få till antalet så finns de i norra såväl som södra Sverige. Tunga laddbara lastbilar finns i enstaka kommuner med en koncentration runt Stockholm och Göteborg.

Genom att undersöka var i landet fyra år gamla laddbara personbilar finns i trafik, kontra var de nyregistrerades, kan vi ge en indikation på hur spridningen på andrahandsmarknaden ser ut i landet. Av de 19 500 laddbara personbilar som nyregistrerades 2017 fanns 14 400 kvar i den svenska fordonsflottan 2021. Mellan 2017 och 2021 har det i 209 av Sveriges kommuner skett en ökning med minst en laddbar personbil av 2017 års modell. Den sammanlagda ökningen i dessa 209 kommuner uppgår till drygt 2 300 laddbara personbilar. Eftersom antalet laddbara bilar av 2017 års modell ökar i en stor andel kommuner tyder det på att det sker en spridning av fordonsflottan ut från storstadsområdena till övriga landet.

Leasing är en frekvent förekommande ägandeform för en laddbar personbil. Av de laddbara personbilar som registrerades under 2021 var 70 procent leasade, antingen av en juridisk eller fysisk person. Företagsleasade laddbara personbilar, som ofta används som förmånsbilar, är den vanligaste ägarformen för en laddbar personbil. På kort tid har det även blivit allt vanligare att privatleasa en laddbar bil. Av de cirka 62 000 personbilar som privatleasades under 2021 var mer än hälften laddbara, med en viss övervikt på ren eldrift.

¹ Laddhybrider och helt eldrivna.

² Personbilar, lätta och tunga lastbilar, bussar, MC och moped.

Laddbara fordon, både de som köps och de som leasas, attraherar delvis en ny grupp av individer, som avviker från traditionella nybilsköpare. Generellt finns det en större tendens till både ägande och leasing av laddbara fordon i en yngre befolkning, samt för boende i urbana områden, tendensen är dock inte lika tydlig i de mest tätbebyggda områdena. Varken etnisk bakgrund eller könsfördelning förefaller påverka innehavet av laddbara personbilar. När denna nya kundbas kombineras med befintlig kundgrupp, som traditionellt har köpt personbilar med bensin eller dieseldrift, kan det konstateras att den samlade kundbasen för personbilar har breddats. Den stora tillväxten i nybilsförsäljningen av laddbara fordon kan komma att accelereras än snabbare när även normalbilsköparna förnyar sitt bilinnehav med ett laddbart fordon.

Elfordonstekniken kommer förbättras till 2030 – men grunden finns redan här

Det finns redan idag elektrifierade personbilar, bussar, tunga och lätta lastbilar i trafik i Sverige. Den kommande utvecklingen kommer troligen att innebära många små förbättringar av befintlig teknik, snarare än att ge stora utvecklingssprång. Många mindre tekniska förbättringar kan dock få stor effekt på transportmarknaden. När eldrivna fordon totalt sett får lägre kostnader än fossildrivna kan genomslaget för de eldrivna gå mycket fort, särskilt för kommersiellt använda fordon. Förutom optimering av komponenter till fordonen inriktas forskning och utveckling mot fordonssystem och helhetslösningar. Hur snabb den fortsatta introduktionen av elfordon blir är till minst lika stor del beroende av förutsättningar kopplade infrastruktur, energiförsörjning, styrmedel och marknadslösningar som själva teknikutvecklingen.

En tydlig utvecklingstrend är att mjukvaran i fordonen blir allt viktigare, bland annat för att möjliggöra optimerad användning och laddning av fordonens batterier. En annan utvecklingsinriktning är smartare laddning med högre effekt.

Sett till ägarkostnaderna är eldrivna personbilar redan idag i många fall konkurrenskraftiga i förhållande till motsvarande bensin- eller dieseldrivna fordon. För den fortsatta introduktionen av eldrivna personbilar kommer därför styrmedel successivt att få allt mindre betydelse, eldrivna personbilar är redan eftertraktade på marknaden.

Även för tunga fordon med eldrift sker utvecklingen i snabb takt i och med ökad tillgång till billigare och lättare batterier. Framöver befaras dock utvecklingstakten för batteritekniken att minska.

Det finns eldrivna tunga fordon anpassade till många segment på transportmarknaden. För vissa tillämpningar med långväga och tung buss och lastbilstrafik är det dock tveksamt om batterielektriska fordon kommer att kunna erbjuda tillräckligt god prestanda för att konkurrera ut förbränningsmotordrivna fordon till år 2030. För introduktion av tunga eldrivna fordon på bred front kommer därför styrmedel och kostnadsutvecklingen att vara avgörande. Det gäller även styrmedel och stöd riktade mot infrastrukturen.

Vätgas som energibärare kommer troligen inte att få något större genomslag fram till år 2030. Hur utvecklingen ser ut därefter är mera osäkert. Särskilt för de tunga och långväga transporter som i dag tycks svåra att genomföra med batterielektriska fordon kan vätgas komma att spela en viktig roll.

Summary

The number of newly registered rechargeable³ road vehicles⁴ has increased rapidly in recent years, but the transition to an electrically powered vehicle fleet takes time. As of year-end 2021 there were roughly 322,000 rechargeable road vehicles on the road, nearly 300,000 of which were passenger cars. The growth of electrically powered road vehicles up to 2021 involved mainly light vehicles in the form of passenger cars and electric scooters, although electrically powered buses and light lorries have also accounted for an ever-greater share of new sales since 2019. Electrically powered heavy lorries have more development ahead of them, but here again some such vehicles have begun to be registered, although they are few. There are still only a small number of vehicles that can be fuelled with hydrogen. At the end of 2021 there were 42 hydrogen-fuelled passenger cars and two such heavy lorries on the road.

Most of the rechargeable vehicles are found in our large urban areas, in southern Sweden and along the Norrland coast. This is true in the case of passenger cars regardless of whether we consider the number of vehicles on the road or in relation to the population size of the municipality in question. As is the case with rechargeable passenger cars, the bulk of the rechargeable light lorries are found in or around major cities. Rechargeable light lorries as a share of the total number of light lorries are also most common in southern Sweden and along the Norrland coast, often in densely populated municipalities. A large proportion of these lorries are associated with commercial activities in many different industries, such as the construction and civil engineering industry, property management, and trade. In relation to the number of job sites, a large proportion of the rechargeable lorries are found in southern Sweden, in certain municipalities surrounding Stockholm, Gothenburg and Malmö, and in a stretch from Karlstad and south to Jönköping and then further south along the E4. The East Coast, north and south of Stockholm, has a relatively large share of rechargeable light lorries.

The number of electric buses has increased notably since 2019. Although they are still relatively few, they are present in both northern and southern Sweden. Rechargeable heavy lorries are found in a few municipalities concentrated around Stockholm and Gothenburg.

Investigating where in Sweden four-year-old rechargeable passenger cars are found on the road as opposed to where they were newly registered can provide us with some idea of the distribution of our second-hand market. Of the 19,500 rechargeable passenger cars newly registered in 2017, 14,400 were still in the Swedish vehicle fleet in 2021. Between 2017 and 2021, an increase of at least one 2017-model rechargeable passenger car was seen in 209 of Sweden's municipalities. The total increase in these 209 municipalities was just over 2,300 rechargeable passenger cars. The fact that the number of rechargeable 2017-model cars is increasing in a large share of municipalities indicates that the vehicle fleet is spreading out from the major urban areas to the rest of the country.

Leasing is a common form of ownership for a rechargeable passenger car. Of the rechargeable passenger cars registered in 2021, 70 per cent were leased by either a legal entity or physical person. Rechargeable passenger cars leased by corporations, which are often used as company cars, represent the most common form of ownership for rechargeable passenger cars. It has, in a short time, become increasingly common to lease a rechargeable

³ Plug-in hybrids and pure electric power

⁴ Passenger cars, light and heavy lorries, buses, motorcycles and scooters

car privately. Of the roughly 62,000 passenger cars leased privately in 2021, more than half were rechargeable, with a preponderance of pure electrically powered vehicles.

Rechargeable vehicles, both those purchased and those leased, are to some extent attracting a new group of individuals who differ from traditional car buyers. In general, there is a greater tendency towards both owning and leasing rechargeable vehicles among a younger population, and among residents of urban areas, although this tendency is not as prevalent in the most densely populated areas. Neither ethnic background nor gender distribution appears to affect rechargeable passenger car ownership. When this new customer base is combined with the existing customer group, which has traditionally bought petrol- or diesel-fuelled passenger cars, the total customer base for passenger cars has expanded. The robust growth in new car sales of rechargeable vehicles may be accelerated even more as ordinary car buyers also update their vehicle holdings with a rechargeable vehicle.

Electric vehicle technology will improve by 2030, but the foundation is already here

There are already electric passenger cars, buses, and heavy and light lorries on the road in Sweden today. Future developments will likely result in many minor improvements to existing technologies, rather than any major innovative leaps. However, many small technical improvements could still have a major impact on the transport market. Once electrically powered vehicles have overall lower costs than fossil fuel-based vehicles they may enjoy a very rapid breakthrough, particularly in the case of vehicles for commercial use. In addition to optimising vehicle components, the R & D is focused on vehicle systems and total solutions. The pace of the continued introduction of electric vehicles will be at least as dependent upon conditions surrounding infrastructure, the energy supply, policy instruments and market solutions as it is upon the technological advances. One clear developmental trend is that vehicle software is becoming increasingly important, in part to enable the optimised utilisation and recharging of vehicle batteries. Another developmental focus has to do with smarter recharging with higher outputs.

In terms of the costs of ownership, electrically powered passenger cars are already competitive with corresponding petrol- and diesel-fuelled vehicles in many cases. Policy instruments will consequently become increasingly less important for the continued introduction of electrically powered passenger cars, as they are already sought after in the market.

Developments about electric heavy vehicles are also moving forward rapidly in parallel with greater access to cheaper and lighter batteries. However, there is a danger that the pace of battery technology development will slow.

There are electrically powered heavy vehicles customised for many segments of the transport market. However, in the case of some applications for long-haul and heavy bus and lorry traffic, it is doubtful whether battery-based electric vehicles will be able to offer sufficiently high performance to compete with combustion engine vehicles by 2030. Policy instruments and cost trends will be decisive for the introduction of electrically powered heavy vehicles across a broad front. This applies to policy instruments and support targeting the infrastructure as well.

Hydrogen as an energy source will probably not have any major impact by 2030. Its development beyond that point is less certain. Hydrogen may come to play an important role, particularly in connection with the heavy and long-haul shipments that are currently difficult to make using battery-powered electric vehicles.

1 Inledning

Under de senaste åren har antalet eldrivna vägfordon i Sverige ökat påtagligt. På bara några år har eldrivna vägfordon gått från att vara en ovanlig syn på de svenska vägarna till att utgöra ett allt vanligare inslag i trafiken. Allt fler olika fordonstyper börjar kunna drivas med elektricitet i någon form. Allt från små eldrivna sparkcyklar till tunga lastbilar med eldrift är nu en del av den svenska fordonsflottan och kommer att ha en avgörande roll för att Sverige ska kunna nå uppsatta klimatmål.

Utifrån den snabba utveckling som idag sker har Trafikanalys fått i uppdrag av regeringen att analysera utvecklingen av den eldrivna fordonsflottan. Analysen ska innehålla en nulägesbeskrivning och en regional analys av spridningen av eldrivna fordon i Sverige. I analysen ska det även ingå en beskrivning av möjlig utveckling fram till 2030, med avseende på tekniska egenskaper.

Introduktionen av eldrivna fordon har kommit längst för personbilsflottan, på marknaden finns nu ett relativt stort utbud av eldrivna bilmodeller i olika segment och prisklasser. Även bland övriga fordonstyper sker nu en elektrifiering av flottan. Den har ännu inte kommit lika långt som för personbilarna, men idag finns elbussar i flera av Sveriges större städer, antalet eldrivna lätta lastbilar ökar från år till år och det finns även motorcyklar och mopeder som kan drivas med el. Utvecklingen av tunga lastbilar som kan drivas med el är fortfarande i sin linda, men det går snabbt framåt. Antalet tunga lastbilar med eldrift har på bara några år gått från något enstaka testfordon till att närmast 100 fordon i trafik under början av 2022.

Elektrifieringen av fordonsflottan är en avgörande del i arbetet med att nå Sveriges klimatmål som innebär att fordonsflottans utsläpp ska minska med 70 procent fram till år 2030, jämfört med 2010 års utsläppsnivåer, och att utsläppen ska vara netto noll till 2045. Även om utvecklingen går snabbt tar omställningen tid, och sker inte i samma takt i hela Sverige samtidigt. Ser vi till personbilarna så är det närmare 5 miljoner personbilar i trafik, varav drygt 300 000 var laddbara vid slutet av 2021. Att utvecklingen kommer gå olika snabbt i olika delar av landet beror på att fordonsflottan som helhet är ojämnt fördelad. I vissa delar av Sverige köps en förhållandevis stor andel av landets nya fordon, och i dessa områden är fordonsflottan relativt ny. Det faller sig därav naturligt att den geografiska fördelningen av elfordon kommer att centreras till de områden där det köps många nya fordon.

Flera tekniker för att elektrifiera fordonsflottan har utvecklats parallellt. Många av de eldrivna fordon som funnits på marknaden fram till 2021 har baserats på hybridtekniker där förbränningsmotor och eldrift har samspelat. Antalet rena elfordon i trafik har varit relativt lågt, men ökade påtagligt under 2021. Samtidigt pågår utvecklingen av andra koncept för elektrifiering av fordon, så som bränslecellsteknik med vätgas som energibärare och elvägar där fordonen tar emot elektricitet via vägen i stället för att ha ett eget batteri. Dessa tekniker finns idag främst på teststadiet.

Syftet med rapporten är att ta fram ett kunskapsunderlag om eldrivna fordon genom att analysera tillväxttakten av eldrivna fordon i fordonsflottan och var i landet tillväxten sker. Ett ytterligare syfte är att beskriva den kommande teknikutvecklingen till 2030. Eftersom utvecklingen av eldrivna fordon har kommit längst för personbilarna ägnas en större del av

nulägesanalysen åt dessa. Beskrivningen av möjlig teknisk utveckling fram till 2030 kommer av samma anledning att i större omfattning beröra tunga fordon.

1.1 Avgränsningar, definitioner och källor

Eldrivna fordon är ett tämligen vitt begrepp, för rapporten fordras därför vissa definitioner och avgränsningar. Det gäller både vilka typer av fordon och vilka elektrifieringstekniker som vi åsyftar.

Fokus på registrerade fordon och på fordonsteknik

Det finns idag en uppsjö av eldrivna fordon i det svenska transportsystemet, även om elbilen till stor del har blivit symbolen för elektrifieringen av fordonsflottan. I stadsmiljö är idag elsparkcyklar såväl som elcyklar vanliga inslag, och i flertalet städer finns elbussar. För att kunna beskriva nuläget och utvecklingen framöver behövs tillförlitliga och jämförbara uppgifter att utgå ifrån. Fordonsregistret ger möjlighet till tillförlitlig statistik för samtliga registrerade vägfordon. Vi kommer därför att begränsa analysen till att i huvudsak behandla registrerade fordonstyper; personbilar, lätta och tunga lastbilar samt bussar. Därigenom omfattas 85 procent av alla fordon i trafik i analysen. Vi kommer även att, i den mån det är möjligt, beskriva utvecklingen för eldrivna motorcyklar och mopeder. Elcyklar och elsparkcyklar är däremot att betrakta som mikromobilitet och faller därmed utanför den här studiens huvudfokus. Eftersom fokuset är fordonen kommer inte laddinfrastrukturen att behandlas i någon större omfattning.

I nulägesbeskrivningen kommer vi att begränsa oss till tidsperioden 2015–2021 eftersom antalet elfordon i trafik var synnerligen begränsat före 2015. Elektrifieringen av fordonsflottan har kommit olika långt för olika fordonstyper, vilket kommer att speglas i analysen. Nulägesanalysen och de regionala analyserna kommer i stor utsträckning att behandla den historiska utvecklingen för eldrivna personbilar. För övriga fordonstyper kommer fokus att ligga på att beskriva dagens situation och möjlig framtida utveckling.

I beskrivningen av möjlig utveckling till 2030 med fokus på teknik är fordonsutvecklingen i centrum. Introduktionen av elfordon i fordonsflottan är dock inte enbart beroende av den fordonstekniska utvecklingen utan övriga förutsättningar som infrastruktur, energiförsörjning, styrmedel och marknadslösningar påverkar också. Beskrivningen inkluderar därför även en översiktlig bild av dessa områden.

Källor och metod

De huvudsakliga källorna för nulägesanalysen och den regionala analysen på läns- och kommunnivå är egna bearbetningar av de officiella statistikpublikationerna *Fordon 2021*⁵ och *Fordon i län och kommuner 2021*.⁶ I vissa fall har mer detaljerade uppgifter som inte publiceras i den officiella statistiken hämtats från fordonsregistret, som är en del av Vägtrafikregistret som Transportstyrelsen tillhandahåller. För att studera geografiska fördelningar med en högre upplösning än kommunnivån har vi använt SCB:s rikstäckande indelning av Sverige i demografiska statistikområden (DeSO).⁷ Denna indelning följer läns- och kommungränserna.

⁵ Trafikanalys (2022) Statistik 2022:5

⁶ Trafikanalys (2022) Statistik 2022:3

⁷ www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/deso---demografiska-statistikomraden/

Utvecklingen fram till år 2030 har vi försökt fånga med hjälp av litteratur i form av både rapporter och information på webbplatser. Vi har genomfört ett seminarium med representanter från fordonstillverkare och andra intressenter från näringslivet samt ett ytterligare seminarium med representanter från myndigheter. Vidare har vi inhämtat information genom att delta på konferenser och seminarier och genom samtal med personer från transportbranschen.

Vad är ett elektriskt fordon?

Den pågående elektrifieringen av fordonsflottan genomförs med flera parallella tekniker. Olika former av hybridtekniker har funnits relativt länge. Det har i första hand handlat om elhybrider som, med syfte att åstadkomma en energieffektivisering, laddas under körning. Sedan 2016 har laddhybrider blivit allt vanligare. Dessa fordon kan laddas externt och köra på ren eldrift. Till dessa har även mildhybrider tillkommit på marknaden. Dessa fungerar likt en elhybrid, men har ett mindre batteri och en mindre elmotor som främst syftar till att minska utsläppen från en förbränningsmotor (Figur 1.1).

Laddbara	Icke-laddbara
El Drivs av en elmotor och laddas med ström från ett vägguttag eller en laddstation. 100% el 	Elhybrid Har två motorer, en vanlig förbränningsmotor och en elmotor. Båda motorerna kan arbeta för att driva bilen, antingen samtidigt eller var och en för sig. Kan ej laddas externt med el. El-assistans 
Laddhybrid Kombinerar sin elmotor med en förbränningsmotor. Bilen kan laddas i ett vanligt eluttag och när batteriet är urladdat tar förbränningsmotorn över. 4-10 mil el 	Mildhybrid Går inte att ladda via ett eluttag, utan laddas genom bromskraftåtervinning när du kör. Här används batteriet för att stötta förbränningsmotorn och minska bilens utsläpp. 5-10% mindre förbrukning 

Figur 1.1. Illustration av olika typer av vanligt förekommande tekniker för elektrifiering.

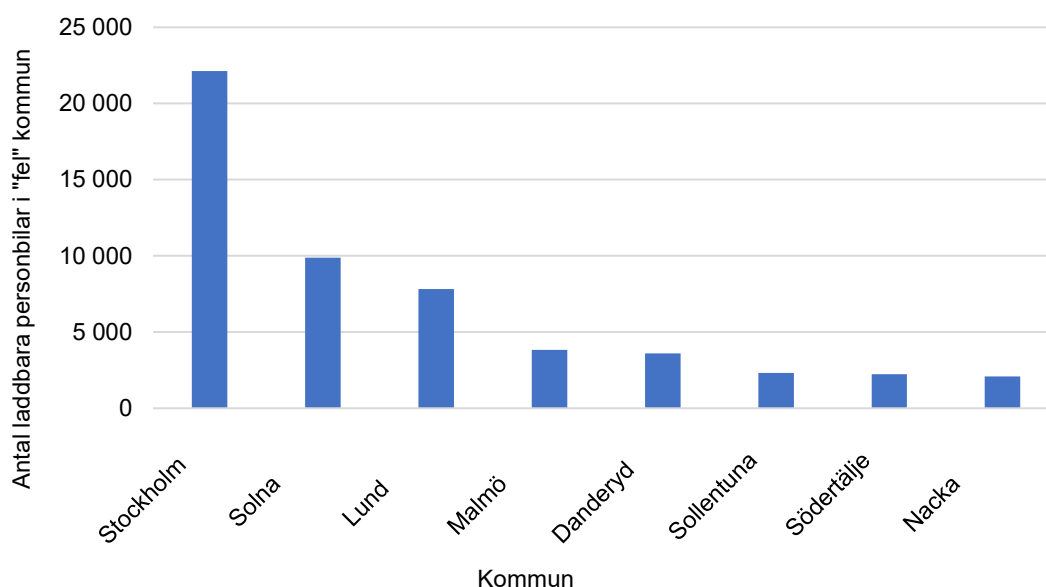
Utöver hybridteknikerna finns rena elfordon, det vill säga fordon som drivs av en elmotor med batteri som energikälla. Dessa kallas också batterielektriska fordon. Utöver de fyra teknikerna i Figur 1.1 pågår det utveckling av bränslecellsfordon som med vätgas som energikälla producerar elektricitet för att driva en elmotor. Det pågår även testverksamhet med elvägar, vilket innebär att fordonet får elektricitet från infrastrukturen under färden via kontaktledning i luften, skena i marken eller trådlöst genom induktion. Fordon på elvägar skulle i princip kunna framdrivas utan batteri, men även batterielektriska fordon kan köra på elvägar. Batteridrift behövs också för framdrift utanför ett elvägsnät.

I vår analys har vi valt att fokusera på de fordon som har möjlighet att drivas med ren eldrift samt de som kan laddas externt. Det innebär att nulägesanalyserna kommer att kretsa kring elbilar och laddhybrider, vilka vi definierar som laddbara fordon. Vi kommer att redovisa den historiska, och framtida, utvecklingen för elbilar och laddhybrider separat. I de framåtblickande delarna av analysen kommer även fordon med bränslecellsteknik och elvägar att beaktas.

1.2 Var rullar fordonen?

Det finns flera sätt att äga och bruka ett fordon, vilket kan göra det svårt att reda ut var i landet fordonen faktiskt används. Det är sedan tidigare känt att det finns en del kommuner i Sverige med väldigt många registrerade personbilar, och en del av dessa kommuner har även en hög andel laddbara bilar, bland annat Solna, Danderyd och Lund, för att nämna några. Det handlar dock om bilar ägda av juridisk person som med stor sannolikhet inte används i den kommun de är registrerade i. Av 300 000 laddbara personbilar i trafik vid slutet av 2021 hade 180 000 en juridisk person som ägare. Långt ifrån alla av dessa bilar är registrerade i en annan kommun än de huvudsakligen används i, men det finns exempel på företag som har väldigt många bilar registrerade i en enskild kommun.

Trafikanalys har tagit del av uppgifter från Power Circle⁸ som har genomfört en analys av bilar ägda av juridiska personer som är registrerade på en annan adress än där de används. I Power Circles analys har företagen först delats in i olika kategorier (exempelvis leasingbolag, bilhandel eller taxi). Sedan har en bedömning gjorts utifrån vad som är ett rimligt antal bilar för ett företag att ha inom respektive kategori. Utifrån analysen bedöms ca 58 000 av 300 000 laddbara personbilar i trafik 2021 vara registrerade på en annan ort än där de används. Problemet med laddbara bilar som är registrerade i "fel" ort är dock avgränsat till några få storstadskommuner (Figur 1.2).



Figur 1.2. Antal laddbara personbilar med en juridisk ägare som bedöms användas i en annan kommun än den är registrerad i, 2021.

⁸ <https://powercircle.org/>

De sju kommuner med flest laddbara bilar som bedöms användas i en annan kommun svarar för mer än 90 procent av bilarna som inte är registrerade där de används. Eftersom problemet är begränsat till så pass få kommuner gör vi bedömningen att de laddbara bilar som är registrerade i en annan kommun än i den de används inte kommer att påverka de analyser resultat som presenteras i denna rapport. Vi har därför valt att inte justera data för var i landet de laddbara personbilarna är registrerade.

Problematiken med att fordonen används någon annanstans än där de är registrerade tycks till viss del även gälla för lätta lastbilar och elmotorcyklar, även om fordonen är betydligt färre. För lätta lastbilar och elmotorcyklar är det däremot bara kommunerna Stockholm och Solna som har ett påtagligt högre antal laddbara lätta lastbilar än övriga Sverige och där man kan anta att en del av dessa egentligen används någon annanstans i landet. Vi har dock inte kunnat göra någon djupare analys av hur många lätta lastbilar eller elmotorcyklar som kan tänkas användas i en annan kommun än där den är registrerad, men i analysen tar vi hänsyn till att det finns två kommuner som förmodligen har färre laddbara lätta lastbilar och elmotorcyklar än vad statistiken visar.

För de tunga fordonen utgår vi ifrån att de är registrerade i den delen av landet där de används. För bussarnas del kan det innebära att de är registrerade på en ort, men kan användas i någon av grannkommunerna. Vår bedömning är dock att vi inte behöver göra någon justering av var bussarna finns då de förefaller användas i närområdet till den kommun de är registrerade i. Vi gör samma antagande för tunga lastbilar.

1.3 Rapportens disposition

I de två följande kapitlen ges först en övergripande bild av tillväxttakten för laddbara fordon under de senaste åren, med en jämförelse med motsvarande utveckling för elfordon i Norge.

I kapitel 3 fördjupas redovisningen med fokus på geografi och fordonsslag. För att få en djupare förståelse om vilka faktorer som påverkar fordonsflottans storlek och fördelning redovisas i kapitel 4 resultat från en regressionsanalys. Analysen görs för elfordon och laddhybrider per ägarkategori, ägda av en enskild firma, privatägda samt privateasade.

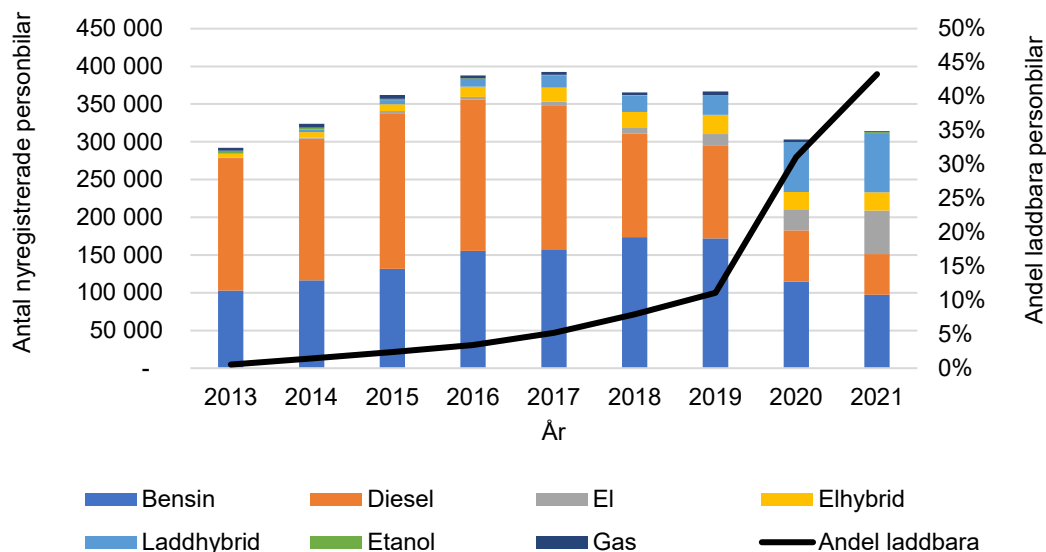
I kapitel 5 ges en beskrivning av hur marknaden för elfordon ser ut idag och en översikt över hur den tekniska utvecklingen kan bidra till att den förändras fram till år 2030. Här ingår också en översiktlig beskrivning av utvecklingen av batterier och mjukvara till fordonen, forskning på området och förutsättningar för ökad andel laddbara fordon kopplade till infrastruktur, ekonomi och styrmedel. Kapitlet avslutas med en utblick över hur elfordonen kan tänkas påverka vårt resande och transportföretagens logistikupplägg.

2 Elfordon i Sverige

I det här kapitlet kommer vi att undersöka tillväxttakten för laddbara personbilar, lätta och tunga lastbilar samt bussar. Även motorcyklar och elmopeder behandlas i kapitlet, om än i begränsad omfattning. Kapitlet avslutas med en jämförelse med utvecklingen av elfordon i den norska fordonsflottan.

2.1 Laddbara personbilar

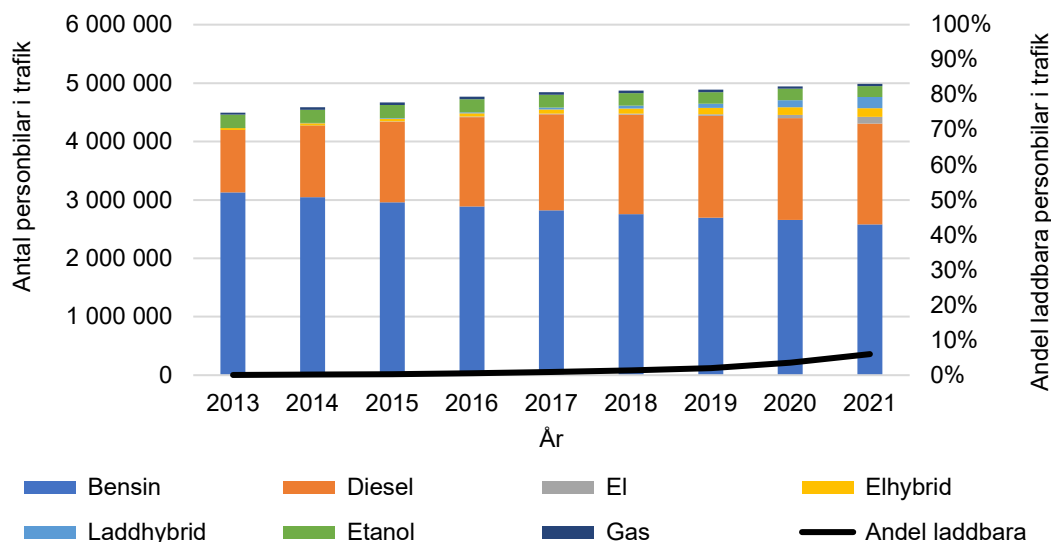
Försäljningen av laddbara personbilar har på några år gått från några tusen bilar per år till att utgöra mer än 40 procent av nybilsförsäljningen i Sverige. Mellan åren 2019 och 2020 ökade andelen nyregistrerade laddbara personbilar från 11 till 31 procent av de nyregistrerade personbilarna. Under 2021 nyregistrerades närmare 58 000 elbilar och 78 000 laddhybrider, vilka tillsammans utgjorde 43 procent av de nyregistrerade personbilarna 2021. Antalet nyregistrerade elbilar och laddhybrider ökade alltså påtagligt under 2020 och 2021 samtidigt som det totala antalet nyregistrerade personbilar minskade, vilket ytterligare bidrog till de laddbara bilarnas höga andel av de nyregistrerade personbilarna (Figur 2.1).



Figur 2.1. Antal nyregistrerade personbilar i Sverige fördelat på drivmedel, samt andel laddbara personbilar, år 2013–2021.

Försäljningen av laddbara personbilar har till stor del utgjorts av laddhybrider. Fram till 2020 utgjorde laddhybriderna ungefär 70 procent av de laddbara personbilarna. Antalet nyregistrerade elbilar har dock fördubblats årligen sedan 2018. Skillnaden mellan antalet nyregistrerade elbilar och laddhybrider var därför inte fullt så stor 2021 då elbilarna utgjorde 43 procent av de nyregistrerade laddbara personbilarna. Försäljningen av laddhybrider har tidigare ökat snabbt, men mellan 2020 och 2021 var ökningen måttlig.

Även om antalet nyregistrerade laddbara personbilar har ökat kraftigt de senaste åren tar det tid att förändra hela personbilsflottan. Sverige har idag närmare 5 miljoner personbilar i trafik, och 1,3 miljoner avställda personbilar. Med 300 000 laddbara personbilar i trafik utgjorde de laddbara personbilarna 6 procent av hela personbilsflottan i trafik. Av dessa utgjorde laddhybriderna 4 procent och elbilarna 2 procent (Figur 2.2).



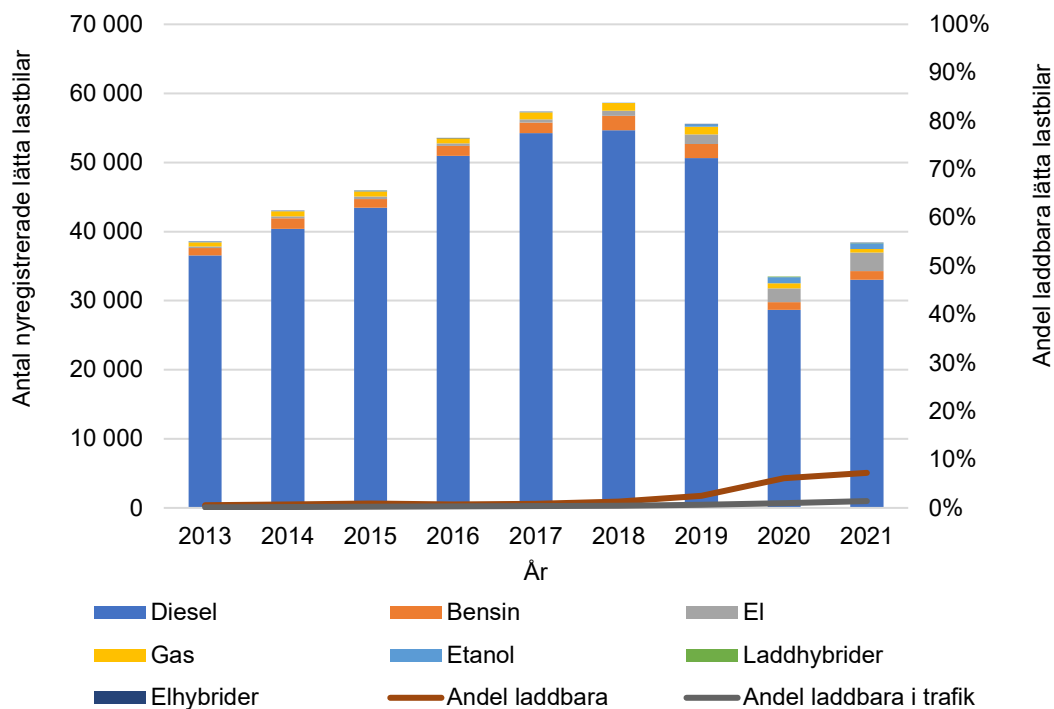
Figur 2.2. Antalet personbilar i trafik sista december 2021, uppdelat på drivmedel, samt andelen laddbara personbilar av det totala antalet personbilar i trafik.

Även om förändringen för flottan tar tid skedde det två intressanta skiften under 2021. Dels passerade antalet laddhybrider i trafik antalet etanolbilar, och blev därmed den vanligast förekommande alternativa drivlinan för personbilar i trafik. Det andra skiftet var att antalet dieselbilar i trafik började minska efter en lång period med årlig tillväxt. En kraftig nedgång av antalet nyregistrerade dieselbilar, i kombination med en omfattande export av begagnade dieselbilar, har bidragit till den utvecklingen. Även laddhybriderna exporteras i stor omfattning efter några få år i trafik i Sverige, vilket innebär att antalet laddhybrider i trafik, givet en mindre export, hade kunnat vara fler.⁹

2.2 Laddbara lätta och tunga lastbilar

Precis som för personbilarna har antalet laddbara lätta lastbilar ökat i försäljning de senaste åren, även om nivån är betydligt lägre än för personbilarna. Fram till 2018 utgjorde de laddbara lätta lastbilarna mindre än en procent av de nyregistrerade lätta lastbilarna (Figur 2.3). Skillnaden gentemot personbilar är att nästan samtliga laddbara lätta lastbilar är rena elfordon i och med att laddhybridteknik är ovanligt för lätta lastbilar.

⁹ www.trafa.se/vagtrafik/minskad-export-av-begagnade-personbilar-12928/



Figur 2.3. Nyregistrerade lätta lastbilar fördelat per drivmedel, samt andel laddbara lätta lastbilar av nyregistrerade och andel laddbara lätta lastbilar i trafik, 2013–2021.

Under de senaste tre åren har försäljningen av laddbara lätta lastbilar ökat påtagligt och uppgick till knappt 2 800 fordon år 2021, vilket motsvarade cirka 7 procent av de nyregistrerade lätta lastbilarna. Med runt 600 000 lätta lastbilar i trafik tar dock förändringen av flottan tid, 2021 utgjorde de laddbara lätta lastbilarna knappt 1,5 procent av samtliga lätta lastbilar i trafik.

Nästan samtliga laddbara lätta lastbilar är registrerade på en juridisk person. Ägarna är huvudsakligen aktiva inom bygg- och anläggningsbranschen, fastighetsförvaltning, handel, uthyrning och leasingverksamhet, post- och kurirverksamhet, transport, samt vård och omsorgsverksamhet (Tabell 2.1). Drygt 7 000 laddbara lätta lastbilar är registrerade i 20 branscher på 2-ställig SNI¹⁰.

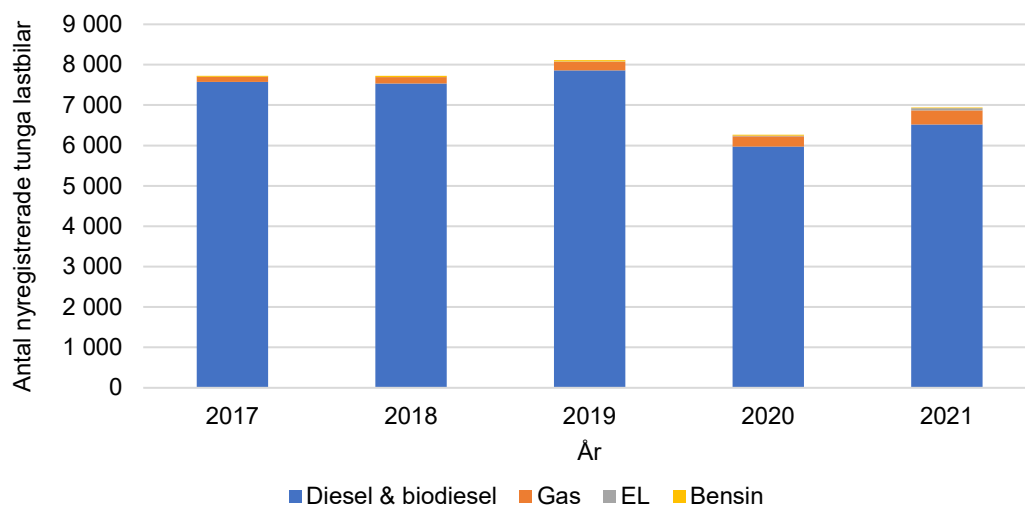
¹⁰ <https://sni2007.scb.se/>

Tabell 2.1. Antal laddbara lätta lastbilar i trafik 2021. Redovisat för de 20 branscher (SNI2007) med störst innehav.

SNI2007	SNI2007	Antal
68	FASTIGHETSVERKSAMHET	1 748
43	SPECIALISERAD BYGG- OCH ANLÄGGNINGSVERKSAMHET	1 045
45	HANDEL SAMT REPARATION AV MOTORFORDON OCH MOTORCYKLAR	691
88	ÖPPNA SOCIALA INSATSER	465
81	FASTIGHETSSERVICE SAMT SKÖTSEL OCH UNDERHÅLL AV GRÖNYTOR	409
77	UTHYRNING OCH LEASING	370
85	UTBILDNING	325
53	POST- OCH KURIRVERKSAMHET	309
64	FINANSIELLA TJÄNSTER UTOM FÖRSÄKRING OCH PENSIONSFRONDSVERKSAMHET	280
49	LANDTRANSPORT; TRANSPORT I RÖRSYSTEM	231
41	BYGGANDE AV HUS	211
35	FÖRSÖRJNING AV EL, GAS, VÄRME OCH KYLA	195
52	MAGASINERING OCH STÖDTJÄNSTER TILL TRANSPORT	190
87	VÅRD OCH OMSORG MED BOENDE	146
47	DETALJHANDEL UTOM MED MOTORFORDON OCH MOTORCYKLAR	132
46	PARTI- OCH PROVISIONSHANDEL UTOM MED MOTORFORDON	127
1	JORDBRUK OCH JAKT SAMT SERVICE I ANSLUTNING HÄRTILL	98
94	INTRESSEBEVAKNING; RELIGIÖS VERKSAMHET	93
56	RESTAURANG-, CATERING- OCH BARVERKSAMHET	84
70	VERKSAMHETER SOM UTÖVAS AV HUVUDKONTOR; KONSULTTJÄNSTER TILL FÖRETAG	84
	Övriga branscher	1 381
	Totalt i trafik	8 614

Anm: De fordon som ingår är el, elhybrider och laddhybrider.

För tunga lastbilar är elektrifieringen fortfarande i sin linda och än så länge finns det ytterst få tunga lastbilar med eldrift i trafik. Totalt fanns 72 tunga lastbilar med eldrift i trafik vid slutet av 2021, varav 19 var registrerade år 2020 och 50 lastbilar under 2021 (Figur 2.4). Majoriteten av de tunga lastbilarna med eldrift har en relativt låg totalvikt då de flesta väger mellan 16,9 och 27 ton.

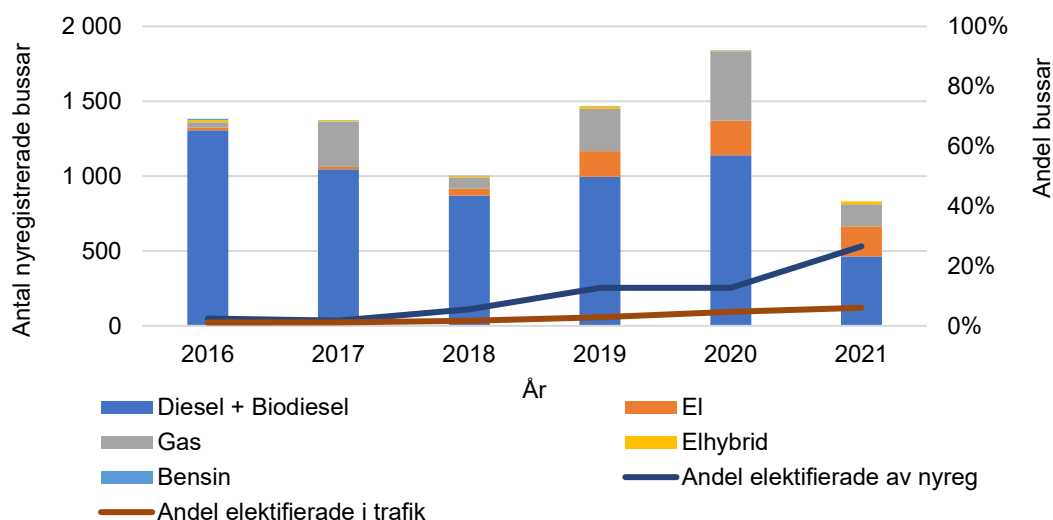


Figur 2.4. Antal nyregistrerade tunga lastbilar fördelat på drivmedel, år 2017–2021.

2.3 Laddbara bussar

Mer än 70 procent av alla bussar i trafik i Sverige går i upphandlad trafik, vilket innebär att bussflottans utformning i mångt och mycket styrs av trafik huvudmännens upphandlingar runt om i Sverige. Det här får till följd att antalet nya bussar som registreras årligen varierar kraftigt från år till år, både i antal och drivmedelsfördelning. Majoriteten av de nyregistrerade bussarna är diesel, eller biodiesel, och därefter följer gas eller el som de vanligaste drivmedlen.

Bussar med eldrift har varit relativt sällsynt förekommande, och fram till för några år sedan främst handlat om olika hybridtekniker (elhybrid och laddhybrid). Från 2015 har dock nyregistreringen av elbussar tagit fart, och ökat från år till år. Under 2021 nyregistrerade 201 elbussar och 20 hybridbussar, vilket sammantaget innebär att 27 procent av de nyregistrerade bussarna under 2021 hade någon form av eldrift (Figur 2.5).



Figur 2.5. Antal nyregistrerade bussar, fördelat på drivmedel, samt andel eldrivna bussar av de nyregistrerade bussarna, samt i trafik, år 2016–2021.

Försäljningen av nya bussar var förvisso väldigt låg under 2021 totalt sett, men vi kan likväl se att antalet nyregistrerade elbussar har varit runt 200 per år de senaste tre åren.

Fram till 2021 har det främst varit bussklass 1, eller stadsbussar, som varit föremål för elektrifiering. Under 2021 var närmare 80 procent av alla nyregistrerade bussar av klass 1 elbussar. Men med start från 2021 finns det nu även bussklass 2, eller regionbussar med eldrift, vilket innebär att elbussar kan användas på flera turer än tidigare, och därmed lär antalet nya elbussar öka kraftigt de kommande åren.¹¹ Den svenska bussflottan är relativt stabil sett över tid med ungefär 14 000 bussar i trafik. Andelen elektrifierade bussar utgjorde 6 procent av alla bussar i trafik under 2021, vilket är samma andel som de laddbara personbilarna utgjorde för personbilsflottan samma år (Figur 2.2).

2.4 Övriga laddbara fordon

Antalet MC i trafik 2021 uppgick till knappt 313 000. Drygt 2 300 eller 0,7 procent drivs med el. Övriga MC drivs nästan uteslutande på bensen. Antalet MC i trafik som drivs med el har ökat relativt snabbt sedan 2016 då det fanns 665 elmotorcyklar. (878 år 2017, 1 320 år 2018, 1 627 år 2019 och 1 941 år 2020). Huvuddelen av MC med eldrift fanns 2021 i Stockholms kommun (1 077), Solna (442) och Göteborg (68). Koncentrationen till Stockholm och Solna förklaras av att det nästan uteslutande är leasade fyrhjulingar¹² som används för postbefordran (SNI 53.1).¹³ Ungefär var femte elmotorcykel i Sverige 2021 är registrerad på fysisk person.

Antalet EU-mopeder i trafik uppgick 2021 till drygt 102 000. Ungefär 10 procent, eller 10 700, drivs med el. Fördelningen är mer jämnt fördelad över riket jämfört med MC. Innehav av mer än 200 EU-mopeder med eldrift finns i Stockholm (1 397), Göteborg (803), Nacka (546), Lidingö (254), Kungsbacka (219), Malmö (216) och Danderyd (210). Tillväxten av elmopederna har gått ännu snabbare än för motorcyklarna. Sedan 2016 då antalet eldrivna EU-mopeder endast uppgick till 1 735 har antalet sexfaldigats till 2021.

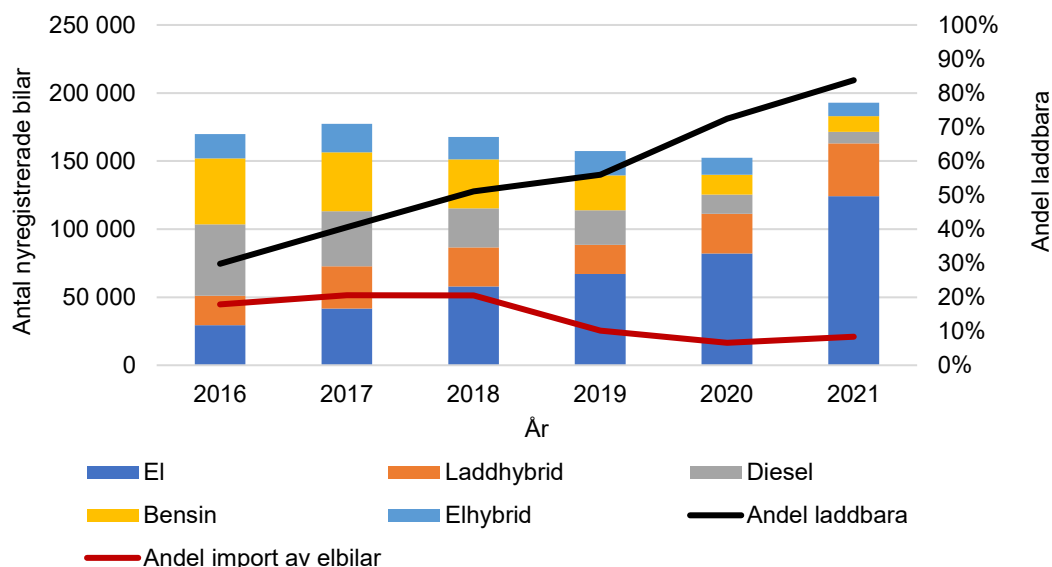
2.5 Jämförelse med Norge

Elektrifieringen av fordonsflottan sker runt om i världen och olika länder har kommit olika långt. Vårt grannland Norge var tidigt ute med elbilar och har därefter haft en ledande roll med en försäljning av elbilar som varit betydligt högre än den vi haft i Sverige. Norge har dessutom inte haft samma dominans av laddhybrider som Sverige haft, i stället har majoriteten av de laddbara bilarna utgjorts av elbilar (Figur 2.6).

¹¹ Trafikanalys PM 2022:05.

¹² Huvudsakligen tunga fyrhjulingar med karosseri för godsbefordran (enligt 168/2013/EG)

¹³ <https://sni2007.scb.se/>



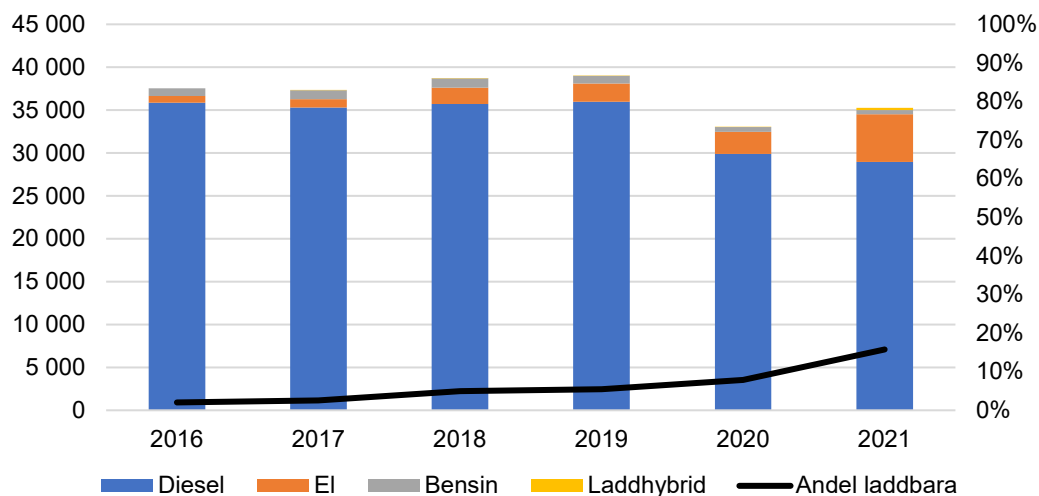
Figur 2.6. Antal nyregistrerade personbilar (nya bilar samt privatimport) i Norge, fördelat på drivmedel, samt andel laddbara personbilar av de nyregistrerade bilarna, 2016–2021.
Källa: Opplysningsrådet for Veitrafikken, egna bearbetningar.

Redan 2017 var 41 procent av de nyregistrerade bilarna i Norge laddbara, en andel som det dröjde fram till 2022 att nå i Sverige. Därefter ökade andelen laddbara bilar av de nyregistrerade bilarna långsammare under några år för sedan, på liknande sätt som i Sverige, öka betydligt både 2020 och 2021, fast från en högre nivå. En annan intressant aspekt med den norska utvecklingen är att privatimporten av elbilar har varit så pass påtaglig. Mellan åren 2016 och 2018 utgjorde privatimport 20 procent av de nyregistrerade elbilarna i Norge, för att sedan minska till knappt 10 procent 2020 och 2021.

Norge har historiskt sett varit tidiga med elbilar och har haft långtgående styrmedel som gynnat både köp och ägande av elbilar under en längre tid¹⁴, vilket har gett avtryck i nybilsförsäljningen. Styrmedel som gynnar ägandet av en elbil förefaller bidra till att skapa en efterfrågan på elbilar, vilket syns i de norska importsiffrorna för begagnade elbilar. I absoluta tal har importen av begagnade elbilar varit mellan 8 000 och 10 000 bilar per år (med undantag för pandemiåret 2020), vilket tyder på att även andra styrmedel än de som är riktade mot nybilsköpet skapar en ökad efterfrågan.

Ser vi till försäljningen av lätta lastbilar med eldrift så är skillnaderna mellan Sverige och Norge betydligt mindre. Även i Norge är det absoluta majoriteten av de nyregistrerade lätta lastbilarna dieselfordon. Men försäljningen av eldrivna lätta lastbilar har ökat även i Norge och utgjorde 16 procent av de nyregistrerade lätta lastbilarna 2021, att jämföra med 7 procent i Sverige för samma år (Figur 2.7).

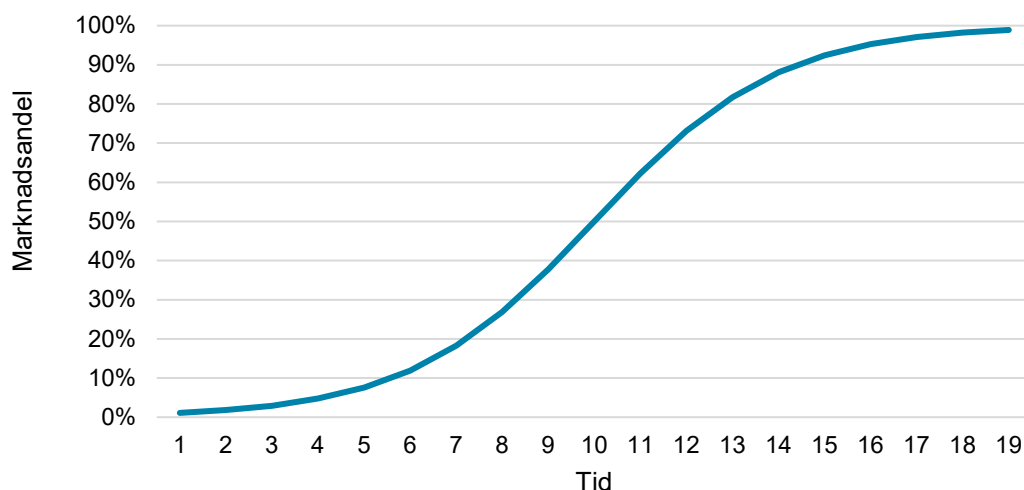
¹⁴ TOI (2013) Rapport 1276/2013 Elektromobilitet i Norge.



Figur 2.7. Antal nyregistrerade lätta lastbilar i Norge, fördelat på drivmedel, samt andel laddbara lätta lastbilar av de nyregistrerade fordonen, 2016–2021.
Källa: Opplysningsrådet for Veitrafikken, egna bearbetningar.

För tunga, elektrifierade, fordon är utvecklingen mellan Sverige och Norge snarlik. 2020 registrerades 14 tunga lastbilar med eldrift i Norge, och året efter 64. Motsvarande siffror för Sverige är 19 fordon 2020 och 50 fordon 2021. Även i Norge började det registreras elbussar i lite större omfattning från och med 2019. Andelen nyregistrerade elbussar är dock lägre för de tre senaste åren i Norge än i Sverige.

Ofta när man analyserar introduktionen av en ny produkt eller teknik på en befintlig marknad brukar tillväxten kunna beskrivas i termer av en S-kurva. Kurvan kan delas in i tre faser: innovation, tillväxt och mognad. En ny produkt som befinner sig i innovationsstadiet har i regel en långsam tillväxttakt och har en marknadsandel på mellan en och tio procent. Därefter infaller tillväxtfasen där produktens marknadsandel stiger kraftigt och snabbt, för att sedan nå en mognadsnivå med långsammare tillväxttakt, i regel med en marknadsandel över 90 procent (Figur 2.8).



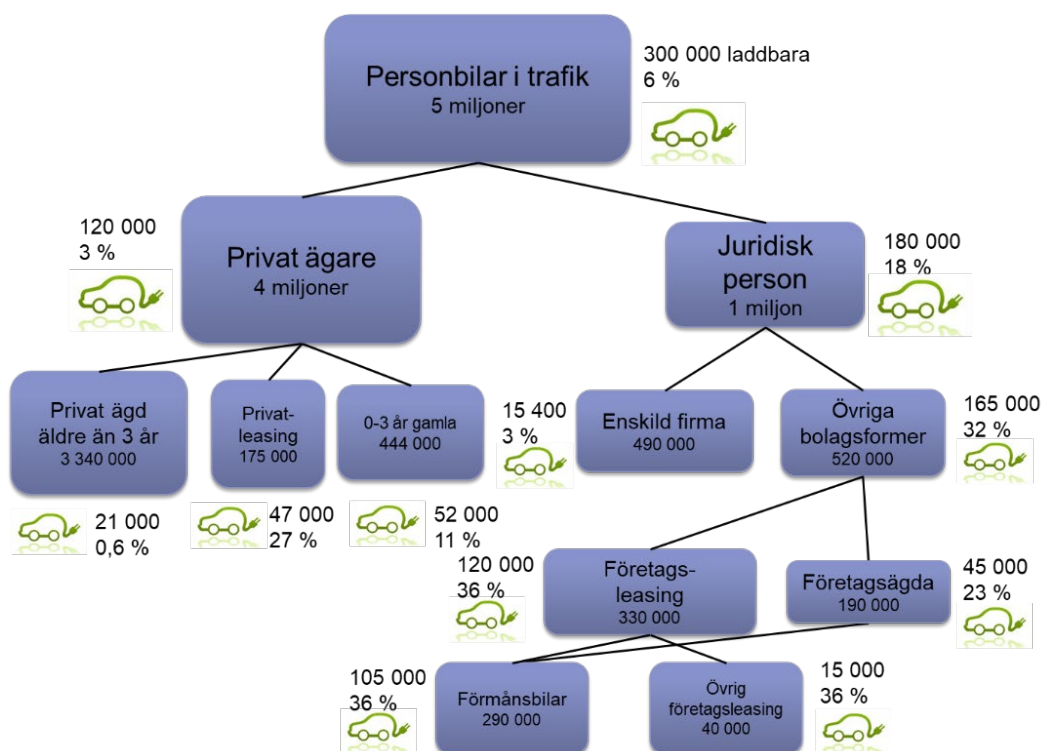
Figur 2.8. Illustration av en S-kurva.

Ser vi till andelen nyregistrerade laddbara personbilar i Sverige förefaller vi just nu befinna oss mitt i S-kurvan i tillväxtfasen. De laddbara personbilarnas marknadsandel för nyregistrerade personbilar har på två år gått från 11 till 43 procent. Jämför vi med Norge förefaller de i stället befinna sig i slutet av tillväxtfasen och vara på väg in i en mognadsfas i stället.

Sett till eldrivna lätta lastbilar förefaller det som att vi möjligen är i slutet av utvecklingsfasen och är på väg in i tillväxtfasen, även om utvecklingen inte riktigt är där än, varken i Sverige eller Norge. För de tunga fordonen tycks utvecklingen fortfarande befinna sig i ett tidigt stadiet av utvecklingsfasen. I och med att fler bussklasser börjar elektrifieras kan dock antalet nyregistrerade elbussar öka snabbare framöver än vad som varit möjligt idag.

2.6 Att äga eller leasa en laddbar bil

Vid slutet av 2021 fanns det knappt fem miljoner personbilar i trafik, varav cirka 300 000 var laddbara. Av dessa fem miljoner personbilar hade fyra miljoner en fysisk ägare (inklusive privatleasing), och en miljon hade en juridisk person som ägare (Figur 2.9). Av de bilarna som hade en fysisk ägare var 64 procent registrerade på en man och 36 procent registrerades på en kvinna.



Figur 2.9. Ägarstruktur för personbilar i trafik, fördelat på ägande av fysiska och juridiska personer, samt andel laddbara, 2021.

Personbilarna som ägs av fysiska personer kan delas upp i ägande och privatleasing, och för jämförbarhetens skull gentemot privatleasing och företagsbilar har vi här även delat upp de fysiskt ägda fordonen i ålderskategorin 0–3 år. Av de 300 000 laddbara personbilar som fanns i trafik vid slutet av 2021 hade 120 000 en fysisk ägare. Alltså var endast 3 procent av de

fysiskt ägda personbilarna laddbara. Avgränsar vi till relativt nya bilar, 0–3 år i trafik, ökar andelen laddbara bilar markant. Av 444 000 personbilar som var 0–3 år gamla och ägdes av en fysisk person var 52 000 laddbara, det vill säga ungefär 12 procent. Av de laddbara personbilarna var 58 procent laddhybrider och resterade el. En klar majoritet av de laddbara personbilarna 0–3 år ägdes av en man (75 procent). Av de resterande personbilarna som ägs av en fysisk person, som inte var leasade samt äldre än 3 år i trafik var ytterst få laddbara. Av närmare 3,4 miljoner bilar var endast 21 000 laddbara, vilket ger en andel på 0,6 procent. Majoriteten (75 procent) av dessa laddbara var laddhybrider, och de flesta var registrerade på en man.

Av de närmare 175 000 privatleasade personbilarna som var i trafik i slutet av 2021 var 47 000 laddbara, vilket uppgår till 27 procent av de privatleasade bilarna. Till skillnad mot de privatägda bilarna var mer än hälften av de laddbara privatleasade bilarna elbilar (52 procent) och resterande var laddhybrider. Av de nyregistrerade privatleasade bilarna under 2021 registrerades 38 procent på en kvinna, att jämföra med bilköp samma år där andelen som registrerades på en kvinna var 30 procent. Av de privatleasade bilarna som registrerades på en kvinna var 43 procent laddbara, för män var motsvarande andel 56 procent. Det kan jämföras med privata bilköp där motsvarande andel var 22 procent laddbara för kvinnor, och 33 procent för män. Att leasa en är därmed det absolut vanligaste sättet för en privatperson att förvärva en ny, laddbar, bil.

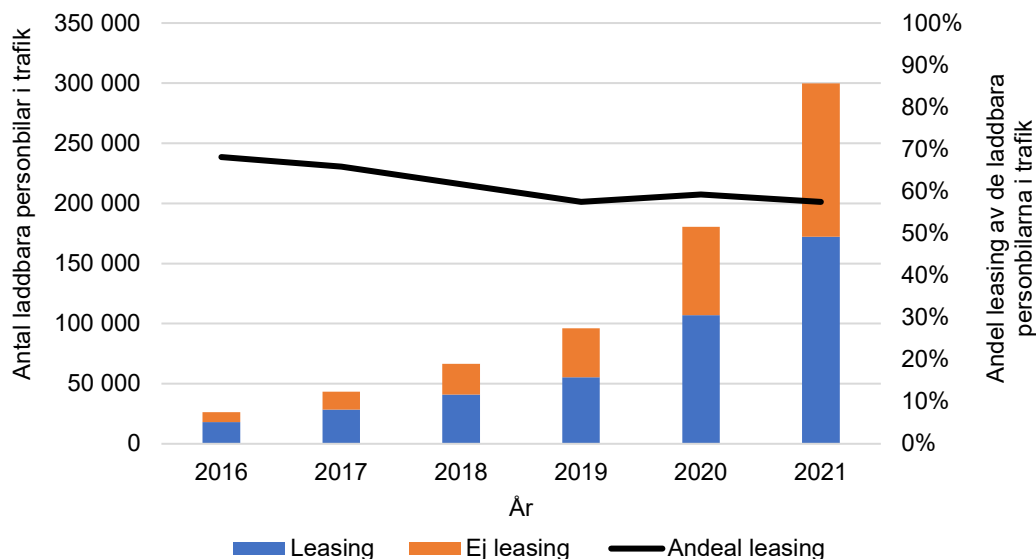
Även de personbilar som ägs av en juridisk person kan delas upp i olika underkategorier. Den första uppdelningen är huruvida det är en enskild firma eller en annan bolagsform. De båda ägarkategorierna är ungefär lika stora, med runt 500 000 bilar i vardera. Laddbara bilar är dock ovanligt bland enskilda firmor, cirka 8 000 laddhybrider och 7 000 elbilar. Två tredjedelar av de laddbara personbilarna registrerade på en enskild firma ägdes av företaget och resterande var leasing.

Bland de övriga bolagsformerna fanns det 165 000 laddbara personbilar, 120 000 av dessa var företagsleasing och 45 000 ägdes av företag. Av 330 000 företagsleasade personbilar var 120 000 laddbara, vilket innebär att 36 procent av dessa bilar var laddbara. Majoriteten (68 procent) av de företagsleasade laddbara bilarna var laddhybrider. En klar majoritet av de företagsleasade personbilarna används som förmånsbilar. En förmånsbil är dock inte en ägandekategori utan är en beskattning av förmånen att använda en tjänstebil privat. Vi saknar därför uppgifter om förmånsbeskattade bilar i vägtrafikregistret. Med underlag från Skatteverket vet vi däremot att ungefär 260 000 till 270 000 hushåll förmånsbeskattas för en tjänstebil årligen. Med antagandet att en del hushåll kan ha mer än en förmånsbil bedömer vi att ungefär 290 000 av företagsleasingbilarna är en förmånsbil. Det saknas dock uppgifter om vilket drivmedel de förmånsbeskattade bilarna har. Vi har därför antagit att de förmånsbeskattade bilarna har samma andel laddbara bilar som företagsleasing, det vill säga att 36 procent av förmånsbilarna är laddbara. Vi antar att de laddbara bilarna är jämnt fördelade mellan förmånsbilarna och övrig leasing, vilket skulle innebära att det var ungefär 105 000 laddbara förmånsbilar i trafik vid slutet av 2021.

Av de 190 000 personbilarna som ägdes av ett företag och inte var en leasingbil var runt 44 000 laddbara, varav 31 500 var en laddhybrid.

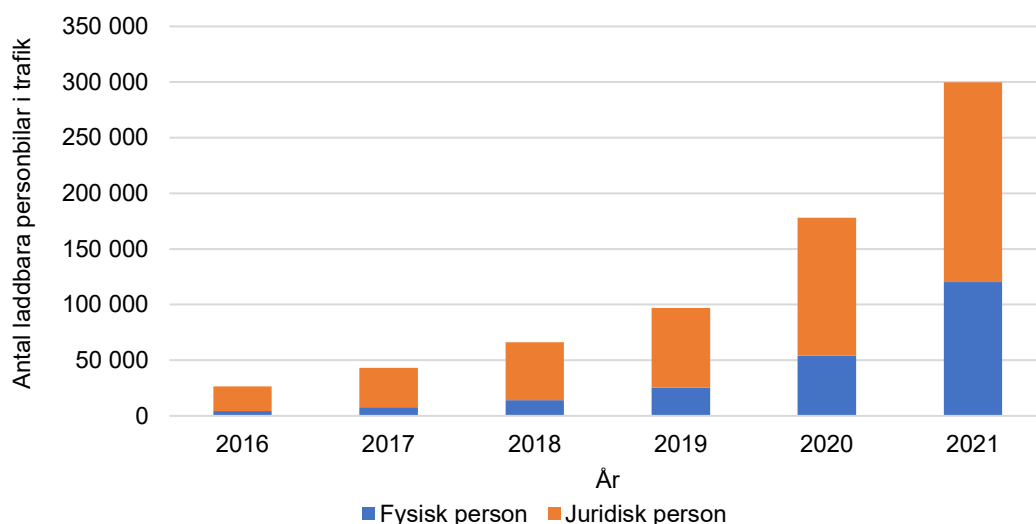
Som vi kan se i Figur 2.10 var mer än hälften av de laddbara personbilarna i trafik 2021 leasingbilar, antingen privat eller företagsleasing. Sett till utvecklingen över tid har andelen leasing av de laddbara personbilarna i trafik minskat. 2016 var 68 procent av alla laddbara personbilar i trafik under någon form av leasingavtal. Fram till 2021 hade andelen sjunkit till 57 procent, vilket innebär att det blir allt vanligare att äga ett laddbart fordon. Med tanke på att

leasingavtal i regel inte sträcker sig längre än 36 månader kan vi förvänta oss att en allt lägre andel av de laddbara fordonen är leasade framöver. I takt med att det finns allt fler äldre laddbara personbilar i trafik kommer andelen leasing att sjunka (Figur 2.10).



Figur 2.10. Antal laddbara personbilar i trafik, leasing och ej leasing, år 2016–2021

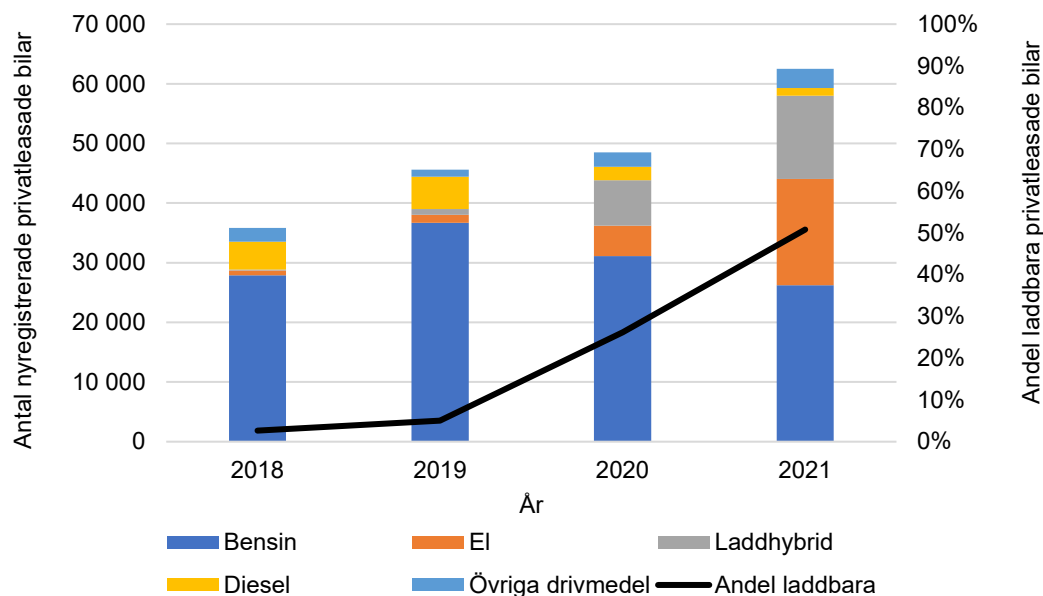
Sedan har 2016 har även fördelningen mellan ägande av personbilar av fysiska och juridiska personer förändrats. 2016 var det endast 16 procent av alla laddbara personbilar i trafik som ägdes av en fysisk person. Fram till 2021 hade andelen fysiskt ägda bilar ökat till 40 procent, motsvarande cirka 120 000 laddbara personbilar (Figur 2.11).



Figur 2.11. Antal laddbara personbilar i trafik efter ägarkategori, år 2016–2021.

Det har således blivit allt vanligare att privatpersoner antingen leasar eller äger en laddbar bil, framför allt under 2020 och 2021. Privatleasing är en ägandeform som har ökat kraftigt i Sverige på några år. År 2014 nyregistrerades knappt 14 000 personbilar som privatleasing. Till

2021 hade antalet ökat till 62 000, och utgjorde närmare hälften av de personbilar som registrerades på en fysisk ägare 2021. Trafikanalys har i tidigare arbeten studerat i vilken mån privatleasing förekommer för bilar på basis av typ av drivmedel och då funnit att det främst är bensinbilar som var aktuella för privatleasing.¹⁵ Det mönstret har dock kraftigt förändrats sedan 2020, vilket framgår av Figur 2.12.



Figur 2.12. Antal nyregistrerade personbilar leasade av en privatperson, fördelade på drivmedel, samt andel laddbara personbilar av de leasade bilarna, år 2018–2021.

Fram till 2020 utgjorde andelen bensin runt 80 procent av alla nyregistrerade privatleasingbilar, men denna andel har därefter minskat ner till 41 procent 2021. I stället har laddbara bilar snabbt blivit vanligt förekommande som privatleasingbil. Från att ha utgjort fem procent av de privatleasade bilarna 2019 till att två år senare utgöra mer än hälften av de nyregistrerade privatleasade bilarna. Mer än hälften av de privatleasade laddbara bilarna 2021 var elbilar.

Av de laddbara personbilarna som registrerades under 2021 var nästan 32 000 privatleasade och 16 000 köptes av en fysisk person. Under samma år nyregistrerades 63 000 företagsleasingbilar och 24 500 registrerades på ett företag. Av de laddbara personbilarna med en juridisk person som ägare som registrerades 2021 var 72 procent leasing. För de laddbara bilarna med en fysisk ägare var motsvarande siffra 66 procent. Fördelningen mellan elbilar och laddhybrider skiljer sig åt mellan fordon med fysiska och juridiska personer som ägare. Av de laddbara bilar som var registrerade på en juridisk person var 35 procent en elbil. För de fysiska personerna var andelen 55 procent. Fördelningen var i stort sett likartad oavsett ägandeform, leasing eller ägande. Sammantaget leasades 70 procent av de laddbara personbilarna som nyregistrerades under 2021. För bensin- och dieselbilar var fördelningen mer jämn mellan leasing och köp. 51 procent av de bensin- och dieselbilar som nyregistrerades under 2021 var leasingbilar.

¹⁵ Trafikanalys (2018) Rapport 2018:13

Sammanfattning

Leasing har under de senaste åren blivit alltmer vanligt förekommande, framför allt privatleasing. Vi har kunnat se att leasing är den vanligaste ägarformen för nya, laddbara, personbilar. Under 2021 var mer än 70 procent av alla nyregistrerade laddbara personbilar kopplade till någon form av leasing. Företagsleasing av laddbara bilar har tidigare varit vanligt förekommande och ofta har de använts som förmånsbilar. Fram till 2020 var privatleasing av laddbara bilar ovanligt, endast fem procent av de privatleasade bilarna var laddbara. Därefter har antalet privatleasade, laddbara, bilar ökat mycket snabbt och utgjorde hälften av alla privatleasade bilar 2021. Under 2021 var det drygt 47 000 laddbara personbilar i trafik som privatleasades och runt 120 000 som var företagsleasade (Figur 2.10).

Eftersom den snabba utvecklingen för privatleasing endast har ägt rum under de senaste två åren är det rimligt att anta att antalet laddbara privatleasade personbilar i trafik kommer att öka under de kommande åren. Med samma antal privatleasade laddbara bilar som 2021 under två år till kan antalet i trafik uppgå till närmare 100 000 laddbara bilar i trafik. Det skulle innebära att privatleasing i så fall blir en nästan lika vanlig ägandeform för laddbara personbilar som företagsleasing.

3 Regional analys av laddbara fordon

I det här avsnittet görs en beskrivning av fordonsflottans geografiska fördelning på läns- och kommunnivå. Befolkningen är dock inte jämnt fördelad över kommunens eller länets yta utan vissa delar har en stor och tätt boende befolkning, medan andra delar är mer glest befolkade. En fördjupning görs därför även på DeSO-nivå¹⁶ (Demografiska statistikområden).

Redovisningen görs för fordonsflottan samt för nybilsförsäljningen av laddbara fordon, det vill säga elfordon och laddhybridfordon. En uppdelning görs också med avseende på typ av ägare, fysiska respektive juridiska personer, och ägandeform, leasing respektive köp. Huvuddelen av redovisningen ägnas åt personbilar. En mer begränsad analys görs för övriga typer av vägfordon.

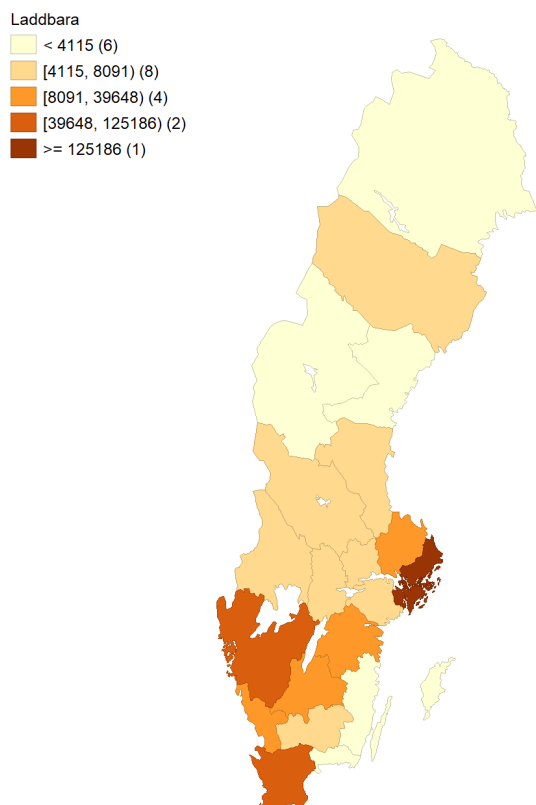
3.1 Personbilar

Länsnivå

De laddbara personbilarna är ojämnt fördelade i landet. Ser vi till antalet laddbara personbilar i trafik, utan att ta hänsyn till problematiken om var bilarna är registrerade, som presenterades i kapitel 1.2, är det tydligt att det är i storstadslänen som de flesta laddbara personbilarna är registrerade (Figur 3.1).

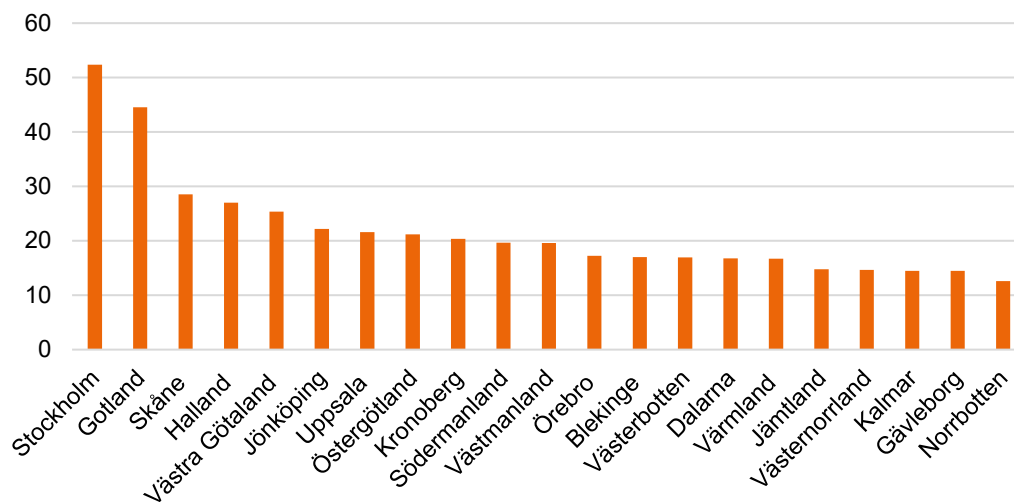
Bara i Stockholms län fanns det 125 000 laddbara personbilar registrerade 2021, vilket är drygt 40 procent av samtliga laddbara personbilar i trafik. Stockholm, Västra Götaland och Skåne hade tillsammans 70 procent av samtliga laddbara personbilar i trafik. De är dock stora och folktäta län, som tillsammans står för närmare halva Sveriges befolkning.

¹⁶ www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/deso---demografiska-statistikomraden/ SCB:s rikstäckande indelning av Sverige i demografiska statistikområden (DeSO) gäller från 1 januari 2018 och följer läns- och kommungränserna. DeSO delar in Sverige i 5 984 områden som vid starten har mellan 700 och 2 700 invånare. Indelningen tar hänsyn till de geografiska förutsättningarna så att gränserna, i möjligaste mån, följer exempelvis gator, vattendrag och järnvägar. Viktiga byggstenar som använts för att skapa DeSO är tätorter och valdistrikt. Varje DeSO har klassats till en av tre kategorier. Ett DeSO i kategori A ligger till största delen utanför större befolkningskoncentrationer eller tätorter. DeSO i kategori B ligger till största delen i en befolkningskoncentration eller tätort, men inte i kommunens centralort. I kategori C finns DeSO som till största delen ligger i kommunens centralort. Totalt återfinns 18 procent av DeSO inom kategori A, 10 procent inom kategori B och 72 procent inom kategori C.



Figur 3.1. Antal laddbara (el och laddhybrid) personbilar i trafik, per län, 2021.

När hänsyn tas till befolkningsstorlek är det framför allt Stockholms Län och Gotland som har en hög andel laddbara personbilar. (Figur 3.2).

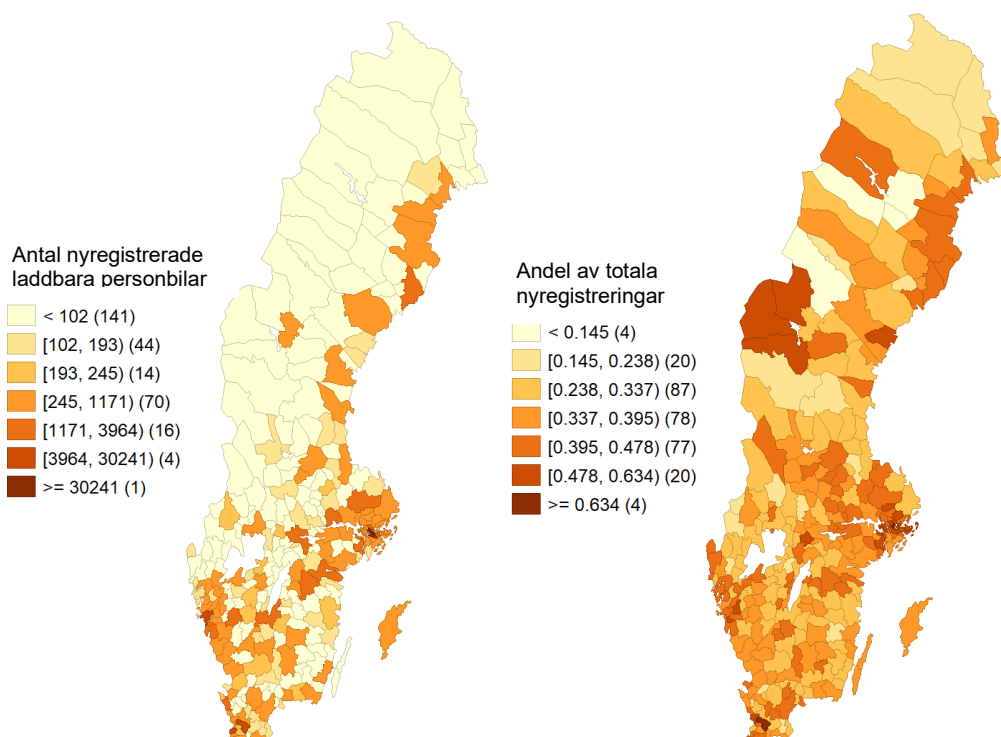


Figur 3.2. Antal laddbara personbilar i trafik per 1 000 invånare, fördelat per län, 2021.

Kommunnivå

Av de drygt 136 000 laddbara personbilarna som nyregistrerades under 2021 registrerades huvuddelen i kommuner i södra Sverige kring de tre storstadsområdena, längs norrlands-kusten samt i Östersund (Figur 3.3). Andelen laddbara personbilar av samtliga nyregistrerade personbilar (314 309) ger en mer splittrad bild, där flera norrländska inlandskommuner har andelar laddbara personbilar som överstiger 40 procent (antalet är dock lågt, ett hundratal per år).

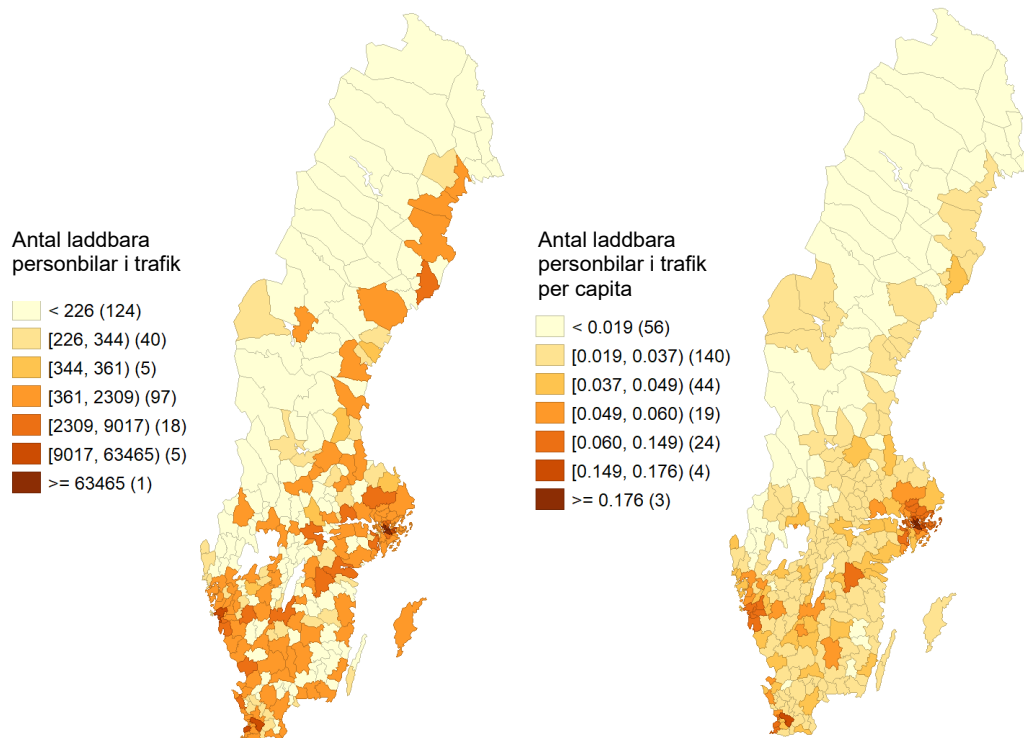
Samtidigt kan vi observera att andelarna i grannkommunerna understiger 15 procent. En hög andel av nyregistrerade laddbara personbilar sker också i hög grad i storstadskommunerna och dess kranskommuner. Vid en uppdelning av de nyregistrerade laddbara personbilarna i elfordon och laddhybrider är det geografiska mönstret påfallande lika för båda typerna av drivlina (Figur 9.7). Därför överensstämmer detta mönster också väl med det övergripande mönstret för nyregistrerade laddbara personbilar.



Figur 3.3. Antal nyregistrerade laddbara personbilar (vänster) och dess andel av samtliga nyregistrerade personbilar (höger), 2021.

Under de senaste åren har antalet laddbara fordon ökat och uppgick vid slutet av 2021 till drygt 299 000, varav 110 000 var elfordon och 189 000 var laddhybrider. Fördelningen av fordonsflottan av laddbara personbilar överensstämmer väl med hur nyregistreringarna såg ut 2021. I ett fåtal kommuner i storstadsområdena finns huvuddelen av den laddbara fordonsflottan (Figur 3.4 och Figur 9.8). Exempelvis finns knappt 63 500 laddbara fordon (17 000 el och 46 500 laddhybrider) i Stockholms kommun. Det motsvarar drygt 21 procent av den sammanlagda laddbara fordonsflottan. Dessutom finns det 10 800 laddhybrider i Solna och 9 000 i Nacka. I Malmö och Lund finns det sammanlagt 20 500 laddbara fordon och i Göteborg 16 200. Tar man däremot hänsyn till att flera av dessa kommuner har ett betydande antal bilar registrerade, men som faktiskt inte finns i kommunen som framkom i avsnitt 1.2 ser

fördelningen något annorlunda ut. Stockholm har fortfarande flest laddbara personbilar i trafik (41 300), följt av Göteborg (14 200), Nacka (6 900) och Malmö (6 000).



Figur 3.4. Antal laddbara personbilar i trafik 2021 (vänster) samt antal i trafik per capita (höger).

År 2017 nyregistrerades nästan 19 500 laddbara personbilar (Figur 3.5). I slutet av 2021 fanns 14 400 av dessa kvar i fordonsflottan. Huvuddelen av dem har avregistrerats från storstadskommunerna, för export till utlandet. Av de sju kommuner som 2017 hade fler än 500 laddbara personbilar av 2017 årsmodell har tappet uppgått till –64 procent i Stockholm, Solna (–85 %), Lund (–66 %), Södertälje (–72 %), Malmö (–48 %), Göteborg (–30 %) och Nacka (–39 %) (Figur 3.5 och Tabell 3.1). Det sammanlagda tappet för dessa kommuner uppgick till nästan 6 600 laddbara fordon.

Tappet för dessa kommuner är dock en administrativ justering eftersom en stor del av fordonen endast varit registrerade där, men aldrig befunnit sig i dessa kommuner, jmf. kapitel 1.2. När leasingperioden gått ut har fordonen då tagits över av den tidigare leasinginnehavaren (eller ny köpare) och registrerats på en mer rättvisande adress. En del av fordonen har också exporterats till andra länder.

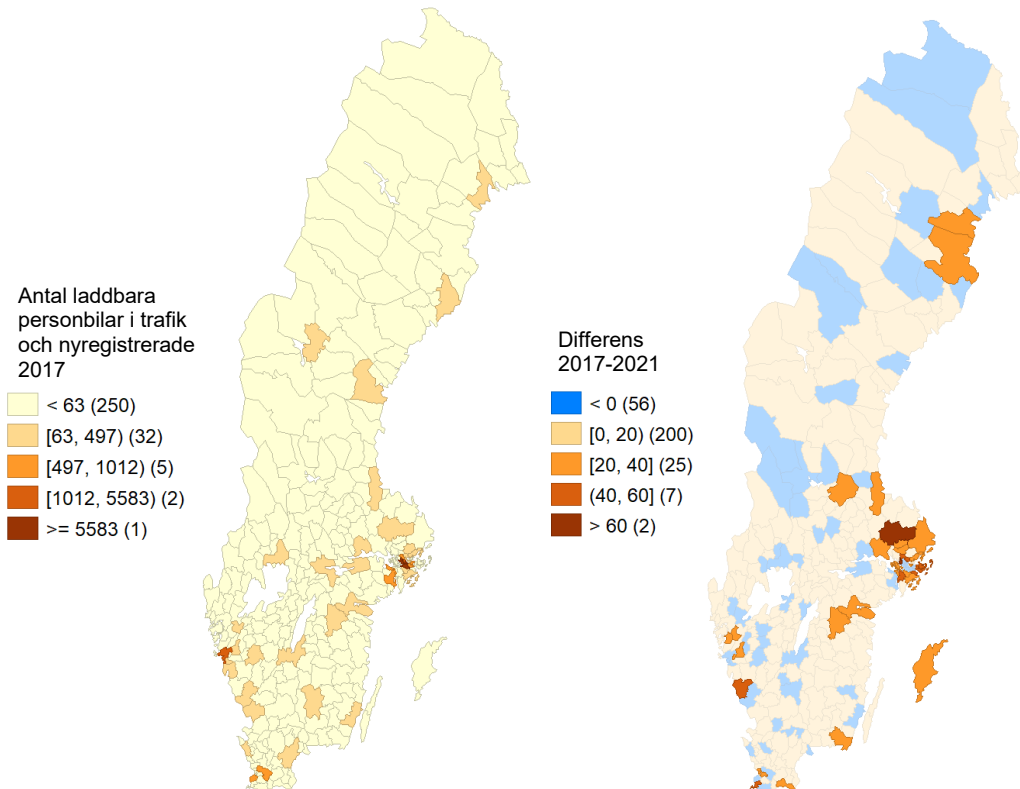
Om vi stället granskar de kommuner som vi bedömer ha en registrerad flotta som överensstämmer med verkligheten så ser vi att de kommuner som hade en flotta med minst 100 laddbara personbilar som nyregistrerade 2017 uppvisar ett mer varierat mönster (Tabell 3.1). Det finns även bland dessa kommuner några som har tappat en stor del av dessa fordon. Men det finns också kommuner som har ökat innehavet av fordon som nyregistrerades 2017, ofta handlar det om en tillväxt på 20–50 fordon.

Tabell 3.1. Nyregistrerade laddbara personbilar (kommuner med minst 100) 2017, dess antal i trafik 2021 samt förändring mellan 2017 och 2021.

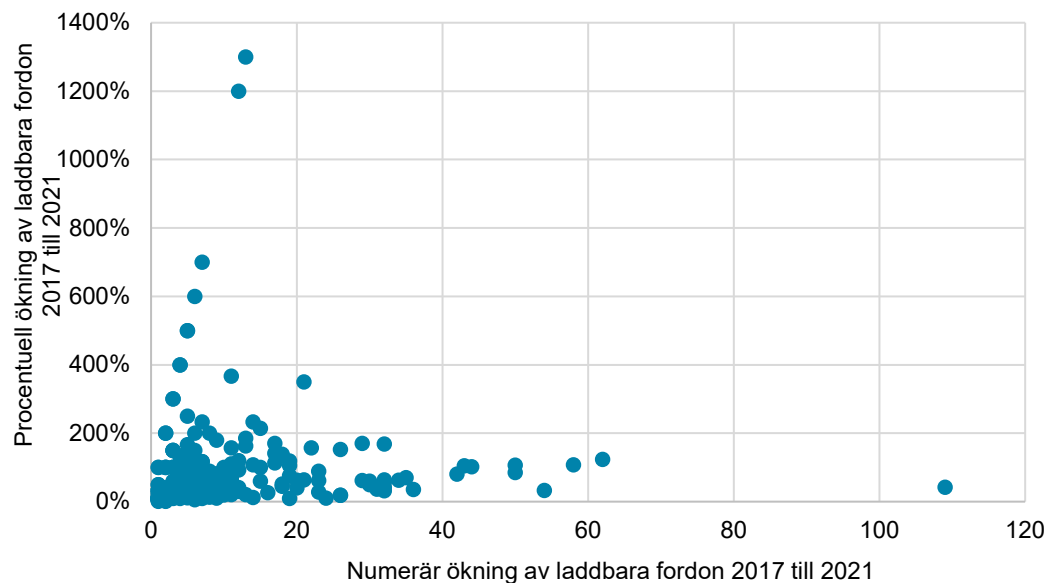
<i>Kommun</i>	<i>PB17_2017</i>	<i>PB17_2021</i>	<i>Förändring (antal) 2017–2021</i>	<i>Förändring (%) 2017–2021</i>
Stockholm	5 583	1 994	-3 589	-64
Solna	1 380	205	-1 175	-85
Göteborg	1 012	712	-300	-30
Lund	861	295	-566	-66
Malmö	732	378	-354	-48
Nacka	553	335	-218	-39
Södertälje	536	150	-386	-72
Sollentuna	497	224	-273	-55
Uppsala	259	368	109	42
Linköping	232	256	24	10
Danderyd	230	163	-67	-29
Västerås	210	208	-2	-1
Karlstad	203	107	-96	-47
Jönköping	201	168	-33	-16
Helsingborg	200	155	-45	-23
Kungsbacka	199	218	19	10
Mölnadal	179	117	-62	-35
Borås	170	150	-20	-12
Örebro	169	169	0	0
Täby	163	217	54	33
Umeå	161	163	2	1
Eskilstuna	150	139	-11	-7
Huddinge	140	166	26	19
Norrköping	139	165	26	19
Sundbyberg	119	62	-57	-48
Sundsvall	116	130	14	12
Kalmar	107	88	-19	-18
Växjö	102	108	6	6
Lidingö	101	133	32	32
Lerum	101	137	36	36

I 209 av Sveriges 290 kommuner har antalet laddbara fordon som nyregistrerades 2017 ökat med minst 1 fordon 2021 (Figur 3.5). Störst ökning skedde i Uppsala som ökade från 259 till 368 fordon. Den sammanlagda ökningen i dessa 209 kommuner uppgår till drygt 2 300 laddbara personbilar med första registreringsår 2017. Flertalet av kommunerna som ökat sitt innehav av laddbara personbilar som nyregistrerades 2017 till år 2021 hade ett relativt litet innehav 2017. Älvkarleby är den kommun som procentuellt ökat flottan av laddbara personbilar mest, 1 300 procent från 1 till 14 personbilar (Figur 3.6). Även Åtvidaberg har haft en betydande procentuell ökning, 1 200 procent, vilket motsvarar 12 fordon. Antal kommuner där fordonsinnehavet ökat med minst 20 fordon är 34. De är huvudsakligen lokaliserade i Stockholms län samt i medelstora kommuner såsom Piteå, Falun, Varberg och Karlskrona.

Den sammanlagda ökningen i dessa kommuner är 1 201 fordon, eller i genomsnitt 35 laddbara personbilar per kommun.



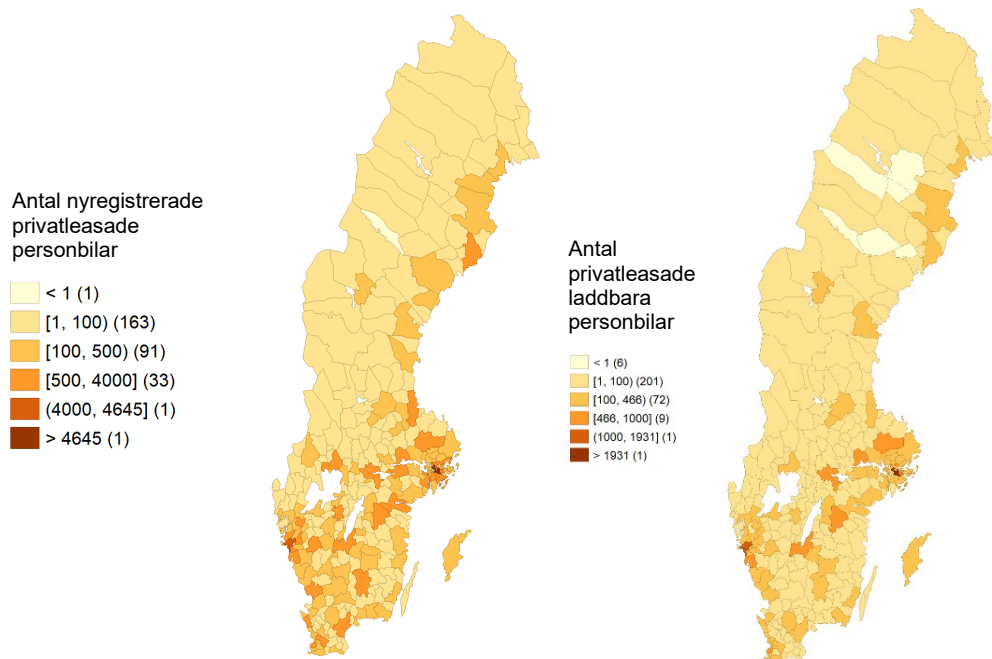
Figur 3.5. Antalet laddbara personbilar nyregistrerade 2017 och i trafik 2017 (vänster). Differens i antal laddbara personbilar av nyregistrerade 2017, år 2021 jämfört med år 2017 (höger).
Anm: De 34 kommuner som ökat innehavet med minst 20 fordon har förtydligats i figuren med klara bruna färger för de tre översta kategorierna.



Figur 3.6. Numerär respektive procentuell ökning av 2017 års modell av laddbara fordon mellan 2017 och 2021, per kommun.

Privatleasing

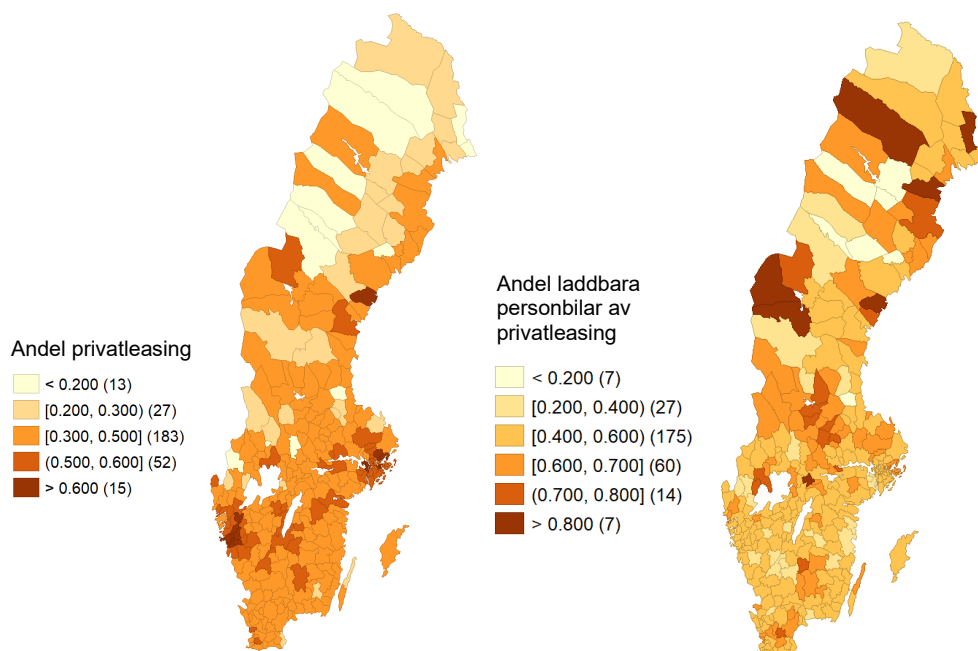
Att privatleasa en bil har, som vi kunnat se, blivit allt vanligare. Privatleasing är vanligast förekommande i, och i anslutning till större städer, men de finns nu i nästan hela landet. Kommunerna med flest antal nyregistrerade privatleasingbilar under 2021 var Stockholm (4 900), Göteborg (4 600) och Malmö (1 600). Under 2021 var det endast Dorotea, i Västerbottens län, där det inte nyregistrerades någon privatleasad bil (Figur 3.7).



Figur 3.7. Antal nyregistrerade privatleasade bilar (vänster), samt privatleasade laddbara personbilar (höger), antal per kommun, 2021.

Sett till antalet nyregistrerade privatleasade laddbara bilar är mönstret ungefär detsamma som för privatleasing totalt sett, dvs. de flesta är registrerade runt storstäderna. Skillnaden är att Uppsala hamnar på tredje plats i stället för Malmö. Däremot fanns det sex kommuner där det inte nyregistrerades någon privatleasad laddbar bil under 2021, samtliga av dessa kommuner återfinns i Västerbottens och Norrbottens län.

Små kommuner har generellt ett lågt antal nyregistrerade personbilar per år, vilket även syns på privatleasingen. Nybilsmarknaden är liten, och därmed är antalet privatleasade bilar även det lågt. Relateras privatleasing till privatbilsmarknaden för respektive kommun ser det lite annorlunda ut (Figur 3.8).



Figur 3.8. Andel privatleasing av nybilsköp av en fysisk person (vänster), samt andel laddbara bilar av privatleasing (höger), per kommun, 2021.

Privatleasing som ägandeform är minst utbredd i Västerbotten och Norrbottens inland. Här finns 13 kommuner med en privatleasingandel som understiger 20 procent av de nyregistrerade bilarna som registrerades på en fysisk person. Det kan jämföras med att för majoriteten av Sveriges kommuner utgjorde privatleasingen mellan 30 och 50 procent av de nyregistrerade bilarna som registrerades på en fysisk person. I ett fåtal kommuner översteg andelen 60 procent. Däribland återfinns kommuner som Partille, Mölndal, Ale och Öckerö, som ligger i relativt nära anslutning till Göteborg.

Även sett till andelen laddbara privatleasade bilar av de privatleasade bilarna 2021 ges en bild av en relativt jämn fördelning i landet. I majoriteten av kommunerna står de laddbara bilarna för mellan 40 och 60 procent av privatleasingmarknaden (Figur 3.8). Det finns dock en del kommuner i norra Sverige som sticker ut med en andel på över 80 procent laddbara bilar av de privatleasade bilarna, exempelvis i Piteå, Berg, Åre och Kramfors. I Övertorneå och Jokkmokk var samtliga privatleasade bilar laddbara.

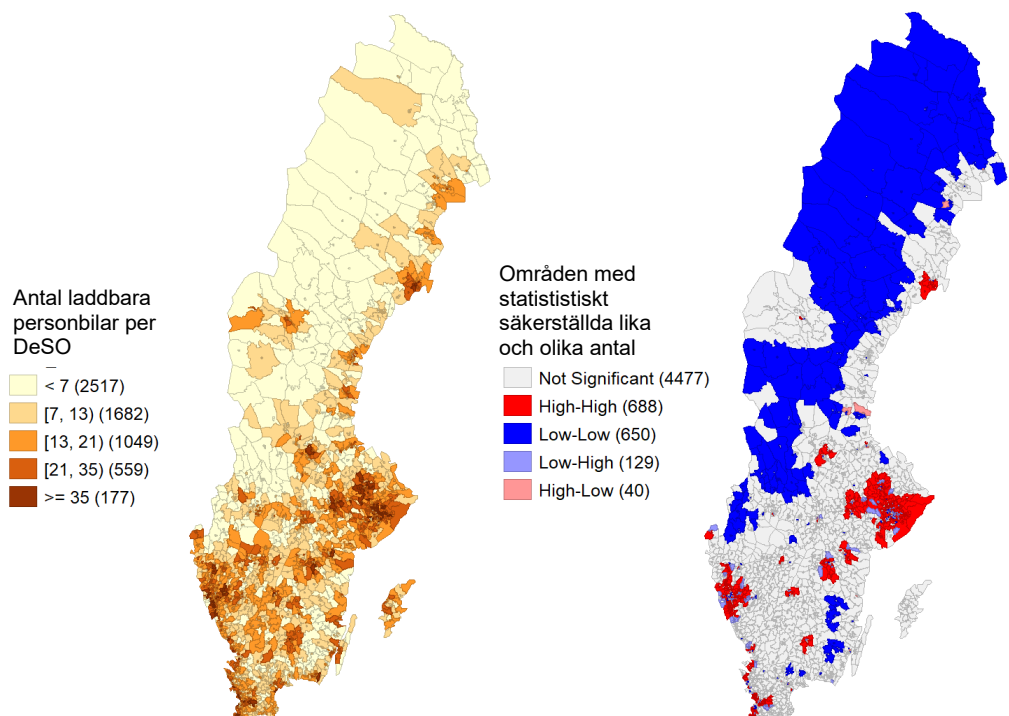
DeSO

DeSO delar in Sverige i 5 984 områden som vid starten 2018 hade mellan 700 och 2 700 invånare. Viktiga byggstenar som använts för att skapa DeSO är tätorter och valdistrikt. Varje DeSO har klassats till en av tre kategorier. Ett DeSO i kategori A ligger till största delen utanför större befolkningskoncentrationer eller tätorter. DeSO i kategori B ligger till största delen i en befolkningskoncentration eller tätort, men inte i kommunens centralort. I kategori C finns DeSO som till största delen ligger i kommunens centralort. Totalt återfinns 18 procent av DeSO inom kategori A, 10 procent inom kategori B och 72 procent inom kategori C. Till denna indelning har SCB kopplat socioekonomisk information samt information om fordonen från fordonsregistret.

En summering av antalet laddbara (elfordon och laddhybrider) personbilar ägda eller leasade av fysiska personer och personbilar ägda av enskilda firmor per DeSO ger en klar indikation om att det stora flertalet av dessa fordon finns i södra Sverige, i storstadsområdena samt kring större orter (Figur 3.9). Redovisningen består av två typer av kartor. Den första är en karta som redovisar antalet fordon per DeSO. Den andra kartan är resultatet av en rumslig explorativ statistik analys. Den kartan visar om det finns ett geografiskt mönster i data som är inte kan ha uppkommit slumpmässigt. Rent praktiskt innebär analysen att alla områden delas i en av fyra klasser baserat på varje områdes fordonsinnehav. Ett rött DeSO innebär att detta DeSO har ett högt bilinnehav samtidigt som ett genomsnitt av omkringliggande områden också har det. Mörkblå områden har omvänt ett lågt innehav. Vita områden kan inte med statistik säkerhet indelas i någon av de fyra klasserna och kan därför inte tilldelas en färg.¹⁷

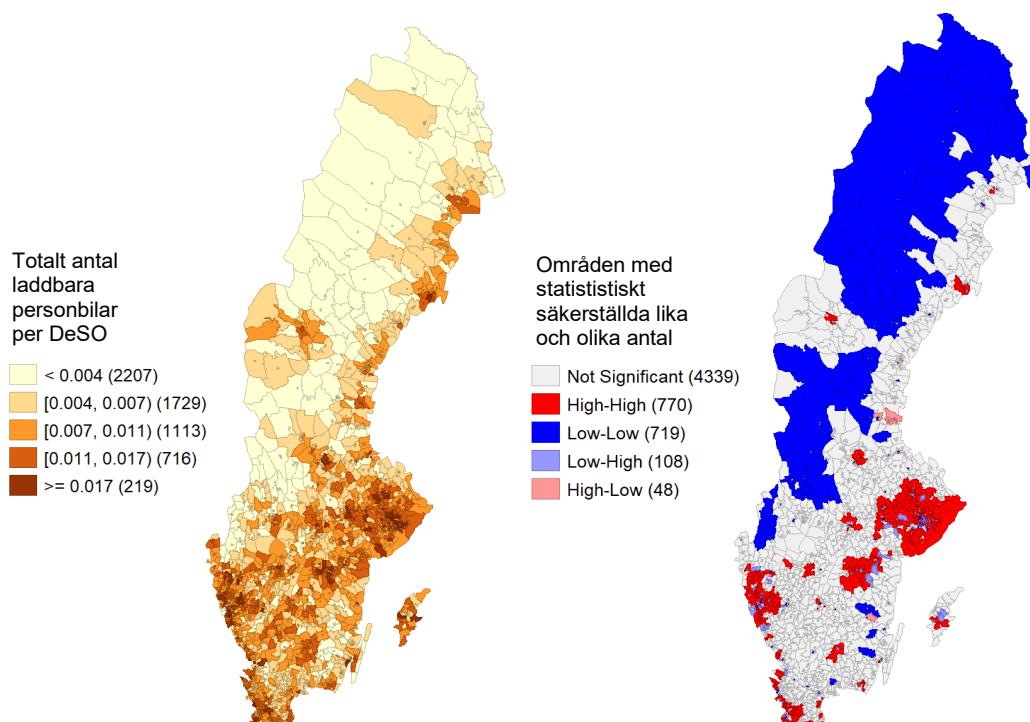
Även när vi har kontrollerat för områdenas olika befolkningsstorlek kvarstår det geografiska mönstret (Figur 3.10). Mönstret skiljer sig dramatiskt från hur personbilsflottan som helhet är fördelad (Figur 3.11 och Figur 3.12). Personbilsflottan, både totalt och per capita, är mycket tydligt störst i områden utanför tätorter och i områden med större befolkningskoncentrationer.

Flest laddbara personbilar (74 fordon) fanns 2020 i ett DeSO beläget i Täby kommun. År 2020 saknade 176 DeSO helt laddbara personbilar. I genomsnitt fanns det drygt 10 laddbara personbilar per DeSO. Dessa antal kan jämföras med personbilsflottan som helhet, där varje DeSO i genomsnitt har ungefär 900 personbilar.

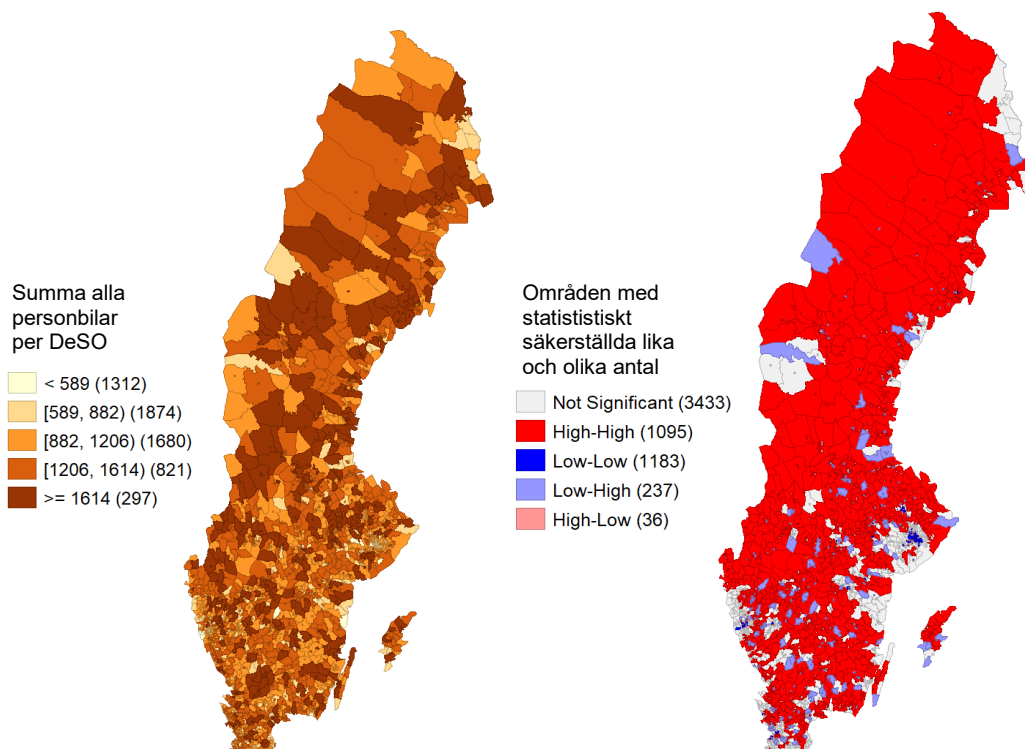


Figur 3.9. Totalt antal laddbara personbilar (elfordon och laddhybrider) (ägda av enskild firma, privatleasade och privatägda), per DeSO, 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal (Local Moran's I) laddbara personbilar (höger).

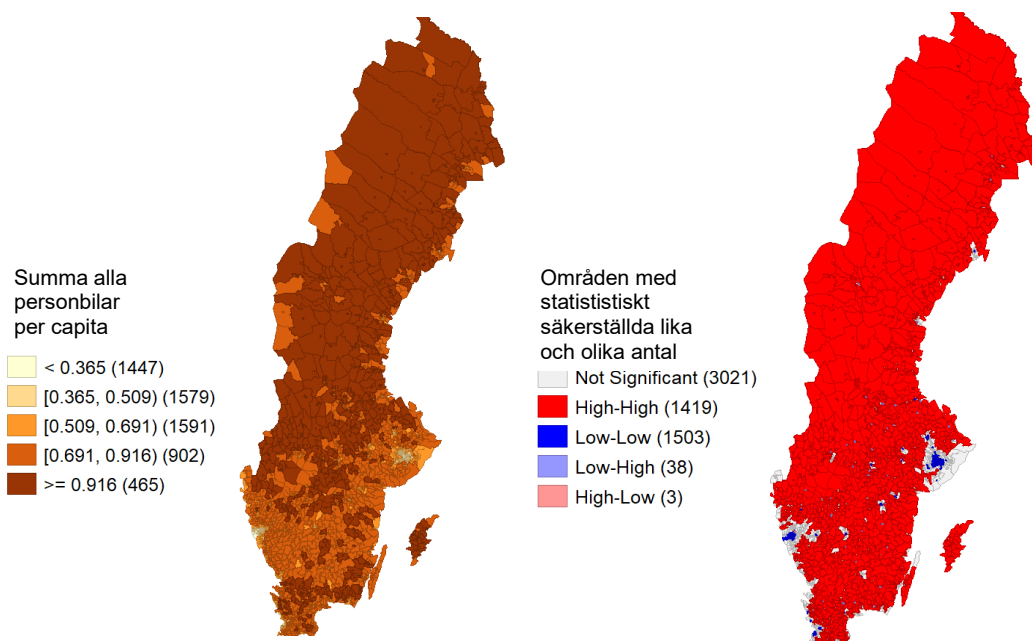
¹⁷ Detta mått benämns Local Moran's I. För ytterligare information metoden för analysen, se: Trafikanalys (2021) samt https://geodacenter.github.io/workbook/6a_local_auto/lab6a.html#local-moran för en mer teknisk beskrivning.



Figur 3.10. Totalt antal laddbara personbilar (elfordon och laddhybrider) per capita (ägda av enskild firma, privatleasade och privatägda), per DeSO, 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal (Local Moran's I) laddbara personbilar per capita (höger).

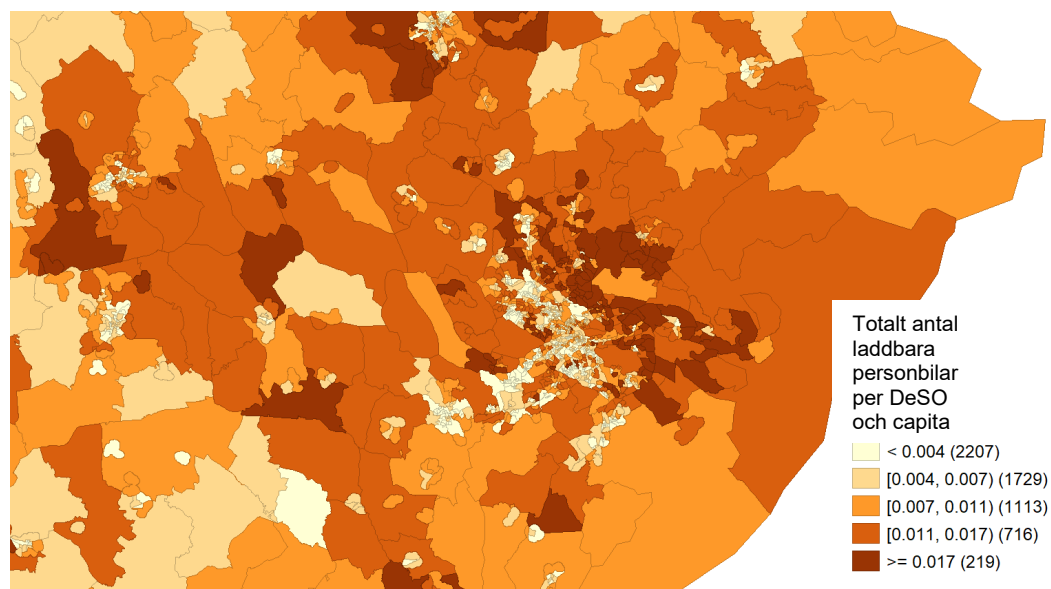


Figur 3.11. Summa alla personbilar (enskild firma, privatleasade och privatägda) 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal (Local Moran's I) (höger).

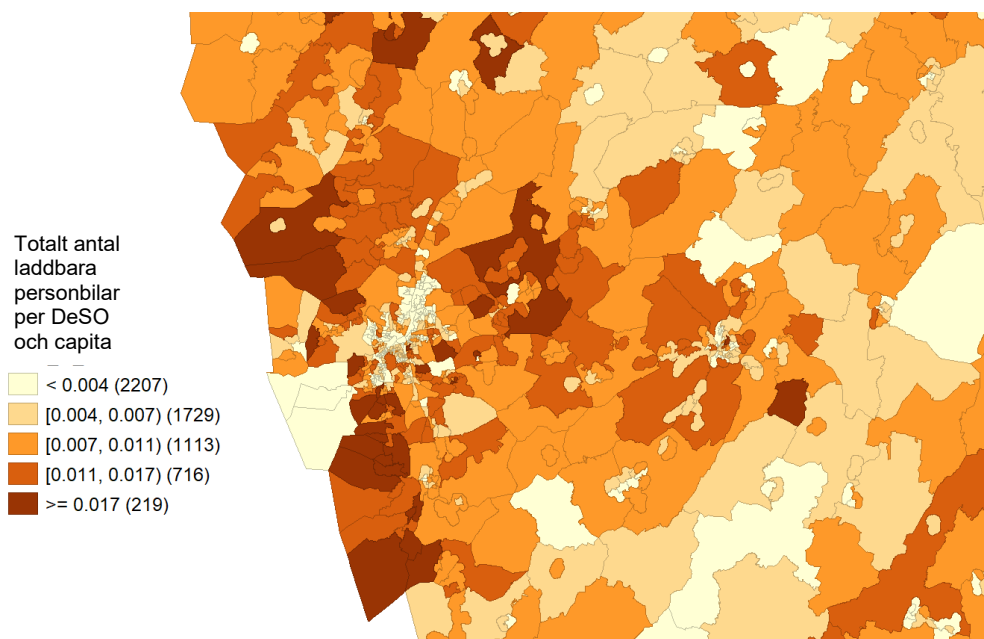


Figur 3.12. Summa alla personbilar 2020 (enskild firma, privatleasade och privatägda) per capita (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal (Local Moran's I) (höger).

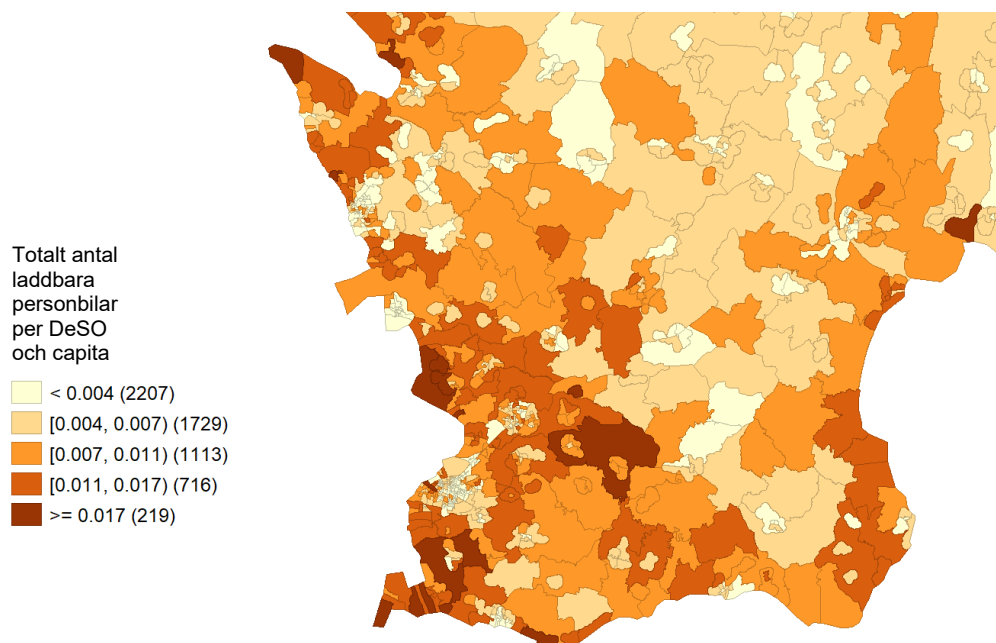
Vidare kan vi genom att zooma in på några geografiska områden (Stockholm, Göteborg, Malmö och Umeå, Figur 3.13–Figur 3.16) se att laddbara personbilar förekommer relativt sparsamt i de mest centrala delarna av respektive kommun. Detta överensstämmer väl med personbilsflottans fördelning i stort.



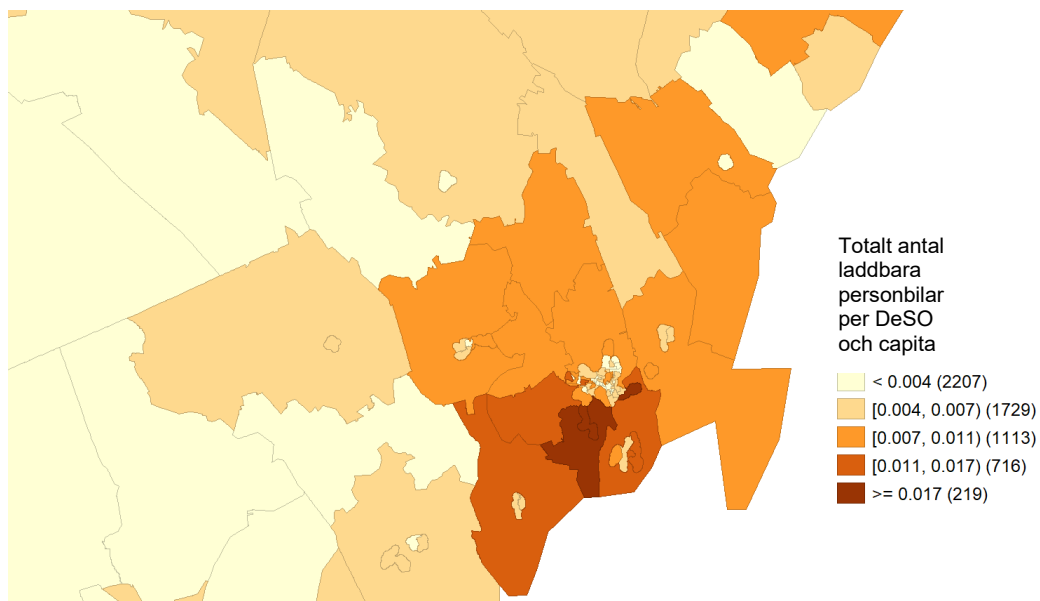
Figur 3.13. Totalt antal laddbara personbilar (elfordon och laddhybrider) (enskild firma, privatleasade och privatägda) per capita, per DeSO i Stockholm, 2020.



Figur 3.14. Totalt antal laddbara personbilar (elfordon och laddhybrider) (enskild firma, privatleasade och privatägda) per capita, per DeSO i Göteborg, 2020.



Figur 3.15. Totalt antal laddbara personbilar (elfordon och laddhybrider) (enskild firma, privatleasade och privatägda) per capita, per DeSO i Skåne, 2020.



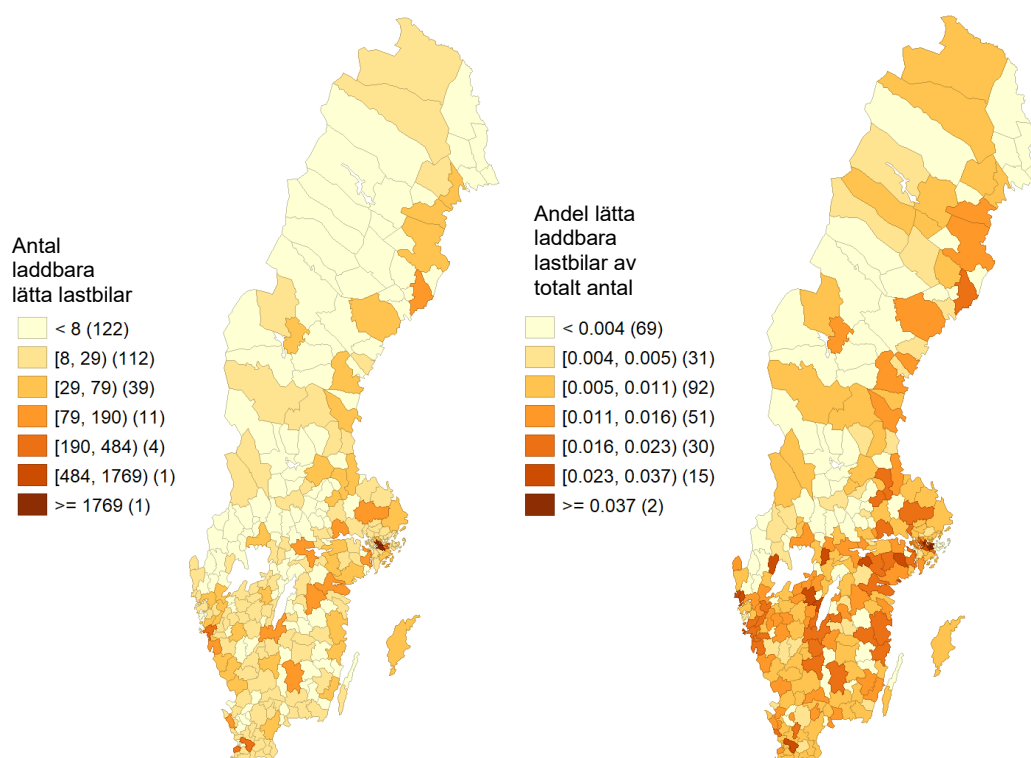
Figur 3.16. Totalt antal laddbara personbilar (elfordon och laddhybrider) (enskild firma, privatleasade och privatägda) per capita, per DeSO i Umeå, 2020.

Ytterligare information om fördelningen av elfordon respektive laddhybrider per ägarkategori redovisas i bilaga, kapitel 8.1.

3.2 Lastbilar och bussar

Antalet laddbara lätta lastbilar i trafik uppgick 2021 till 8 500. I princip alla laddbara lätta lastbilar är elfordon. I likhet med de laddbara personbilarna finns huvuddelen av dessa i eller omkring de större städerna (Figur 3.17). Flest laddbara lastbilar återfinns i Stockholm (1 770), Nacka (300) Solna (480), Lund (250) och Göteborg (320). Även här kan vi anta att en del av dessa fordon är registrerade i en annan kommun än i den där de används, men vi saknar uppgifter om hur många dessa är.

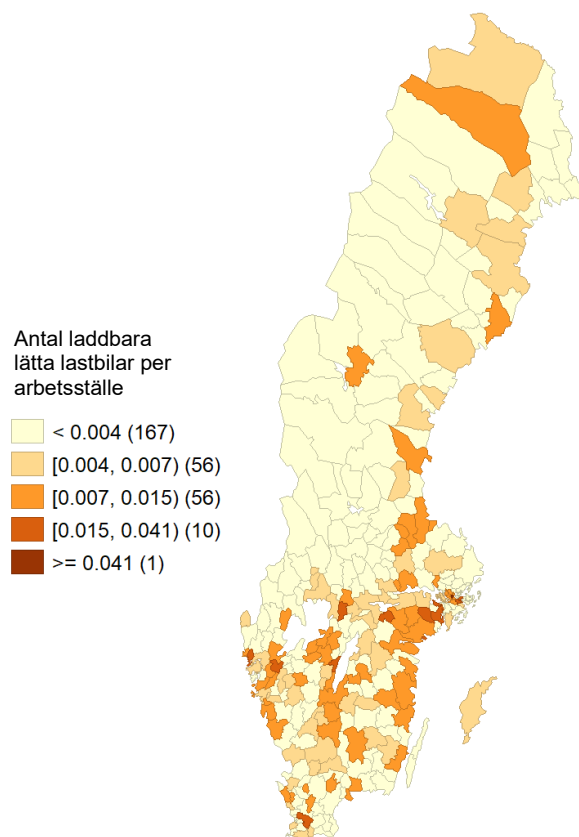
Det innebär att över en tredjedel av alla laddbara lätta lastbilar återfinns i någon av de fem kommuner som nämns ovan. Laddbara lätta lastbilar som andel av totalt antal lastbilar är också högst södra Sverige samt längs norrlandskusten, ofta i befolkningsrika kommuner.



Figur 3.17. Antal laddbara lätta lastbilar i trafik (vänster) och andelen av totalt antal lastbilar i trafik (höger), 2021.

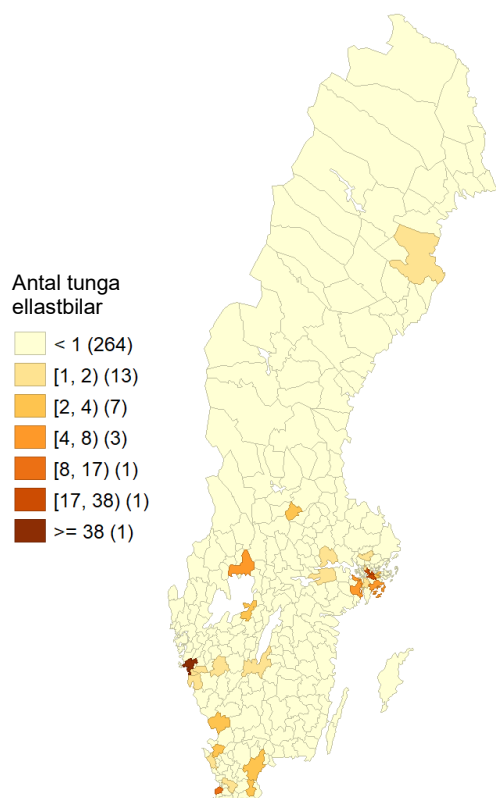
Eftersom en stor andel av de laddbara lätta lastbilarna är registrerade på en juridisk person är de knutna till en näringsverksamhet. Det blir då intressant att se om fördelningen av dessa fordon överensstämmer med fördelningen av antal arbetsställen som finns i en kommun. Så visar sig inte vara fallet. En hög andel av de laddbara lastbilarna i förhållande till antal arbetsställen finns i södra Sverige i vissa kommuner kring Stockholm, Göteborg och Malmö samt i ett stråk från Karlstad söderut till Jönköping och vidare söderut längs E4. Ostkusten både söder och norr om Stockholm har en förhållandevis hög andel laddbara lastbilar.

Bland inlandskommunerna finns även en hög andel i framför allt Gällivare och Östersund. En delförklaring till varför det varierar över riket är kopplad till kommunernas olika näringsverksamhet och variationen i antalet arbetsställen i några nyckelbranscher. Som vi såg i Tabell 2.1 är en stor andel av dessa lastbilar knutna till näringsverksamhet inom bygg och anläggningsbranschen, fastighetsförvaltning, handel, uthyrning och leasingverksamhet, post- och kurirverksamhet, transport, samt vård- och omsorgsverksamhet.



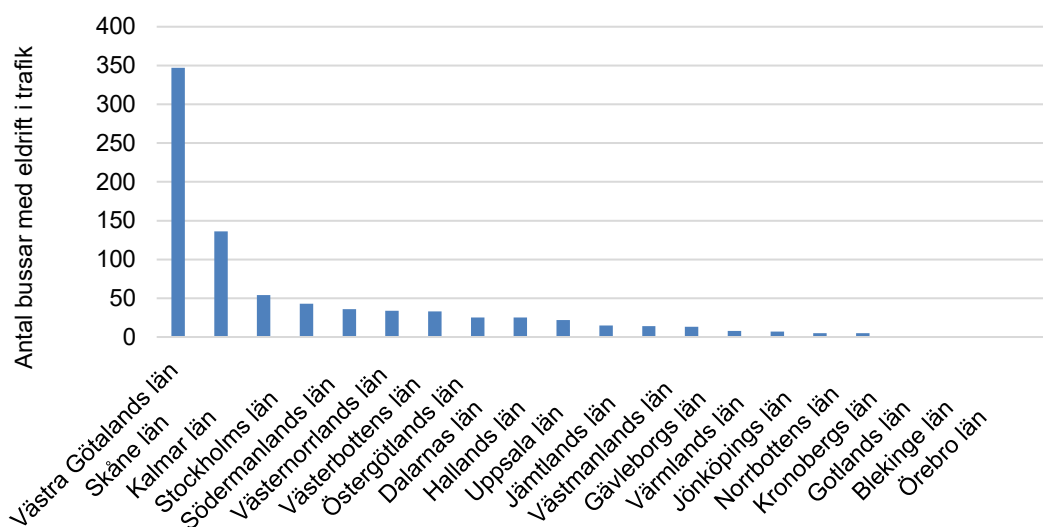
Figur 3.18. Antal laddbara lätta lastbilar i trafik per arbetsställe, 2021.

De laddbara tunga lastbilarna domineras också i hög grad av elfordon. Av 106 laddbara lastbilar i trafik 2021 var 72 elfordon. Göteborg dominerar med 36 elfordon tillsammans med Stockholm som har 13 elfordon. I 264 kommuner finns det inga tunga elfordon registrerade 2021.



Figur 3.19. Antal tunga ellastbilar i trafik 2021 (vänster).

Bussar med eldrift är relativt jämnt fördelade i landet då majoriteten av dessa bussar återfinns i södra Sverige. Av de 822 bussarna med eldrift som var i trafik 2021 var över 40 procent registrerade i Västra Götalands län, och även Skåne län hade en betydande andel av Sveriges elbussflotta (Figur 3.20).



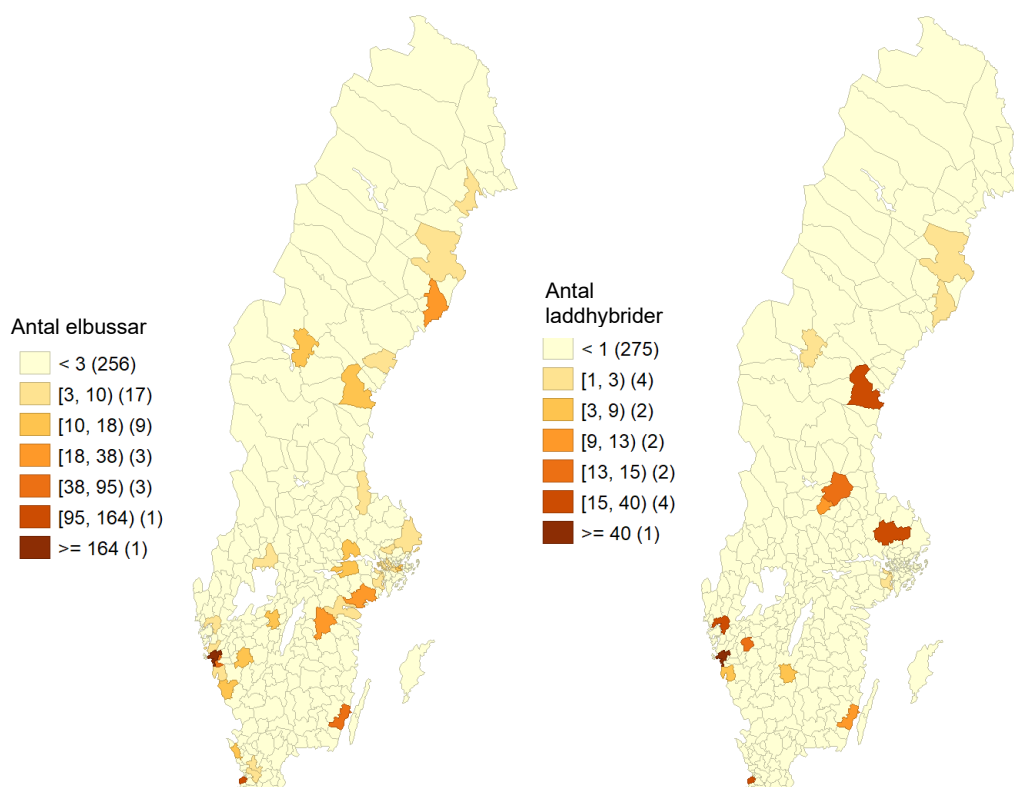
Figur 3.20. Antal bussar med eldrift i trafik fördelat per län, år 2021.

Källa: Trafikanalys Statistik 2022:3

Anm: Med eldrift menas här alla former av eldrift eftersom vi inte kan särskilja elhybrider från laddhybrider på bussarna.

I norra Sverige är det Västernorrland och Västerbottens län som har flest eldrivna bussar i trafik med ett trettiotal eldrivna bussar i trafik per län. Det fanns även totalt fyra län som 2021 helt saknade bussar med eldrift i trafik. Av de cirka 800 bussarna med eldrift i trafik 2021 hade cirka 200 någon form av elhybridsdrift (elhybrid eller laddhybrid). Elhybriderna tenderar att återfinnas i samma län som även har ett flertal elbussar i trafik. Det finns dock undantag, både Dalarna och Uppsala län hade i princip bara bussar med hybridteknik i stället för elbussar.

Antal elbussar i trafik 2021 uppgick till 662 tillsammans med 160 hybrider. För flertalet av Sveriges kommuner är antalet laddbara bussar mycket lågt. Även laddbara bussar tenderar att vara registrerade i befolkningsrika kommuner.



Figur 3.21. Antal elbussar (vänster) och laddhybrider (höger) i trafik 2021.
Källa: Trafikanalys Statistik 2022:3

Sammanfattning

De laddbara fordonens geografiska spridning varierar för de olika fordonsslagen. För personbilar är det framför allt i och omkring de större städerna som dessa fordon finns. De finns också i stora delar av södra Sverige samt längs norrlandskusten. I de mest centrala delarna av kommunerna är dock antalet förhållandevis lågt. Jämfört med personbilsflottans fördelning som helhet, med ett generellt sett högre bilinnehav per capita i mer glesbefolkade kommuner, är mönstret för de laddbara personbilarna därmed spegelvänt.

De laddbara fordonen introduceras i hög grad i storstadsområdena. Därifrån exporteras en del av fordonen utomlands, men en del förflyttas även till andra kommuner efter några år. Under senare år har även privatleasing blivit allt vanligare, det gäller inte minst de laddbara personbilarna. Sett till antalet nyregistrerade privatleasade laddbara bilar är mönstret ungefär

detsamma som för privatleasing totalt sett, dvs. de flesta är registrerade runt storstäderna. Det kan förklaras av att en stor andel av privatleasingen utgörs av just laddbara personbilar. Denna andel är generellt sett hög i hela landet. I majoriteten av kommunerna står de laddbara bilarna för mellan 40 och 60 procent av privatleasingmarknaden.

Laddbara lätta lastbilar och bussar har funnits på marknaden ett antal år och finns numera i stora delar av landet, även om antalet ännu är relativt begränsat. Merparten av de lätta lastbilarna är koncentrerade till ett fåtal kommuner i storstadsområdena och bussarna finns huvudsakligen i Västra Götaland och i Skåne. Koncentrationen till storstadsområdena gäller även för elmotorcyklar och EU-mopeder med eldrift, två marknadssegment under stark tillväxt. Tunga laddbara lastbilar har börjat introduceras, men finns ännu inte på den svenska marknaden i någon större omfattning.

4 Socioekonomisk analys – laddbara personbilar

I de två föregående kapitlen har vi kunnat konstatera att de laddbara fordonen varierar över riket. För att få en djupare förståelse om vilka faktorer det är som påverkar fordonsflottans storlek och fördelning genomförs en regressionsanalys. Den beroende variabeln är *antal el- och laddhybrider per DeSO*.¹⁸ Analysen har gjorts för respektive typ av framdrift (elfordon och laddhybrider) per ägarkategori (ägda av en enskild firma¹⁹, privat ägda samt privatleasade). En aggregerad modell för samtliga laddbara personbilar skattades också, liksom för personbilsflottan i stort.

Denna socioekonomiska analys bygger på en tidigare genomförd analys av personbilsflottans bestämningsfaktorer avseende år 2018.²⁰ De variabler som i den tidigare analysen befanns vara viktiga för att bestämma personbilsflottans storlek och fördelning över landet har uppdaterats till 2020 för en analys av flottan av laddbara personbilar (elfordon och laddhybrider). För att undvika systematiska skattningsfel (bias) och/eller ineffektiva skattningsresultat har skattningarna för respektive fordonsslag korrigerats för rumslig autokorrelation (se bilaga 8).²¹

Modellspecifikation

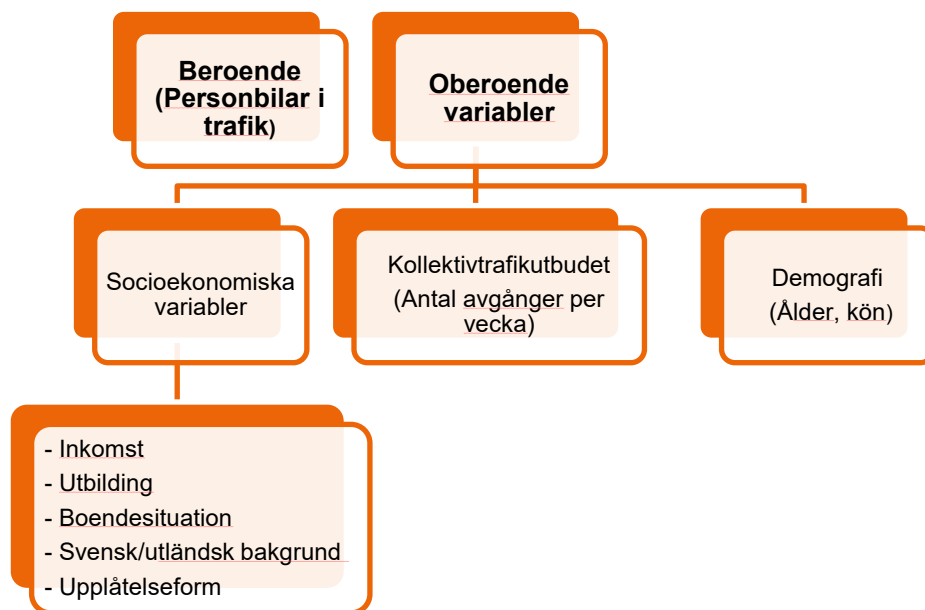
De oberoende variabler som står till vårt förfogande för att förklara variationen i den beroende variabeln, är dels kollektivtrafikutbudet uttryckt som antal avgångar per vecka, dels ett antal socioekonomiska variabler (Figur 4.1). I dataunderlaget är de socioekonomiska förklaringsfaktorerna aggregerade till ett antal större grupper, exempelvis antal invånare som har en förgymnasial, gymnasial, eller eftergymnasial utbildning kortare respektive längre än 3 år. Flertalet av förklaringsfaktorer är relativt högt korrelerade såväl inom (exempelvis inom utbildningsvariabeln) som mellan övriga socioekonomiska förklaringsfaktorer. Det innebär sammantaget att möjligheten att i modellen inkludera ett stort antal variabler är begränsat. Det är också så att ett flertal modellspecifikationer bestående av olika variabeluppsättningar resulterar i relativt lika och hög förklaringsgrad.

¹⁸ www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/deso---demografiska-statistikomraden/ SCB:s rikstäckande indelning av Sverige i demografiska statistikområden (DeSO) gäller från 1 januari 2018 och följer läns- och kommungränserna. DeSO delar in Sverige i 5 984 områden som vid starten har mellan 700 och 2 700 invånare. Indelningen tar hänsyn till de geografiska förutsättningarna så att gränserna, i möjligaste mån, följer exempelvis gator, vattendrag och järnvägar. Viktiga byggstenar som använts för att skapa DeSO är tätorter och valdistrikt. Varje DeSO har klassats till en av tre kategorier. Ett DeSO i kategori A ligger till största delen utanför större befolkningskoncentrationer eller tätorter. DeSO i kategori B ligger till största delen i en befolkningskoncentration eller tätort, men inte i kommunens centralort. I kategori C finns DeSO som till största delen ligger i kommunens centralort. Totalt återfinns 18 procent av DeSO inom kategori A, 10 procent inom kategori B och 72 procent inom kategori C.

¹⁹ Av bilarna som ägs av en juridisk person är det endast dessa som SCB har lyckats koppla till ett DeSO.

²⁰ Trafikanalys (2021)

²¹ En mer utförlig beskrivning redovisas i Trafikanalys (2021).



Figur 4.1. Variabeluppsättning per DeSO, som används i skattningen.

Skattningsresultat

Förklaringsvariablernas påverkan på fordonsflottan varierar per ägarkategori och typ av fordon (Tabell 4.1, samt i bilaga Tabell 8.1 där ytterligare information redovisas). Hur väl den på förhand valda modellspecifikationen lyckas förklara innehavet varierar också. Lägst träffsäkerhet har modellen för personbilar ägda av en enskild firma. Det kan förklaras med att det är andra aspekter än de vi har inkluderat som är mer betydelsefulla för inköp av sådana fordon. Även ägandeform uppvisar stor variation, särskilt bland laddhybriderna. Ett positivt tecken i tabellen indikerar att denna variabel bidrar positivt till antalet fordon, medan ett negativt tecken indikerar att det bidrar negativt till antal fordon per DeSO.

Tabell 4.1. Tecken på signifikanta variabler i regressionsanalysen <0,05; (+/-) <0,1; ((+/-)) <0,15.

	Elfordon			Ladd-hybrider			Summa	Total Pb	Total Pb
	Enskild firma, ägda	Privat leasing	Privat ägda	Enskild firma, ägda	Privat leasing	Privat ägda	El & Ladd	Enskild firma	Privat
Antal kollektivtrafik-avgångar per vecka				(+)		(+)			
Total befolkning	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Andelen hushåll med disponibel inkomst under rikets median	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Andel boende i äganderätt	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Andel befolkning med svensk bakgrund					+			+	+
Andel kvinnor mer än 50 %				-		-	-	-	-
Andel befolkning 0–14 år		+	+		+	+	+	-	-
Andel befolkning 40 år och äldre	+	+	+	+		+	+	+	+
Andel med gymnasial utbildning, 25–64 år	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Andel hushåll sammanboende utan barn	-	-	-	-	-	-	-	+	
Tätortsnära områden (DeSO_B)	-	+		-	+	+		-	
Tätortsområden (DeSO_C)	-		-	-	+	+	-	-	-
Områden i en storstadskommun	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Som helhet bekräftar regressionsanalysen att det finns stora likheter i bestämningsfaktorer för den laddbara fordonen och för personbilsflottan som helhet. Men det finns även betydande skillnader. För personbilsflottan som helhet finns ett tydligt mönster av faktorer som är kopplade till en äldre befolkning, boende i äganderätter (villor) utanför städer och tätortsområden, med en betydande del av befolkningen bestående av äldre, män och en hög andel av befolkningen med svensk bakgrund. För privatleasing och förmånsbilar återfanns en mer delad bild med en större tendens till att de innehavs av en yngre befolkning, höginkomsttagare och boende i och omkring storstadsområdena. Detta segment av personbilsflottan kan sägas ligga närmare laddbara personbilar än personbilsflottan som helhet. Det finns dock stora

variationer av bestämningsfaktorer för laddbara fordon per ägande och typ av framdrift, elfordon respektive laddhybrid. Generellt finns det dock en större tendens till ägande och leasing av laddbara fordon i en yngre befolkning, boende i mer urbana områden, även om det inte är lika betydande i de mest tätbebyggda områdena. Fordoninnehavet av laddbara personbilar förefaller inte heller vara sammanhängande med etnisk bakgrund.

Regressionsanalyserna för laddbara personbilar har också tydliggjort en del problem rent skattningstekniskt. Parametervärdena är oftast stabila då fler variabler läggs till (Tabell 8.2), men för vissa variabler förekommer det att parametervärdena ändrar tecken från positivt till negativt, eller tvärt om. Det är ett tydligt tecken på att skattningarna är behäftade med multikollinearitet mellan variablerna och att resultaten bör tolkas med försiktighet. Detta har varit särskilt tydligt för variabler som är knutna till geografi när socioekonomiska variabler adderas. Det indikerar också att socioekonomi i den här uppsättningen har större betydelse för att bestämma fordonsinnehav än geografi.

Ytterligare regressioner med dummyvariabler för om DeSO:t är placerat i Malmö, Göteborg respektive Stockholms kommun har därför testats i regressionen med den beroende variabeln *Summa el* (Tabell 8.2). Därutöver har dummyvariabler för övriga kommungruppstyper med undantag för kommungruppen Tätortsnära landsbygdskommuner inkluderats. Variablerna har generellt förväntade positiva tecken för storstadsområdena och tätbebyggda områden. Dessa ändras för några av variablerna först när socioekonomiska variabler adderas. Det gör att man bör betrakta modellresultaten som en helhet tillsammans med den explorativa analysen som genomfördes i kapitel 3, snarare än att fokusera på en enskild variabels tecken eller parametervärde.

Dessutom har vi testat om det är någon skillnad på variablernas tecken genom att använda antal fordon per capita som beroende variabel i stället.²² Det visade sig att det hade ytterst marginell påverkan på signifikanta variabler och deras respektive tecken. I denna sista uppsättning regressioner undersöktes även ifall en större privat bilflotta totalt innebär att antal laddbara fordon också ökar. Regressionsanalysen tyder på att så är fallet. Övriga variabler påverkas endast marginellt.

²² Dessa resultat har inte inkluderats i denna rapport, men kan erhållas vid förfrågan.

5 En elektrifierad framtid

I detta kapitel gör vi en framtidsspaning om utvecklingen för eldrivna vägfordon till år 2030 med fokus på teknikutvecklingen. Utvecklingen vad gäller eldrivna fordon har gått fort, vilket vi beskriver i en introduktion till kapitlet. Därefter beskriver vi nuvarande utbud av eldrivna fordon och den förväntade utvecklingen av dessa. Vi beskriver också specifika förutsättningar för elektrifieringen kopplade till utvecklingen av batterier och mjukvara för fordonen samt infrastrukturen för energiförsörjning. För att fånga områden där framtida teknikutveckling förväntas ske finns en genomgång av aktuell forskning om elektrifierade fordon. Genomslaget för ny teknik är inte bara beroende av tekniken i sig utan är också kopplat till styrmedel, marknad och affärsmodeller. Därför belyser vi även dessa frågor i slutet av kapitlet.

Vid sidan om elektrifiering blir digitalisering och automatisering viktiga områden för framtidens vägfordon. Dessa områden kommer dock inte att belysas då fokus för den här rapporten är den eldrivna fordonsflottan.

Introduktionen av eldrivna fordon har gått snabbare än vad Trafikanalys tidigare förutspått

Trafikanalys har sedan 2016 gjort bedömningar av fordonsflottans utveckling på kort och lång sikt. En gemensam nämnare för Trafikanalys samtliga tidigare bedömningar på kort sikt är att takten för elektrifieringen underskattats. 2021 var 43 procent av de nyregistrerade personbilarna laddbara. 2018 års korttidsprognos förutspådde en andel på 15 procent år 2021. I följande års korttidsprognoser ökades andelen laddbara Tabell 5.1. Trots detta översteg utfallet år 2021 ändå prognosen.

Tabell 5.1. Utfall och prognoser för andelen eldrivna fordon av nyregistrerade fordon.

Nyregistreringar	Personbil	Buss	Tung lastbil	Lätt lastbil
Utfall 2021	43%	24%	0,7%	7%
Korttidsprognos 2021 (för år 2021)	38%	18%	0,4%	7%
Korttidsprognos 2020 (för år 2021)	27%	18%	-	6%
Korttidsprognos 2019 (för år 2021)	19%	16%	-	4%
Korttidsprognos 2018 (för år 2021)	15%	..	-	1%

Det är möjligt att det visar sig att Trafikanalys långtidsbedömningar också underskattat takten för elektrifieringen av fordonsflottan. I Trafikanalys senaste långtidsbedömning från år 2020 uppskattades andelen laddbara personbilar i nybilsförsäljningen uppgå till 60 procent år 2030.²³ I Trafikanalys långtidsbedömning från år 2017, uppskattades att andelen rena elbilar i trafik skulle vara 6 procent år 2030.²⁴ År 2021 var andelen rena elbilar i trafik 2 procent, och andelen laddbara 6 procent.

²³ Trafikanalys (2020) "Vägfordsflottans utveckling till år 2030".

²⁴ "Pinchasik m. fl. (2021) Teknologistatus, kostnader och brukarerfaringer.

5.1 Styrmedel påskyndar elektrifieringen

Det finns flera styrmedel som syftar till minskade koldioxidutsläpp från vägtrafiken och elektrifiering av fordonsflottan. Däribland nationella ekonomiska styrmedel som ger stöd till inköp av eldrivna fordon, exempelvis bonus malus, elbusspremie och klimatpremie till miljölastbilar. På europeisk nivå har administrativa styrmedel införts med mål för genomsnittliga utsläpp av koldioxid från nya fordon. Dessa mål är förenade med ekonomiska sanktioner om inte fordonstillverkarna lever upp till målen. För att målen ska nås är eldrivna fordon nödvändiga.²⁵ Därigenom skapas incitament för fordonstillverkarna att utveckla fordon. Nedan presenteras EU:s utsläppsmål och vad de kan betyda för genomslaget av eldrivna fordon. Trafikanalys kommer i september 2022 redovisa ett uppdrag där analyser och förslag på statliga styrmedel som leder till transportsektorns klimatomställning presenteras. Den redovisningen ger ett större kunskapsunderlag om styrmedel än vad som ryms i denna rapport.²⁶

Krav på minskade koldioxidutsläpp förväntas leda till fler eldrivna fordon

Från och med år 2020 införde EU krav på att de genomsnittliga utsläppen från nya personbilar i EU skulle vara högst 95 g CO₂/km. För nya lätta nyttofordon gäller gränsen 147 g CO₂/km. Kraven skärps och 2025 måste utsläppen från lätta fordon vara 15 procent lägre jämfört med 2021. Till 2030 skärps kraven ytterligare och utsläppen ska då minska med 37,5 procent för personbilar och 31 procent för lätta lastbilar jämfört med år 2021.²⁷ Det pågår förhandlingar om att ytterligare skärpa kraven för att nå EU:s mål om minskade utsläpp.²⁸

År 2019 beslutade EU om en förordning med normer för koldioxidutsläpp från nya tunga fordon. Förordningen syftar till att minska utsläppen från nya tunga fordon med 15 procent år 2025 och med 30 procent år 2030 jämfört med en referensperiod från och med den 1 juli 2019 till och med den 30 juni 2020.²⁹ Minskningsskraven innebär att utveckling och marknadsintroduktion av eldrivna tunga fordon måste gå snabbare än motsvarande utveckling för personbilar. Kraven på utsläppsminskningar för personbilar trädde i kraft år 2020 och då hade eldrivna personbilar redan funnits på marknaden i 10 år. Pinchasik et al. (2021) menar att de flesta tillverkare av tunga fordon kommer satsa på batterielektriska lastbilar för att nå kraven till 2025 och att bränslecellsfordon inte kommer introduceras förrän närmare 2030.

2020 togs en färdplan för fossilfri konkurrenskraft gällande tunga fordon fram av Fossilfritt Sverige och Bil Sweden (nuvarande Mobility Sweden). I den gjordes uppskattningen att effektiviteten hos förbränningsmotorer skulle kunna bidra med 10–15 procent till år 2030 och att det i så fall skulle behövas 15–20 procent elfordon i nybilsförsäljningen för att uppnå EU-kraven. Enligt färdplanen finns bedömningar om att det, på Europeanivå, år 2025 kommer krävas 5 procent elfordon som andel av nybilsförsäljningen av tunga fordon och 20 procent år 2030 för att nå nu gällande mål. Flera fordonstillverkare gör dock bedömningen att andelen

²⁵ Pinchasik m.fl., (2021) "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

²⁶ Trafikanalys, (2022) "Styrmedel utreds inför kommande klimatpolitisk handlingsplan".

²⁷ Europaparlamentet och Europeiska unionens råd, Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/631 av den 17 april 2019 om fastställande av normer för koldioxidutsläpp för nya personbilar och för nya lätta nyttofordon och om upphävande av förordningarna (EG) nr 443/2009 och (EU) nr 510/2011.

²⁸ Regeringskansliet, (2021) "Revidering av EU:s krav för koldioxidutsläpp från nya lätta fordon".

²⁹ Europaparlamentet och Europeiska unionens råd, "Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/ av den 20 juni 2019 om fastställande av normer för koldioxidutsläpp från nya tunga fordon och om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 595/2009 och (EU) 2018/956 och rådets direktiv 96/53/EG".

kommer vara högre i Sverige, givet att förutsättningar i form av laddinfrastruktur och styrmedel finns på plats. I Fossilfritt Sverige och Bil Swedens färdplan finns ett lågscenario och högscenario för försäljningen av tunga eldrivna fordon. I lågscenariot är andelen nyregistrerade eldrivna tunga fordon 30 procent år 2030 och i högscenariot 50 procent. I lågscenariot är andelen nyregistrerade eldrivna tunga fordon strax över 10 procent år 2025 och strax under 20 procent i högscenariot. Fordonstillverkarna gör liknande prognoser.³⁰ Scania uppskattar att 10 procent av den europeiska försäljningen 2025 kommer bestå av elfordon och år 2030 kommer 50 procent vara eldrivna.³¹ Enligt Volvos årsredovisning ska 35 procent av de fordon som säljs år 2030 vara eldrivna.³² Andra, senare, uppgifter från företaget gör dock gällande att försäljningen av batterielektriska och bränslecellsdrivna tunga fordon kommer vara upp emot 55 procent år 2030. Försäljningen antas då bestå av lika andelar tunga bränslecellsfordon och batterielektriska tunga fordon.³³

5.2 Eldrivna fordon finns inom alla fordonsslag

Det finns redan eldrivna personbilar, lätta och tunga lastbilar och bussar på marknaden, vilket beskrivits i kapitel 2 och 3. I detta kapitel beskrivs detta utbud översiktligt.

Stort utbud av batterielektriska personbilar

Det finns ett stort och varierat utbud av batterielektriska personbilar.³⁴ På webbplatsen alltomelbil.se finns ett hundratal modeller av lätta elbilar redovisade. Det finns flera typer av modellerna och dessa har räckvidder mellan 120 och 748 km.³⁵ På alltomelbil.se finns också en lista över bilar som med stor sannolikhet kommer att lanseras. Exempelvis nämns fordon med räckvidder om 840 km med planerad lansering år 2022 och 1 000 km med planerad lansering 2024.³⁶

Den billigast modellen som alltomelbil.se listar kostar 339 000 kr och har en räckvidd på 263 km. Det finns 20 modeller på listan med ett pris på under 400 000 kr och med räckvidder på upp till 440 km. Den dyraste modellen på listan har ett pris strax över 2 miljoner kronor och en räckvidd på 412 km. Det finns sex modeller på listan med ett pris per km räckvidd under 1 000 kr/km. Det lägsta priset per km räckvidd är 886 kr.³⁷

Alla elbilar kan inte dra släp, men det finns flera modeller som kan det. 33 modeller räknas upp på alltomelbil.se. Dessa har en maximal dragvikt på mellan 300 kg och 2 500 kg.³⁸

Enligt en studie av Transport and Environment från 2019 skulle antalet elbilsmodeller på den europeiska marknaden vara fler än 100 år 2022 och uppgå till 172 år 2025. 172 modeller kan

³⁰ Fossilfritt Sverige och Bil Sweden, (2020) "Färdplan för fossilfrikonkurrenskraft – Fordonsindustrin – Tungta fordon".

³¹ Scania, (2021) "Scania års- och hållbarhetsredovisning 2020".

³² Volvo Group, (2021) "Volvokoncernens års- och hållbarhetsredovisning 2020 Skapar framtidens transporter och infrastruktur".

³³ Ärende Utr 2022/3 handling # 3, "Mejl från Volvo", 13 april 2022.

³⁴ Bil Sweden, (2022) "KLIMATBONUSBILAR 2022".

³⁵ Alltomelbil, (2022) "Räckvidd elbilar - Jämför elbilar - Allt om Elbil".

³⁶ Alltomelbil, (2022) "Lista".

³⁷ Alltomelbil, (2022) "Räckvidd elbilar - Jämför elbilar - Allt om Elbil".

³⁸ Alltomelbil, (2022) "Elbilar med dragkrok". Ytterligare en bil med dragkrok finns med på listan, men med begränsningen 75 kg för en cykelhållare.

troligen ses som en nedre gräns, dels då Transport and Environment enbart studerat större tillverkare, dels då det är troligt att information om lansering av nya modeller har tillkommit efter sammanställningen.³⁹ Inom ramen för detta projekt har det inte varit möjligt att göra en egen sammanställning av kommande elbilsmodeller, men det kan konstateras att utbudet av modeller och variationen av pris och prestanda är stor.

Vätgas kan via bränsleceller omvandlas till elektricitet och användas som energilager i stället för batterier i eldrivna fordon. Två modeller av bränslecellsfordon finns på den svenska marknaden.⁴⁰ Transport and Environment studie förutspår 14 bränslecellsmodeller på marknaden år 2025.⁴¹

Batterielektriska lätta lastbilar ger något lägre nyttolast jämfört med dieseldrivna

Enligt Mobility Sweden (tidigare Bil Sweden) kommer det finnas 26 modeller av batterielektriska lätta lastbilar och två laddhybrider på den svenska marknaden under 2022. De laddbara lätta lastbilarna kommer från 13 märken.⁴² I en norsk studie görs en genomgång av tekniska specifikationer för de lätta lastbilar som fanns på marknaden i Norge år 2020. Det går att få både små, mellanstora och stora lätta lastbilar med en räckvidd på över 200 km. 200 km är enligt studien en nedre gräns för den räckvidd en hantverkare behöver.⁴³

De eldrivna lätta lastbilarna i trafik har en lastförmåga på upp till 1 900 kg, vilket motsvarar nyttolasten hos lätta lastbilar med förbränningsmotorer. Däremot är det färre lätta lastbilar som kan ha dragkrok och dragvikten är ofta lägre än för motsvarande lätta lastbilar med förbränningsmotorer. Studien menar att förutsättningarna för övergång till eldrivna lätta lastbilar finns men lyfter fram två utmaningar, nämligen tillgången till laddinfrastruktur och tillgången till fyrhjulsdrivna eldrivna lätta lastbilar.⁴⁴

Det går inte att dra paralleller till Sverige rakt av vad gäller nyttolasten för de lätta lastbilarna. I Norge finns ett undantag som gör att eldrivna lätta lastbilar upp till en vikt av 4,25 ton får köras med B-körkort.⁴⁵ I Sverige är totalvikten för framförande med B-körkort begränsad till 3,5 ton. Transportstyrelsen har utrett frågan om att införa motsvarande undantag i Sverige. Mot bakgrund av den genomförda utredningen rekommenderar inte Transportstyrelsen något undantag.⁴⁶

Vad gäller bränslecellsdrivna lätta lastbilar med vätgas som energibärare var det år 2020 endast Renault som erbjöd sådana. Bränslecellsdrift för lätta lastbilar kommer enligt den norska studien troligen främst vara aktuellt för större lätta lastbilar. Stellantis-gruppen utvecklar för närvarande en laddbar bränslecellshybrid, som kan ge en räckvidd på upp till 400 km (varav 50 km på batteri). Det beräknas ta 3 minuter att fylla på med vätgas. Trots satsningen på en laddbar bränslecellshybrid bedömer Stellantis-gruppen, enligt studien, att 83 procent av de lätta lastbilarna kommer att klara sig på en räckvidd på 200 km. Batterielektrisk drift är billigare än bränslecellsdrift med vätgas. Studien menar därför att vätgas troligen

³⁹ Transport and Environment, (2019) "Electric surge: Carmakers' electric car plans across Europe 2019-2025".

⁴⁰ Bil Sweden, (2022) "KLIMATBONUSBILAR 2022".

⁴¹ Transport and Environment, (2019) "Electric surge: Carmakers' electric car plans across Europe 2019-2025".

⁴² Bil Sweden, (2022) "KLIMATBONUSBILAR 2022".

⁴³ Pinchasik m.fl., (2021) "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

⁴⁴ Pinchasik m.fl.

⁴⁵ Dagens Industri, "Körkortsregler stoppar byten till eldrivna lastbilar".

⁴⁶ Transportstyrelsen, "Nej till att köra tyngre lastbilar med B-körkort".

främst kommer vara av intresse för dem som har högre krav på räckvidd och/eller tyngre last.⁴⁷

Ellastbilar upp till 27 ton har teoretiskt en prestanda som kan mäta sig med diesellastbilar

Tunga lastbilar är i större utsträckning än lätta lastbilar unika produkter, som anpassas efter kundens önskemål. Det innebär större utmaningar för standardisering av batterielektriska tunga lastbilar jämfört med lätta lastbilar. Tunga lastbilar kan vara utrustade med system för värme, kyla, kranar och dylikt som kräver energi. Energin kan komma från batterier, men även från förbränningsmotorer. Tunga lastbilar utnyttjas ofta mer intensivt än lätta lastbilar, med högre energiförbrukning som följd, och används för längre körsträckor.⁴⁸

Sammantaget innebär det en utmaning för en övergång till eldrift, men det innebär också att kostnadsbesparingen vid eldrift kan bli större. I nuläget finns batterielektriska lastbilar för vissa användningsområden, så som lokal distributionstrafik och avfallshantering, men även lösningar för regionala transporter börjar finnas på marknaden. Räckvidden för tunga ellastbilar kan vara upp emot 300 km, eller mer.

Enligt tidigare nämnd norsk studie kan nyttolasten, både räknat i vikt och volym, för batterielektriska tunga lastbilar upp till 27 ton teoretiskt mäta sig med motsvarande nyttolast i tunga lastbilar med förbränningsmotor. Norge tillåter dock att totalvikten ökar med 1–2 ton för att kompensera för batteriernas vikt. För de tyngre och större lastbilarna är nyttolasten för de batterielektriska lastbilarna mindre.⁴⁹

Batterielektriska lastbilar med totalvikter upp till 80 ton och teknik för fjärrtrafik nästan här

Trots att en av utmaningarna med batterielektriska lastbilar tycks vara att få tillräcklig nyttolast och räckvidd finns det redan nu exempel på mycket tunga batterielektriska lastbilar. Scania och SCA utvecklar en batterielektrisk timmerbil med totalvikt om 80 ton som år 2024 beräknas ha en drifttid på upp till 4,5 timmar och ska gå att snabbbladdas på 45 minuter. Ett annat exempel är att Scania ska ta fram en batterielektrisk dragbil till Julia med totalvikt upp till 64 ton. Ekipagets längd anges uppgår till 32 meter.⁵⁰

Kemiföretaget Wibax kör batterieldrivna tanktransporter med en totalvikt på 64 ton på vinterväg i Norr- och Västerbotten.⁵¹ Kalla temperaturer är en extra utmaning för batterielektriska fordon.⁵² Under våren 2022 ska Scania leverera en ellastbil med totalvikt om 74 ton till Boliden. Ellastbilen kommer då att trafikera en 30 km lång sträcka.⁵³

Fossilfritt Sverige uppskattar att de tekniska lösningarna för eldrivna fjärrtransporter kommer att vara redo runt år 2025.⁵⁴

⁴⁷ Pinchasik m.fl. "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

⁴⁸ Pinchasik m.fl.

⁴⁹ Pinchasik m.fl.

⁵⁰ Ny Teknik, "Batteridrivna timmerbil på 80 ton".

⁵¹ Ny Teknik, "Hon kör världens tyngsta ellastbil – i arktiskt väder".

⁵² Pinchasik m.fl., "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

⁵³ Svensk Åkeritidning, "Boliden investerar i 74-tons el-lastbil".

⁵⁴ Fossilfritt Sverige och Bil Sweden, "Färdplan för fossilfrikonkurrenskraft – Fordonsindustrin – Tunga fordon".

Vätgasdrivna lastbilar knackar på dörren

I slutet av 2021 fanns det i Sverige två vätgaslastbilar i trafik, att jämföra med 72 batterielektriska. Det finns också uppgifter om avtal om leverans av tunga vätgasfordon (sopbilar) till Göteborgsregionen.⁵⁵ Den tidigare nämnda norska studien har gått igenom flera tillverkares planerade lanseringsdatum för vätgaslastbilar och dessa ligger företrädesvis efter år 2025. Inveco/Nikola kan leverera vätgaslastbilar till marknaden till år 2023.⁵⁶ Under förutsättning att infrastrukturen finns på plats uppskattar Volvo försäljningsandelar upp mot 27,5 procent för vätgasdrivna lastbilar till år 2030.⁵⁷

Det finns batterielektriska bussar för stadstrafik, regionaltrafik och i viss mån även för långdistanstrafik

Det finns flera lösningar för batterielektriska stadsbussar. Enligt tidigare nämnd norsk studie, anpassas bussarna för de specifika önskemål som finns hos kollektivtrafikhuvudmannen och behovet för den specifika linjen. Det finns batterielektriska bussar med större batteri som främst laddas i depå. Men även långdistansbussar (som vid studiens tillkomst endast såldes i USA) med batterier upp till 676 kWh med 300 km räckvidd. Andra lösningar har mindre batterier i kombination med snabbladdning vid stationer och/eller ändstationer. Bland de modeller som såldes under 2021 fanns modeller som tillät snabbladdning med upp till 600 kW. Då batterier blivit billigare och med tanke på att det kan vara dyrt att ordna och underhålla snabbladdning i städerna bedömer studien att utvecklingen kommer att gå mot större batterier i fordonen.⁵⁸

Det fanns även ett par vätgasdrivna bussar till försäljning under 2021. Dessa kan liksom för lastbilstrafiken, vara extra lämpade för långa och energikrävande resor. En extra utmaning i kallt klimat är värme till bussen. Värme kan genereras från exempelvis batteriet, vätgas eller HVO. Studien bedömer att det inte finns några särskilda tekniska utmaningar för elektrifierad busstrafik. Utmaningar kan i stället vara kopplade till lokala förutsättningar och kapaciteten i elnäten.⁵⁹

Västtrafik hade under november 2021 dialogmöten med 17 fordonsleverantörer för att undersöka vilket utbud som finns och vilka krav och villkor de kan ställa i kommande upphandlingar. I underlaget konstaterar Västtrafik att gasbussar är under utfasning, att dieseldrivna bussar kommer fasa ut sig själva och att elbussarna är på stark frammarsch samt att batterierna utvecklas snabbt och snart inte kommer vara något problem alls. Det går att få bussar med 10 års garantitid, vilket motsvarar en hel upphandlingsperiod. För flertalet bussmodeller, även för landsbygdstrafik, finns flera leverantörer av elbussar att välja mellan.

Många leverantörer är inne på vätgasdrift men utvecklingen är fortfarande i ett tidigt stadium. Vätgasbussarna är dyra och det saknas infrastruktur. Det finns leverantörer av vätgasbussar till enbart 4 av de 19 busstyper Västtrafik gjort efterfrågningar om. Samtliga dessa är för stadstrafik och det finns endast en eller två leverantörer per busstyp. Hybridlösningar verkar av många fordonsleverantörer ses som en (passerad) övergångslösning.⁶⁰

⁵⁵Svensk Åretidning, (2022) "Renova i avtal om bränslecellsfordon med australiensisk tillverkare".

⁵⁶Pinchasik m.fl., Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

⁵⁷Ärende Utr 2022/3 handling # 3, "Mail från Volvo", 13 april 2022.

⁵⁸Pinchasik m.fl., (2021) "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

⁵⁹Pinchasik m.fl.

⁶⁰Västtrafik, "Rapport från dialogmöten med fordonsleverantörer 2021."

5.3 Vikten av batterier – en potentiellt begränsande faktor trots ökat energiinnehåll

En faktor som påverkar den totala vikten hos de tunga fordonen är batteriets vikt. På drygt 25 år, mellan 1990 och 2017, har energin per kilo ökat med 235 procent, från 0,075 kWh/kg till 0,25 kWh/kg.⁶¹ Uppgifterna om energi per kg går något isär i olika källor men trenden är densamma, energin per viktenhet ökar. Enligt Pinchasik et. al (2021) kommer batteriernas kapacitet per viktenhet öka från 0,15 kWh/kg år 2020, till 0,2 kWh/kg år 2025 och 0,25 kWh/per kg år 2030. Det gör att batterier som väger 3 000 kg kan öka sitt energiinnehåll från 450 kWh år 2020 till 750 kWh år 2030. Med dessa siffror blir batterielektriska tunga lastbilar cirka 2 000 kg tyngre än motsvarande diesellastbil.

Trots att det i avsnitt 5.2 framkommer att det går att få liknande prestanda gällande nyttolast för elastbilar så verkar ändå nyttolasten för de eldrivna lastbilar som användes i Norge under 2021 vara lägre än för motsvarande diesellastbilar. Exempel på minskade nyttolaster är 400 kg mindre för en total nyttolast på 2 600 kg och 700 kg mindre för total nyttolast på 5 500 kg. Ett annat exempel är en lastbil med 3 ton batterier som reducerar nyttolasten med 2 ton. Ägarna av dessa lastbilar har dock inte sett detta som ett problem i praktiken då lasten snarare begränsas av volym än vikt.⁶²

Även om ellastbilsägarna i praktiken inte begränsades av lägre nyttolast finns det andra utmaningar kopplade till vikt. Ett sådant exempel är en ellastbilsägare som önskade ett större batteri (300 kWh) vilket inte var möjligt på grund av att vikten på lastbilens framaxel blev för hög. För vissa lätta lastbilar sprids vikten av batterierna ut jämnare mellan fordonets axlar, något som också skulle vara möjligt för tunga lastbilar med 2 axlar. För lastbilar med 3 axlar kan det emellertid bli för litet utrymme mellan fram- och bakaxlarna för att rymma batterierna. Det är inte helt lätt att ändra detta genom att göra lastbilarna längre, eftersom det försämrar svängradien för lastbilarna och med tanke på att det finns regler kopplade till fordonslängder som kan verka begränsande. En annan utmaning är att batterierna ofta sitter undertill eller på sidorna av fordonen, vilket kan medföra en risk för fysiska skador på batterierna. För att undvika skador på batterierna kan det krävas bättre vägunderlag.⁶³

Fastfasbatterier är en alternativ teknik till litiumjonbatterier som flera tillverkare tror kommer leda till längre räckvidd. Denna batteriteknik antas kunna ge en fördubblad räckvidd jämfört med litiumjonbatterier och kunna laddas på 10 minuter.⁶⁴ VW uppskattar att räckvidden för en e-golf skulle öka från 231 km till närmare 750 km.⁶⁵

Tidigare fanns en oro att EU skulle hamna efter vad det utveckling och tillverkning av batterier till elfordon.⁶⁶ Senare bedömningar visar snarare på risken för en överproduktion av batterier i Europa om alla aviserade batteriproduktionsplaner går i lås.⁶⁷ Coronapandemin och Rysslands invasion av Ukraina, har satt fokus på leveranskedjor och tillgång till kritiska metaller och material. På långt sikt fram till år 2050 kan 40–75 procent av metallerna komma från återvinning. Men fram till att det sålts tillräckligt många batterielektriska bilar och dessa

⁶¹ Salomonsson och Hammes, (2020) "Det kommersiella elflyget – verklighet eller dröm?"

⁶² Pinchasik m.fl. (2021) "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

⁶³ Pinchasik m.fl.

⁶⁴ OmEV, (2021) "Toyota Och Batterier".

⁶⁵ OmEV, "Batterier", 25 april 2022.

⁶⁶ OmEV, (2019) "EU's Strategic Action Plan on Batteries".

⁶⁷ OmEV, (2022) "Cellproduktion Del 6".

skrotas och återvinns finns risk för bristande tillgång på metaller. Enligt bedömningar kan 5–55 procent av Europas behov av metaller komma från europeiska gruvor år 2030.⁶⁸

5.4 Fordonens mjukvara och data allt viktigare

Trafikanalys lät under hösten 2021 ta fram ett underlag om framtidens personbilar baserat på intervjuer med personer från branschen och litteraturstudier.⁶⁹ I studien framkom synen att fordonens mjukvara blir allt viktigare och har börjat ersätta traditionella kvalitetsegenskaper. Fordonstillverkaren Tesla uppdaterar de fordon de sålt trådlöst och fordonen kan på så sätt få uppdaterad funktionalitet. Traditionella fordonstillverkares elbilar har ännu inte den typ av centraldator som medger uppdateringar på detta sätt. Men det finns uppgifter om att fler fordonstillverkare i närtid kommer att börja utrusta sina fordon med centraldatorer.⁷⁰

Även den data som samlas in och lagras av fordonen har ett värde. Nyligen köpte hyrbilsföretaget Hertz 100 000 bilar av Tesla. Enligt en av intervjupersonerna i ovan nämnda studie förklaras detta dels av att fordons mjukvara medger extra funktioner vid framförandet men framför allt av att fordonen fortlöpande samlar information om kunders beteende. Körsätt och val av destinationer är av stor betydelse för företagets möjlighet att utveckla kommande erbjudanden.⁷¹

5.5 Kraftfullare infrastruktur för energiförsörjning behövs

Energitillförsel för eldrivna fordon kan ske genom laddning eller tankning med vätgas. Det finns flera möjligheter till laddning av batterielektriska fordon. Laddningen kan vara stationär när fordonen står still eller ske dynamiskt när fordonet rör sig. En möjlighet till stationär laddning är så kallad hemmaladdning med lägre effekter och under längre tid. Stationär laddning kan också vara snabbaddning med högre effekter vid publika laddplatser. Det finns även induktiv stationär laddning, till exempel för taxibilar i Göteborg.⁷² Elvägar där fordonen tillförs energi under färd är en form av dynamisk laddning, som antingen kan ske induktivt via exempelvis luftledning eller skena i vägen, eller induktivt. Ytterligare ett sätt att energiförsörja batterielektriska fordon är att ett fordons urladdade batteri byts ut mot ett fulladdat. Ett kinesiskt företag har satt upp sin första batteribytesstation i Norge och planer finns även för batteribytesstationer i Sverige.⁷³

I detta avsnitt berörs laddinfrastrukturens betydelse för elektrifieringen. Därefter beskrivs behoven av högre effekt för laddning av tyngre fordon. Avsnittet avslutas med en utblick mot utvecklingen av vätgasinfrastrukturen till 2030.

⁶⁸ OmEV, (2022) "Metallbehov För Europas Klimatmål".

⁶⁹ Pettersson, (2021) "Ger framtidens personbilar bilparken ny dynamik?"

⁷⁰ Pettersson, (2021)

⁷¹ Swedish Electromobility Centre, (2022) "Vehicle-Grid Interaction • Swedish Electromobility Centre".

⁷² elbilen.se, (2022) "Volvo testar trådlös laddning av taxibilar i Göteborg".

⁷³ Dagens Industri, (2022) "Kinesisk batteritrend på export till Norge".

Laddinfrastrukturen är en förutsättning för elektrifieringen av vägtrafiken

Flera aktörer pekar på laddinfrastrukturens betydelse för elektrifiering av vägtrafiken. Fossilfritt Sverige menar att den största utmaningen finns för elektrifiering av den tunga trafiken.⁷⁴ Företaget LeasePlan tog 2021 fram ett index om hur redo 22 europeiska länder är för elbilar. Indexet består av tre delar: hur mogen marknaden för eldrivna bilar är, laddinfrastrukturen och den totala ägandekostnaden för elbilar. De konstaterar att länderna generellt presterar sämst vad det gäller laddinfrastrukturen. Indexet för laddinfrastruktur består av antal publika laddplatser per befolkning, publika laddplatser i förhållande till antalet elfordon och antalet snabbladdare i förhållande till motorvägsnätets storlek. Sverige hamnar på femte plats på den totala rankingen, men har lägre betyg för laddinfrastrukturen.⁷⁵

LeasePlan har också genomfört en undersökning, publicerad 2021, om förarens attityder gällande elbilar. I den uppgav 34 procent av tillfrågade i Sverige att laddinfrastrukturen var en anledning till att inte köpa elbil och 48 procent av de tillfrågade i Sverige uppgav begränsad räckvidd som en anledning att inte köpa elbil.⁷⁶ Laddmöjligheter och räckvidder utgör med andra ord fortfarande ett orosmoment för potentiella elbilsköpare. Svar på oron börjar komma på marknaden bland annat i form av laddassistansförsäkring som erbjuder portabelladdning eller bärgning till en plats med laddmöjlighet⁷⁷ och portabla extra batterier som kan ge en ökad räckvidd på upp till 60 km (40 miles)⁷⁸.

Laddinfrastrukturen i Sverige byggs också ut. Enligt elbilsstatistik.se fanns knappt 3 000 laddpunkter i Sverige i början av 2017. Nu fem år senare finns över 14 000 laddpunkter.⁷⁹ Även flera drivmedelsbolag har börjat erbjuda snabbladdning längs vägarna och erbjuder också laddlösningar för hemmet och arbetsplatsen.⁸⁰

Laddning med högre effekt för tunga fordon

Laddning kan ske vid lastbilsterminaler och depåer, vid destination och som snabbladdning längs vägarna. Lokala transporter kan troligen klara sig med laddning på icke-publika laddstationer. Enligt Fossilfritt Sverige kan denna typ av laddning täcka ungefär 80 procent av det totala laddbehovet. För regionala transporter behöver den icke-publika depåladdningen troligen kombineras med semi-publik laddning vid destinationen, såsom vid av- och pålastningsplatser. Fossilfritt Sverige ser här affärsmöjligheter för terminalägare och de drivmedelsbolag som idag levererar drivmedel direkt till åkerier. Denna typ av semi-publik laddning behöver ha högre effekt än depåladdning, 150 kWh, och dessutom bör flera fordon kunna laddas samtidigt. Semi-publikladdning kan, enligt fossilfritt Sverige, komma att utgöra omkring 15 procent av det totala laddbehovet. Det resterande laddbehovet, 5 procent, kommer behövas för fjärrtransporter vid publika laddplatser. Här är effektbehovet ännu högre, över 350 kWh.⁸¹

⁷⁴ Fossilfritt Sverige och Bil Sweden, (2020) "Färdplan för fossilfrikonkurrenskraft – Fordonsindustrin – Tungta fordon".

⁷⁵ LeasePlan, (2021) "What's next in EVs? LeasePlan's 2021 EV Readiness Index".

⁷⁶ LeasePlan, (2021).

⁷⁷ Assistancekåren, (2022) "Laddassistans - ny försäkring mot risken att elbilen laddar ur".

⁷⁸ ZipCharge, (2022) "Portable EV Charging | ZipCharge Go - a Powerbank for Your EV | London".

⁷⁹ Elbilsstatistik.se, "Elbilsstatistik".

⁸⁰ OKQ8, (2022) "Laddning elbil". Preem, (2022) "Nu utökar vi våra laddplatser". Cirkel K, (2022) "Laddstationer för elbil - snabbt & miljövänligt | Circle K".

⁸¹ Fossilfritt Sverige och Bil Sweden, (2020) "Färdplan för fossilfrikonkurrenskraft – Fordonsindustrin – Tungta fordon".

På personbilssidan tillåter CCS-standarderna laddning upp till 350 kW. Även tunga ellastbilar kan använda denna standard. Det betyder i princip att lastbilarna kan använda snabbladdare för personbilar, även om dessa laddstationer fysiskt sett inte är utformade för lastbilar.⁸²

Installationskostnaden för laddapparatur per kW blir högre vid högre effekt. Tekniken för laddning med riktig hög effekt är inte heller helt färdigutvecklad, även om det finns bussar som kan ta emot 600 kW. Kostnaden för laddare med likström är högre jämfört med växelströmsladdare. För laddning med likström finns en omvandlare i själva laddaren. Vid laddning med växelström sker omvandlingen i stället i fordonet. Om omvandlingskapaciteten i fordonet ska vara hög ökar det kostnaden även för fordonet. Det är få lastbilstillverkare som idag satsar på hög omvandlingskapacitet i fordonet.⁸³

Laddning till fjärrtransporter kan lösas på flera sätt. Stationär supersnabb laddning är en möjlighet, elvägar med konduktiv eller induktiv laddning en annan. Fossilfritt Sverige lyfter i sin färdplan att stationär supersnabbladdning måste anpassas till kör- och vilotider, och att teknik och standard för elvägar måste koordineras internationellt. Utöver tekniska standarder för hårdvaran, menar Fossilfritt Sverige i sin färdplan, behövs standarder för datagränssnitt som möjliggör exempelvis bokning och betalning av laddning som visar var laddplatserna är belägna.

Infrastruktur för vätgas förväntas byggas ut främst efter 2030

Det produceras idag cirka 70 miljoner ton vätgas globalt, varav merparten framställs från naturgas (76 procent) och kol (23 procent). Vätgas kan också framställas genom elektrolys med el och vatten och från biogas. Cirka 2 procent av den globala produktionen kommer i nuläget från elektrolys. I Sverige står elektrolys för cirka 3 procent av produktionen. Storskalig produktion av förnybar vätgas genom elektrolys kommer att kräva stor tillgång till förnybar el. Det finns uppskattningar om elbehov för vätgasproduktion på mellan 16–42 TWh år 2030.⁸⁴

Sweco har på uppdrag av Energimarknadsinspektion analyserat utvecklingen av produktion, användning och lagring av vätgas. De menar att det börjar råda konsensus kring att vätgasen spelar en viktig roll för klimatomställningen. Fram till år 2030 tror Energimarknadsinspektionen på en relativt försiktig utveckling med fokus på lokala vätgaskluster, och därefter en mer storskalig infrastruktur för produktion och användning av vätgas.⁸⁵ Det finns uppgifter om att en ny 100 mil lång vätgasledning mellan Örnsköldsvik och Vasa i Finland ska börja byggas år 2026.⁸⁶

Vätgas kan distribueras i trycksatta behållare, i flytande form, i rörledningar och via distribuerad produktion, det vill säga att energin distribueras i andra former för att göras om till vätgas på plats. Att omvandla vätgasen till flytande form kräver stora mängder energi. I Sverige används vätgasen idag främst nära där den produceras och gasen distribueras i trycksatta behållare.⁸⁷

⁸² Pinchasik m.fl. (2021) "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

⁸³ Pinchasik m.fl.

⁸⁴ Sweco, (2022) "Internationell och nationell sammanställning av vätgas och vätgasklusters utveckling".

⁸⁵ Sweco, (2022)

⁸⁶ Sveriges Radio, (2022) "Ny 100 mil vätgasledning ska stärka 'gröna' omställningen i Norrland".

⁸⁷ Sweco, (2022) "Internationell och nationell sammanställning av vätgas och vätgasklusters utveckling".

5.6 Dyrare fordon – men lägre total ägarkostnad – i alla fall på sikt

Genomslaget för ny teknik beror inte enbart på teknikutvecklingen i sig utan även på vad tekniken kostar i förhållande till andra alternativ. Detta avsnitt ägnas därför åt kostnaden för eldrivna fordon.

Batterielektriska fordon är dyrare att köpa...

Batterielektriska personbilar har hittills varit dyrare i inköp än förbränningsmotordrivna bilar. I en undersökning uppgav 61 procent av de tillfrågade i Sverige inköpspriset som en anledning att inte köpa elbil.⁸⁸ Men att elbilar är dyrare är inte längre självklart. De finns flera eldrivna personbilsmodeller under 400 000 kr på marknaden, se 5.2. Som framkommit i kapitel 2.1 har privatleasing blivit det vanligaste sättet för en privatperson att inneha en laddbar bil, vilket sannolikt beror på en attraktiv prissättning jämfört med fossildrivna bilar. Tidigare uppskattningar för när nybilspriset för elbilar kommer vara i paritet med priset för fossildrivna bilar har legat kring år 2025.⁸⁹

Enligt ett uttalande från VD:n på Daimler, världen största lastbilstillverkare, kommer batterielektriska lastbilar alltid att vara dyrare än diesellastbilar. År 2021 låg batteripriset på \$132 per kWh.⁹⁰ Även om detta pris skulle halveras skulle kostnaden för ett 400 kWh batteri vara ungefär densamma som produktionskostnaden för en dieseldriven lastbil.⁹¹

Kostnaden per kWh batteri har sjunkit över tid. 2010 låg kostnaden på \$1 200/kWh, vilket innebär en minskning med 89 procent till år 2021 då priset låg på \$132/kWh. På grund av stigande råvarupriser finns förväntningar om att kostnadssänkningstakten kommer att avta under 2022, eller att det till och med kan ske kostnadsökningar. \$100/kWh lyfts i vissa sammanhang fram som en gräns för när eldrivna bilar kommer bli konkurrenskraftiga med fossildrivna bilar. Det finns uppskattningar om att kostnaden per kWh kommer att understiga \$100 under år 2024, men också att detta årtal kan komma att flyttas framåt i tiden på grund av ökade råvarupriser. Enligt BloombergNEF har vissa fordonstillverkare satt upp mål om att kostnaden för batterier ska vara nere på \$80/kWh år 2030.⁹²

Nyhetsbrevet OmEV har gått igenom forskning om prisutvecklingen på batterier. De menar att forskningsframsteg, snarare än stordriftsfördelar vid produktion, har betytt mest för de sjunkande priserna. Det gäller särskilt att energiinnehållet per batteri har ökat och att katodmaterialet i batterierna blivit billigare, vilket kan förklaras av flera faktorer såsom förbättrade produktionsprocesser, mindre mängd dyrbara metaller och sjunkande råvarupriser.⁹³

...men kan på sikt få lägre totala ägarkostnader än fossildrivna

Men kostnaden för fordon utgör inte hela kostnaden för att äga och använda ett fordon. Framför allt är kostnaden för drift vanligtvis lägre för eldrivna fordon. Enligt en genomgång av företaget LeasePlan från 2021 är de totala ägarkostnaderna för ett antal typer av eldrivna

⁸⁸ LeasePlan, (2021) "Mobility Insights Report EVs and Sustainability Edition".

⁸⁹ Pettersson, (2021) "Ger framtidens personbilar bilparken ny dynamik?"

⁹⁰ Ungefär €120, eller 1 240 SEK.

⁹¹ Miller, (2022) "Daimler trucks chief warns cost of electric will 'forever be higher'".

⁹² BloombergNEF, (2021) "Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/KWh, But Rising Commodity Prices Start to Bite".

⁹³ OmEV, "Batterier", 15 mars 2022.

personbilar lägre än motsvarande totala ägarkostnader för fossildrivna bilar. För mellanstora bilar var den totala ägarkostnaden lägre för elbilar i standardsegmentet i 17 av 22 undersökta länder, däribland Sverige.⁹⁴ I jämförelsen används en årlig körsträcka på 3 000 mil, att jämföra med den genomsnittliga körsträckan för personbilar i Sverige år 2020 på omkring 1 100 mil.⁹⁵ Det talar för att jämförelsen överskattar kostnadsfördelen för eldrivna fordon.

Underhåll och service är en annan kostnadskomponent som kan vara förmånlig för eldrivna personbilar. Enligt en undersökning genomförd av organisation Consumer Reports är kostnaden för service och underhåll hälften för eldrivna bilar jämfört med fossila.⁹⁶

I en svensk studie från 2021 undersöks kostnadsstrukturen för tunga lastbilar (40 respektive 60 ton) med olika framdrivningsmedel för år 2030 och 2045. I beräkningarna inkluderas fordonens investeringskostnader, kostnader för service och reparationer av fordon samt drivmedelskostnader. I drivmedelskostnaderna ingår produktions- och distributionskostnader. Distributionskostnaderna består av både direkta kostnader för distribution av drivmedel, samt investeringskostnader och kostnader för underhåll av exempelvis elvägar, laddinfrastruktur och tankstationer. Batterielektriska lastbilar har de lägsta totala ägarkostnaderna både år 2030 och år 2045.⁹⁷ Liknade slutsatser dras i en norsk studie när de jämför kostnader för fordon med olika drivlinor för åren 2020, 2025 och 2030. År 2030 är de totala ägarkostnaderna (inklusive drift) för den batterielektriska lastbilen 91 procent av motsvarande kostnad för diesellastbilen. Beräkningarna bygger på en mindre lastbil med totalvikt om 27 ton. I den norska studien ingår också styrmedel i kostnadsberäkningarna, exempelvis stöd till fordonsinköp, vilket de inte gör i den svenska. Den batterielektriska lastbilen antas få ett stöd om 40 procent av merkostnaden jämfört med en diesellastbil vid investeringstillfället. För år 2020 och år 2025 beräknas den totala ägarkostnaden för den batterielektriska lastbilen vara 134 procent respektive 103 procent jämfört med dieselbilen.⁹⁸

I den svenska studien finns även en analys där kostnaden för koldioxidutsläpp inkluderats. Med ett pris på 1,17 kr/kg koldioxid blir konduktiva elvägar ekonomiskt fördelaktiga jämfört med diesel och vid ett pris på 7 kr/kg blir även induktiva elvägar fördelaktiga jämfört med diesel.⁹⁹

I båda studierna har vätgaslastbilar höga kostnader. I den norska studien är kostnaderna för vätgaslastbilar högst av samtliga studerade alternativ (diesel, flytande biobränslen, biogas, batteri och hybrid). I den svenska studien är kostnaderna väldigt höga fram till år 2030, men sjunker med tidsperspektivet till år 2045.

Eldrivna bussar bedöms vara ekonomiskt konkurrenskraftiga med fossildrivna bussar före år 2025.¹⁰⁰

⁹⁴ LeasePlan, (2021) "Car Cost Index 2021".

⁹⁵ Trafikanalys (2022) "Körsträckor - statistikdatabas".

⁹⁶ Harto, (2020) "Electric Vehicle Ownership Costs: Chapter 2—Maintenance".

⁹⁷ Holmgren m.fl., (2021) "Knoga Fossilfri framdrift för tunga långväga transporter på väg Kostnadsfördelning och risker för olika aktörer".

⁹⁸ Pinchasik m.fl. (2021) "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

⁹⁹ Holmgren m.fl., (2021) "Knoga Fossilfri framdrift för tunga långväga transporter på väg Kostnadsfördelning och risker för olika aktörer".

¹⁰⁰ Pinchasik m.fl., (2021) "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

5.7 Forskning om elektrifierade transporter – optimerade komponenter och system

Ett sätt att förstå framtida teknikutveckling är att se inom vilka områden det bedrivs forskning. Därför beskrivs i detta kapitel inriktningen på forskning vid Swedish Electromobility Centre, som är ett svenskt nationellt centrum för forskning om elektromobilitet, och inriktningen på programmet Nollutsläpp inom FFI, Fordonsstrategisk forskning och innovation, som finansierar forskning kopplat till säkra och hållbara vägtransporter och är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin.

Förenklat kan den svenska forskningen sägas vara inriktad mot optimering av komponenter och system. En uppföljning av europeisk forskning visar på en större tyngd på vätgas och de två största forskningsområdena handlar om infrastruktur.

Fordonsstrategisk forskning och innovation

FFI har fyra tematiska program; *Cirkularitet*, *Nollutsläpp*, *Trafiksäker automatisering* och *Transport och mobilitetstjänster*, samt ett femte övergripande program för stora projekt.¹⁰¹

Fokus för programmet *Nollutsläpp* är elektrifiering inklusive bränsleceller och syftar till att väva samman fordonet, infrastrukturen och användarna. Programmet har sju områden:

1. Effektivitet i hela värdekedjan utifrån ett hållbarhetsperspektiv, t.ex. för komponenter och system.
2. Kostnadsreduktion i balans med klimatnytta som möjliggör implementering.
3. Optimerad samhällsnytta genom att se till behov hos samhället, såsom anpassning av fordon efter beteende och typ av användning (landsbygd, stad, delad mobilitet etc.).
4. Hårdvaru- och mjukvaruoptimering och elarkitektur i fordon och ladd- och tankinfrastruktur, och dess påverkan.
5. Säkerhet, avseende både tekniklösningar i fordonet och ladd- och tankinfrastrukturen.
6. Nya, relativt outforskade områden, där fordon till exempel används för energilagring/flexibilitetsresurs.
7. Kraftelektronik och optimerad energieffektivitet i fordonet i användarfasen.

Swedish Electromobility Centre

Centrumet fungerar bland annat som en plattform för forskning, arrangerar konferenser och workshops och ger ut ett nyhetsbrev om eldrivna fordon. Centret är grundat av Energimyndigheten tillsammans med industrin och akademien. Forskningen som är kopplad till centret bedrivs under fem teman:

1. **Intelligenta fordon och system** fokuserar på att med hjälp av bland annat matematisk modellering, dynamisk simulering och optimering analysera fordonens funktion, antingen i sig själva eller som en del av transportsystemet. Det inkluderar bland annat energihantering, vilket förutom drivlinan inkluderar värme och kyla av komponenter och

¹⁰¹ FFI, Fordonsstrategisk forskning och innovation, (2022) "FFI Färdplan".

hur dessa samspelar, användning av data för att beräkna energianvändning och laddbehov, modellera och kontrollera eldrivna fordon och transportströmmar.¹⁰²

2. **Elektrisk framdrift och laddning** studerar kostnads- och energieffektiva elektriska system och laddning. Fokus ligger på komponentnivå eller sub-systemnivå vad gäller kunskap om elektrisk överföring och kommunikation hela vägen från nätet ner till fordonens hjul.¹⁰³
3. **Energilagring** handlar om energilagring med fokus på verktyg för att modellera och karaktärisera batterier, förstå faktorer kopplade till batteriets hälsa och åldrande och bränsleceller – från infrastruktur och system till detaljerade studier. Målsättningarna är att kunna maximera räckvidden, möjliggöra snabb och flexibel laddning, förbättra diagnostiken av batterier samt minimera kostnader och påverkan på miljö.¹⁰⁴
4. **Miljö och samhälle** studerar hur transporter används och transporttjänster, policy och olika aktörers roller, mätmetoder för cirkulär ekonomi och effektivitet, resursanvändning och miljökonsekvenser samt livscykelanalyser.¹⁰⁵
5. **Fordon-nät-interaktion** handlar om hur elsystemet påverkas och hur det kan kontrolleras. Det gäller exempelvis vilken belastning på systemet transporter kommer ge upphov till, hur mycket effekt som behövs och vilka krav som transporterna ställer på elsystemet och vice versa.¹⁰⁶

Europeisk utvärdering av forskning om elektrifierad transport

2020 genomfördes en utvärdering av EU-finansierad forskning om elektrifierade transporter. Även om utvärderingen nu är ett par år gammal är det av intresse att se vilka områden som utvärderades och som beviljats forskningsmedel fram till år 2020.¹⁰⁷ Det tar också tid mellan forskning och implementering på marknaden, varför forskning som bedrevs för ett par år sedan kan vara av intresse för att förstå den närmsta framtiden.

Utvärderingen har delat in forskningen i olika områden. De fem områden som fått mest beviljade medel var infrastruktur för publik laddning (628 miljoner €), vätgasstationer med kompressor (270 miljoner €), vätgasbussar (196 miljoner €), vätgasproduktion med elektrolyssystem (187 miljoner €) och utveckling av nya bränslecell- och vätgasteknologier (174 €).¹⁰⁸

Om vi i stället tittar på de områden där det bedrevs flest projekt, så blir bilden en annan. De fem områdena med flest projekt är litiumjon-batteriteknik med nya material till anoder och katoder (952), modelleringsverktyg för komponenter till eldrivna fordon (801), effektiva och kompakta hybriddrivlinor (737), små fyrsitsiga eldrivna lättviktsfordon (692) och hybridelektriska drivlinor för flyg (649).¹⁰⁹

I utvärderingen används en förenklad variant av technology readiness levels som beskriver hur mogen forskningen är. Projekten är indelade i fyra nivåer; Forskning, Validering, Demonstration/prototyp/pilot och Implementation.

¹⁰² Swedish Electromobility Centre, (2022) "Intelligent Vehicles and Systems • Swedish Electromobility Centre".

¹⁰³ Swedish Electromobility Centre, (2022) "Electric Drives and Charging • Swedish Electromobility Centre".

¹⁰⁴ Swedish Electromobility Centre, (2022) "Energy Storage • Swedish Electromobility Centre".

¹⁰⁵ Swedish Electromobility Centre, (2022) "Environment and Society • Swedish Electromobility Centre".

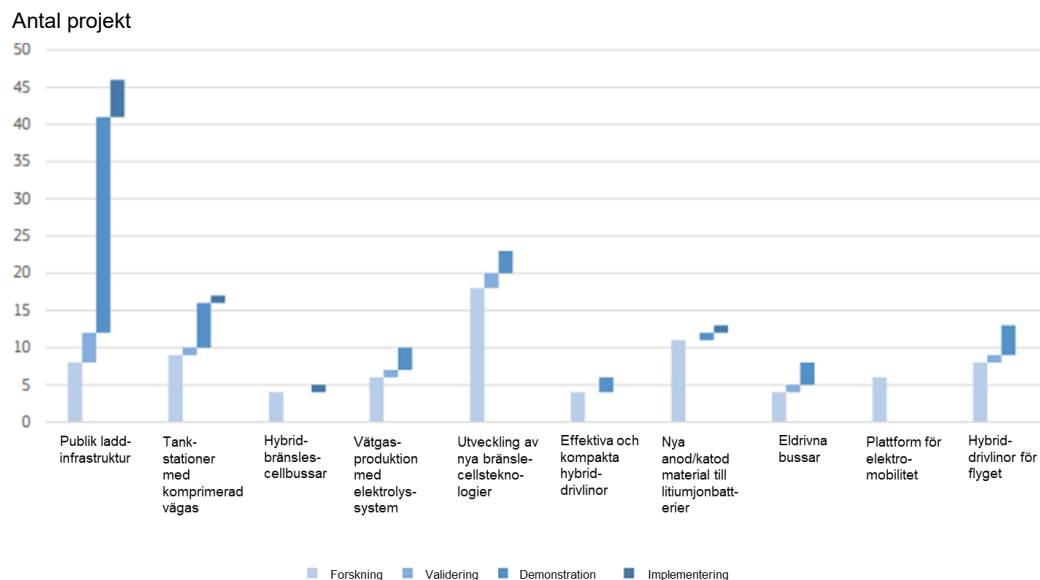
¹⁰⁶ Swedish Electromobility Centre, (2022) "Vehicle-Grid Interaction • Swedish Electromobility Centre".

¹⁰⁷ Tsakalidis (2020) m.fl., "Research and innovation in transport electrification in Europe: An assessment based on the Transport Research and Innovation Monitoring and Information System (TRIMIS)".

¹⁰⁸ Tsakalidis m.fl.

¹⁰⁹ Tsakalidis m.fl.

Vad gäller infrastruktur för laddning och vätgas pågår forskning inom samtliga nivåer, men för till exempel vätgasbussar, effektiva och kompakta hybriddrivlinor och elektromobilitetsplattformar så är projekten främst på forskningsnivån. De senare teknologierna bedöms därför som mindre mogna.¹¹⁰



Figur 5.1. Topp tio-teknologier vad gäller forskningsmedel inom EU och deras mognadsgrad.
Källa:¹¹¹

Projekten har utvärderats med avseende på sex underteman, där också konsekvenser för framtida forskning och policy diskuteras. Vad gäller *Batterier och energihanteringssystem* (347 miljoner €) konstaterar utvärderingen att utvecklingen i branschen vad det gäller att få högre energitäthet i batterierna går fortare än den EU-finansierade forskningen och att fokus skulle kunna flyttas till hållbarhetsutveckling kopplat till återvinning och återanvändning av batterier.

Stöd till *Laddteknologi och infrastruktur* (230 miljoner €) bör enligt utvärderingen fokusera på effektivare trådlös överföring, kostnadseffektivitet, samverkan mellan elnätet och laddbehovet inom transportsektorn inklusive vehicle-to-grid (det vill säga energi från batterielektriska fordon till elnätet) och affärsmodeller.

Inom undertemat *Kraftelektronik, motorer och transmissionssystem för elfordon* (575 miljoner €) har det på forskningsnivå visats att det går att göra elmotorer fria från sällsynta jordartsmetaller. Att fortsätta denna utveckling, skapa kostnadseffektivitet och nya material för att reducera vikt, kostnad och miljöpåverkan av tillverkningen bedöms som viktiga områden för framtiden.

Vad gäller undertemat *Vätgas och bränsleceller* (1001 miljoner €) lyfts system för transport och lagring av vätgas, inklusive vätgastankar i fordonen, fram som en utmaning. Dessa behöver få bättre kapacitet och bli kostnadseffektiva, på sikt behövs också mer forskning om säkerhet. Det har inom forskningsprojekt visats att det går att tanka vätgas på 3–4 minuter, men inte att det fungerar i vardagliga tillämpningar. Standarder för vätgastankning för andra fordon än personbilar är också ett område som lyfts, liksom standarder för att beräkna totala ägarkostnader för vätgasfordon och affärsmodeller.¹¹²

¹¹⁰ Tsakalidis m.fl.

¹¹¹ Tsakalidis m.fl.

¹¹² Tsakalidis m.fl.

Undertemat *Elektromobilitet* (438 miljoner €) handlar om design och tillverkning av nya lätta eldrivna fordon för urban miljö. Området bidrar bland annat till elektrifierade urbana godstransporter. Ytterligare utveckling inom området kan vara ännu lättare fordon, livscykelanalyser av emissioner, påverkan på trängsel och integration i urbana transportsystem och parkeringsfrågor. Det sjätte undertemat handlar om andra trafikslag än vägtransporter och behandlas därför inte vidare i denna rapport.

5.8 Ökade körsträckor och kortare transporter?

Det diskuteras ibland hur elfordon kommer att påverka resmönster och logistik. I detta avsnitt tittar vi på körsträckor för olika drivlinor och för en kortare diskussion om hur eldrivna fordon kan påverka logistikuppläggen.

Ökande körsträckor hos elbilar – minskande hos fossildrivna

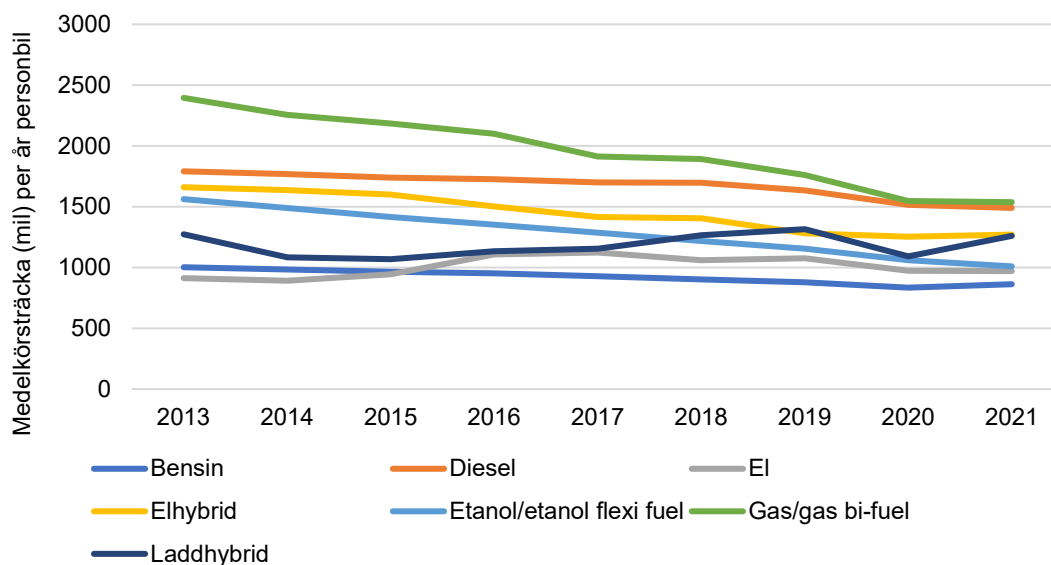
En hypotes som ibland framförs är att eldrivna fordon kommer få längre körsträckor då de har lägre driftkostnader. Än så länge ser vi inte denna utveckling i Sverige. I Sverige är den genomsnittliga körsträckan med eldrivna personbilar kortare än för dieslbilar, gasbilar, elhybrider, laddhybrider och etanolbilar, men längre än den genomsnittliga körsträckan för bensinbilar som har de kortaste körsträckorna.

Den årliga körsträckan för elbilar i Sverige ökade mellan 2013 och 2017, då den var som längst (1 123 mil). Sedan dess har körsträckan för elbilar sjunkit till 971 mil år 2021.¹¹³ En potentiell förklaring till den kortare körsträckan för elbilar i Sverige skulle kunna vara att elbilar fortfarande utgör en "andra bil" i vissa hushåll. Det är dock inte något vi har haft möjlighet att undersöka vidare i detta uppdrag. Generellt har nyare bilar längre körsträckor än äldre bilar.

I Norge har körsträckorna med elbil ökat från 569 mil år 2013 till 1 277 mil år 2021. 2021 var första året som elbilarna i Norge hade längre genomsnittlig körsträcka än dieslbilarna.¹¹⁴ I både Norge och Sverige har körsträckorna för bensindrivna bilar minskat över tid. En annan likhet mellan länderna är att gasbilar har längst körsträckor.

¹¹³ Trafikanalys, (2022) "Körsträckor - statistikdatabas".

¹¹⁴ Statistic Norway, (2022) "12577".



Figur 5.2. Medelkörsträcka per år för personbilar i Sverige.
Källa:¹¹⁵

I likhet med personbilarna hade de svenskregistrerade elbussarna kortare genomsnittlig körsträcka än diesel-, gas- och elhybridbussar. Körsträckan hos elbussarna var som längst år 2017.¹¹⁶ I Norge var den genomsnittliga körsträckan för elbussar år 2021 4 440 mil och därmed längre än de genomsnittliga körsträckorna för diesalbussar. Den genomsnittliga körsträckan för diesalbussar i Norge ökade något fram till år 2018 och har sedan minskat.¹¹⁷

För eldrivna lätta och tunga lastbilar finns ännu ingen statistik om körsträckor per drivmedel i Sverige. Statistiken för körsträckor för tunga ellastbilar i Norge är väldigt volatil, vilket troligen beror på få registrerade fordon. År 2019 var den genomsnittliga körsträckan för ellastbilar 3 874 mil, längre än för diesellastbilarna. Men åren därpå (2020 och 2021) var den genomsnittliga körsträckan endast cirka 600 respektive 800 mil. En hypotes är att det rör sig om "försökslastbilar" vars nyttjandegrad varit lägre. Det är svårt att dra generella slutsatser om hur ellastbilarna används, men siffrorna visar i alla fall att det är möjligt att ha samma genomsnittliga körsträckor för eldrivna lastbilar som för diesellastbilar.¹¹⁸

Körsträckorna för eldrivna lätta lastbilar i Norge har de senaste fyra åren legat omkring 850 mil, men minskat något till år 2021 till 839 mil. De lätta diesellastbilarna körs nästan dubbelt så långt, 1 411 mil. Trenden för de dieseldrivna lätta lastbilarna i Norge är att den genomsnittliga körsträckan minskar svagt från toppnoteringen på 1 600 mil år 2008.¹¹⁹

Förändrad logistik – ersätter en ellastbil en diesellastbil?

I en intervju¹²⁰ vi har genomfört inom ramen för uppdraget beskrevs logistikuppläggen med lastbilar som anpassade efter diesellastbilar. Det gäller exempelvis att avstånd mellan terminaler är anpassade efter kör- och viloregler. Med eldrivna lastbilar skulle logistikupplägg kunna göras om och anpassas till förutsättningarna för eldrivna lastbilar. Uppgifterna går isär

¹¹⁵ Trafikanalys, (2022) "Körsträckor - statistikdatabas".

¹¹⁶ Trafikanalys, (2022)

¹¹⁷ Statistic Norway, (2022) "12577".

¹¹⁸ Statistic Norway.

¹¹⁹ Statistic Norway.

¹²⁰ Intervju genomfördes med Magnus Karlström, redaktionschef på nyhetsbrevet OmEV.

om en ellastbil rakt av kan motsvara en diesellastbil eller flera diesellastbilar eller om det behövs flera ellastbilar för att ersätta en diesellastbil.

Pinchasik et. al. (2021) har genomfört intervjuer med ägare av serieproducerade ellastbilar i Norge. För vissa tillämpningar, exempelvis i stadsdistribution i Oslo men även för lite längre turer kring Oslo, ersätter en ellastbil (i två skift) en diesellastbil. Målet är att med hjälp av snabbbladdning nyttja tre skift för ellastbilarna. För distribution kring Bergen, där det är lägre andel distribution i centrala områden och mer utmanande topografi klarar inte de nuvarande batterielektriska lastbilarna att fullt ut ersätta en diesellastbil.

En distributör uppger att deras diesellastbilar går 5 000–6 000 mil per år och att de batterielektriska lastbilarna beräknas gå 5 000 mil per år med ett skift utan snabbbladdning. I dessa fall kommer en batterielektrisk lastbil kunna ersätta en diesellastbil, med viss anpassning av rutterna. Det finns förväntningar om att kunna gå upp i två skift med hjälp av snabbbladdning och på så sätt uppnå betydligt längre årlig körsträcka för ellastbilarna.¹²¹

En annan distributör lade om logistiken och etablerade en centrumterminal vid införskaffandet av de batterielektriska lastbilarna. Tidigare gick lastbilarna i fasta rutten, men med den nya centrumterminalen optimeras rutterna dag för dag baserat på fraktvolymer. Målsättningen är att mindre försändelser ska gå med fraktsykel och lätta lastbilar, medan pallar och större försändelser ska gå med lastbil. Det blir därmed svårt att jämföra huruvida en ellastbil ersätter en diesellastbil rakt av. De batterielektriska lastbilarna förväntas till en början användas i ett skift och få en årlig körsträcka på cirka 2 500 mil (10 mil 250 dagar om året). Övergången till flera skift ska ske när laddningsmöjligheter för detta är tillgodosedda.¹²²

Ett annat exempel är användning av eldrivna anläggningslastbilar. Lastbilarna används i centrala Oslo och fraktar massor från anläggningar till mellanlagringsdeponier, men gör bara enstaka längre turer. Upplägget med de eldrivna lastbilarna är annorlunda än tidigare, men tre eldrivna lastbilar uppges ha ersatt sju dieseldrivna. För att frakta massorna ut ur Oslo till slutdeponi används dock diesellastbilar.¹²³

¹²¹ Pinchasik m.fl., (2021) "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer".

¹²² Pinchasik m.fl.

¹²³ Pinchasik m.fl.

6 Avslutande diskussion

Under 2020 och 2021 har utvecklingen för laddbara vägfordon gått snabbt och antalet laddbara fordon i trafik har överträffat de flesta prognoser. Utvecklingen har kommit längst för laddbara personbilar där andelen nyregistrerade laddbara bilar är på väg att passera de fossildrivna bilarna. Mellan åren 2019 och 2020 ökade andelen nyregistrerade laddbara personbilar från 11 till 31 procent av de nyregistrerade personbilarna. Under 2021 nyregistrerades närmare 58 000 elbilar och 78 000 laddhybrider, vilket tillsammans utgjorde 43 procent av de nyregistrerade personbilarna 2021. Denna påtagliga ökning av antalet nyregistrerade elbilar och laddhybrider skedde samtidigt som det totala antalet nyregistrerade personbilar minskade, vilket ytterligare bidrog till de laddbara bilarnas höga andel av de nyregistrerade personbilarna. Under 2021 ökade försäljningen av rena elbilar betydligt mer än försäljningen av laddhybrider, och det förefaller som att vi nu, för personbilar, befinner oss i en övergång från hybridteknik till ren eldrift.

Majoriteten av de laddbara personbilarna finns i anslutning till storstadsområdena, i södra Sverige och längs norrlandskusten. I de mest centrala delarna av kommunerna är dock antalet förhållandevis lågt. Jämfört med personbilsflottans fördelning som helhet, med ett generellt sett högre bilinnehav per capita i mer glesbefolkade kommuner, är mönstret för de laddbara personbilarna därmed något spegelvänt.

Elektrifieringen har kommit långt även för mopeder, närmare 10 procent av alla EU-mopeder i trafik var eldrivna 2021. För övriga fordonstyper är elektrifieringen fortfarande till stora delar i sin linda. Försäljningen av lätta lastbilar med eldrift har förvisso ökat stadigt de senaste åren, och utgjorde 7 procent av försäljningen under 2021. Utvecklingstakten går dock fortfarande ganska långsamt och det kan dröja ytterligare några år innan vi ser samma snabba ökning som de laddbara personbilarna har just nu. Även de laddbara lätta lastbilarna återfinns i huvudsak i storstadsområden, i södra Sverige och längs norrlandskusten.

Bland de tunga vägfordonen sker det nu en snabb elektrifiering av bussflottan. Sex procent av bussarna i trafik har någon form av eldrift (ren eldrift, elhybrid eller laddhybrid). I och med att allt fler bussklasser¹²⁴ kan drivas med eldrift kan vi förvänta oss en fortsatt snabb ökning av antalet bussar med eldrift i trafik framöver. Majoriteten av elbussarna återfinns i dagsläget runt Göteborg och Stockholm, i Skåne län och i flera städer i norra Sverige.

Antalet tunga lastbilar med eldrift stycken vid slutet av 2021 var 72 lastbilar, varav 50 av dessa hade registrerats under 2021. Majoriteten av de tunga lastbilarna med eldrift är relativt lätta, upp till 24 ton, vilket tyder på att tekniken fortfarande är under utveckling och att elektrifiering av fler modellsegment är att vänta. Majoriteten av de eldrivna tunga lastbilarna är registrerade runt Göteborg och Stockholm. Det finns dock även enstaka fordon runt om i landet.

¹²⁴ Bussarna indelas i olika klasser beroende på vilken trafik de förväntas utföra, exempelvis stadsbuss, regionaltrafik eller charter.

6.1 Laddbara fordon attraherar nya kundgrupper

Den socioekonomiska analysen som presenteras i kapitel 4 belyser den omvandling av fordonsflottan som pågår just nu. Det finns visserligen stora likheter i bestämningsfaktorer för den laddbara fordonsflottan och för personbilsflottan som helhet men analysen visar även på viktiga skillnader.

För personbilsflottan som helhet finns ett tydligt mönster av faktorer som är kopplade till en äldre befolkning, boende i äganderätter (villor) utanför städer och tätortsområden, män och en hög andel med svensk bakgrund. För privatleasing och innehav av förmånsbilar finns en mer delad bild med en större tendens till att de innehåvs av en yngre befolkning, höginkomsttagare och boende i och omkring storstadsområdena. Detta segment av personbilsflottan kan sägas ligga närmare laddbara personbilar än personbilsflottan som helhet. Även om det finns stora variationer i bestämningsfaktorer för laddbara fordon per ägande finns det några generella faktorer som framträder. Generellt finns det en större tendens till ägande och leasing av laddbara fordon i en yngre folkning, boende i mer urbana områden, även om tendensen inte är lika betydande för de mest tätbebyggda områdena. Fordonsinnehavet av laddbara personbilar förefaller inte heller vara sammanhängande med etnisk bakgrund eller könsfördelning.

Sammantaget tyder denna analys på att kundbasen som är intresserade av ett laddbart fordon delvis är ny. Tillsammans med kundgruppen som traditionellt har köpt personbilar med bensin- eller dieseldrift innebär detta att den samlade kundbasen för personbilar har breddats. Det innebär också att den stora tillväxten i nybilsförsäljningen kan komma inom några år när normalbilsköparna förnyar sitt innehav med ett laddbart fordon. Då kommer en betydande introduktion av laddbara fordon även ske i områden med traditionellt stort bilinnehav.

Vi har också kunnat se en utveckling där privatleasing har blivit en allt vanligare ägandeform. Privatleasingkunderna skiljer sig något åt från den traditionella nybilsköparen genom att vara yngre och till viss del ha andra socioekonomiska bakgrundsfaktorer. Att laddbara bilar på kort tid har blivit så pass vanliga innebär således att kundgruppen för laddbara personbilar har breddats ytterligare, vilket har bidragit till att accelerera ökningstakten för antalet nyregistrerade laddbara bilar. Privatleasing kan vara på god väg att bli av större betydelse än företagsleasing för introduktion av laddbara personbilar till den svenska fordonsflottan. Utvecklingen är dock beroende av flera faktorer som kan komma att påverka utveckling. En sänkning av bonusen inom bonus malus-systemet kommer förmodligen ge direkt avtryck i månadspriset för privatleasingkunden. Privatleasingmarknaden kan även komma att påverkas av bristande utbud av bilmodeller som är populära att leasa.

Privatleasingen är i absoluta tal koncentrerad till storstadsområdena, men står för en betydande andel av de privata bilköpen i nästan hela landet. Undantaget är Västerbotten och Norrlands inland där privatleasingmarknaden fortfarande är begränsad. Sammantaget handlar det om 40 kommuner i Sverige där privatleasing utgjorde mindre än 30 procent av nybilsmarknaden år 2021. När valet kommer till att privatleasa en laddbar bil har vi inte kunnat visa på någon egentlig regional skillnad. I 21 kommuner utgjorde de laddbara bilarna mer än 70 procent av de privatleasade bilarna. Majoriteten av dessa kommuner återfinns i norra Sverige. Privatleasingen har således inte bara bidragit till att bredda kundgruppen för nya och laddbara bilar, ägandeformen har även bidragit till att laddbara bilar registreras i nästan hela landet.

6.2 Elfordonstekniken kommer att optimeras till 2030 – men grunderna finns redan

Det finns redan idag elektrifierade personbilar, mopeder, motorcyklar, bussar, tunga och lätta lastbilar i trafik i Sverige. Teknikutvecklingen kommer troligen förbättra den teknik som finns, snarare än att ge större utvecklingssprång fram till 2030. Men i och med att fler elmotorer, batterier och elfordon används av många kan även små förbättringar av exempelvis prestandan på batterier eller energieffektiviteten ge relativt stora effekter.

Förutom förbättring av komponenter till fordonen inriktas kommande forskning mot optimering av system och helhetslösningar. Hur snabbt introduktionen av elfordon kommer att ske är troligen till minst lika stor del beroende av förutsättningar kopplade till infrastruktur, energiförsörjning och marknadslösningar som själva teknikutvecklingen.

Även om vi inte ser att det kommer ske avgörande utvecklingssprång gällande tekniken för eldrivna fordon till 2030 kan små förbättringar och optimering av prestanda och förbättrad kostnadseffektivitet få stor påverkan på transportsystemet. Teknikutvecklingen innebär inte bara bättre prestanda utan kommer också leda till mer kostnadseffektiv produktion och användning av eldrivna fordon. Utvecklingen till eldrivna fordon kan antas gå snabbt när eldrivna resor och transporter blir billigare än sina fossildrivna motsvarigheter. Detta kommer sannolikt att ske vid olika tidpunkter för olika segment. Kostnadsfördel för eldrivna transporter kommer troligen först för transportupplägg som går att planera, inte är för långväga och där vikten inte är den begränsande faktorn. De segment av tunga lastbilar som elektrifieras idag är mindre lastbilar ämnade för kortare transporter. Successivt kommer vi se kostnadsfördelar för eldrivna transporter för fler och fler segment. Det kommer dock att dröja innan det finns möjlighet att genomföra långväga tunga transporter med elektrifierade fordon.

Ett eldrivet fordon ersätter inte ett fossildrivet fordon rakt av. Hög fordonskostnad och lägre rörliga kostnader ger incitament till större nyttjande av fordonen. Homogena och mer förutsägbara logistikupplägg ger förutsättningar för elektrifiering och optimering av fordonen.

En utveckling vi anar är att mjukvaran blir allt viktigare. Mjukvaran möjliggör också optimering av användning och laddning av fordonens batterier. I och med digitalisering och ökad tillgång till data om transporter och flöden ökar möjligheterna till optimering och automatisering, vilket i sin tur kan påverka elektrifieringen av fordonsflottan. Genom digitalisering, optimering och automatisering kan troligen användning och laddning av batterier och elfordon effektiviseras. Vi anar en utveckling mot smartare laddning på högre effekter. Det möjliggör i sin tur än mer kostnadseffektiva elektrifierade transporter. Nya data och nya relativa kostnader kan i sin tur påverka logistiken på så sätt att den anpassas för att bättre passa de förutsättningar eldrivna fordon ger.

Det finns ett stort och varierat utbud av eldrivna personbilar och försäljningen har ökat kraftigt de senaste två åren. I den här rapporten har vi kunnat visa att leasing, såväl företagsleasing som privatleasing, är viktiga komponenter för introduktionen av eldrivna fordon. Historiskt sett har företagsleasing varit drivande i introduktionen av eldrivna fordon, men de senaste två åren har allt fler eldrivna bilar även privatleasats. Vi har kunnat se att privatleasingkunderna skiljer sig något åt från de traditionella nybilskunderna, vilket innebär att en större kundgrupp nu kan efterfråga nya bilar. Det vi ser är att privatleasingkunderna i allt större utsträckning väljer laddbara bilar och därmed accelereras ökningstakten av följningen av laddbara fordon

ytterligare. Vår bedömning är att inom ett till två år kommer privatleasingmarknaden vara minst lika viktig för introduktionen av nya laddbara bilar på den svenska marknaden som företagsleasingen är idag. Utifrån dagens utveckling bedömer vi även att antalet privatleasade laddbara personbilar kommer att överstiga de företagsleasade bilarna i antal inom några år.

Fram till idag har majoriteten av de laddbara personbilarna haft en juridisk person som ägare, men vi befinner oss just nu i brytpunkten för när det blir vanligare att en privatperson äger en laddbar bil. Övergången förklaras både av att det finns allt fler äldre laddbara bilar som kommit ut på andrahandsmarknaden, samt av att privatleasingen ökar.

Ägarkostnaden för eldrivna personbilar är i många fall konkurrenskraftig i förhållande till ägarkostnaden för fossildrivna motsvarigheter. Möjligheten till privatleasing innebär även att det är enklare för konsumenten att bedöma totalkostnaden för en ny personbil under leasingperioden. För den fortsatta introduktionen av eldrivna personbilar spelar styrmedel därför successivt allt mindre roll, eldrivna personbilar är redan eftertraktade.

Sannolikt kommer också utbudet av och genomslaget för lätta lastbilar att öka. Lätta lastbilar som används för lokala transporter, eller som används inom ett begränsat geografiskt område med ett förutsägbart körmonster är mindre beroende av publik laddinfrastruktur. Fordonets räckvidd är därmed inte lika begränsande, i stället har utbudet av modeller och modellspecifikationerna större betydelse. Vi bedömer därför att försäljningen av laddbara, lätta lastbilar kan öka snabbt i takt i och med att nya modeller blir tillgängliga på marknaden.

Ett liknande resonemang kan appliceras på laddbara bussar. Majoriteten av Sveriges bussar går idag i upphandlad trafik, vilket medför att antalet nyregistrerade bussar varierar kraftigt från år till år. I samband med att det nu finns fler bussklasser som är elektrifierade bedömer vi att det kommer att nyregistreras ett betydande antal laddbara bussar under de kommande åren.

Utvecklingen av tunga eldrivna fordon har gått snabbt. Batterierna har blivit billigare och lättare, även om denna utveckling kan befaras gå långsammare framöver. Det finns eldrivna tunga fordon anpassade till många segment på transportmarknaden. Men för vissa tillämpningar med långväga och tung trafik med bussar och lastbilar är det tveksamt om batterielektriska fordon kommer erbjuda tillräckligt bra prestanda för att konkurrera ut förbränningsmotordrivna fordon till år 2030. Likväl kan modellutbudet öka och prestandan med all sannolikhet förbättras hos tunga batterielektriska fordon till 2030.

För introduktionen av tunga eldrivna fordon kommer troligen styrmedel och kostnadsutvecklingen fortsatt att vara viktiga faktorer. Det gäller även styrmedel och stöd till infrastrukturen. Detta gäller troligen i något högre utsträckning för tunga lastbilar än för bussar, där det redan finns rapporter om kostnadsfördelar för el. När de totala ägarkostnaderna för eldrivna tunga fordon är lägre än för fossildrivna kommer utvecklingen att gå mycket fort. Dels för att det är en snabbare omsättning av den tunga fordonsflottan, dels för att kommersiella aktörer agerar företagsekonomiskt rationellt – om kostnaden för eldrivna transporter är lägre än kostnaden för fossildrivna kommer de att välja det eldrivna alternativet.

Utbudet av vätgasdrivna fordon är betydligt lägre än utbudet av batterielektriska fordon. Dessutom finns utmaningar kopplade till kostnader, energieffektivitet och infrastruktur. Det gör att vätgas troligen kommer spela en mindre roll än batterielektriska fordon fram till år 2030. Samtidigt har det på EU-nivå satsats mycket på forskning med koppling till vätgas, och en av Sveriges största tillverkare tror på lika stor andel tunga vätgasfordon som batterielektriska tunga fordon år 2030. Hur utvecklingen ser ut efter 2030 är mer osäkert. Vätgas kan komma

att spela en viktig roll i framtiden för de tunga och långväga transporter som i dag tycks svåra att genomföra med batterielektriska fordon.

6.3 Behov av fortsatt arbete

I den här rapporten har vi lyft flera nya aspekter av elfordonsflottan och dess utveckling, inte minst gällande ägandeformerna kring de laddbara personbilarna. Det finns dock aspekter som vi inte haft möjlighet att studera. Utifrån våra resultat finns det ett flertal uppslag på områden som skulle behöva undersökas för att förbättra kunskapsläget kring de mekanismer som just nu bidrar till att elektrifiera den svenska fordonsflottan. Vi har bland annat sett att leasing, både företags- och privatleasing, driver den snabba ökningen av laddbara personbilar. Frågan är vad som händer med dessa bilar när leasingtiden är slut och bilarna ska säljas på andrahandsmarknaden till en fysisk person. Trafikanalys har i tidigare studier kunnat påvisa att leasingbilar löper en betydligt högre risk att bli exporterade ut ur landet jämfört med bilar som är köpta av brukaren. Att följa upp hur exporten utvecklas när volymerna av nya, laddbara, bilar har ökat så markant är därför av betydande vikt för att kunna bedöma hur elektrifieringen av fordonsflottan som helhet kommer att utvecklas.

Det är också av vikt att göra en mer detaljerad studie om vilka hushåll som väljer att leasa en laddbar bil och huruvida dessa hushåll har fler än en bil. Vi har bland annat kunnat se att elbilar i Sverige har en kortare årlig körsträcka än snittet för personbilar. I Norge gick den årliga körsträckan med elbil förbi snittet och blev år 2021 längre. En möjlig förklaring kan vara att de hushåll som har en laddbar bil är mer benägna att ha mer än en bil i hushållet, vilket rimligen påverkar körsträckan per bil. Det är dock inget vi har haft möjlighet att undersöka i den här studien.

Vad gäller den framtida utvecklingen för eldrivna tunga fordon så finns det idag ett stort fokus på affärsmodeller samt rutt- och trafikplanering som sätt att optimera användningen av tunga lastbilar med eldrift. Det här är en omställning som är betydligt mer omfattande än att bara byta motor i fordonen. Omställningen kan på sikt potentiellt komma att påverka hela logistikkedjan för tunga lastbilar. Även för denna omställning finns det ett behov av att bättre förstå dessa mekanismer för att kunna planera och styra mot en övergång till elektrifierade tunga transporter.

I den här studien har huvudfokus legat på de laddbara fordonen, dess antal och spridning i landet. Frågan kopplar givetvis också till behovet och utbyggnaden av laddinfrastruktur. Då den här studiens fokus har varit just fordonen har frågan om laddinfrastruktur inte behandlats i någon större omfattning. I takt med att antalet laddbara bilar blir allt fler och sprids till fler områden i Sverige behövs fortsatt kunskapsutveckling om behovet av laddinfrastruktur för både lätta och tunga fordon. Idag vet vi inte vilka krav och förväntningar den framtida elbilsägaren kommer att ställa på laddinfrastrukturen. När endast 6 procent av personbilsflottan är laddbar är det förmodligen personer som är mer positivt inställda till laddbara bilar som är först ut med att äga ett laddbart fordon. Huruvida laddbeteendet kommer att förändras jämfört med dagens beteende när allt fler behöver ladda bilen är idag oklart. Detsamma gäller utbyggnaden av elvägar och distributionsnät för vätgas tillsammans med fordonsutvecklingen för dessa bränslelösningar.

7 Referenser

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers
- Anselin, L. (1990). "Some robust approaches to testing and estimation in spatial econometrics." *Regional Science and Urban Economics* 20: 141-163.
- Basile, R. och R. Minguez (2017). *Advances in spatial econometrics: parametric vs. semiparametric spatial autoregressive models. The Economy as a complex Spatial System*. P. e. a. Commendatore. Berlin, Springer: 81-106
- Bivand, R. och G. Piras (2015). "Comparing Implementations of Estimation Methods for Spatial Econometrics." *Journal of Statistical Software* 63(18): 1-36. <https://www.jstatsoft.org/v63/i18/>.
- Burkey, M. L. (2018). "Spatial Econometrics and GIS YouTube Playlist." *REGION* 5(3): R13-R18.
- Burridge, P. (1980). "On the Cliff-Ord test for spatial correlation." *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)* 42(1): 107-108.
- Claeskens, G. (2016). "Statistical Model Choice." *Annual Review of Statistics and Its Application* 3(1): 233-256. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-statistics-041715-033413>.
- Cliff, A. D. och J. K. Ord (1972). "Testing for spatial autocorrelation among regression residuals." *Geographical Analysis* 4: 267-284.
- Cliff, A. D. och J. K. Ord (1973). *Spatial autocorrelation*. London, Pion Limited
- Cressie, N. A. C. (1993). *Statistics for spatial data*. New York, Wiley
- Daoud, J. I. (2017). *Multicollinearity and regression analysis*. Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing.
- Elhorst, J. P. (2014). *Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels*, Springer
- Florax, R. J. G. M., H. Folmer och S. J. Rey (2003). "Specification searches in spatial econometrics: the relevance of Hendry's econometric methodology." *Regional Science and Urban Economics* 33(5): 557-579.
- Fotheringham, A. S., C. Brunsdon och M. Charlton (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*, Wiley
- Freedman, D. och S. Peters (1984a). "Bootstrapping a Regression Equation: some Empirical Results." *Journal of the American Statistical Association* 79: 97-106.
- Freedman, D. och S. Peters (1984b). "Bootstrapping an Econometric Model: some Empirical Results." *Journal of Business and Economic Statistics* 2: 150-158.
- Gibbons, S. och H. G. Overman (2012). "Mostly pointless spatial econometrics." *Journal of Regional Science* 52: 172-191.
- Gibbons, S., H. G. Overman och E. Patacchini (2015). *Spatial Methods. Handbook of Regional and Urban Economics*. G. Duranton, J. V. Henderson and W. C. Strange, Elsevier. 5: 115-168
- Heinze, G., C. Wallisch och D. Dunkler (2018). "Variable selection—a review and recommendations for the practicing statistician." *Biometrical Journal* 60(3): 431-449.

- Kelejian, H. och D. Robinson (1992). A Suggested Method of Estimation for Spatial Interdependent Models with Autocorrelated Errors, and an Application to a County Expenditure Model. Chicago, IL.
- Kelejian, H. H. och I. R. Prucha (1999). "A Generalized Moments Estimator for the Autoregressive Parameter in a Spatial Model." *International Economic Review* 40: 509-533.
- LeSage, J. (2014). "What Regional Scientists Need to Know about Spatial Econometrics." *The Review of Regional Studies* 44(1): 13-32.
- LeSage, J. och R. K. Pace (2009). *Introduction to spatial Econometrics*, CRC Press/Taylor & Francis Group.
- Piras, G. (2010). *sphet: Spatial Models with Heteroscedastic Innovations in R*. <https://cran.r-project.org/web/packages/sphet/vignettes/sphet.pdf>
- Sharma, S. och S. Sharma (1996). "Applied multivariate techniques."
- Tinsley, H. E. och S. D. Brown (2000). *Handbook of applied multivariate statistics and mathematical modeling*, Academic press
- Trafikanalys (2021). Den svenska personbilsflottans bestämningfaktorer - en rumslig ekonometrisk analys. Stockholm, Trafikanalys. Rapport 2021:1. www.trafa.se/globalassets/rapporter/2021/rapport-2021_1-den-svenska-personbilsflottans-bestamningsfaktorer.pdf
- Fossilfritt Sverige, och Bil Sweden. (2020) "Färdplan för fossilfrikonkurrenskraft – Fordonsindustrin Tunga fordon", 2020. https://fossilfritt sverige.se/wp-content/uploads/2020/09/Fardplan_Tunga-fordon.pdf.
- Harto, Chris. "Electric Vehicle Ownership Costs: Chapter 2—Maintenance". *Consumer Reports*, u.å. <https://advocacy.consumerreports.org/wp-content/uploads/2020/09/Maintenance-Cost-White-Paper-9.24.20-1.pdf>.
- Holmgren, Kristina, Stefan Heyne, Johanna Takman, Inge Vierth, Madeleine Ekström, Magnus Fröberg, Monica Johansson, Per-Arne Karlsson, och Olov Petré. (2021) "Knoga Fossilfri framdrift för tunga långväga transporter på väg Kostnadsfördelning och risker för olika aktörer", 2021.
- FFI, Fordonsstrategisk forskning och innovation. (2022) "FFI Färdplan", www.energimyndigheten.se/globalassets/utlysningar/ffi-energi--miljo/nollutslapp/ffi-fardplan-2022.pdf
- Miller, Joe. (2022) "Daimler trucks chief warns cost of electric will 'forever be higher'". *Financial Times*, 27 mars 2022. www.ft.com/content/1ac7d696-0fee-40a0-baa0-db27d1dc481f
- Pettersson, Ove. (2021) "Ger framtidens personbilar bilparken ny dynamik?", *Trafikanalys diariet Utr* 20221/97.
- Pinchasik.m.fl (2021). "Grønn lastebiltransport? Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer" 2021 (u.å.): 120.
- "Pinchasik m. fl. (2022). Teknologistatus, kostnader og brukererfaringer.pdf". Åtkomstdatum 31 mars 2022. www.toi.no/getfile.php?mmfileid=71838
- Salomonsson, Johan, och Johanna Jussila Hammes. (2022) "Det kommersiella elflyget – verklighet eller dröm?"
- Scania (2020) "Scania års- och hållbarhetsredovisning 2020"
- Statistic Norway. "12577: Road Traffic Volumes, by Type of Vehicle and Type of Fuel 2005 - 2021-PX-Web SSB". SSB, 2022. www.ssb.no/en/system/

Sweco. (2022) "Internationell och nationell sammanställning av vätgas och vätgasklusters utveckling"

Tsakalidis, A., M. van Balen, K. Gkoumas, F. Marques dos Santos, M. Grosso, A. Ortega Hortelano, och F. Pekár. (2020) "Research and innovation in transport electrification in Europe: An assessment based on the Transport Research and Innovation Monitoring and Information System (TRIMIS)"

Trafikanalys (2018) Rapport 2018:13 Fordon på väg 2017
www.trafa.se/globalassets/rapporter/2018/rapport-2018_13-fordon-pa-vag-2017.pdf

Trafikanalys (2020) PM 2020:7 "Vägfordonflottans utveckling till år 2030", 2020.
www.trafa.se/globalassets/pm/2020/pm-2020_7-vagfordonflottans-utveckling-till-ar-2030.pdf.

Trafikanalys (2022) "Körsträckor - statistikdatabas".
www.trafa.se/vagtrafik/korstrackor/?cw=1&q=t10094|ar:2020|korstr|mkorstr|drivm~standardtable

Trafikanalys (2022) Statistik 2022:3 Fordon i län och kommuner 2021
www.trafa.se/vagtrafik/fordon/

Trafikanalys (2022) Statistik 2022:5 Fordon 2021 www.trafa.se/vagtrafik/fordon/

Trafikanalys (2022) PM 2022:5 Resmönster under coronapandemin
www.trafa.se/globalassets/rapporter/2022/rapport-2022_5-resmonster-under-coronapandemin-2020-2021.pdf

Transport and Environment. "Electric surge: Carmakers' electric car plans across Europe 2019-2025", 2019. www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2019_07_TE_electric_cars_report_final.pdf

Transportstyrelsen. "Nej till att köra tyngre lastbilar med B-körkort", 15 november 2021.
www.transportstyrelsen.se/sv/Nyhetsarkiv/2021/nej-till-att-kora-tyngre-lastbilar-med-b-korkort/

TOI (2013) Rapport 1276/2013 Elektromobilitet i Norge - erfaringer og muligheter med elkjøretøy

Västrafik. "Rapport från dialogmöten med fordonsleverantörer 2021.", 2021.
Ärende Utr 2022/3 handling # 3. "Mail från Volvo", 13 april 2022.

Webbplatser:

Alltomelbil "Lista: Elbilar som kommer – svenska priser, räckvidd och datum". Allt om Elbil (blog). Åtkomstdatum 31 mars 2022. <https://alltomelbil.se/lista-kommande-elbilar/>

Alltomelbil. "Elbilar med dragkrok". Allt om Elbil 2022. <https://alltomelbil.se/elbilar-med-dragkrok/>

Alltomelbil "Räckvidd elbilar - Jämför elbilar - Allt om Elbil", 2022. <https://alltomelbil.se/jamfor-elbilar/>

Assistancekåren. "Laddassistans - ny försäkring mot risken att elbilen laddar ur". Sak & Liv, 21 april 2022. <https://sakochliv.se/2022/04/21/laddassistans-ny-forsakring-mot-problemet-med-urladdade-elbilar/>

Bil Sweden. "KLIMATBONUSBILAR 2022", 03 januari 2022.
<https://www.bilsweden.se/storage/27F1DCE48DFCBEB1E7AEC3465CDA11D8ABC2BE87132C9DE81AE61A4A886BAD7D/00eb7a4fc7b34729b4f6c62cf62d8f02/pdf/media/060e3b4ab07d4895880743418cfafd8e/Klimatbonusbilar%202022.pdf>

Bite". BloombergNEF (blog), 30 november 2021. <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-to-an-average-of-132-kwh-but-rising-commodity-prices-start-to-bite/>

BloombergNEF. "Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/KWh, But Rising Commodity Prices Start to

Cirkel K. "Laddstationer för elbil - snabbt & miljövänligt | Circle K". Åtkomstdatum 28 april 2022.
www.cirklek.se/ladda-elbil

Dagens industri "Körkortsregler stoppar byten till eldrivna lastbilar". Dagens industri, 14 september 2021, www.di.se/hallbart-naringsliv/korkortsregler-stoppar-byten-till-eldrivna-lastbilar/

Dagens Industri. "Kinesisk batteritrend på export till Norge". Dagens industri, 28 april 2022.
www.di.se/nyheter/kinesisk-batteritrend-pa-export-till-norge/

elbilen.se. "Volvo testar trådlös laddning av taxibilar i Göteborg". Elbilen (blog). Åtkomstdatum 01 april 2022. <https://elbilen.se/nyheter/volvo-testar-tradlos-laddning-av-taxibilar-i-goteborg/>

Elbilsstatistik.se. "Elbilsstatistik". elbilsstatistik. Åtkomstdatum 28 april 2022.
www.elbilsstatistik.se/laddinfrastruktur/

Electromobility Centre. "Energy Storage • Swedish Electromobility Centre". Åtkomstdatum 19 april 2022. <https://emobilitycentre.se/energy-storage/>

Electromobility Centre. "Environment and Society • Swedish Electromobility Centre (blog)". Åtkomstdatum 19 april 2022 <https://emobilitycentre.se/electromobility-in-society/>

Electromobility Centre. "Intelligent Vehicles and Systems • Swedish Electromobility Centre". Åtkomstdatum 19 april 2022 <https://emobilitycentre.se/system-studies-and-methods/>

Electromobility Centre. "Vehicle-Grid Interaction • Swedish Electromobility Centre". Åtkomstdatum 19 april 2022. <https://emobilitycentre.se/interaction-between-vehicles-and-grid/>

Electromobility Centre. "Electric Drives and Charging" Swedish Electromobility Centre. Åtkomstdatum 19 april 2022. <https://emobilitycentre.se/electrical-machines-drive-systems-and-charging/>

Electromobility Centre. "Intelligent Vehicles and Systems" Swedish Electromobility Centre. Åtkomstdatum 19 april 2022. <https://emobilitycentre.se/system-studies-and-methods/>

Financial Times "Daimler trucks chief warns cost of electric will 'forever be higher'". 27 mars 2022.
<https://www.ft.com/content/1ac7d696-0fee-40a0-baa0-db27d1dc481f>

Fossilfritt Sverige, och Bil Sweden. "Färdplan för fossilfrikonkurrenskraft – Fordonsindustrin – Tunga fordon", 2020. https://fossilfrittverige.se/wp-content/uploads/2020/09/Fardplan_Tunga-fordon.pdf

Hållbart näringsliv. www.di.se/hallbart-naringsliv/korkortsregler-stoppar-byten-till-eldrivna-lastbilar/

Harto, Chris. "Electric Vehicle Ownership Costs: Chapter 2—Maintenance". Consumer Reports, u.å. <https://advocacy.consumerreports.org/wp-content/uploads/2020/09/Maintenance-Cost-White-Paper-9.24.20-1.pdf>

LeasePlan "Mobility Insights Report EVs and Sustainability Edition". 2021, u.å.
www.leaseplan.com/en-ro/mobility-insights-2021/

Leaseplan "What's next in EVs? LeasePlan's 2021 EV Readiness Index", 2021.
www.leaseplan.com/en-cz/blog/news/ev-readiness-index-2021/

LeasePlan. "Car Cost Index 2021", 2021.
www.leaseplan.com/corporate/~media/Files/L/Leaseplan/documents/news-articles/2021/cco-2021-report.pdf

Ny Teknik. "Batteridrivna timmerbil på 80 ton: "Varannan såld Scania är eldriven 2030"". Ny Teknik, 08 december 2021. www.nyteknik.se/premium/batteridrivna-timmerbil-pa-80-ton-varannan-sald-scania-ar-eldrivna-2030-7025644

Ny Teknik. "Hon kör världens tyngsta ellastbil – i arktiskt väder", 18 januari 2022. www.nyteknik.se/premium/hon-kor-varldens-tyngsta-ellastbil-i-arktiskt-vader-7027471?fbclid=IwAR3yeRg01WTpZ2T3_usz6Vyp4hf-Ghllfsu0HYQUUF9RUJ7X-MXwT-SOFxw.

OKQ8. "Laddning elbil". Åtkomstdatum 28 april 2022. www.okq8.se:443/pa-stationen/drivmedel/laddning-elbil/.

OmEV. "Batterier Vad Är Det Som Driver Kostnadssänkningarna?" OMEV: Omvärldsanalys Energieffektiva Vägfordon, 25 april 2022 <https://omev.se/2022/03/15/batterier-vad-ar-det-som-driver-kostnadssankningarna/>

OmEV. "Batterier Volkswagens Satsningar". OMEV: Omvärldsanalys Energieffektiva Vägfordon, 25 april 2022. <https://omev.se/2022/04/25/batterier-volkswagens-satsningar/>.

OmEV. "Cellproduktion Del 6: Produktion Av Battericeller i Europa – En Sammanfattning". OMEV: Omvärldsanalys Energieffektiva Vägfordon, 03 februari 2022. <https://omev.se/2022/02/03/cellproduktion-del-6-produktion-av-battericeller-i-europa-en-sammanfattning/>.

OmEV. "EU's Strategic Action Plan on Batteries". OMEV: Omvärldsanalys Energieffektiva Vägfordon, 24 april 2019. <https://omev.se/2019/04/24/eus-strategic-action-plan-on-batteries/>.

OmEV. "Metallbehov För Europas Klimatmål". OMEV: Omvärldsanalys Energieffektiva Vägfordon, 27 april 2022. <https://omev.se/2022/04/27/metallbehov-for-europas-klimatmal/>.

OmEV. "Toyota Och Batterier". OMEV: Omvärldsanalys Energieffektiva Vägfordon, 08 april 2021. <https://omev.se/2021/04/08/toyota-och-batterier-2/>.

Power Circle <https://powercircle.org/>

Preem. "Nu utökar vi våra laddplatser". Preem.se. Åtkomstdatum 28 april 2022. www.preem.se/privat/drivmedel/laddstationer-elbilar/.

Regeringskansliet. "Revidering av EU:s krav för koldioxidutsläpp från nya lätta fordon", 2021. www.regeringen.se/4a93ec/contentassets/aea67502a61645b0b8c51327f8f8e34a/revidering-av-eus-krav-for-koldioxidutslapp-fran-nya-latta-fordon-202021fpm-143.pdf.

Svensk Åkeritidning. "Boliden investerar i 74-tons el-lastbil", 2022. www.akeritidning.se/sv/nyheter/boliden-investerar-i-74-tons-el-lastbil.

Svensk Åkeritidning. "Renova i avtal om bränslecellsfordon med australiensisk tillverkare", 2022. www.akeritidning.se/sv/nyheter/renova-i-avtal-om-branslecellsfordon-med-australiensisk-tillverkare.

Sveriges Radio, Steffen. "Ny 100 mil vätgasledning ska stärka 'gröna' omställningen i Norrland". Sveriges Radio, 06:00:00Z, avs. P4 Västerbotten. <https://sverigesradio.se/artikel/ny-100-mil-vatgasledning-ska-starka-grona-omstallningen-i-norrland>.

Trafikanalys. "Export av begagnade bilar minskar", 2022. www.trafa.se/vagtrafik/minskad-export-av-begagnade-personbilar-12928/

Trafikanalys. "Styrmedel utreds inför kommande klimatpolitisk handlingsplan", 2022. www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/Klimatuppdrag-12168/

Trafikanalys. "Vägfordonsflottans utveckling till år 2030", 2020. www.trafa.se/vagtrafik/sa-utvecklas-flottan-av-vagfordon-till-ar-2030-9684/

Vägfordon, 15 mars 2022. <https://omev.se/2022/03/15/batterier-vad-ar-det-som-driver-kostnadssankningarna/>

Volvo Group. "Volvokoncernens års- och hållbarhetsredovisning 2020 Skapar framtidens transporter och infrastruktur", u.å. www.volvogroup.com/content/dam/volvo/volvo-group/markets/global/en-en/investors/reports-and-presentations/annual-reports/ars-och-hallbarhetsredovisning-2020.pdf.

ZipCharge. "Portable EV Charging | ZipCharge Go - a Powerbank for Your EV | London". Åtkomstdatum 28 april 2022. www.zipcharge.global.

Övriga referenser

Europaparlamentet, och Europeiska unionens råd. "Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/ av den 20 juni 2019 om fastställande av normer för koldioxidutsläpp från nya tunga fordon och om ändring av Europaparlamentets och rådets förordningar (EG) nr 595/2009 och (EU) 2018/956 och rådets direktiv 96/53/EG", 39.

Europaparlamentet . Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2019/631 av den 17 april 2019 om fastställande av normer för koldioxidutsläpp för nya personbilar och för nya lätta nyttofordon och om upphävande av förordningarna (EG) nr 443/2009 och (EU) nr 510/2011 (u.å.). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02019R0631-20210301&from=EN>

Opplysningsrådet för Veitrafikken – egna bearbetningar av beställd data

Västtrafik. "Rapport från dialogmöten med fordonsleverantörer 2021.", 2021.

Ärende Utr 2022/3 handling # 3. "Mejl från Volvo", 13 april 2022.

8 Bilaga – Socioekonomisk regressionsanalys

I kapitel 2 och 3 har vi kunnat konstatera att de laddbara fordonen varierar över riket. För att få en djupare förståelse om vilka faktorer det är som påverkar fordonsflottans storlek och fördelning genomförs en regressionsanalys. Den beroende variabeln är *antal el- och laddhybrider per DeSO*.¹²⁵ Analysen har gjorts för respektive drivmedel (elfordon och laddhybrider) per ägarkategori (ägda av en enskild firma, privat ägda samt privatleasade). En aggregerad modell för samtliga laddbara personbilar skattades också, liksom för personbilsflottan i stort, oberoende av drivmedel.

Denna socioekonomiska analys bygger på en tidigare genomförd analys av personbilsflottans bestämningsfaktorer avseende år 2018.¹²⁶ De variabler som i den analysen befanns vara viktiga för att bestämma personbilsflottans storlek och fördelning över landet har uppdaterats till 2020 för en analys av flottan av laddbara personbilar (elfordon och laddhybrider). För att undvika systematiska skattningsfel (bias) och/eller ineffektiva skattningsresultat har skattningarna för respektive fordonsslag korrigerats för rumslig autokorrelation (se kapitel 7).¹²⁷

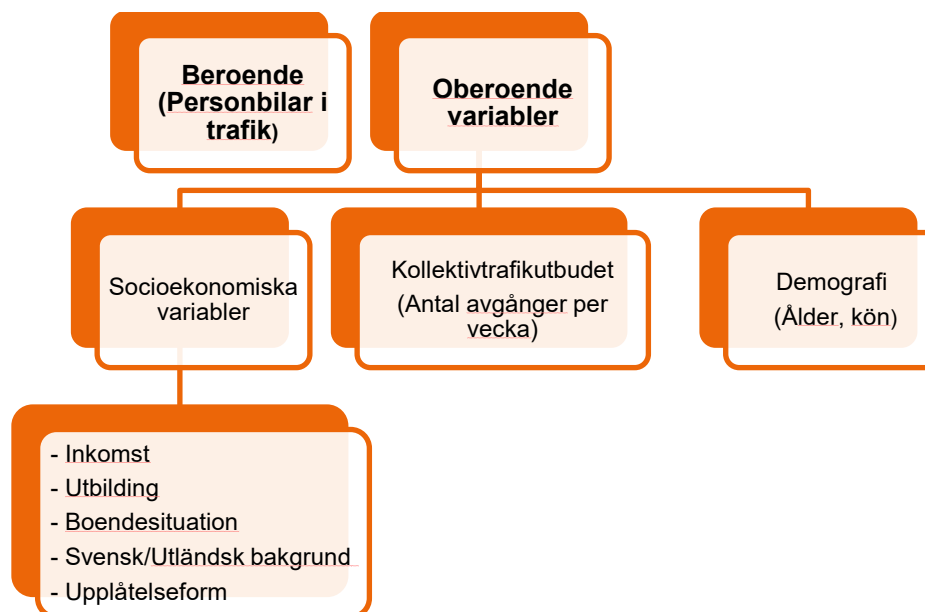
Modellspecifikation

De oberoende variabler som står till vårt förfogande för att förklara variationen i den beroende variabeln, är dels kollektivtrafikutbudet uttryckt som antal avgångar per vecka, dels ett antal socioekonomiska variabler (Figur 8.1). Dataunderlaget består av ett antal socioekonomiska förklaringsfaktorer aggregerade i ett antal större grupper, exempelvis antal invånare som har en förgrundsgymnasial, gymnasial, eller eftergymnasial utbildning kortare respektive längre än 3 år. Flertalet av förklaringsfaktorer är relativt högt korrelerade såväl inom (exempelvis inom utbildningsvariabeln) som mellan övriga socioekonomiska förklaringsfaktorer. Det innebär sammantaget att möjligheten att i modellen inkludera ett stort antal variabler är begränsat. Det är också så att ett flertal modellspecifikationer bestående av olika variabeluppsättningar resulterar i relativt lika och hög förklaringsgrad.

¹²⁵ www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/deso---demografiska-statistikomraden/ SCB:s rikstäckande indelning av Sverige i demografiska statistikområden (DeSO) gäller från 1 januari 2018 och följer läns- och kommungränserna. DeSO delar in Sverige i 5 984 områden som vid starten har mellan 700 och 2 700 invånare. Indelningen tar hänsyn till de geografiska förutsättningarna så att gränserna, i möjligaste mån, följer exempelvis gator, vattendrag och järnvägar. Viktiga byggstenar som använts för att skapa DeSO är tätorter och valdistrikt. Varje DeSO har klassats till en av tre kategorier. Ett DeSO i kategori A ligger till största delen utanför större befolkningskoncentrationer eller tätorter. DeSO i kategori B ligger till största delen i en befolkningskoncentration eller tätort, men inte i kommunens centralort. I kategori C finns DeSO som till största delen ligger i kommunens centralort. Totalt återfinns 18 procent av DeSO inom kategori A, 10 procent inom kategori B och 72 procent inom kategori C.

¹²⁶ Trafikanalys (2021)

¹²⁷ En mer utförlig beskrivning redovisas i Trafikanalys (2021).



Figur 8.1. Variabeluppsättning per DeSO, som används i skattningen.

Följande steg användes för att hitta en lämplig uppsättning variabler för att förklara bilinnehavet.

Inledningsvis undersöktes behovet av transformering av data genom logaritmering av några av förklaringsfaktorerna såsom inkomst och kollektivtrafikavgångar. Därefter undersöktes parvis korrelation mellan variablerna följt av multikollineraritetestet Variance Inflation Factor (VIF) (Daoud 2017). Vissa av variablerna, och särskilt olika åldersgrupper uppvisar höga värden ($VIF > 10$). Principalkomponentanalys och linjära kombinationer (Sharma och Sharma 1996, Tinsley och Brown 2000) av högt korrelerade variabler har då utförts. I den fortsatta analysen har dock en del av dessa variabler uteslutits på grund av multikollinearitet.

Steg två innebar en utförlig analys av respektive variablers samvariation med den beroende variabeln, såväl var för sig och tillsammans med andra förklaringsfaktorer. Detta gjordes med scatterplottar för att undersöka vilka variabler som har ett positivt eller negativt samband med den beroende variabeln. Ett flertal modellspecifikationer testades sedan tillsammans med en uppsättning av grundläggande förklaringsfaktorer (kollektivtrafikavgångar, totalbefolkning och inkomst) för att sedan välja ut ett antal variabler för inkludering i modellspecifikationen. I det tredje och sista steget genomfördes backward stepwise selection, stepwise selection and Mallows' Cp selection (Heinze, Wallisch m fl. 2018) (Claeskens 2016).

En hög korrelation bland flera av potentiella förklaringsfaktorer att inkludera i en modellspecifikation tvingade oss till kompromisser. En sådan kompromiss var bland annat inkomstvariabel som bedömdes vara för högt korrelerad med flertalet av övriga förklaringsfaktorer för att inkluderas. Genom en transformering av variabeln (från att redovisas som medelinkomst per område) kunde dock inkomst inkluderas definierad som andelen hushåll med disponibel inkomst under rikets median (DINKU). Det finns sannolikt även ett endogenitetsproblem mellan medelinkomst per område och de övriga socioekonomiska variablerna såsom boendeform och ålder. Genom den genomförda transformationen bedömer vi att problemet reduceras då den direkta kopplingen till medelinkomsten har reducerats, även om det inte helt kan undvikas. Vi hade gärna även inkluderat en uppgift om andelen förvärvsarbetande, men på grund av allt för hög korrelation framför allt inkomstvariabeln blev

den utesluten. En liknande problematik uppstod för andelen kvinnor i respektive område. För att undvika en allt för hög korrelation valde vi i stället inkludera en dummy för de områden som har mer än 50 procent kvinnor. Förklaringsfaktorerna om boendesituation (hyresrätt, bostadsrätt och äganderätt) och hushållssammansättning (ensamstående/sammanboende med eller utan barn) uppvisade också en hög korrelation varför endast andelen sammanboende utan barn och andelen boende i äganderätt kunde inkluderas. Även för utbildningsnivå fanns det fyra nivåer. Där valdes nivån gymnasial utbildning baserat på en deskriptiv analys som mest potent att förklara bilinnehavet. Detsamma gällde för valda åldersklassindelningar, vilket är en aggregering av några 5-årsklasser för att ta hänsyn till områdenas olika åldersstruktur. Övriga förklaringsfaktorer, total befolkning inkluderas för att kontrollera för befolkningsstorlek. Andelen personer med svensk respektive utländsk bakgrund inkluderades för att undersöka om det fanns något strukturell skillnad i bilinnehavet för dessa två grupper. Dessa kompromisser och övriga val av förklaringsfaktorer bör man ha med sig vid tolkning av regressionsresultaten. Problemen med korrelation och hanteringen av dessa är vanligt förekommande för modeller där man försöker att använda socioekonomiska variabler tillsammans med geografi som man på förhand vet är starkt korrelerade.

Nästa steg i analysen är att skatta en regressionsmodell som inkluderar (tar hänsyn till) det observerade rumsliga beroendet. I litteraturen är två rumsliga modellspecifikationer vanligt förekommande. I dessa betraktas det rumsliga beroendet vara av olika typer.¹²⁸ Den första speglar en situation där variabler för observationer i närheten av varandra varierar i samma riktning till följd av gemensamma eller korrelerade icke observerbara variabler. Det vill säga, ett stokastiskt oberoende mellan observationerna saknas (Cliff och Ord 1972, 1973). Ekvation (1) är en linjär regressionsmodell, men där feltermen har delats upp i två delar där λ är den rumsliga autokorrelationskoefficienten, W är den valda viktmatrisen och ξ är en vektor med oberoende i identiskt distribuerade residualer (i.i.d.). Denna regressionsmodell benämns Spatial Error Model.

$$y = X\beta + \varepsilon$$

$$\varepsilon = \lambda W\varepsilon + \xi \quad (1)$$

Denna skulle kunna skattas ifall vi ansåg att bilinnehavet är en funktion av områdesspecifika karaktäristika tillsammans med icke inkluderade variabler i närliggande kommuner. Ifall modellen hade skattats med OLS, det vill säga utan att ta hänsyn till feltermsberoendet, skulle det ha resulterat i ineffektiva regressionskoefficienter.

Den andra modellen specificerar ett rumsligt beroende när det finns en rumslig korrelation i den beroende variabeln y (ex. bilinnehav) mellan observationerna. En skattning av en sådan modell leder till både ineffektiva och systematiskt felaktiga (biased) regressionskoefficienter (e.g., Anselin 1988). Problemet löses genom att inkludera den beroende variabeln i ekvationens högerled tillsammans med viktmatrisen och ρ som är den rumsliga autoregressiva koefficienten. Denna modell benämns Spatial Lag Model.

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (2)$$

Båda modellerna skattas vanligtvis med Maximum Likelihood, men andra metoder förekommer. Vanligt förekommande problem i regressionsanalyser såsom heteroskedasticitet kan också förekomma och löses på vanligt sätt, med robusta skattningmodeller.¹²⁹ Rumslig heterogenitet eller strukturell instabilitet kan också förekomma, vilket innebär att samma

¹²⁸ Se exempel Spatial Durbin Model som inkluderar rumsligt laggade oberoende variabler för att undvika rumsligt korrelerade residualer.

¹²⁹ Se exempelvis Freedman och Peters (1984a, 1984b), (Anselin 1988, 1990, Kelejian och Robinson 1992).

variabel har olika koefficienter beroende på var i rummet observationerna befinner sig. Lösningen blir att dela in materialet i rumsliga regimer så att koefficienter skattas per regim, dock fortfarande i samma regression. Man kan också tänka sig en mer standardlösning med dummyvariabler, exempelvis norr/söder. Ett mer avancerat perspektiv är att applicera modeller lämpliga för mer generella former av rumslig variationer i parametrarna, exempelvis när parametervärdena varierar över rummet - Geographically Weighted Regressions (GWR) – (Fotheringham, Brunson m.fl. 2002) – eller när den funktionella formen av sambandet mellan den beroende variabeln och de oberoende variablerna är okänt, se exempelvis Basile och Minguez (2017).

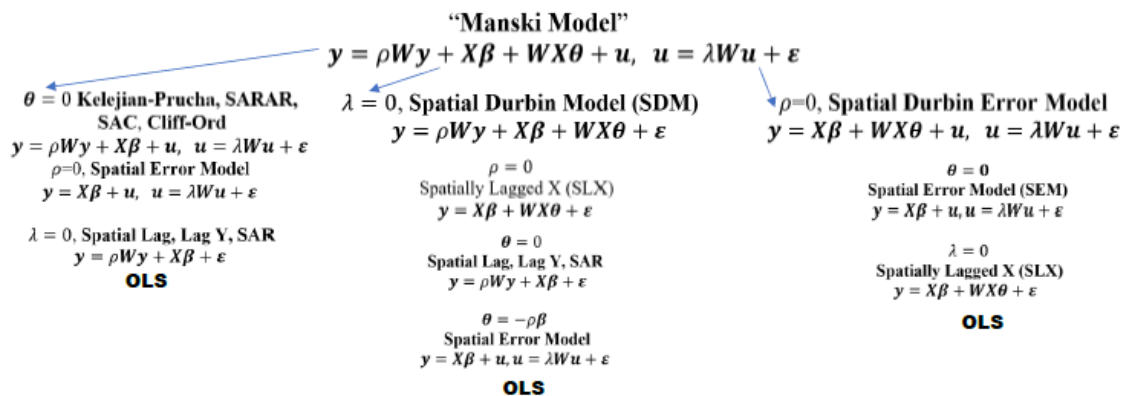
Vilken regressionsmodell bör man då välja? Det finns ett antal tumregler att följa, men dessa har ändrats över tid. Den klassiska strategin (Florax, Folmer m.fl. 2003) mot en slutlig modell-specifikation i fallet med ett potentiellt problem med rumsligt beroende, börjar med att skatta modellen med OLS. Residualerna från skattningen används för att testa en nollhypotes om att det inte förekommer något rumsligt beroende att lösa. I detta fall kan resultaten från OLS användas för inferens. Ifall hypotesen inte kan förkastas återstår att bestämma om beroendet är orsakat av frånvaron av en rumslig laggad beroende variabel eller rumsligt autoregressiva residualer. Detta görs med två stycken Lagrange Multiplier test (exempelvis Anselin (1988), Burridge (1980)). Ifall endast ett av testen, exempelvis LM-lag testet, är signifikant indikerar det att modell (2) ska skattas. I det omvända fallet bör modell (1) skattas. Ofta inträffar dock att båda testen är signifikanta. Testet med högst signifikans indikerar vilken av modellerna som ska skattas. Detta bekräftas av två robusta LM-test.

På senare tid har denna regel fått kritik för att modellvalet inte i tillräckligt hög grad är bestämt i en teori om hur sambandet borde modelleras utan i stället är alltför automatisk och regelstyrd (LeSage och Pace 2009, Elhorst 2014, LeSage 2014, Burkey 2018). En utgångspunkt är "Manski Model" som inkluderar både globala och lokala rumsliga beroenden med eller utan beroenden även bland residualerna (Figur 8.2). Denna allomfattande modell är i regel för komplicerad för att vara relevant. I stället bör man utgå från den genom att ställa sig frågan om huruvida modellen ska skatta ett globalt eller lokalt rumsligt beroende.

En global modell bör väljas ifall man anser att en chock i en region påverkar dess grannar som i sin tur påverkar sina grannar, ett ringar-på-vattnet mönster, som även påverkar den ursprungliga regionen genom feed-back. Alla modeller som inkluderar en rumsligt laggad Y är en global modell. Då bör valet falla på en Spatial Durbin Model (SDM) eller någon av dess submodeller, varav en innehåller lokalt rumsliga beroende laggade oberoende variabler.¹³⁰

Ifall man har en hypotes om att det rumsliga beroendet i huvudsak är lokalt, dvs beroendet fortplantas inte i rummet genom feed-back loop, då bör man välja Spatial Durbin Error Model eller någon av dess submodeller. Det tredje alternativet utgår från att det rumsliga sambandet är globalt med laggad Y inklusive alternativt exklusive rumsligt beroende bland residualerna (SARAR, SAC).

¹³⁰ Gibbons och Overman (2012) och Gibbons, Overman m.fl. (2015) framför kritik mot rumslig ekonometri. Kritiken går huvudsakligen ut på att Wx inte kan användas som instrument för Wy eftersom Wx borde ingå i regressionen $y = a + pWy + bx + e$. Alltså borde regressionen vara $y = a + pWy + qWx + bx + e$ och då kan inte Wx vara instrument för Wy . Ett sätt att lösa detta är att använda en annan viktmatris för instrumenteringen: om viktmatrisen $W1$ skiljer sig från W så skulle man kunna använda $W1x$ som instrument för Wy och skatta $y = a + pWy + qWx + bx + e$. De förordar även att använda 2sls eller GMM i stället för ML.



Figur 8.2. Illustration av hur de olika modellspecifikationerna hänger samman.
Källa: Burkey (2018)

Inferensen från samtliga modellspecifikationer som inledningsvis skattades med OLS indikerar att det finns ett rumsligt beroende som bör hanteras med en feltermkorrektion, (ekvation 1) alternativt en rumslig lag (ekvation 2).¹³¹ Modellspecifikationer där hänsyn har tagits till rumsliga beroenden skattades med Maximum Likelihood. Resultaten från de statistiska testen Breuch-Pagan och Koenker-Basset förkastar vidare nollhypotesen om homoskedasticitet i residualerna. Förekomsten av heteroskedasticitet innebär samtidigt att inferensen av testen för rumsligt beroende blir mer osäker för vilken typ av korrigering som bör inkluderas. Vi har därför valt att dels skatta modeller för en feltermkorrektion med GMM¹³² (ekvation 1) som är robust för heteroskedasticitet, dels modeller för en rumslig lag enligt ekvation 2 med Generalized Spatial Two-Stage Least Square¹³³ (GS2SLS) för att ta hänsyn till den tidigare indikerade heteroskedasticiteten. I Tabell 8.1 redovisas även resultat från en modell (Summa el) med både lag och felterm skattad med GS2SLS, se SARAR-modellspecifikationen i Figur 8.2.

Regressionsresultat

Förklaringsvariablernas påverkan på fordonsflottan varierar per ägarkategori och drivmedel (Tabell 8.1). Hur väl den på förhand valda modellspecifikationen lyckas förklara innehavet varierar också. Lägst träffsäkerhet har modellen för personbilar ägda av en enskild firma. Det kan förklaras med att det är andra aspekter än de vi har inkluderat som är mer betydelsefulla för inköp av sådana fordon. Även ägandeform uppvisar stor variation, särskilt bland laddhybriderna.

Som helhet bekräftar regressionsanalysen att det finns stora likheter i bestämningsfaktorer för den laddbara fordonen och för personbilsflottan som helhet. Men det finns även betydande skillnader. För personbilsflottan som helhet finns ett tydligt mönster av faktorer som är kopplade till en äldre befolkning, boende i äganderätter (villor) utanför städer och tätortsområden, med en betydande del av befolkningen bestående av äldre, män och en hög andel av befolkningen med svensk bakgrund. För privatleasing och förmånsbilar fanns en mer delad bild med en större tendens till att de innehavs av en yngre befolkning, höginkomsttagare och boende i och omkring storstadsområdena. Detta segment av personbilsflottan kan sägas ligga närmare laddbara personbilar än personbilsflottan som helhet. Det finns dock stora variationer av bestämningsfaktorerna för laddbara fordon per ägande och drivlina. Generellt finns det

¹³¹ Dessa resultat redovisas inte i rapporten med kan erhållas genom att kontakta Trafikanalys.

¹³² (Cressie 1993, Kelejian och Prucha 1999, Bivand och Piras 2015)

¹³³ Piras (2010)

dock en större tendens till ägande och leasing av laddbara fordon i en yngre befolkning, boende i mer urbana områden, även om det inte är lika betydande i de mest tätbebyggda områdena. Fordoninnehavet av laddbara personbilar förefaller inte heller vara sammanhängande med etnisk bakgrund.

Mer specifikt pekar analysen på att kollektivtrafikutbudet är i princip utan betydelse för antalet fordon per DeSO. En större befolkning inverkar positivt på bilinnehavet generellt. En positiv påverkan på bilinnehavet gäller även för DeSO med en hög andelen av hushållen som bor i äganderätt och som har en hög andel av befolkningen som är 40 år eller äldre (förutom privatleasade laddhybrider). Inkomstvariabeln har ett negativt tecken, vilket innebär att ju fler personer som har en inkomst som understiger rikets median minskar bilinnehavet. Andelen av befolkningen som har en gymnasial utbildning påverkar mängden elfordon och laddhybrider negativt. Det är tvärt emot dess påverkan på fordonsflottan i stort. Även andelen yngre personer (0–14 år) har ett omvänt tecken för elfordon och laddhybrider jämfört med fordonsflottan i stort, förutom för elfordon och laddhybrider registrerade på en egen firma där denna variabel inte är signifikant. Andel hushåll bestående av sammanboende utan barn är stabilt negativ över ägarkategori och drivmedel. Andel personer med svensk bakgrund, som är positiv när det gäller den samlade fordonsflottan, är endast betydelsefull och positiv för privatleasing av laddhybrider. Ifall DeSO:t har en majoritet av kvinnor minskar bilinnehavet för de ägda av en egen firma och privat ägda laddhybrider, i överensstämmelse med hur det ser ut för hela fordonsflottan. När det kommer till de geografiska aspekterna är innehavet av elfordon och laddhybrider oftast lägre i tätortsnära områden, och i tätortsområden, förutom vad gäller laddhybrider privatleasade och privat ägda. Även områden i storstadskommunerna tenderar att ha ett lägre bilinnehav.

Detta senare resultat går på sätt och vis emot de deskriptiva resultaten som presenterats tidigare. Regressionsanalyserna för laddbara personbilar har med andra ord tydliggjort en del problem rent skattnings tekniskt. Det är exempelvis ett tydligt tecken på att skattningsgarna till viss del präglas av multikollinearitet mellan variablerna vilket kan förklara de oväntade tecknen för några av variablerna (Tabell 8.1). För att undersöka detta mer i detalj, utan att behöva skatta en helt ny modelluppsättning¹³⁴, skattar vi en modell för att förklara *antalet laddbara fordon (Summa elfordon)* per DeSO genom att addera en variabel i taget (Tabell 8.2). Vi inleder med att skatta ett antal modeller med geografiskt fokus med dummyvariabler för typ av DeSO samt DeSO:t är placerat i Malmö, Göteborg respektive Stockholms kommun. Därutöver har dummyvariabler för Tillväxtverkets sex kommungruppstyper med undantag för kommungruppen Tätortsnära landsbygdskommuner inkluderats. Variablerna har generellt förväntade positiva tecken för storstadsområdena och tätbebyggda områden. Dessa ändras för några av variablerna först när socioekonomiska variabler adderas. Det gör att man bör se modellresultaten som en helhet tillsammans med den explorativa analysen som genomfördes i kapitel 3, snarare än att fokusera på en enskild variabls tecken eller parametervärde.

Dessutom har vi testat om det är någon skillnad på variablernas tecken genom att använda *antal fordon per capita* som beroende variabel i stället.¹³⁵ Det visade sig att det hade ytterst marginell påverkan på signifikanta variabler och deras respektive tecken. I denna sista uppsättning regressioner undersöktes även ifall en större privat bilflotta totalt innebär att antal laddbara fordon också ökar. Regressionsanalysen tyder på att så är fallet. Övriga variabler påverkas endast marginellt av detta tillägg.

¹³⁴ Denna möjlighet är begränsad på grund av brist på lämpliga data per DeSO som dessutom är lågt korrelerad med övriga data.

¹³⁵ Dessa resultat har inte inkluderats i denna rapport, men kan erhållas vid förfrågan.

Tabell 8.1. Regressionsresultat, n = 5984. Sign. *** <0,001; ** <0,01; * <0,05; (*) <0,1.

	Enskild firma, ägda	Privat leasing	Privat ägda	Enskild firma, ägda	Privat leasing	Privat ägda		Enskild firma	Privat
	GS2SLS lambda=0	GS2SLS lambda=0	GS2SLS lambda=0	GS2SLS lambda=0	GS2SLS lambda=0	GS2SLS, GM	GS2SLS, GM	GS2SLS, GM	GM Error
Lambda						0,18***	0,23***	0,16***	0,42***
Rho	0,10***	0,28***	0,33***	0,11***	0,31***	0,14***	0,20***	0,36***	
Konstant	1,03***	1,54***	3,18***	1,04***	1,55***	0,47	6,4***	-34,61(.)	-759,73***
Ln Antal kollektivtrafikavgångar per vecka ¹³⁶	0,004	0,01	-0,001	0,01(.)	0,008	0,04(.)	0,04	-0,86	0,76
Total befolkning	0,0004***	0,0009***	0,002***	0,0004***	0,001***	0,003***	0,007***	0,07***	0,45***
Andelen hushåll med disponibel inkomst under rikets median	-0,006**	-0,04***	-0,06***	-0,01***	-0,05***	-0,10***	-0,24***	1,17***	-0,62*
Andel boende i äganderätt	0,63***	1,46***	2,27***	0,63***	0,85***	3,93***	9,45***	74,26***	217,70***
Andel med svensk bakgrund	0,18	0,12	0,08	0,19	0,90***	-0,01	0,94	90,13***	198,95***
Andel kvinnor mer än 50 %	-0,03	-0,01	-0,10	-0,07*	-0,004	-0,34***	-0,61***	-8,47***	-25,62***
Andel befolkning 0–15 år	0,16	2,16***	2,21*	0,32	2,54***	4,72***	9,20***	-151,15***	-178,56**
Andel befolkning 40 år och äldre	1,31***	1,87***	5,82***	1,93***	0,27	10,19***	19,80***	81,40***	549,03***
Andel med gymnasial utbildning, 25–64 år	-1,79***	-2,70***	-7,04***	-2,06***	-2,00***	-10,39***	-24,43***	46,54***	792,41***
Andel hushåll sammanboende utan barn	-1,25***	-3,70***	-4,95***	-1,51***	-2,54***	-5,91***	-17,01***	79,05***	-0,22
Tätortsnära områden (DeSO_B)	-0,82***	0,23**	0,01	-0,72***	0,36***	1,02***	-0,05	-198,34***	9,38
Tätortsområden (DeSO_C)	-1,01***	0,09	-0,73***	-0,77***	0,23**	1,01***	-0,84**	-193,35***	-18,26**
Områden i en storstadskommun	-0,17***	-0,37***	-0,75***	-0,20***	-0,27**	-0,90***	-2,51***	18,13***	-115,75***
R ²	0,25	0,40	0,47	0,23	0,40	0,59	0,70		
Adj. R ²									
Log.Lik	-7 995	-9 837	-12 638	-8 432	10 319	14 329	18 221		
AIC	16 022	19 705	25 308	16 895	20 671	28 690	36 474		
Breuch-Pagan	3 006***	2 815***	2 285***	1 620***	1 949***	2 011***	2 052***		
Koenker-Basset	268***	668***	512***	96***	748***	729***	640***		
LM test for residual autocorrelation	3,8(.)	11,5***	3,7(.)	3,5(.)	0,3				
Likelihood Ratio test value	42,51***	277***	382***	44***	292***	371***	781***		
Wald statistic	32,07***	258***	357***	40***	289***	401***	924***		

Anm: Inferensen är baserad på estimering med Maximum Likelihood.

I Tabell 8.2 har vi sammanställt ett antal regressionsmodeller där variabler adderats efter hand. Betydelsen av geografi minskar när socioekonomiska variabler adderas.

¹³⁶ Vissa DeSO saknar helt kollektivtrafikavgångar till följd av att hållplatsen är geokodad till strax utanför, i vissa fall på andra sidan gatan. För att minska ner effekten av den geografiska indelningen av DeSO har för dessa DeSO som saknar hållplatser en buffert på 50 meter adderats och antal avgångar tilldelats respektive DeSO. Detta påverkar resultatet marginellt, och har främst betydelse för DeSO i Stockholm, Göteborg och Malmö.

Tabell 8.2. Regressionsresultat, n = 5984. Sign. *** <0,001; ** <0,01; * <0,05; (*) <0,1.

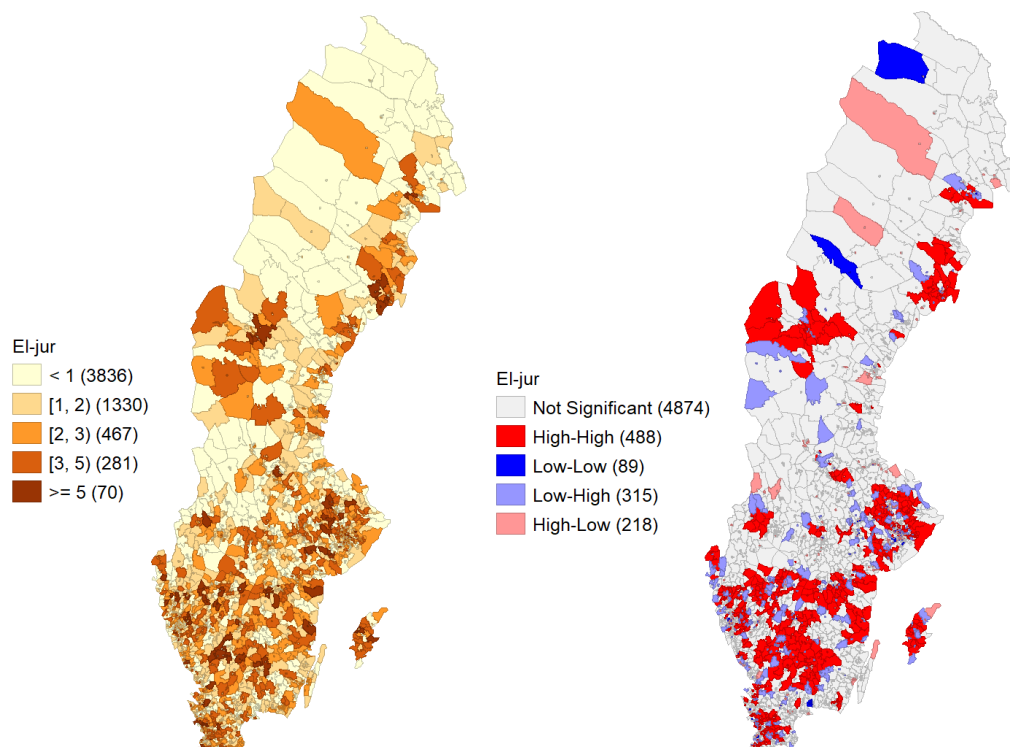
	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el	Summa el
	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS	GS2SLS, GM
Lambda														0,20***
Rho														0,20***
Konstant	11,48***	12,23***	12,17***	3,75***	23,50***	24,77***	13,17***	6,31***	6,32***	6,50***	9,85***	16,82***	13,01	13,11***
Total befolkning						0,006***	0,008***	0,009***	0,009***	0,009***	0,005***	0,005***	0,008***	0,005***
Andelen hushåll med disponibel inkomst under rikets median					-0,44***	-0,48***	-0,38***	-0,37***	-0,37***	-0,37***	-0,25***	-0,30***	-0,30***	-0,25***
Andel boende i äganderätt							8,76***	7,86***	7,96***	7,97***	6,46***	9,14***	10,20***	7,61***
Andel med svensk bakgrund										-0,12***	0,33	-0,11	1,08	0,19
Andel kvinnor mer än 50 %									0,14	0,14	-0,40*	-0,35*	-0,49***	-0,50**
Andel befolkning 0–15 år								9,92***	9,90***	9,75***	23,64***	13,01***	12,47***	10,23***
Andel befolkning 40 år och äldre								10,07***	9,78***	9,78***	17,71***	22,72***	25,04***	17,79***
Andel med gymnasial utbildning, 25–64 år											-32,52***	-31,80***	-28,20***	-29,64***
Andel hushåll sammanboende utan barn												-25,69***	25,61***	-17,99***
Tätortsnära områden (DeSO_B)	-0,2	-0,72	-0,85(*)	0,66	0,37	-0,65*	0,64*	0,46	0,44	0,44	0,15	-0,01	0,01	-0,28
Tätortsområden (DeSO_C)	-1,38***	-3,04***	-2,86***	-0,52(*)	0,21	-2,36***	0,12	-0,09	-0,12	-0,12	-0,92***	-1,29***	-1,38***	-1,07***
Glesa landsbygdskommuner		-4,10***	-4,10***	-3,60***	-1,55***	-0,96***	1,00**	-1,07**	-1,07**	-1,06**	-1,24***	-1,25***	-1,22***	-0,72**
Mycket glesa landbygdskommuner		-8,62***	-8,63***	-7,60***	-4,22***	-2,91***	-2,97***	-3,11***	-3,10***	-3,09***	-2,12**	-2,86***	-2,96***	-1,40**
Täta blandade kommuner		1,12**	1,06**	1,97***	0,64*	0,07	0,48(*)	0,61*	0,61*	0,61*	-0,37	-0,35	-0,27	-0,47*
Glesa blandade kommuner		-1,58***	-1,62***	-1,66***	-1,51***	-1,40***	-0,98**	-0,92**	-0,92**	-0,91**	-1,06***	-0,90**	-0,81**	-0,96*
Storstadskommuner		2,10***	5,82***	8,94***	3,84***	1,17**	1,57***	1,52***	1,55***	1,53***	0,007	-0,96**	-1,26***	-1,19**
Malmö			-8,60***	-7,11***	2,59***	-2,25***	-2,19***	-2,06***	-2,08***	-2,08***	-3,28***	-2,42***	-2,20***	-1,52**
Göteborg			-6,12***	-4,33***	-2,78***	-3,14***	-3,01***	-2,80***	-2,80***	-2,80***	-2,88***	-2,48***	-2,69***	-1,78***
Stockholm			6,21***	-2,18***	-4,77***	-6,06***	-4,67***	-4,79***	-4,79***	-4,78***	-4,82***	-4,82***	-5,26***	-3,51***
Privatägda Pb				0,02***	0,01***	0,003***	0,002***	-0,003***	-0,003***	-0,003***	0,004***	0,005***		0,005***
R ²	0,004	0,05	0,08	0,26	0,55	0,58	0,61	0,62	0,62	0,62	0,67	0,68	0,67	

Anm: Kommungruppen Tätortsnära landsbygdskommuner används som bas för de sex kommungrupperna.

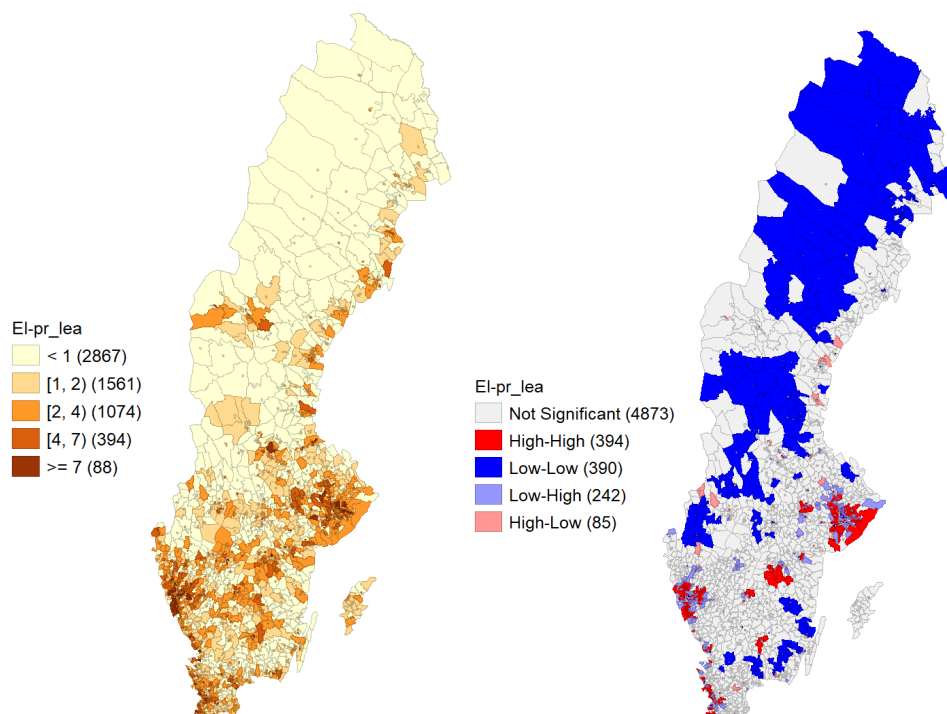
9 Bilaga - Kartor

9.1 Laddbara personbilar

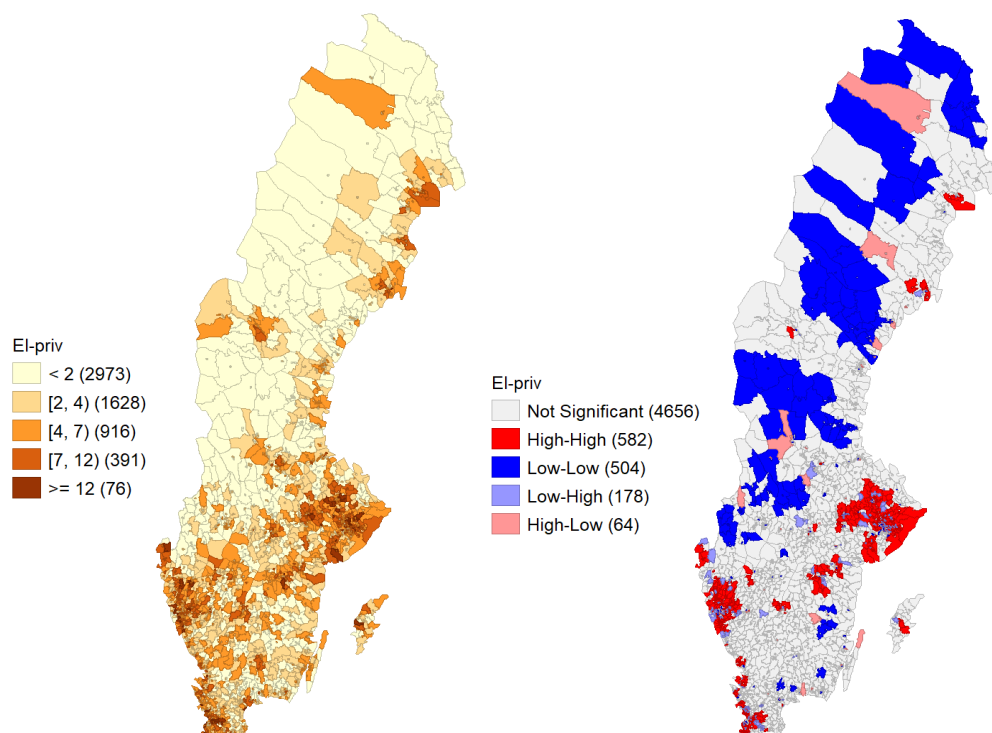
Elfordon



Figur 9.1. Antal elfordon ägda av en enskild firma 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).

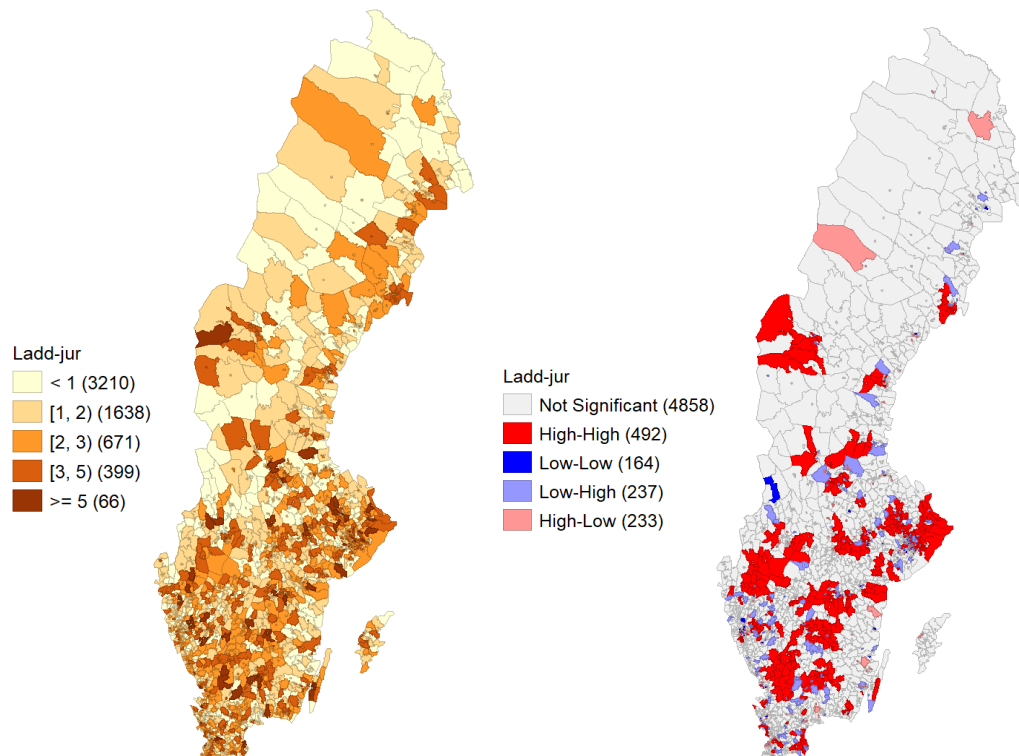


Figur 9.2. Antal privatleasade elfordon 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).

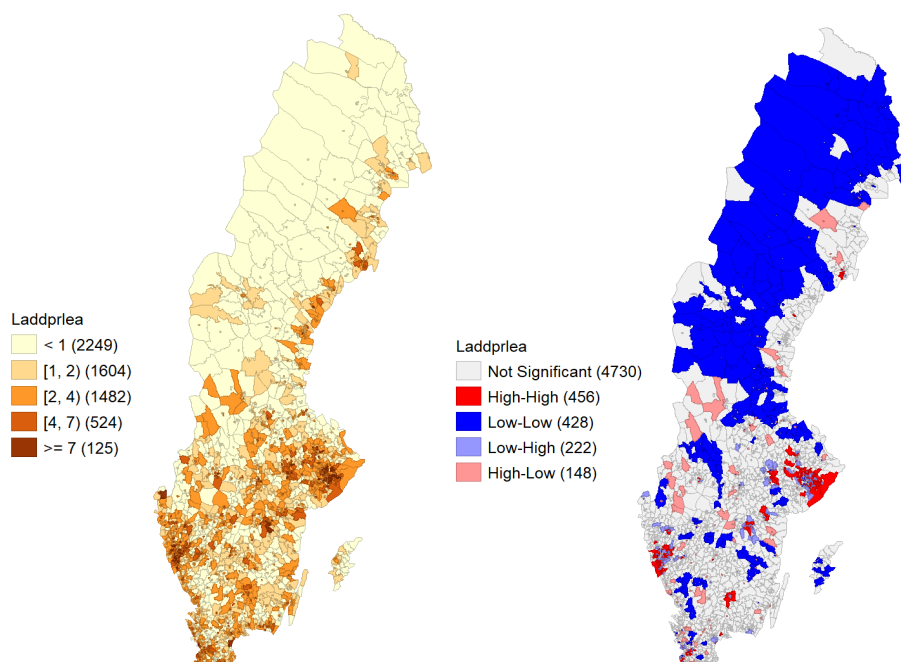


Figur 9.3. Antal privatägda elfordon 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).

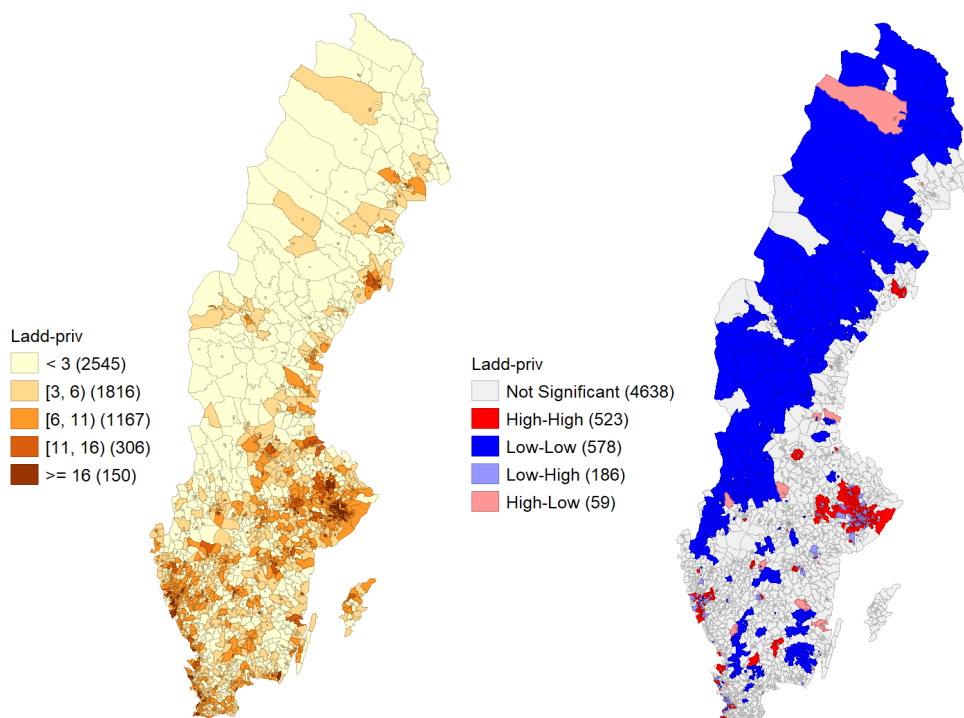
Laddhybrider



Figur 9.4. Antal laddhybrider ägda av en enskild firma 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).

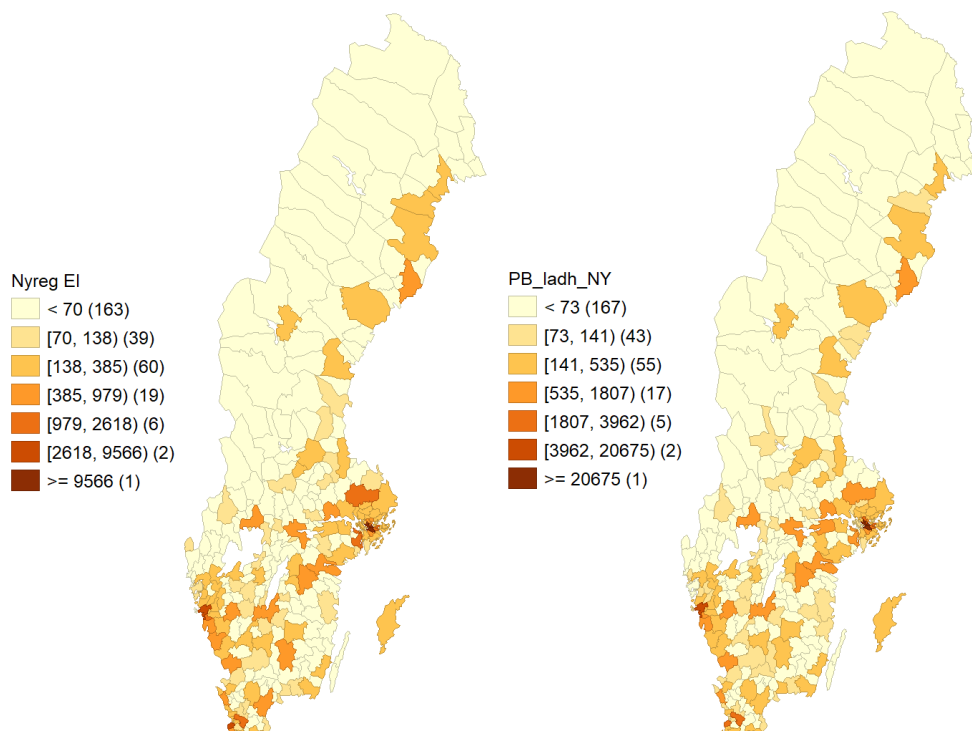


Figur 9.5. Antal privatleasade laddhybrider 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).

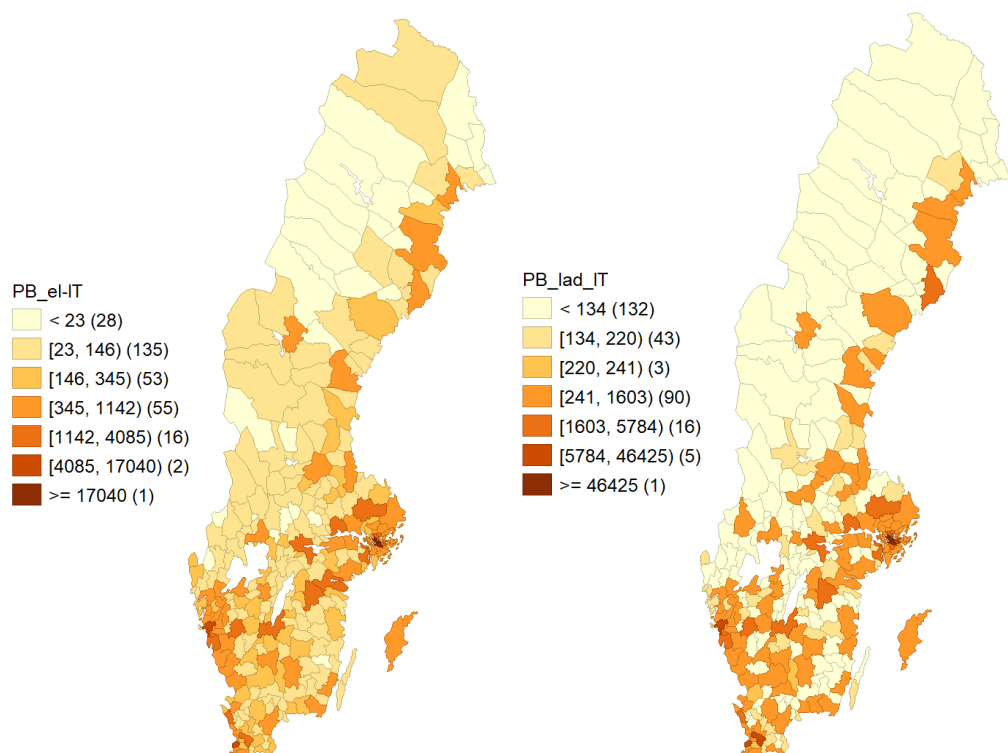


Figur 9.6. Antal privatägda laddhybrider 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).

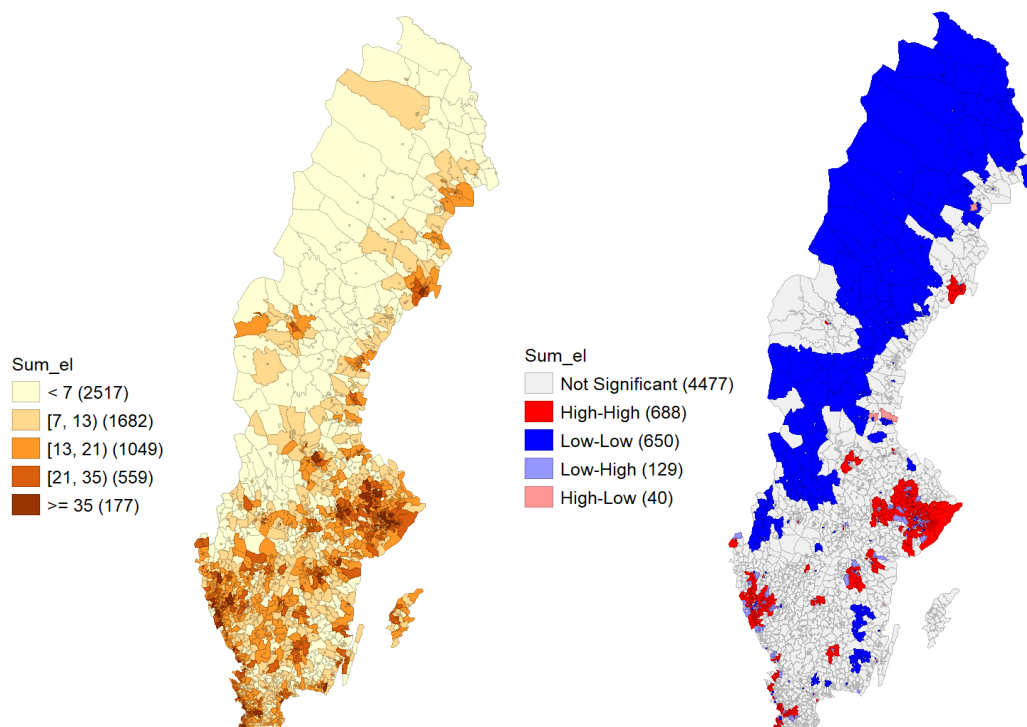
Samtliga laddbara fordon



Figur 9.7. Antal nyregistrerade personbilar el (vänster) och laddhybrider (höger), 2021.



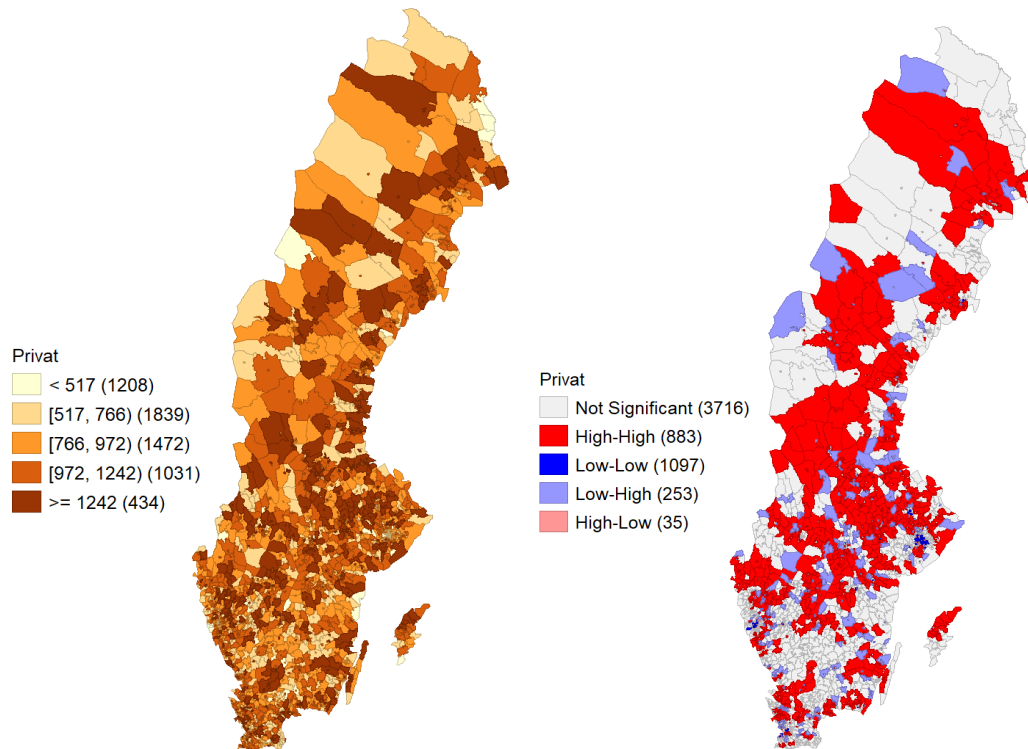
Figur 9.8. Antal personbilar (el vänster och laddhybrider höger) i trafik 2021.



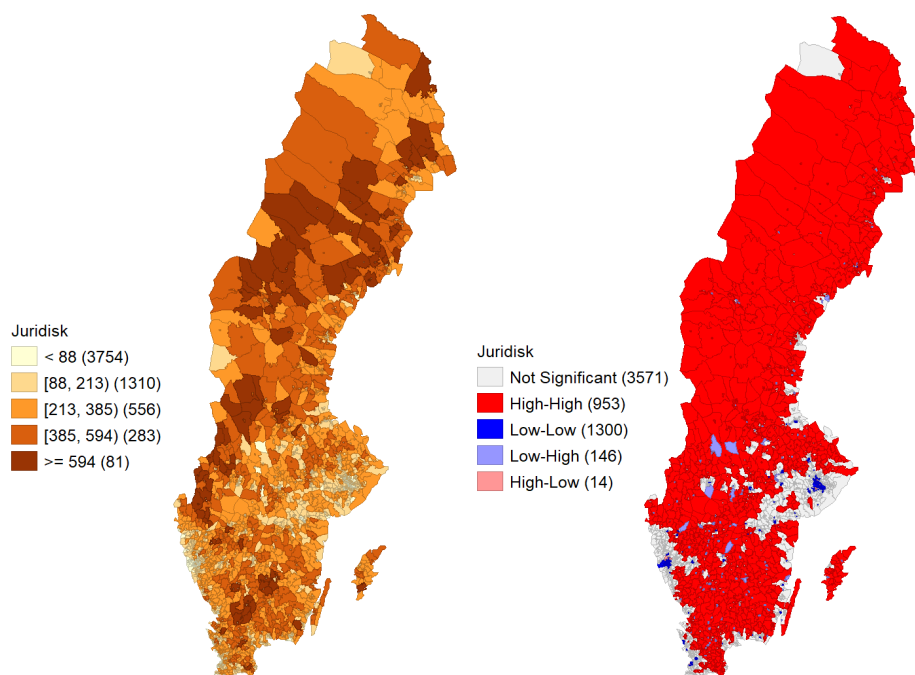
Figur 9.9. Antal elfordon och laddhybrider (ägda av en enskild firma, privatleasade och privatägda) 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).

9.2 Alla personbilar oavsett framdrift

De fordon som är registrerade på en fysisk eller juridisk person som SCB har lyckats koppla till ett DeSO redovisas i kartform nedan. De juridiskt ägda fordonen avser här de personbilar som är registrerade på enskilda firmor.

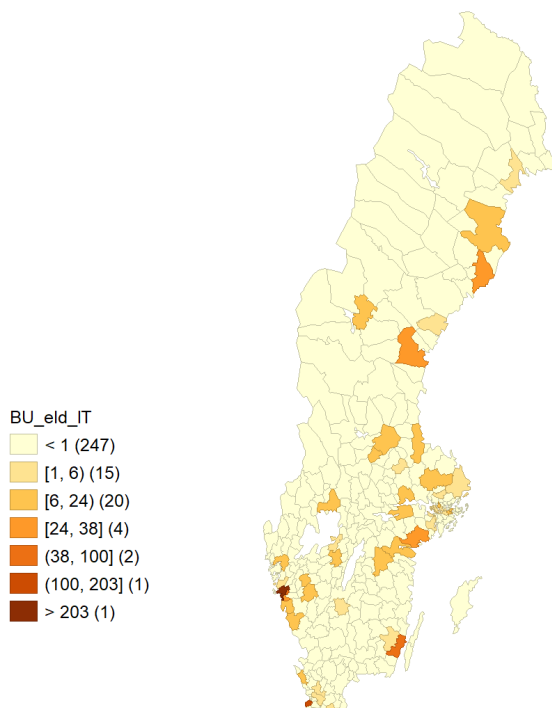


Figur 9.10. Privata (ägda och leasade) personbilar 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).



Figur 9.11. Personbilar ägda av en enskild firma 2020 (vänster) samt områden och angränsande områden med statistiskt säkerställda lika och olika antal fordon (Local Moran's I) (höger).

9.3 Bussar



Figur 9.12. Antal bussar i trafik med eldrift (el och hybridteknik), per kommun, 2021.
Källa: Trafikanalys Statistik 2022:3.

Trafikanalys är en kunskapsmyndighet för transportpolitiken. Vi analyserar och utvärderar föreslagna och genomförda åtgärder inom transportpolitiken. Vi ansvarar även för officiell statistik inom områdena transporter och kommunikationer. Trafikanalys bildades 2010 och har huvudkontor i Stockholm samt kontor i Östersund.