



# Laddat för elektrifiering

## En kvantitativ analys av Klimatklivets stöd till publika laddstationer

Hanna Svensson och Isak Öhrlund

### **Abstract:**

Sweden is facing the challenge of reducing greenhouse gas emissions from the transport sector and uses the electrification of the vehicle fleet as the main strategy. Since greenhouse gas emissions are a result of market failure, interventions from third parties, such as the state, are necessitated for the market to remedy the problem. For this reason, the Swedish government has commissioned the *Swedish Environmental Protection Agency (EPA)* to subsidize measures that contribute to limiting emissions. *The Climate Leap* provides support for public charging stations with the aim of accelerating the transition towards an electrified vehicle fleet. A model for panel data with fixed effects is used in order to ascertain whether the support has had an impact and estimates the effect of the public charging stations on the new registration of rechargeable cars. The *EPA* has calculated the climate benefit of charging stations by estimating actual use. In this paper, an alternative estimation of climate benefit is established, wherein the effect of charging stations on new car sales is used instead to estimate the climate benefit. It is evident that the public charging stations supported by *the Climate Leap* have a significant impact on new car sales of rechargeable cars at both a national and regional level, excluding Northern Sweden. The climate benefit was found to be higher everywhere, except in the Northern region, compared to the model provided by the *EPA*. This may show that the climate benefit of public charging stations has so far been underestimated.

Kandidatuppsats Nationalekonomi, 15 hp

Vårtermin 2020

Handledare: Håkan Eggert

Institutionen för nationalekonomi med statistik

Handelshögskolan vid Göteborgs universitet

# Sammanfattning

Sverige står inför utmaningen att sänka utsläppen av växthusgaser från transportsektorn och elektrifiering av fordonsflottan används som huvudstrategi för att ställa om till hållbara transporter. Då växthusgasutsläpp är ett resultat av marknadsmisslyckande så krävs interventioner från tredje part, såsom staten, för att marknaden ska komma till rätta med problemet. Av denna anledning har regeringen gett Naturvårdsverket i uppdrag att subventionera lokala och regionala åtgärder som är med och bidrar till att begränsa klimatpåverkan. Klimatklivet ger bland annat stöd till publika laddstationer med syftet att snabba på omställningen mot en elektrifierad fordonsflotta. En regressionsmodell för paneldata med fixerade effekter används för att kontrollera om stödet till publika laddstationer har haft en påverkan på nybilsregistreringen av laddbara bilar. Naturvårdsverket har i sin modell beräknat klimatnyttan av laddstationer genom att estimerar faktisk användning. I denna uppsats upprättas en alternativ skattning av klimatnyttan, där istället laddstationers påverkan på nybilsförsäljningen används och klimatnyttan således skattas utifrån beräknade antalet laddbara bilar som ersätter fossildrivna bilar. Resultatet indikerar att de publika laddstationer som fått stöd av Klimatklivet har en signifikant påverkan på nybilsförsäljningen av laddbara bilar på nationell nivå och i alla regioner förutom norra Sverige. Klimatnyttan beräknades vara högre överallt förutom i norra Sverige, enligt denna uppsats alternativa modell jämfört med Naturvårdsverkets nuvarande modell. Detta kan visa att klimatnyttan av publika laddstationer hittills har underestimerats.

**Nyckelord:** Klimatklivet, subventioner, nätverkseffekter, publika laddstationer, elektrifiering av fordonsflottan, klimatnytta

# Förord

Denna uppsats har skrivits under vårterminen 2020 vid Göteborgs universitet som avslutning på våra kandidatstudier. Uppsatsen har utarbetats i samarbete med Klimatklivsenheten på Naturvårdsverket och vi vill rikta ett stort tack till myndigheten för denna möjlighet. Ett särskilt tack till Hannes Shen-Lewander på Klimatklivet som handlett oss genom denna resa. Tack för kloka råd, engagemang och för god handledning. Dina inspel har varit viktiga för det slutgiltiga resultatet.

Ett stort tack till vår handledare Håkan Eggert från nationalekonomiska institutionen för bra tips, idébollande och vägledning. Dessutom har dina anekdoter givit ett och annat skratt på vägen.

Vi vill dessutom rikta ett tack till Martina Wikström och Anders Lewald på Energimyndigheten för att ni tog er tid och kom med kloka synpunkter på våra klimatnyttoberäkningar. Era inspel ökade tillförlitligheten samt relevansen i våra resultat.

*Göteborg, juni 2020.*

*Hanna Svensson och Isak Öhrlund*

<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
1.1 Syfte och frågeställningar	2
1.2 Avgränsningar	2
1.3 Disposition av uppsats	3
<b>2. Teori</b>	<b>4</b>
2.1 Externaliteter	4
2.2 Subventioner	5
2.3 Komplement- och substitutvaror	6
2.4 Nätverkseffekter	6
2.5 Tidigare forskning	7
<b>3. Bakgrund</b>	<b>10</b>
3.1 Miljömål	10
3.2 Klimatlivet	12
3.3 Bonus-Malus samt fordonsbeskattning av äldre personbilar	14
3.4 Laddbara bilar i Sverige	15
3.5 Körsträckor	16
<b>4. Metod</b>	<b>17</b>
4.1 Antaganden	17
4.2 Data	18
4.3 Regressionsanalys	21
4.4 Förväntad klimatnytta	22
4.5 Metodkritik	25
<b>5. Resultat</b>	<b>28</b>
5.1 Korrelationsanalys	28
5.2 Regressionsanalys	29
5.3 Förväntad klimatnytta	31
<b>6. Diskussion</b>	<b>34</b>
<b>7. Slutsats</b>	<b>39</b>
<b>Referenslista</b>	<b>40</b>
<b>Bilagor</b>	<b>46</b>

# 1. Inledning

Idag står transportsektorn för en tredjedel av Sveriges totala utsläpp (Naturvårdsverket 2019c). Av denna anledning har Sveriges riksdag satt upp målet att reducera växthusgasutsläppen från transportsektorn med 70 procent till år 2030 jämfört med år 2010 (Sveriges miljömål 2020). Trafikverket (2020) skriver att år 2018 stod vägtrafiken för över 90 procent av koldioxidutsläppen från inrikes transporter och därför läggs särskilt fokus på att reducera utsläppen i denna sektor. I utredningen om fossilfri fordonstrafik (2013) pekas fem centrala åtgärdsområden ut som kräver betydande insatser. Flera av dessa berör elektrifiering av fordonsflottan<sup>1</sup>; infrastrukturåtgärder och byte av trafikslag, effektivare fordon, energieffektivare framförande av fordon samt eldrivna vägtransporter. Trafikverket (2020) uppger att elektrifiering av fordonsflottan är en dominerande global strategi för att minska växthusgasutsläppen. Myndigheten menar att utsläppen från vägtrafiken i huvudsak minskas genom elektrifiering av fordonsflottan, effektivisering av fossildrivna fordon samt att öka kvoten av förnybara drivmedel. De senaste åren har antalet laddbara bilar<sup>2</sup>, elbilar<sup>3</sup> och laddhybrider<sup>4</sup>, ökat exponentiellt i Sverige och i mars 2020 fanns ungefär 112 000 registrerade laddbara bilar (Power Circle 2020), men då trafiken ökar i Sverige krävs en snabbare omställning om utsläppsmålen ska kunna uppnås (Naturvårdsverket 2019c).

Som ett verktyg för att nå klimatmålet har Naturvårdsverket (2020c) fått i uppdrag av regeringen att ge stöd till lokala och regionala klimatinvesteringar i projektet Klimatklivet. Projektet infördes år 2015 och syftar till att finansiellt stötta lokala och regionala klimatåtgärder, såsom installation av laddstationer<sup>5</sup>, för att öka incitamenten till att köpa laddbara bilar. Mellan år 2015-2020 har ungefär 3 300 ansökningar beviljats stöd, vilket motsvarar 45 procent av alla inkomna ansökningar. 2 100 av de godkända ansökningarna har berört stöd till installation av laddstationer. Totalt har 5,4 miljarder svenska kronor (hädanefter kronor) tilldelats investeringar på totalt 12,1 miljarder kronor,

<sup>1</sup> Övergång till att Sveriges samlade fordonspark drivs av el istället för fossila bränslen.

<sup>2</sup> Bilar som elektrifierats och kan ladda energi från en extern källa till bilens batteri.

<sup>3</sup> En elbil drivs enbart av en elmotor och kan ladda energi från en extern källa till bilens batteri.

<sup>4</sup> En bil som både kan framföras med dess elmotor eller dess förbränningsmotor, eller båda samtidigt. Laddhybrider skiljer sig från vanliga hybrider genom att kunna ladda energi från en extern källa till bilens batteri.

<sup>5</sup> En geografisk plats där en eller flera laddpunkter finns tillgängliga för att ladda en eller flera laddbara bilar samtidigt. Går att liknas vid en bensinstation.

varav 409 miljoner kronor har varit stöd till laddstationer (Naturvårdsverket 2020b). Klimatklivets investeringsstöd ska enligt Naturvårdsverket bidra till att utöka det publika laddnätverket<sup>6</sup>, bredda laddbara bilar användningsområde samt skapa förtroende för elfordon. För att beräkna klimatnyttan, det vill säga växthusgasreduktionen, av Klimatklivets stöd till laddstationer används en beräkningsmodell framtagen av Energimyndigheten (2017). Klimatnyttan beräknas enligt denna modell uppgå till 69 000 ton koldioxidequivivalenter per år för alla stöd som delats ut till publika och icke-publika laddstationer (Naturvårdsverket 2020b).

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Naturvårdsverket (2020b) bedömer att Klimatklivet stärker förutsättningarna för att kunna elektrifiera fordonsflottan, genom stödet till publika laddstationer. Denna uppsats syftar till att undersöka om stödet till publika laddstationer har en statistiskt signifikant effekt på nybilsförsäljningen av laddbara bilar. För att studera detta görs en regressionsanalys av paneldata med fixerade effekter, för att mäta effekten mellan regioner och över tid. Dessutom jämförs klimatnyttan, det vill säga reduktionen av växthusgaser, utifrån laddstationers påverkan på nybilsförsäljningen med Naturvårdsverkets nuvarande skattade klimatnytta per laddstation.

Uppsatsen kommer utgå från följande frågeställningar:

1. Har Klimatklivets stöd till publika laddstationer effekt på antalet nyregistrerade laddbara bilar i Sverige, nationellt som regionalt?
2. Hur stor är växthusgasreduktionen av antalet nyregistrerade laddbara bilar i Sverige som sålts till följd av Klimatklivets stöd till publika laddstationer, nationellt som regionalt?
3. Hur skiljer sig den beräknade växthusgasreduktionen från Naturvårdsverkets uppskattade reduktion för Klimatklivets stöd till publika laddstationer idag?

## 1.2 Avgränsningar

Vi har valt att endast titta på de publika laddstationer som fått stöd genom Klimatklivet. Detta utesluter alla laddstationer uppsatta av privatpersoner, icke-publika laddstationer och publika laddstationer som inte fått bidrag av Klimatklivet. Studien fokuserar endast på antalet

<sup>6</sup> Totala mängden laddstationer tillgängliga för allmänheten.

nyregistrerade laddbara bilar. Vad gäller nyregistrerade bilar kommer vi endast titta på personbilar och inte lätta lastbilar, då vår data från trafikanalys inte är heltäckande gällande lätta lastbilar. Tidsintervallet avgränsas till år 2015-2019; de helårsperioder som Klimatklivet varit verksamt. Den spatiala begränsningen utgörs av fyra regioner varvid kommuner eller län inte kommer att jämföras. Denna avgränsning motiverar vi med att publik laddning har större vikt vid längre resor.

Vid beräkning av klimatnyttan för laddstationer så tas, liksom Naturvårdsverkets egna beräkningar, enbart hänsyn till utsläpp vid användning av bilar samt framställning av drivmedel. Nordelöf och Tillman (2014) skriver att studier har visat att laddbara bilar genererar mindre växthusgasutsläpp ur ett livscykelperspektiv, givet att elproduktionen sker från förnyelsebara källor. Under samma antagande menar Nordelöf och Tillman att bilar med högst grad av elektrifiering är de bilar med lägst växthusgasutsläpp. Författarna lyfter problematiken kring att laddbara bilar har en högre klimatpåverkan vid produktion, men på grund av en begränsad tidsram för denna uppsats har vi inte tagit hänsyn till produktionsutsläpp i våra klimatnyttoberäkningar.

### 1.3 Disposition av uppsats

Denna uppsats är indelad i sju avsnitt. Första avsnittet är en introduktion av uppsatsen som avslutas med denna disposition. I nästa avsnitt behandlas för ämnet relevanta teorier och tidigare forskning. I den tredje delen presenteras bakgrunden som redogör för varför elektrifiering av fordonsflottan efterfrågas samt hur processen hittills har sett ut, tillsammans med en närmare beskrivning av Klimatklivet. Det fjärde avsnittet beskriver den ekonometriska metoden som ligger till grund för uppsatsens resultat och innehåller både metod för regressionsanalys samt två modeller för beräkning av klimatnyttan av publika laddstationer. Den femte delen presenterar sedan resultatet av uppsatsen och följs av sjätte kapitlet som innehåller en diskussion av detta utifrån bakgrunden och frågeställningarnas kontext. Uppsatsen avslutas sedan med en slutsats i avsnitt sju.

## 2. Teori

Nedan behandlas relevanta teorier utifrån uppkomsten av utsläpp, val av styrmedel samt dess effekter. Stödet till publika laddstationer är en statlig subvention för att accelerera elektrifieringsprocessen av fordonsflottan. För att förklara varför växthusgasutsläpp uppstår, varför subventioner till publika laddstationer krävs för att elektrifiera fordonsflottan och vad det får för effekter, redogörs nedan för de teoretiska modellerna bakom externaliteter, subventioner, komplementvaror samt nätverkseffekter. Därefter redovisas ett urval av tidigare nationalekonomisk forskning om laddnätverk och elektrifiering av fordon.

### 2.1 Externaliteter

Brännlund och Kriström (2012, ss. 46-47) skriver att den perfekta marknaden, där Pareto-optimalitet råder, bland annat kännetecknas av att den inte innehåller externaliteter. Pareto-optimalitet kan förklaras som den effektiva marknadsekonomi där ingen individ kan höja sin nytta utan att en annan individs nytta sjunker. Författarna menar att närvaron av externaliteter leder till att samhällsresurser inte fördelas optimalt, vilket är definitionen av ett marknadsmisslyckande.

Kolstad (2011, s. 87) beskriver att externaliteter uppstår när produktions- eller konsumtionsval påverkar en annan individs nytta positivt eller negativt utan medgivande eller ersättning. En externalitets påverkan kan beskrivas genom en individs nyttofunktion:

$$U=f(x,e)$$

I nyttofunktionen består  $U$  av två nyttor (eller onyttor). En individ kan själv välja hur mycket hen ska konsumera av vara  $x$ , medan andra väljer hur mycket individen ska konsumera av vara  $e$ .  $e$  är således en externalitet (Kolstad 2011, s. 87). Ett exempel på en negativ externalitet är koldioxidutsläpp från vägtrafik. Oavsett om en individ valt att köra bil eller inte kommer individen att påverkas, utan att kompenseras för klimatförändringen som utsläppen ger upphov till (som vi antar är negativ). En positiv externalitet skulle istället kunna vara utbyggnad av laddstationer givet:

$$B = f_1(x_1, \dots, x_n, e)$$

$$L = f_2(z, \dots, z_n)$$

$$e = f_2(z, \dots, z_n)$$



Antag att företag 1 står för försäljningen av laddbara bilar ( $B$ ), som beror på faktorerna  $x_1, \dots, x_n$ , samt den positiva externaliteten  $e$ , som betecknar förtroendet för laddbara bilar.  $e$  uppstår som en följd av att företag 2:s produktion av laddstationer ( $L$ ), som beror på faktorerna  $z_1, \dots, z_n$ . Därmed bidrar företag 2 positivt till försäljningen av laddbara bilar, vilket påverkar företag 1 positivt utan att företag 1 behöver kompensera företag 2 för detta.

## 2.2 Subventioner

Naturvårdsverket (2019b) menar att kostnaden av miljövaror ofta understiger den samhällsekonomiska kostnaden av resursen, vilket leder till överkonsumtion av varan. Då miljövaror orsakar resursfördelningsproblem till följd av icke-definierade äganderätter, krävs enligt Brännlund och Kriström (2012, s. 196) statligt ingripande. Subventioner är en form av miljöekonomiskt styrmedel, vilket Brännlund och Kriström (ss. 219-221) förklarar som en typ av finansiellt stöd från myndigheter med målet att uppnå miljömedvetet beteende. Om en subvention delas ut per renad enhet kommer ett företag eller en konsument att rena sina utsläpp till den nivå där marginalkostnaden för att rena ytterligare en enhet överstiger subventionsnivån. Brännlund och Kriström (ss. 221-222) menar att både miljöskatter och miljösubventioner kan minska utsläppen till den nivå som är samhällsligt optimal. Däremot kan subventioner generera nya producenter till branschen då det antyder en lönsamhet på berörd marknad, vilket över tid kan ge ökade utsläpp.

Det finns situationer där subventioner är nödvändiga enligt del Río González (2007). Utsläppsminskande tekniker som redan finns tillgängliga på marknaden och som över tid kan bli konkurrenskraftiga, kan kortsiktigt missgynnas av initialt höga kostnader eller låg kvalitet. Under dessa teknikers utvecklingsfas kan det krävas särskilt riktade åtgärder för att stödja dess konkurrenskraft vid sidan av samtida marknadsbaserade utsläppsavgifter. Del Río González menar att ett exempel på en sådan särskilt riktad åtgärd för att stödja konkurrenskraften är att beslutsfattare subventionerar tekniken fram tills dessa att kostnadsreduktionen gjort den marknadsmässigt konkurrenskraftig. Detta bör dock bara ses som en kortsiktig lösning. Författaren skriver att långsiktiga vinster av den stödjande åtgärden endast är möjlig om subventionen bidrar till att tekniken över tid blir konkurrenskraftig på en fri marknad.

Vid applicering av del Río González resonemang på exemplet laddstationer så kan de initiala kostnaderna för denna relativt nya teknik antas vara höga; dels på grund av fortsatt höga utvecklingskostnader och få konkurrerande aktörer på marknaden, men också på grund av få konsumenter på kort sikt. Därmed kan det anses nödvändigt att subventionera uppsättning av laddstationer för att möjliggöra en konkurrenskraftig laddinfrastruktur. Detta görs fram tills dess att fler bilar kan utnyttja tjänsten och el som drivmedel har en ekonomisk lönsamhet i paritet med andra drivmedel. Det antas ske när marknadsandelen för laddbara bilar är i nivå med andra biltyper.

## 2.3 Komplement- och substitutvaror

Vissa varor har inget isolerat egenvärde, utan dess nytta uppstår i kombination med andra varor. Meyer och Winebrake (2009) beskriver att komplementvaror fungerar i symbios och måste konsumeras tillsammans. Ökar efterfrågan på vara *A* så ökar också efterfrågan på vara *B*. Mängdförhållandet mellan varorna behöver emellertid inte vara konstant. Frank (2006, s. 41) beskriver att motsatsen till komplementvaror är substitutvaror, där ökat pris och minskad efterfrågan på vara *A* istället ökar efterfrågan på vara *B*. Meyer och Winebrake (2009) lyfter vätgasbilar och vätgasmackar som exempel på komplementvaror. Vätgasbilarna blir obrukbara om inte infrastrukturen för bränslet finns tillgängligt, samtidigt tappar en vätgasmack sitt värde om inga vätgasbilar tankar vid stationerna. Därför krävs att båda varorna konsumeras simultant. Publika laddstationer och laddbara bilar kan också vara exempel på komplementvaror. Laddbara bilar kräver vid en viss typ av användning, såsom vid långresor eller vid frånvaro av hemladdning, att det finns publika laddstationer att tillgå. Samtidigt behövs elbilsconsumenter som efterfrågar publika laddmöjligheter för att aktörer på marknaden ska erbjuda publika laddlösningar. Meyer och Winebrake skriver vidare att komplementvarors samvariation kan skapa nätverkseffekter vid en ökad konsumtion av en av komplementvarorna.

## 2.4 Nätverkseffekter

Farrell och Klemperer (2006) beskriver att direkta nätverkseffekter föreligger när redan existerande aktörer drar nytta av nya aktörer i nätverket. De redan etablerade aktörerna drar nytta av de nyttillkomna aktörerna utan att kompensera dessa, nätverkseffekter är således en positiv externalitet. Aktörerna är komplement till varandra; det lönar sig att investera i varan eftersom

andra redan etablerat sig på marknaden. Ju fler som antror marknaden, desto högre nytta kommer aktörerna i nätverket att uppnå. Greaker och Midttømme (2016) konstaterar att nätverkseffekter ofta förekommer vid olika tekniker med låga utsläpp. Ett exempel på direkta nätverkseffekter är utbredningen av laddstationer. Aktörer som installerat publika laddstationer påverkas positivt av andra aktörers installation av laddstationer i regionen. Vid expansion av laddnätverket ökar sannolikheten för att fler individer köper laddbara bilar och därigenom ökar användningen av laddstationerna vilket ökar aktörernas nytta. I sin tur påverkas även nutida och framtida ägare av laddbara bilar positivt av denna nätverkseffekt. När laddnätverkets densitet ökar förenklas därmed användningen av dessa bilar, vilket följaktligen minskar räckviddsångesten<sup>7</sup>.

## 2.5 Tidigare forskning

Flera studier har tidigare genomförts för att kontrollera laddstationers påverkan på elbilsförsäljningen. Bland annat har Sierzchula, Bakker, Maat och van Wee (2014) undersökt hur finansiella incitament och socioekonomiska faktorer påverkar elbilars andel av den totala nybilsmarknaden. Studien utfördes i 30 länder under år 2012. Författarna kommer fram till att statliga subventioner för elbilar, laddnätverkets densitet och närheten till en produktionsanläggning för elbilar är statistiskt signifikanta faktorer för att avgöra ett lands elbilsandel av nybilförsäljningen. Av dessa faktorer så var antalet laddstationer i förhållande till befolkningen det som bäst beskrev elbilarnas marknadsandel. Studien visar därmed att stöd till utbyggnad av laddnätverk är ett sätt för beslutsfattare att påskynda omställningen till en elektrifierad fordonsflotta. Utöver det så konstaterar författarna att elbilars specifikationer är en viktig faktor för hur elbilsförsäljningen utvecklas. De påpekar dock att landsspecifika socio-ekonomiska faktorer, som inkomst, utbildningsnivå och inställning till klimatomställning, inte har en signifikant påverkan på elbilsförsäljningen. Författarna menar dock att dessa faktorerers insignifikans kan bero på elbilarnas relativt små nationella marknadsandelar i förhållande till elbilsförsäljningen i stort.

Zhang, Qian, Sprei och Li (2016) har studerat elbilars specifikationer och prisbild samt offentliga incitaments påverkan på nybilförsäljningen av elbilar i Norge mellan åren 2011-2013. Av de offentliga incitament som studien granskar är lokal utbyggnad av laddstationer det mest effektiva

<sup>7</sup> Upplevelsen av att en elbils räckvidd är för kort för dess ändamål.

och har störst påverkan på elbilsförsäljningen. Zhang med flera kommer fram till att densiteten av laddstationer i kommuner har en större påverkan på privatpersoners inställning och vilja att köpa elbilar än inställningen hos företag. Författarna visar även att kommuners utbyggnad av laddnätverk påverkar hur många elbilar som finns i samma kommun. Vidare spår de att över tid kommer efterfrågan på elbilar med lång räckvidd att minska med en ökad densitet av laddstationer. Idag är emellertid laddnätverket inte tillräckligt utbyggt för att svara upp till konsumenternas räckviddsångest, något som kan minskas genom att öka laddnätverkets densitet.

Harrison och Thiel (2016) har publicerat en rapport om interventioner genom policy-förändringar som syftar till att transformera fordonstekniken för personbilar inom Europeiska Unionen (EU) fram till år 2050. Med fokus på subventioner finner de att en tillgänglig laddinfrastruktur är en förutsättning för att förbättra nyttjandet av laddbara bilar. Däremot är korrelationen mellan laddinfrastruktur och försäljning av laddbara bilar lägre på marknader där marknadsandelen för laddbara bilar är under fem procent. Detta då författarna menar att tidiga anhängare till elektrifierade bilar inte har samma behov av publika laddnätverk. Harrison och Thiel menar vidare att en högre andel laddstationer än en per tio laddbara bilar inte ger tillräckligt stora fördelar i förhållande till kostnaderna det medför. Försäljningen av laddbara bilar är dessutom relativt opåverkad av fler laddstationer än en per 25 laddbara bilar. Om subventioner av laddinfrastruktur ska ha en positiv effekt på försäljningen av laddbara bilar är det beroende av en lyckad implementering av andra incitament för minskade transportutsläpp, men även av marknadsutbud och konkurrenssituation. Om höga krav ställs på att biltillverkares utsläpp från sin modellflora ska minska är nybilsförsäljningen av laddbara fordon mindre känsligt för laddnätverkets densitet.

Funke, Sprei, Gnann och Plötz (2019) har skrivit en rapport om laddbara bilars behov av laddinfrastruktur. Författarna har genom en metaanalys av flera internationella studier kommit fram till att frånvaron av ett publikt laddnätverk är en generell barriär för storskalig implementering av laddbara fordon. Skillnaderna mellan länder är emellertid stor och generella svar för hur stort publikt laddnätverk som behövs går inte att ge. Studien visar på att publika laddnätverk som ett komplement till hemladdning är främst nödvändigt i tätt befolkade områden. Enligt studien har länder som Sverige hemladdning som den viktigaste laddmöjligheten och publika normalladdare är nödvändiga primärt i stadsområden. Den centrala slutsatsen i studien är att behovet av publika

laddnätverk och dess utformning skiljer sig mellan länder och generella slutsatser är därför svåra att dra. Däremot menar Funke med flera att hemladdning är den enskilt viktigaste laddningsformen, men att ett publikt laddnätverk är fundamentalt för att försäljning av laddbara bilar ska existera. Snabbladdningsstationers betydelse beror i huvudsak på hur stor andel av de totala resorna som är av långväga karaktär. Slutligen menar författarna att antalet laddbara bilar per laddstation skiljer sig mycket mellan länderna i studien och kvoten bör inte användas som indikator för policybeslut.

Utöver studier om laddinfrastruktur och nybilsförsäljning av laddbara bilar finns relevant forskning om nätverkseffekter och miljömässiga externaliteter. Greaker och Midttømme (2016) studerar en övergång från en ohållbar till en hållbar teknik, genom att studera den norska elbilsmarknaden. Författarna skriver att ren teknik kan lida av excess inertia, vilket innebär en svårighet att komma in på marknaden trots att närvaron på marknaden skulle ge ökad samhällsnytta. Även om nätverkseffekten skulle ge högre nytta vid en ökad enhet av den rena tekniken, så sker inte detta på grund av marknadsmisslyckanden. De kommer fram till att den utsläppstunga tekniken bör beskattas utifrån dess marknadsandel, en långsiktig målsättning om dess marknadsandel i framtiden och med hänsyn till om marknaden är i en transformativ eller stabil fas. Detta är emellertid inte en garanti för att excess inertia inte ska uppstå. Vid en strikt och optimal pigouskatt, det vill säga en skatt där utsläpp beskattas för dess totala samhällsliga kostnad, finns risk att ren teknik ändå har svårt att etableras. Författarna menar vidare att ett sätt att undvika detta vid policyskapande är att antingen beskatta utsläpp högre än den optimala nivån eller subventionera den rena tekniken och komplementvaror som bidrar till indirekta nätverkseffekter. Skribenterna lyfter subventioner till laddstationer eller laddbara bilar som exempel, istället för att enbart beskatta fossildrivna bilar.

## 3. Bakgrund

Naturvårdsverket (2019c) redogör att en tredjedel av Sveriges totala utsläpp kommer från transportsektorn och att vägtrafiken i Sverige ökar. Personbilar och tunga fordon beskrivs vara de största utsläppskällorna från inrikes transporter. Naturvårdsverket menar att utsläppen från personbilar minskade med 21 procent mellan år 1990-2018 trots att personbilstrafiken under denna period ökade. Detta bedöms beror på att allt fler fordon drivs av biobränslen. Naturvårdsverket påpekar dock att omställningen måste ske i snabbare takt om utsläppen från vägtrafiken i stort inte ska öka. Nedan beskrivs Sveriges miljömål, statliga incitament för att uppnå dessa samt den pågående elektrifieringsprocessen av och förutsättningar för fordonsflottan idag.

### 3.1 Miljömål

#### *3.1.1 Sveriges miljömål*

Sveriges regering har beslutat om ett miljömålssystem som består av tre målkategorier: generationsmål, miljö kvalitetsmål och etappmål. Generationsmålet beskriver den förändring Sverige måste genomföra för att uppnå miljö kvalitetsmålen inom en generation (Regeringskansliet 2020). Miljö kvalitetsmålen i sin tur består av 16 olika måltillstånd för Sveriges miljö som miljöarbetet ämnar uppfylla, bland annat målet om Begränsad klimatpåverkan (Sveriges miljömål u.å.c). Etappmålen är till hjälp för att uppfylla tidigare nämnda mål (Sveriges miljömål u.å.b).

Sverige strävar efter att bli ett föregångsland vad gäller en fossilfri värld (Finansdepartementet 2020). Därför har Riksdagen satt upp klimatmål som syftar till att bidra till att den globala medeltemperaturökningen inte överstiger 1,5 grader Celsius jämfört med förindustriell nivå (Regeringskansliet 2020). För att uppnå detta antog Riksdagen Parisavtalet, som säger att klimatförändringarna ska begränsas till den grad att planeten inte hotas av mänsklig aktivitet, och implementerade det i målet om Begränsad klimatpåverkan (Sveriges miljömål u.å.a). Redan år 2045 ska Sverige ha uppnått nettonollutsläpp av växthusgaser till atmosfären (Regeringskansliet

8 Begränsad klimatpåverkan, frisk luft, bara naturlig försurning, giftfri miljö, skyddande ozonskikt, säker strålmiljö, ingen övergödning, levande sjöar och vattendrag, grundvatten av god kvalitet, hav i balans samt levande kust och skärgårdar, myllrande våtmarker, levande skogar, ett rikt odlingslandskap, storslagen fjällmiljö, god bebyggd miljö och ett rikt växt- och djurliv.

2020). Innan år 2045 skriver Sveriges miljömål (2020) att det finns etappmål för både år 2020, 2030 och 2040. Dessa innehåller mål för procentuella minskningar av utsläpp jämfört med år 1990, för de verksamheter som inte ingår i den handlande sektorn<sup>9</sup>. Sveriges miljömål menar att de sektorer som idag står för störst utsläpp i Sverige är transporter, industri och jordbruk. För att minska utsläpp från transportsektorn syftar ett av Sveriges etappmål till att minska utsläppen från inrikes transporter (exklusive flyg som är en del av handelssystemet med utsläppsrätter) med 70 procent till år 2030 jämfört med år 2010. År 2020 ska tio procent av transporterna drivas av förnybar energi och jämfört med år 1990 ska energianvändningen ha effektiviserats med 20 procent samt växthusgasutsläppen reducerats med 40 procent (Trafikverket 2018).

I Naturvårdsverkets (2020b) årliga uppföljning av Sveriges nationella miljömål uppger de att Sverige har långt kvar för att uppnå flertalet av de uppsatta miljökvalitetsmålen, vilket resulterar i att generationsmålet är långt ifrån uppfyllt. Naturvårdsverket beskriver att trenden av ökade växthusgasutsläpp måste brytas snarast för att kunna uppnå målet om Begränsad klimatpåverkan. Trafikverket (2020) menar att det skulle vara enklare för Sverige att minska växthusgasutsläppen från transportsektorn med 90 procent till år 2040 än med 70 procent till år 2030. Slutligen påpekar de att Sverige inte kommer nå klimatmålet till år 2030 givet dagens miljöpolitik.

### *3.1.2 EU:s klimatmål*

I och med Sveriges medlemskap i EU skriver Naturvårdsverket (2020d) att Sverige inte bara åtar sig nationella miljömål, utan även internationella. Dessa mål grundar sig i UNFCCC, FN:s klimatkonvention, och består av klimatmål till år 2020 samt år 2030. Fram till år 2020 har EU beslutat reducera sina samlade utsläpp med 20 procent jämfört med år 1990, samt med ytterligare 20 procentenheter till år 2030. EU har även genom det Europeiska rådet bestämt att växthusgasutsläppen inom EU ska minska med 80-95 procent till år 2050. Naturvårdsverket framhåller vidare att Sverige har vidtagit starkare åtaganden för den icke-handlande sektorn nationellt än vad EU kräver. Europeiska kommissionen (2018) betonar behovet av elektrifiering av transportsektorn för att nå unionens utsläppsmål till år 2050.

<sup>9</sup> De branscher som ingår i EU ETS, EU:s system för handel med utsläppsrätter, ingår i den handlande sektorn. Resterande företag och branscher ingår i den icke-handlande sektorn.

## 3.2 Klimatklivet

I förordningen om stöd till lokala klimatinvesteringar (SFS 2015:517) har Naturvårdsverket fått i uppdrag att upprätta ett investeringsstöd till lokala och regionala åtgärder för utsläppsminskning av växthusgaser. Detta resulterade i Klimatklivet, där Naturvårdsverket står som huvudman, utförandet samordnas med länsstyrelserna och formen för stödet utformas tillsammans med Energimyndigheten. Den så kallade Klimatklivsförordningen beskriver att målet med Klimatklivet är att ge bidrag till åtgärder som på ett bestående sätt minskar utsläpp av växthusgaser. Åtgärden ska även bidra till att snabbare uppnå miljökvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan samt dess etappmål. Utöver att bidra till detta miljömål förväntar Naturvårdsverkets (2020c) att Klimatklivet genererar utbredning av ny teknik, bättre hälsa, ökad sysselsättning och marknadsintroduktion. Nedan beskrivs Klimatklivets uppnådda resultat samt dess stöd till publika laddstationer.

### *3.2.1 Resultat för Klimatklivet*

Klimatklivet har mellan år 2015 till mars 2020 gett 5,4 miljarder kronor i stöd till ungefär 3 300 åtgärder (Naturvårdsverket 2020b). Enligt Klimatklivsförordningen (SFS 2015:517) ges inte stöd till åtgärder som söks av privatpersoner, åtgärder som påbörjats innan beslut fattats av Naturvårdsverket eller åtgärder som måste genomföras enligt lag. Naturvårdsverket (2020b) beskriver att Klimatklivet ger stöd till flera olika typer av åtgärder fördelat på tio olika åtgärds-kategorier (se bilaga A för specifika kategorier). Den åtgärds-kategori som står för det totalt största ekonomiska stödet är energikonvertering medan laddstationer står för flest antal ansökningar mellan år 2015 till mars 2020. Totalt beräknar Naturvårdsverket att de åtgärder som hittills fått stöd från Klimatklivet bidrar till en minskning av växthusgaser med ungefär 1,5 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år, med en genomsnittlig livslängd på 16 år.

### *3.2.2 Klimatklivets stöd till publika laddstationer*

Klimatklivet ger bidrag till de laddstationer som anses var publika, alltså laddstationer som är placerade så att allmänheten kan och tillåts bruka dem (Klimatklivsförordningen SFS 2015:517). Tidigare ingick icke-publika laddstationer, såsom hemladdare, i Klimatklivet men regeringen valde år 2019 att flytta dessa från Klimatklivsförordningen till förordningen om statligt stöd för installation av laddpunkter för elfordon (SFS 2019:525) (Naturvårdsverket 2020b). Klimatklivets stöd till publika laddstationer kan enligt Klimatklivsförordningen (SFS 2015:517) endast ges upp



till halva investeringskostnaden. Fram till i mitten av mars 2020 hade stöd för totalt 409 miljoner kronor beviljats till ungefär 2 100 åtgärder för kategorin laddstationer enligt Naturvårdsverket (2020b). Detta belopp symboliserar dock inte enbart bidrag till publika laddstationer, då Klimatklivet tidigare även ämnats för andra typer av laddstationer. Naturvårdsverket presenterar vidare att medel har beviljats för uppförande av ungefär 29 000 laddpunkter<sup>10</sup> i Sverige, varav över 7 900 laddpunkter var publika. Då vissa ansökningar nyligen blivit beviljade är några av dessa laddpunkter ännu inte i drift. Enligt branschorganisationen Power Circle (2020) fanns det under mars 2020 strax över 10 000 publika laddpunkter i drift i Sverige. Laddnätverkets utbredning är delvis ojämnt fördelat över Sverige. I Södra Sverige är det i princip heltäckande medan det i Norra Sverige fortfarande finns sträckor som inte har tillräcklig snabbladdningsinfrastruktur för dagens mängd laddbara bilar (Energimyndigheten 2020). För att länka samman Sveriges laddnätverk, där snabbladdare återfinns med minst fem mils intervall, så har Energimyndigheten pekat ut ett antal prioriterade snabbladdare med en effekt på minst 50 kilowatt. Alla prioriterade snabbladdare för den första ansökningsomgången år 2020 återfinns i norra Sverige och har ansökt om stöd från Klimatklivet. För en redogörelse för stöd till publika laddstationer uppdelat på län, se bilaga B.

Enligt Naturvårdsverket (2016) står laddning med publika laddstationer för en liten del av det totala laddbehovet. Elbilar och laddhybrider laddas primärt i anslutning till hemmet eller för företagsbilar i anslutning till företagets lokaler och upp emot 80-90 procent av den totala elen som laddas sker där bilen står parkerat nattetid. Naturvårdsverket motiverar emellertid stödet till publika laddare med att det är nödvändigt att ha olika laddningsmöjligheter för att öka förtroendet för laddbara bilar. Dessutom är det en förutsättning för att möjliggöra för elbilar att färdas längre sträckor och mellan olika platser (Naturvårdsverket 2019a). Även Energimyndigheten (2019c) lyfter den publika laddinfrastrukturen som ett viktigt komplement till den icke-publika för att skapa förtroende för laddbara fordon samt öka dess försäljningsandel.

Naturvårdsverket (2020b) beräknar att utsläppen av växthusgaser minskat med 69 000 ton koldioxidekvivalenter per år till följd av stöd till både publik och icke-publik laddinfrastruktur. För att beräkna åtgärdens totala utsläppsminskning multipliceras den årliga utsläppsminskningen med

<sup>10</sup> En enhet som kopplas in i en laddbar bil för att överföra ström och ladda bilen. En laddpunkt kan jämföras vid en bensinpump.

livslängden för åtgärden, vilket för en laddpunkt beräknas vara 15 år enligt Energimyndigheten (2017). Laddstationer anses enligt WSP (2017) vara den åtgärdskategori som inom Klimatklivet har den dyraste utsläppsminskningen per investeringskrona<sup>11</sup>. Naturvårdsverket (2020b) påpekar dock att stödet till laddinfrastruktur menas generera positiv påverkan på flera av miljökvalitetsmålen, däribland frisk luft, levande skogar och god bebyggd miljö. Dessutom skriver Naturvårdsverket att över 80 procent av alla normalladdare och snabbaddare tillgängliga för allmänheten kan ses som helt eller delvis additionella. Detta innebär att den publika laddinfrastruktur som idag finns tillgänglig för allmänheten inte hade installerats eller installerats i en lägre grad om åtgärden inte fått stöd av Klimatklivet. Naturvårdsverket menar därför att Klimatklivet i stor uträkning är nödvändigt för utbredning av ett offentligt laddnätverk i Sverige.

### 3.3 Bonus-Malus samt fordonsbeskattning av äldre personbilar

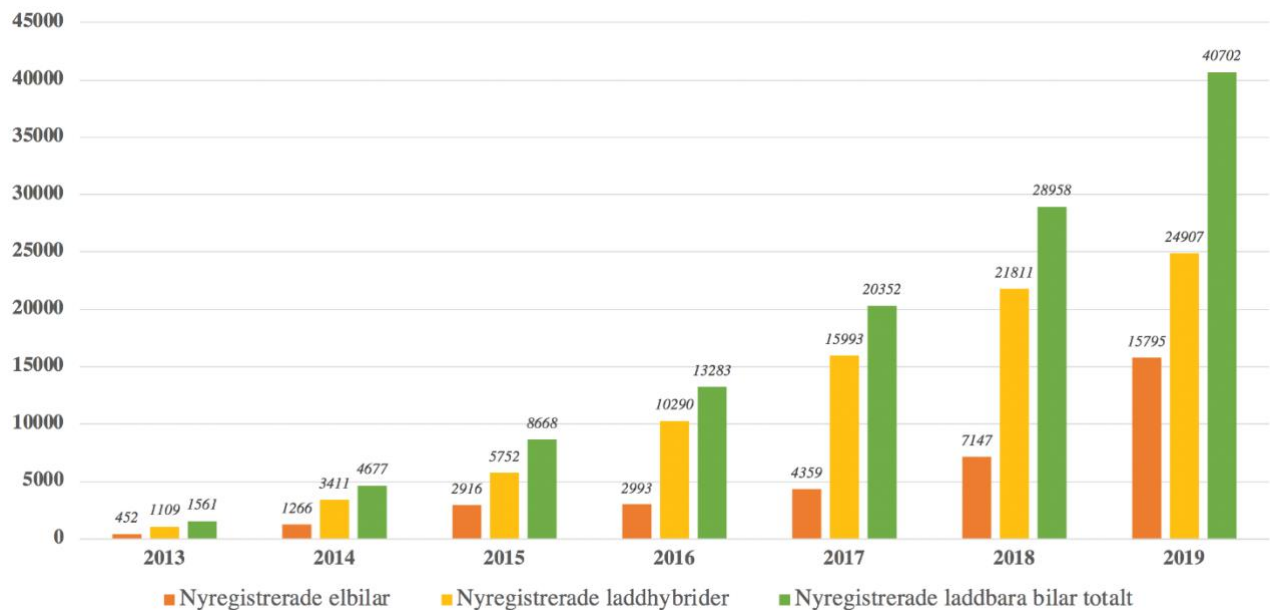
Sedan år 2006 baseras fordonsbeskattningen av personbilar i Sverige på deklarerade koldioxidutsläpp (Transportstyrelsen 2015). 1 juli 2018 infördes Bonus-Malus, ett nytt skattesystem för bland annat nyregistrerade personbilar, med syfte att öka antalet miljöanpassade fordon och bidra till en fossilfri fordonsflotta (Transportstyrelsen 2020a). Systemet innebär att bilar med låga utsläpp av koldioxid får en bonus, vilket är en skattesubvention, och bilar med högre koldioxidutsläpp får en förhöjd skatt under de första tre åren, en så kallad malus (Transportstyrelsen 2020c). En bonus delas ut till bilar som uppfyller utsläppskraven för Euro 5 och 6<sup>12</sup>, inte har bytt ägare inom sex månader från nyregistreringstillfället och har lägre koldioxidutsläpp än 70 gram per kilometer. Högst bonus, 60 000 kronor, tilldelas nollutsläppsbilar såsom elbilar och vätgasbilar (Transportstyrelsen 2020b). Malusen gäller för personbilar som omfattas av skattereglerna och som bidrar till koldioxidutsläpp över 95 gram per kilometer (Transportstyrelsen 2020c).

<sup>11</sup> Beräknad utsläppsminskning per krona av det totala investerade beloppet i åtgärden som fått stöd från Klimatklivet.

<sup>12</sup> EU-standard för rening av utsläpp från förbränningsmotorer.

### 3.4 Laddbara bilar i Sverige

**Diagram 1.** Laddbara bilar i Sverige 2013-2019.



*Trafikanalys (2020a)*

Grafen ovan visar att antalet nyregistrerade laddbara bilar i Sverige har ökat exponentiellt mellan år 2013-2019 (Trafikanalys 2020a). Den totala nybilsförsäljningen av laddbara bilar är 26 gånger större år 2019 jämfört med år 2013. Försäljningsutvecklingen av elbilar och laddhybrider skiljer sig från vad tidigare prognoser förutspått. Enligt Trafikanalys (2019) korttidsprognos för fordonsflottans utveckling beräknades 6 355 elbilar och 25 582 laddhybrider nyregistreras i Sverige under år 2018. I en jämförelse med grafens värde ovan har 13 procent fler elbilar och 15 procent färre laddhybrider registrerades under perioden än vad Trafikanalys prognostiserat. I prognosen beräknades vidare att under år 2019 skulle 9 532 elbilar och 33 257 laddhybrider säljas i Sverige. Enligt samma myndighet såldes 66 procent fler elbilar och 25 procent färre laddhybrider än prognostiserat. För både år 2018 och år 2019 har elbilsförsäljningen överträffat prognoserna, medan laddhybridsförsäljningen har överskattats. Energimyndigheten (2019b) prognosticerar att år 2030 kommer laddbara bilar stå för mellan 60-90 procent av totala nybilsregistreringar. För en länsuppdelad redogörelse över nyregistrering av laddbara bilar, se bilaga B.

Enligt Riksrevisionen (2020) ägs 90 procent av alla låg- och nollutsläppsbilar av juridiska personer och 82 procent är registrerade i storstadsregioner. Detta, skriver Riksrevisionen, kan påverkas av att en stor del av förmånsbilar leasas av företag och leasingbolagen är i huvudsak lokaliserade i

storstadsregioner, trots att bilarna kan brukas på annan ort. Nio av de tio största leasingbolagen är placerade i Stockholms län enligt Ynnors tjänstebilsguide (2019).

### 3.5 Körsträckor

Fördelarna med låg- och nollutsläppsbilar beror på förväntad körsträcka. Ju längre körsträcka, desto större klimatvinst med att köra med en låg- eller nollutsläppsbil. Enligt Trafikanalys (2020b) var den genomsnittliga körsträckan i Sverige 1 171 mil per personbil år 2019. Fram till år 2019 har den genomsnittliga körsträckan minskat med 11 procent, motsvarande 146 mil, sedan toppnoteringen år 2008. 2019 års genomsnittliga körsträcka är den lägsta sedan mätningarna började år 1999. Den genomsnittliga körsträckan skiljer sig mellan länen (se bilaga C för skillnader mellan län). Länskillnaderna är marginella. Skillnaden mellan länet med högst och länet med lägst körsträcka är 257 mil på årsbasis. Vid en sammanslagning av länen till regioner uppgår genomsnittskörsträckan till 1 123 mil i Norr, 1 167 mil i Syd, 1 164 mil i Öst och 1 172 mil i Väst.

## 4. Metod

I detta avsnitt presenteras metoderna bakom uppsatsens resultat. Nedan följer en beskrivning av antaganden som gjorts samt en redogörelse av den data som ligger till grund för regressionens variabler. Därefter förklaras regressionsmodellen som baseras på panel data med fixerade effekter, därefter följer en analys av förväntad riktning för koefficienterna. Sedan redovisas de två beräkningsmodellerna för klimatnytta och avsnittet avslutas med en metodkritisk diskussion.

### 4.1 Antaganden

Valet att använda data för ackumulerade publika laddstationer och inte nytillkomna per år baseras på antagandet att det är den ökade utbredningen av laddnätverket som är avgörande för nybilsregistreringen av laddbara bilar. För varje ny laddstation som sätts upp så ökar nyttan av redan existerande laddstationer som en nätverkseffekt. Detta antagande går i linje med Naturvårdsverkets och Energimyndighetens påstående om att ett utbyggt laddnätverk är en av faktorerna som ligger till grund för ett ökat förtroende för elektriska fordon. Dessutom görs beräkningarna på antalet laddstationer istället för antalet laddpunkter. Denna avvägning gjordes utifrån antagandet att det primärt är tillkomsten av en laddstation som uppmuntrar till ökat förtroende och sedermera köp av en laddbar bil. Huruvida laddstationen inkluderar en eller flera laddpunkter antas vara av mindre betydelse. Vidare antas att snabbaddare och normalladdare har samma effekt på nybilsförsäljningen.

Vi antar att en beviljad laddstation påverkar nästkommande års nybilsregistreringar av en ny laddbar bil. Vid beställning av en laddbar bil kan leveranstiden vara flera månader (Svenska Dagbladet 2020) och dessutom är det inte en beviljad ansökan om stöd för en laddstation som uppmuntrar till köp av en laddbar bil, utan det sker först när laddstationen är i drift.

Klimatnyttan per laddstation beräknas utifrån antagandet att en nytillkommen laddbar bil ersätter en fossildriven bil. Beräknade genomsnittsutsläpp för de olika bränsletyperna antas uppgå till de nivåer som Transportstyrelsen (2020d) redovisar. Hänsyn tas till 2020 års reduktionspliktsnivå<sup>13</sup>

<sup>13</sup> I Sverige ska utsläpp av växthusgaser från fossila bränslen utifrån ett livscykelperspektiv reduceras till en viss nivå av producenterna och reduktionsnivån ökar för varje år.

(Energimyndigheten 2019a), där 21 procent av koldioxidutsläppen från diesel och 4,2 procent från bensin ska reduceras. För elbilars elförbrukning och den delen av laddhybridens framdrift som sker med el beräknas utsläpp från elproduktionen enligt nordisk elmix<sup>14</sup> (Energimyndigheten 2017).

## 4.2 Data

Den data som ligger till grund för uppsatsen baseras på statistik över nybilsregistreringar, installation av publika laddstationer och ekonomiska faktorer för år 2015-2019. Eftersom regressionsanalysen bygger på flertalet regioner över tid är samtliga regressioner gjorda utifrån paneldata. Nedan följer en beskrivning av de variabler som ligger till grund för beräkningarna.

*Tabell 1. Beskrivande statistik för samtliga variabler.*

<b>Variabel</b>	<b>Observationer</b>	<b>Medelvärde</b>	<b>Standardfel</b>	<b>Minsta värdet</b>	<b>Maximala värdet</b>
Nyregladdbil	105	1066	2670	49	19712
Ackladdstation	105	34,54	43,07	0	240
Nyregmarknad	105	17860	26340	1149	119239
Fordonsskatt	105	13400	261,4	13156	13900
BNP	105	1157000	70200	1062053	1256617
Bonusmalus	105	0,4	0,4922	0	1
Bensinpris	105	14,366	1,042	13,2	14,77

Tabell 1 visar beskrivande statistik för samtliga variabler i regressionsmodellen. Nedan kommenteras variablerna mer utförligt.

### 4.2.1 Nyregistrerade laddbara bilar - beroende variabel

I regressionsanalysen används antalet nyregistrerade laddbara bilar som beroende variabel i samtliga regressionsmodeller. Data över antalet nyregistrerade laddbara bilar har hämtats från Trafikanalys (2020a) för år 2015-2019. Med laddbara bilar åsyftas elbilar samt laddhybrider. Statistiken är specificerad till Sveriges 21 län och innehåller information om alla nybilsregistreringar under Klimatklivets fem första år. Variabeln har variabelnamnet *nyregladdbil*.

<sup>14</sup> Nordisk genomsnittproduktion av elektricitet.

#### 4.2.2 Ackumulerade laddstationer - intressevariabel

Då uppsatsen skrivits i samarbete med Naturvårdsverket har data över ansökningar om stöd från Klimatklivet till åtgärds-kategorin laddstationer tillhandahållits, vilket gör att variabeln innehåller all information som finns att tillgå mellan år 2015-2019 (Naturvårdsverket 2020a). Variabeln ses som regressionsanalysens intressevariabel och består av beviljade och slututbetalda stöd till publika laddstationer per år fram till år 2019. Datum för laddstationen specificeras till det år då åtgärden beviljats stöd av Klimatklivet. Klimatklivets beviljade och slututbetalda stöd har delats in i 21 län. Variabeln förkortas hädanefter *ackladdstation*.

#### 4.2.3 Nyregistrerade bilar på marknaden - kontrollvariabel

Den första kontrollvariabeln är antalet nyregistrerade bilar totalt på marknaden och har likt den beroende variabeln hämtats från Trafikanalys (2020a). Nyregistreringarna gäller personbilar under åren 2015-2019, vilket ger information för alla observationer av registreringar under Klimatklivets verkningstid hittills. Även denna data är på årsbasis och på regional nivå. Variabeln förväntas fånga upp tidstrender på nybilsmarknaden. Kontrollvariabeln förkortas *nyregmarknad*.

#### 4.2.4 Fordonsskatt - kontrollvariabel

Eftersom skatt ses som bestraffande och antas påverka konsumtionen av fossildrivna bilar negativt kontrollerar regressionsmodellen för om detta skulle generera en ökning av sålda laddbara bilar. Statistiken över fordonsskatt i Sverige mellan år 2014-2018 är hämtad från SCB:s statistikdatabas (2018). Eftersom data saknades för år 2019 hämtades denna från Ekonomistyrningsverket (2020). Data över den svenska fordonsskatten symboliserar statens intäkt av skatten i miljoner kronor per år. Variabeln har namnet *fordonsskatt*.

#### 4.2.5 BNP - kontrollvariabel

För att kontrollera för den ekonomiska förändringen över tid används statistik från SCB (2020) över Sveriges bruttonationalprodukt (BNP) för perioden mellan år 2015-2019. Statistiken över BNP till marknadspris mäts i löpande priser i miljoner kronor och utgår från användarsidan. Variabeln benämns *BNP* i regressionen.

#### 4.2.6 Bonus-Malus - kontrollvariabel

Bonus-Malus används som en binär variabel där år 2018-2019 antar värdet 1. Detta eftersom Bonus-Malus reformen antogs i juli år 2018 och gäller sedan dess. Bonus-Malus antas få effekt direkt vid införandet då konsumenterna redan hade information om reformen som kan påverka nybilsköp. Variabeln antas påverka köp av laddbara bilar då dess bestraffande karaktär på fossildrivna bilar och subventioner till laddbara bilar är tänkt att styra marknaden mot låg- och nollutsläppsbilar. I regressionen används variabelnamnet *bonusmalus*.

#### 4.2.7 Bensinpris - kontrollvariabel

Data från Svenska Petroleum & Biodrivmedel Institutet (2020) över genomsnittligt årspris för bensin är tänkt att kontrollera för om höjt bensinpris tenderar att få bilägare att byta från fossildrivna till laddbara bilar. Vår data är inhämtad på nationell nivå mellan år 2015-2019 och observationerna är därmed på årsbasis. Variabeln benämns *bensinpris* även i regressionsmodellen.

#### 4.2.8 Förväntad riktning av variablerna

**Tabell 2.** Förväntad riktning av de oberoende variablerna i regressionsanalysen.

Variabel	Förväntan
<i>Ackladdstation</i> , årsförskjutning 1 år	+
<i>Nyregmarknad</i>	+
<i>Bonusmalus</i>	+
<i>Bensinpris</i> , årsförskjutning 1 år	+
<i>Fordonsskatt</i>	+
<i>BNP</i>	+

Samtliga oberoende variabler förväntas öka antalet nyregistrerade laddbara bilar per år. Intressevariabeln *ackladdstation* förväntas vara positiv då ett utökat laddnätverk antas öka individens intresse av att konsumera laddbara bilar, enligt teorin om nätverkseffekt. Om antalet nyregistrerade bilar ökar totalt på marknaden förväntas antalet laddbara bilar göra detsamma då koefficienten för variabeln ger andelen laddbara bilar av den totala nybilsförsäljningen. Eftersom Bonus-Malus och fordonsskatt är reformer som beskattar fossildrivna bilar väntas dessa påverka försäljningen positivt då skattesystemen premierar låg- och nollutsläppsbilar. När bensinpriset ökar antas konsumenterna vara mindre benägna att konsumera varan vilket således borde resultera i en



ökad efterfrågan på substitutvaran och därmed en ökning av antalet sålda laddbara bilar. Även variabeln *BNP* förväntas öka antalet laddbara bilar. Ett stigande BNP visar på högre ekonomisk aktivitet och gynnar laddbara bilar, som generellt är dyrare än dess fossildrivna motsvarighet.

### 4.3 Regressionsanalys

Då regressionsanalysen utgår från data som är tvådimensionell, med en individdimension (län) och en tidsdimension (år), så klassas den som paneldata (Wooldridge 2016, ss. 435-436). För att analysera regressionsmodellen används en modell för fixerade effekter. Detta eftersom Wooldridge (ss. 444-445) menar att modellen ska användas när intressevariabeln varierar över tid samt att de individspecifika faktorerna, det vill säga den fixerade effekten, antas korrelera med de oberoende variablerna. Författaren menar vidare att modellen för fixerade effekter även bör användas då paneldata innehåller stora geografiska enheter eftersom den fixerade effekten då antas vara specifik för de olika platserna. Wooldridge menar att modellen anses vara ett bra verktyg för att estimerade ceteris paribus-effekter, där enbart intressevariabeln förändras och allt annat förblir oförändrat.

Regressionsmodellen ser ut enligt följande:

$$y_{it} = \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \dots + \beta_k x_{itk} + a_i + u_{it} \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$y$  är den beroende variabeln, vilket i detta fall är antalet nyregistrerade laddbara bilar.  $x_{it}$  är de oberoende variablerna och  $\beta_k$  visar vilken effekt dessa variabler har på den beroende variabeln.  $a$  är ett konstant värde där regressionslinjen skär  $y$ -axeln, även kallat intercept.  $a_i$  symboliserar den så kallade fixerade effekten för den enskilda individen, då  $i$  betecknar individ. Den fixerade effekten innehåller de faktorer som inte observerats och varierar inte över tid.  $k$  symboliserar antalet oberoende variabler, vilket i denna analys kommer att vara sex stycken.  $t$  beskriver tidsdimensionen som består av åren 2015-2019. Variabeln  $u_i$  representerar standardfel för den enskilda individen över tid. Då variansen av dessa standardfel kan vara heteroskedastiska används robusta standardfel i samtliga regressioner. Detta eftersom robusta standardfel gör att regressionsanalysen inte påverkas av om standardfelen för populationen är homo- eller heteroskedastisk (Wooldridge 2016, s. 244).

I denna regressionsanalys är *ackladdstation*, *nyregmarknad*, *bonusmalus*, *bensinpris*, *fordonsskatt* samt *BNP* de oberoende variablerna. Vad gäller variablerna *ackladdstation* samt *bensinpris*

används ett års förskjutning. För att besvara frågeställningarna kommer flera olika regressionsanalyser göras utifrån följande regressionsmodell:

$$\begin{aligned} nyregladdbil_{it} = & \\ & \beta_1 lag(ackladdstation)_{it1} + \beta_2 bonusmalus_{it2} + \beta_3 lag(bensinpris)_{it3} \\ & + \beta_4 nyregmarknad_{it4} + \beta_5 fordonsskatt_{it5} + \beta_6 BNP_{it6} + a_i + u_{it} \end{aligned}$$

Flera av de oberoende variablerna följer den ekonomiska utvecklingen i Sverige, vilket gör att risken för multikollinearitet är hög. I och med detta kommer ett korrelationstest att utföras för att slutgiltigt bestämma vilka variabler som ska tas med i analysen.

*Tabell 3. Regionindelning.*

<b>Region Norr</b>	<b>Region Väst</b>	<b>Region Öst</b>	<b>Region Syd</b>
Dalarnas län	Hallands län	Gotlands län	Blekinge län
Gävleborgs län	Värmlands län	Stockholms län	Jönköpings län
Jämtlands län	Västra Götalands län	Södermanlands län	Kalmar län
Norrbottnens län		Uppsala län	Kronobergs län
Västerbottens län		Västmanlands län	Skåne län
Västernorrlands län		Örebro län	
		Östergötlands län	

Regressionerna kommer dels att vara på nationell nivå och dels på regional nivå. Vad gäller den regionala nivån kommer fyra olika regioner att användas; Norr, Väst, Öst och Syd. Dessutom görs en regression för Öst där Stockholms län exkluderas i syfte att kontrollera för effekten av leasingbilar som är registrerade i länet men inte brukas där.

## 4.4 Förväntad klimatnytta

Naturvårdsverket uppskattar klimatnyttan, det vill säga utsläppsreduktionen av växthusgaser, efter Energimyndighetens beräkningar av förväntad användning av publika laddstationer (Energimyndigheten 2017). Denna modell kallas hädanefter för modell 1. I denna uppsats redogörs för en alternativ beräkningsmodell som baseras på klimatnyttan av de laddbara bilar som säljs till följd av uppsatta publika laddstationer. Dessa laddbara bilar förväntas ersätta samma mängd

fossildrivna personbilar. Den alternativa beräkningsmodellen benämns modell 2. Nedan redogörs för båda beräkningsmodellerna.

#### 4.4.1 Modell 1

Klimatnyttan per publik laddstation i modell 1 beräknas utifrån Naturvårdsverkets formler för klimatnyttan hos normalladdpunkter och snabbaddpunkter hämtade från Energimyndigheten (2017). På årsbasis genererar detta en beräknad klimatnytta enligt följande:

$$U_{r1} = 365 \times t \times E \times u_{rkWh} \times p$$

Där  $U_{r1}$  står för utsläppsreduktionen, det vill säga den förväntade klimatnyttan, enligt modell 1. 365 står för antalet dagar under ett år,  $t$  står för antalet estimerade laddningstillfällen per dag och  $E$  för mängden överförd energi per laddningstillfälle per dag. Den beräknade klimatnyttan per kilowattimme betecknas  $u_{rkWh}$  och  $p$  står för antalet laddpunkter per laddstation. Resultatet av funktionen blir därmed den årliga utsläppsminskningen för en publik laddstation.

Energimyndigheten (2017) estimerar att en publik laddstation med upp till 50 kilowatts effekt används 0,5 gånger om dagen ( $t$ ) och vid varje laddning överförs 8 kilowattimmar ( $E$ ).  $u_{rkWh}$  uppgår enligt Energimyndigheten i nuläget till 0,96 kilogram koldioxidekvivalenter. Myndigheten beräknar att klimatnyttan är något högre för publik snabbaddning med en effekt större eller lika med 50 kilowatt. Laddstationer med högre effekt beräknas användas två gånger per dag ( $t$ ) och överföra 10 kilowattimmar ( $E$ ) per laddningstillfälle.

För att få fram ett genomsnitt av klimatnyttan per publik laddstation och därmed göra värdet för klimatnyttan jämförbar med beräkningarna för modell 2, viktas andelen laddstationer med högre effekt ( $s$ ) per region. Därmed blir formeln för Naturvårdsverkets klimatnyttoberäkning för en genomsnittlig publik laddstation följande:

$$U_{r1} = (365 \times 0,5 \times 8 \times 0,96 \times p) \times (1 - s) + (365 \times 2 \times 10 \times 0,96 \times p \times s)$$

#### 4.4.2 Modell 2

De publika laddstationerna som fått stöd av Klimatklivet förväntas generera en reduktion av växthusgaser då laddbara bilar, som tidigare nämnts, antas ge en högre klimatnytta än fossildrivna bilar. För att beräkna denna nytta använder modell 1 förväntad användning av laddstationerna.

Istället för att estimeras en uppskattad användning av en specifik laddstation skulle förslagsvis förväntad minskning av utsläpp till följd av ökad mängd laddbara bilar kunna användas. Modell 2 beräknar därför klimatnyttan genom att jämföra skillnader mellan utsläpp från laddbara bilar, som tillkommer av en uppsatt laddstation (utifrån resultatet av regressionen ovan), och de fossildrivna bilar som ersätts. Därmed tar denna modell hänsyn till en publik laddstations effekt på förtroendet för laddbara bilar. Modell 2 beräknas genom följande formel:

$$U_{r2} = U_f - U_l$$

$$U_f = \beta_1 \times k \times u_f$$

$$U_l = \left( \beta_1 \times \frac{x_e}{x_l} \times k \times u_e \right) + \left( \beta_1 \times \left( 1 - \frac{x_e}{x_l} \right) \times k \times u_h \right)$$

Där  $U$  står för utsläpp från bilar, lilla  $u$  står för genomsnittsutsläpp per kilometer,  $f$  för fossildrivna bilar och  $l$  för laddbara bilar. Därmed står  $U_{r2}$  för den förväntade klimatnyttan enligt modell 2.  $\beta_1$  symboliserar koefficienten för *ackladdstation* från regressionsanalysen.  $x$  står för antalet bilar,  $e$  för elbilar,  $h$  för laddhybrider och  $k$  för körsträcka.

Effekten på nybilsregistreringen av de laddstationer som fått stöd av Klimatklivet används som en faktor för att beräkna den totala minskningen av utsläpp. Tillsammans med faktorerna körsträcka, andel elbilar och beräknade koldioxidutsläpp estimeras ett värde för totala utsläpp från laddbara bilar och fossildrivna bilar. De genomsnittliga koldioxidutsläppen efter utsläppsreduktion enligt reduktionsplikten för fossildrivna bilar beräknades år 2018 att uppgå till 115,9 gram per kilometer ( $u_f$ ) (Transportstyrelsen 2020d). De genomsnittliga koldioxidutsläppen för elbilar beräknas, i likhet med Energimyndigheten (2017), utifrån den nordiska elmixen och uppgår till 18,75 gram per kilometer ( $u_e$ ). De genomsnittliga koldioxidutsläppen efter utsläppsreduktion enligt reduktionsplikten för den delen av laddhybriders framdrift som sker med fossila bränslen beräknades år 2018 uppgå till 39,3 gram per kilometer (Transportstyrelsen 2020d). För laddhybrider tillkommer elförbrukningen, som här antas uppgå till samma värde som för elbilar. Detta resulterar i totalt 58,05 gram koldioxidutsläpp per kilometer för laddhybrider ( $u_h$ ). Variabeln körsträcka är framtagen från ett genomsnitt på regional nivå.

$$U_f = \beta_1 \times k \times 115,9$$

$$U_l = \left( \beta_1 \times \frac{x_e}{x_l} \times k \times 18,75 \right) + \left( \beta_1 \times \left( 1 - \frac{x_e}{x_l} \right) \times k \times 58,05 \right)$$

## 4.5 Metodkritik

### 4.5.1 Validitet av regressionsanalysen

Uppsatsens analys bygger främst på kvantitativ data från Naturvårdsverket och Trafikanalys. Då Klimatklivet endast varit verksamt under en kortare period blir antalet observationer mindre omfattande. Naturvårdsverkets data innehåller varje enskild ansökan till Klimatklivet och omfattar därmed över 2 000 observationer. I denna studie blir dock varje observation en sammanslagning av alla beviljade ansökningar per län och år. Detta resulterar i endast 105 observationer totalt. Uppsatsen behandlar emellertid all data som idag är tillgänglig på området. Framtida studier kommer därmed ge ett mer statistiskt säkert resultat då Klimatklivet varit verksamt under en längre tid och antalet observationer blir fler.

Samvariation kan uppstå mellan oberoende variabler inom modellen. I vår analys finns risk för att *nyregladdbil* påverkar *nyregmarknad* då försäljningen av laddbara bilar är en del av den totala nybilsförsäljningen. Det finns även risk för att *nyregmarknad* påverkar *fordonsskatt*, då fler bilar påverkar statens totala skatteintäkter från fordonsskatten. För att kontrollera att korrelationen inte är för stark görs en korrelationsanalys. Utifrån resultatet av korrelationsanalysen kommer val av relevanta kontrollvariabler att göras. Cortinhas och Black (2012, ss. 489-490) beskriver att korrelation är ett mått som visar i hur stor grad variabler samvarierar med varandra i riktning och styrka. Viss grad av korrelation mellan variablerna är normalt, så länge det inte uppstår för stark korrelation. Måttet antar ett värde mellan -1 och 1 där [1] visar på stark korrelation och [0,5] på måttlig korrelation. Cortinhas och Black (ss. 610-611) poängterar att när två oberoende variabler korrelerar med varandra i för hög grad uppstår problem med kollinearitet, och när fler variabler korrelerar med varandra uppstår problem med multikollinearitet. Kollinearitet leder till svårigheter med att tolka resultat, orimligt låga t-värden, överestimerade standardavvikelse samt att variabeltecknet kan bli felaktigt. För att undvika problem med kollinearitet antar vi att korrelation som överstiger ett värde av [0,6] är för stark korrelation och variabler som överstiger detta värde exkluderas därmed från modellen.

Vid regression av paneldata med fixerade effekter krävs flera antaganden. Ett av dess är antagandet om strikt exogenitet, vilket betyder att de oberoende variablerna inte ska korrelera med feltermen

( $u$ ) under någon tidsperiod (Wooldridge 2016, s. 435). Om feltermen innehåller information om faktorer som inte observerats finns en risk att  $u$  samvarierar med någon av de oberoende variablerna, vilket innebär att modellen är endogen. Detta kan ske då icke observerade tidstrender kan påverka regressorerna som i sin tur påverkar den beroende variabeln. Detta gör att en effekt som egentligen beror på en tredje faktor istället tillskrivs en av de oberoende variablerna. I denna analys skulle exempel på endogena effekter kunna vara förändrade specifikationer och minskade kostnader för laddstationer eller förändrad budgettilldelning till Klimatklivet. Dessa faktorer skulle då ligga i feltermen  $u$  men påverka den oberoende intressevariabeln *ackladdstationer*.

Brüderl och Ludwig (2013, s. 2) beskriver att då individen  $i$  observeras under flera tidsperioder kan regressionsmodellen kontrollera för de individuella faktorer som inte varierar över tid, något som är unikt för modellen för fixerade effekter. De hävdar att det därmed blir lättare att fastställa kausalitet då tidsberoende skillnader mellan individen kan kontrolleras. Wooldridge (2016, s. 757) beskriver kausalitet som en *ceteris paribus*-effekt på en beroende variabel som följd av en förändring i en oberoende variabel. Denna uppsats är dock inte tillräckligt omfattande och risken för en endogenitet är för hög för att kunna fastställa kausalitet, varpå vi enbart kommer tolka resultatet som korrelation.

I ett försök att komma bort från problematiken med leasingbilar som registreras i ett annat län än där de brukas görs en regression för region Öst där Stockholms län exkluderas, då 90 procent av de största leasingbolagen är registrerade i länet. Detta medför dock att de bilar och laddstationer som är verksamma i Stockholms län, där närmare en fjärdedel av Sveriges befolkning bor, tas bort ur beräkningarna. Närmare möjligheter att justera för denna avvikelser i vår data har inte kunnat göras inom ramen för denna uppsats och resultatet kommer framförallt analyseras med utgångspunkt att Stockholms län ingår i region Öst, då det är det största länet i regionen.

#### 4.5.2 Kritisk diskussion kring beräkning av klimatnytta

Vad gäller en alternativ beräkning av klimatnyttan så fokuserar modell 1 och 2 på två olika perspektiv. Detta kan göra en direkt jämförelse haltande, trots att de uppskattar klimatnyttan av samma produkt. Beräkningen av modell 2 utförs inom ramen för våra antaganden och begränsas till dagens situation för de inom modellen använda faktorerna. Därmed är det inte självklart att den

är tillämpbar på framtida scenarier om antaganden måste omprövas, vilket även gäller modell 1. Viktigt att påpeka är att beräkningen av klimatnyttan endast är tänkt att visa på just klimatnyttan av de publika laddstationer som genererat köp av laddbara bilar som annars uteblivit. Beräkningen visar alltså inte den totala samhällsnyttan för laddstationer, där exempelvis sysselsättning och teknikspridning är andra positiva aspekter av stödet. Då data för laddstationer är ackumulerad fram till år 2019 visar resultatet endast klimatnyttan för laddstationer fram tills dess. Vid beaktande av nätverkseffekten kan antalet laddstationer förväntas öka exponentiellt och utsläppsvärdena för fossildrivna bilar kan förväntas sjunka över tid tack vare teknikutveckling och skärpt reduktionsplikt. Detta gör att vissa antaganden och värden behöver justeras för år 2020 och framåt.

## 5. Resultat

I detta kapitel redogörs för uppsatsens resultat. Inledningsvis visas resultatet av en korrelationsanalys mellan uppsatsens oberoende variabler, för att kunna avgöra om modellen lider av multikollinearitet. Därefter presenteras resultatet av regressionsanalysen på nationell samt regional nivå. Utifrån resultatet av regressionsanalysen beräknas en alternativ metod till Naturvårdsverkets skattning av publika laddstationers klimatnytta.

### 5.1 Korrelationsanalys

Tabell 4. Korrelationsmatris över samtliga variabler.

	Ackladdstation, årsförskjutning 1 år	Nyregmarknad	Fordonsskatt	BNP	Bonusmalus	Bensinpris, årsförskjutning 1 år
Ackladdstation, årsförskjutning 1 år	1,0000					
Nyregmarknad	0,5481	1,0000				
Fordonsskatt	0,2967	-0,0071	1,0000			
BNP	0,4952	-0,0181	0,5495	1,0000		
Bonusmalus	0,4504	-0,0215	0,3527	0,9003	1,0000	
Bensinpris, årsförskjutning 1 år	0,4639	-0,0182	0,7801	0,9042	0,8606	1,0000

Då *bonusmalus* och *bensinpris* korrelerar i för hög grad med variabeln *BNP* uppstod problematik med multikollinearitet. Av denna anledning togs de två förstnämnda variablerna inte med i regressionsanalysen. Valet grundas i att variabeln *BNP* innehåller mer information om den ekonomiska utvecklingen jämfört med *bensinpris* och *bonusmalus*, då den även fångar upp tidstrender såsom teknikutveckling. När en ny korrelationsanalys gjordes för de återstående variablerna visade sig korrelationerna ha samma värden som vid korrelationsmatrisen i tabell 4. Därmed lider inte variablerna *ackladdstation* med ett års förskjutning, *nyregmarknad*, *fordonsskatt* samt *BNP* av multikollinearitet, då korrelationen inte överstiger [0,6].



## 5.2 Regressionsanalys

Tabell 5. Resultat av paneldataanalys med fixerad effekt över nyregistrerade laddbara bilar i Sverige, år 2015-2019.

Variabel	Nationellt	Norr	Väst	Öst	Öst utan	
					Sthlm	Syd
Akkumulerade laddstationer, lagg -1 år	40,14**	1,759	18,76**	108,6**	-7,979***	28,53***
Nyregistrerade bilar totalt på marknaden	0,3345**	0,0393	-0,012	0,182	-0,3624***	-0,0408
Fordonsskatt	-0,0361	0,0666**	0,2737	0,0043	0,2016**	0,1243
BNP	-0,0008	0,0013**	-0,0028	-0,0096	0,0004	-0,0021
Intercept	-4476	-2518**	442,9	6786	427	1634
Observationer	84	23	13	28	24	20

Koefficienter för regressioner på nationell nivå samt regional nivå. \*\*\* $p < 0,01$  \*\* $p < 0,05$  \* $p < 0,1$ .

Tabell 5 visar de oberoende variabelernas påverkan på nybilsregistreringen av laddbara bilar och signifikansnivåer för dessa på nationell samt regional nivå. Nedan kommenteras regressionerna.

### 5.2.1 Nationell nivå

På nationell nivå visar regressionen att den totala mängden laddstationer som fått stöd av Klimatklivet har en signifikant påverkan på nästkommande års nybilsförsäljning av laddbara bilar. För varje laddstation som sätts upp ökar nybilsförsäljningen med ungefär 40 laddbara bilar i Sverige totalt. I variabeln *nyregmarknad* kan utläsas att för varje nyregistrerad bil på marknaden ökar antalet nyregistrerade laddbara bilar med 0,33 enheter i genomsnitt. Även denna variabel är signifikant. Resterande kontrollvariabler är i denna regression inte signifikanta vilket innebär att deras påverkan inte kan skiljas från noll. Det finns en viss sannolikhet att de har en påverkan på antalet nyregistrerade laddbara bilar men den är för liten för att med säkerhet ta hänsyn till.

### 5.2.2 Region Norr

I region Norr har en ytterligare publik laddstation som fått stöd av Klimatklivet inte någon signifikant effekt på nybilsförsäljningen av laddbara bilar kommande år. Inte heller nyregistreringen av totalt antal bilar på marknaden har en signifikant effekt.

Båda kontrollvariablerna *fordonsskatt* och *BNP* visade sig däremot ha en signifikant effekt på antalet sålda laddbara bilar. Fordonsskatten beräknas generera en ökning av antalet sålda laddbara bilar med i genomsnitt 0,067 enheter vid en ökad skatteintäkt på en miljon kronor och när Sveriges BNP ökar med samma belopp stiger försäljningen av laddbara bilar i snitt med 0,0013 enheter.

### 5.2.3 Region Väst

I region väst visar regressionsanalysen att antalet publika laddstationer som erhållit stöd har en signifikant marginell effekt på antalet nyregistrerade bilar nästföljande år. Varje laddstation genererar en genomsnittlig ökning av antalet sålda laddbara bilar med knappt 19 enheter. Ingen av resterande variabler har en signifikant effekt på antalet sålda laddbara bilar och kan därför inte antas ha någon påverkan.

### 5.2.4 Region Öst

Region Öst visar på den största effekten av antalet nyregistrerade bilar per uppsatt laddstation som fått stöd av Klimatklivet. Varje laddstation har enligt regressionen en signifikant påverkan på antalet sålda laddbara bilar efterföljande år med nästan 109 enheter i snitt. Likt region Väst har ingen av kontrollvariablerna någon signifikant effekt på nyregistreringen av laddbara bilar.

### 5.2.5 Region Öst utan Stockholms län

När Stockholms län exkluderas ur region Öst visar sig den ackumulerade mängden publika laddstationer som fått stöd av Klimatklivet fortfarande ha en signifikant effekt på antalet sålda bilar nästkommande år. Effekten väntas dock minska antalet sålda laddbara bilar med nästan 8 enheter i genomsnitt per installerad laddstation. Även den totala nybilsregistreringen visar en signifikant negativ effekt. Marginaleffekten är i detta fall -0,36, för varje nyregistrerad bil på marknaden minskar antalet registrerade laddbara bilar med 0,36 enheter. Fordonsskatten förväntas öka antalet nyregistrerade laddbara bilar med 0,20 enheter i medeltal per ytterligare en miljon kronor i inbetald fordonsskatt. Effekten av fordonsskatten är statistiskt signifikant för regionen, vilket inte BNP är.

### 5.2.6 Region Syd

Även region Syd visar att antalet publika laddstationer som tagit emot bidrag från Klimatklivet har en signifikant effekt. Antalet sålda laddbara bilar förväntas öka med omkring 29 enheter året efter det att en publik laddstation har fått stöd. Ingen av kontrollvariablerna har en signifikant effekt på nybilsregistreringen av laddbara bilar och kan därför inte skiljas från noll.

## 5.3 Förväntad klimatnytta

Tabell 6. Beräknad klimatnytta per år efter resultat från regressionsanalys.

	Nationellt	Norr	Väst	Öst	Öst utan Sthlm	Syd
Körsträcka, km	11 710	11 230	11 720	11 640	11 210	11 670
Andel elbilar	0,3521	0,3449	0,4090	0,3293	0,3586	0,3490
Effekt laddbara bilar per laddstation	40,14	0,000	18,76	108,6	-7,979	28,53
Antal laddpunkter per laddstation	6,096	4,903	5,879	10,41	8,355	7,763
Andel snabbbladdare	0,0551	0,0848	0,0946	0,0278	0,0437	0,0471
Modell 1, kg CO <sub>2</sub> -e	10 430	9 203	11 360	16 210	13 760	12 930
Modell 2, kg CO <sub>2</sub> -e	33 690	0	16 250	89 490	-6 434	23 830
Differens	-23 260	9 203	-4 890	-73 280	20 190	-10 900

Tabell 6 visar de värden som skiljer mellan regionerna i beräkningen av klimatnyttan. *Andel snabbbladdare* visar hur stor andel av beviljade och utbetalda stöd till laddstationer som gått till laddare med en effekt på 50 kilowatt eller högre. *Effekt laddbara bilar per laddstation* utgör koefficienten *ackladdstation* med ett års förskjutning i regressionsanalysen av nybilsregistrering av laddbara bilar i Sverige. Differensen visar skillnaden mellan beräknad klimatnytta enligt modell 1 och modell 2.

### 5.3.1 Nationell nivå

På nationell nivå utgör elbilar 35 procent av den totala försäljningen av laddbara bilar. En laddstation omfattar i snitt 6 laddpunkter. Rikssnittet för andelen snabbbladdare av totala antalet publika laddstationer är sex procent. Med ett nationellt genomsnitt på 40 nyregistrerade laddbara

bilar till följd av en uppsatt laddstation ges en uppskattad klimatnytta på 33 700 kilogram koldioxidekvivalenter per år och laddstation. Denna beräkning är cirka tre gånger större än Naturvårdsverkets egna beräkningar av klimatnyttan per laddstation, som istället beräknas uppgå till 10 400 kilogram koldioxidekvivalenter per år.

### 5.3.2 Region Norr

I region Norr utgör elbilar 35 procent av den totala försäljningen av laddbara bilar. En laddstation omfattar i snitt fem laddpunkter och ungefär nio procent av alla laddstationer är snabbladdare, vilket efter Väst är den region med högst andel snabbladdare. Då variabeln *ackladdstation* inte visade sig ha någon signifikant påverkan på försäljningen av nyregistrerade laddbara bilar genererar de publika laddstationerna inte i någon klimatnytta för regionen enligt modell 2. Detta eftersom påverkan på nybilsregistreringen inte med säkerhet kan skiljas från noll. Naturvårdsverkets egen uppskattning av klimatnyttan för laddstationerna i Norr uppgår till 9 200 kilogram koldioxidekvivalenter per år. Oavsett modell beräknas klimatnyttan av laddstationerna i region Norr vara lägst i landet.

### 5.3.3 Region Väst

41 procent av den totala försäljningen av laddbara bilar är elbilar i region Väst, vilket är högst andel i landet. En laddstation hyser i snitt 6 laddpunkter och ungefär tio procent av alla laddstationer är snabbladdare, vilket även detta är högst andel i landet. I snitt tillkommer 19 nyregistrerade laddbara bilar till följd av en uppsatt laddstation, vilket är ungefär hälften så många som riksgenomsnittet. Detta ger den näst lägsta klimatnyttan i landet med en uppskattad utsläppsreduktion på 16 300 kilogram koldioxidekvivalenter per år och laddstation. Naturvårdsverkets uppskattning av klimatnyttan för laddstationerna i Väst är en utsläppsreduktion på 11 400 kilogram koldioxidekvivalenter per år och laddstation.

### 5.3.4 Region Öst

I region Öst utgör elbilar 33 procent av den totala försäljningen av laddbara bilar, vilket är lägst bland alla regioner. En laddstation innehar i snitt 10 laddpunkter, vilket är flest antal i landet. Ungefär tre procent av alla laddstationer är snabbladdare, vilket istället är lägst i landet. I snitt tillkommer 109 nyregistrerade laddbara bilar till följd av en uppsatt laddstation. Detta värde är

mycket högre än de andra regionernas genomsnitt och över det dubbla jämfört med riksgenomsnittet. Den uppskattade klimatnyttan uppgår till 89 500 kilogram koldioxidekvivalenter per år och laddstation, vilket är mer än 5,5 gånger högre än riksgenomsnittet. Naturvårdsverkets uppskattning av klimatnyttan är högst i landet för laddstationerna i Öst med 16 200 kilogram koldioxidekvivalenter per år och laddstation. Region Öst har den största differensen mellan de två skattningsmodellerna för klimatnytta.

#### *5.3.5 Region Öst utan Stockholms län*

För att justera för en potentiellt överskattad klimatnytta för laddstationerna i Öst, till följd av ett stort antal bilar registreras som leasingbilar i regionen utan att de brukas där, görs även beräkningar där Stockholms län exkluderas ur regionen. Vid denna beräkning stiger andelen elbilar till 36 procent av den totala försäljningen av laddbara bilar. Laddpunkter per laddstation sjunker till 8 och andelen snabbladdare ökar till över fyra procent. Däremot uppgår värdet för antalet nyregistrerade laddbara bilar till följd av en uppsatt laddstation till minus 8. Detta skulle i så fall betyda att för varje nytillkommen laddstation minskar antalet nyregistreringar med 8 laddbara bilar. Klimatnyttan blir därmed negativ vilket innebär att laddstationerna genererar en ökning av utsläppen med 6 400 kilogram koldioxidekvivalenter per år. Detta resulterar i en klimatnytta som är 40 100 kilogram koldioxidekvivalenter lägre per år än riksgenomsnittet samt 20 200 kilogram koldioxidekvivalenter lägre per år än Naturvårdsverkets egen uppskattning av klimatnyttan.

#### *5.3.6 Region Syd*

I region Syd utgör elbilar 35 procent av den totala försäljningen av laddbara bilar. En laddstation inkluderar i snitt 8 laddpunkter och ungefär fem procent av alla laddstationer är snabbladdare. I snitt tillkommer 29 nyregistrerade laddbara bilar till följd av en uppsatt laddstation. Detta ger en beräknad klimatnytta på 23 800 kilogram koldioxidekvivalenter per år och laddstation, vilket är närmast riksgenomsnittet av alla regioner. Naturvårdsverkets uppskattning av klimatnyttan är en utsläppsreduktion på 12 900 kilogram koldioxidekvivalenter per år.

## 6. Diskussion

Elektrifiering av fordonsflottan är en av huvudstrategierna för att nå Sveriges miljömål. Genom Klimatklivets stöd till utbyggnad av laddstationer skapas förutsättningar för att kunna ställa om den svenska fordonsflottan. Utsläppen från transportsektorn i Sverige har visserligen minskat, men mest på grund av användning av biodrivmedel. För att utsläppskurvan inte ska vända uppåt krävs en snabbare elektrifiering av fordonsflottan. I denna uppsats kan det konstateras en signifikant korrelation mellan Klimatklivets stöd till utbyggnad av laddstationer och en ökad elektrifiering av personbilar i alla regioner förutom region Norr. Klimatnyttan av dessa laddstationer kan således också vara större än vad som tidigare uppskattats.

Genom att installera laddstationer ökar möjligheten för Sveriges befolkning att nyttja laddbara bilar som ett substitut till fossildrivna bilar. Att Sverige har satt ett tidigare slutdatum för användning av fossila bränslen och därmed har striktare utsläppsmål än EU, är ett resultat av visionen om att vara ett föregångsland för resten av världen i siktet mot fossilfrihet. Uppfyllnadsgraden av de högt satta klimatmålen är dock bristande, då utsläppen inte sjunker tillräckligt snabbt. Utsläpp av växthusgaser är en externalitet vars kostnader marknaden inte kan internalisera på egen hand och därför krävs åtgärder. Då individer nyttomaximerar utifrån sina nyttor och kostnader kommer en fri marknad inte kunna handskas med marknadsmisslyckanden. Därför krävs statligt ingripande.

Då det är svårt att säga vad som skulle vara den optimala lösningen för att elektrifiera personbilar har olika statliga incitament införts som påverkar i olika led. Bland annat används subventioner av både laddbara bilar och dess komplementära laddstationer. En generell kritik mot denna typ av ekonomiskt styrmedel är att den på lång sikt lockar fler aktörer till marknaden och riskerar därför att öka utsläppen över tid. I fallet för laddinfrastruktur ses dock fler aktörer generera en positiv nätverkseffekt då laddstationer bidrar till positiva externaliteter och subventionerna ämnar få marknaden konkurrenskraftig. Detta gäller speciellt när laddstationer kan vara en teknik som lider av excess inertia och därmed har svårigheter att etablera sig på marknaden trots positiv samhällsnytta av nätverkseffekten. Dock kan subventioner komma att bli en nackdel för utvecklingen av ny teknik, då subventioner kan skapa inlåsningseffekter på befintlig teknologi. Tekniken som subventioneras måste på sikt kunna vara konkurrenskraftig i sig själv. Därmed bör

subventioner inledningsvis finnas till hands för att vara med och skapa en konkurrenskraftig marknad, och sedan avta när de initiala kostnaderna sjunkit och lönsamheten för aktörerna stigit.

För att se vilken effekt stödet till laddstationer har på elektrifieringen av fordonsflottan användes en regressionsanalys baserad på paneldata med fixerade effekter. Resultatet av regressionen förväntades ge en positiv riktning av samtliga koefficienter på både nationell och regional nivå. Utfallet blev dock annorlunda för vissa variabler då koefficienterna i dessa fall visade på en negativ effekt. Intressevariabeln samt kontrollvariabeln för nyregistrerade bilar totalt på marknaden visar i region Öst utan Stockholm en signifikant negativ effekt. Kontrollvariablerna som används visar i många fall inte på någon signifikant effekt. Då dessa variabler används för att kontrollera utomstående faktorer som intressevariabeln inte tar hänsyn till är de ändå av vikt. Deras insignifikans påverkar inte resultatet.

Resultatet av regressionsanalysen tyder på att utökad publik laddinfrastruktur ökar andelen sålda laddbara bilar, förutom i region Norr där skillnaden visade sig vara insignifikant. Effekten varierar över landet. I Öst är effekten stor medan laddstationernas påverkan i Väst är mycket lägre. Anledningen till att region Norr inte visade på en signifikant skillnad kan bero på att antalet laddstationer i dagsläget är för få och nätverket inte är tillräckligt utbrett. Det ger inte invånarna i regionen förtroende och trygghet nog att investera i en laddbar bil. Eftersom avstånden i länen i norra Sverige är större och mer glesbefolkat än i övriga Sverige krävs fler laddstationer per capita för att nå samma nytta per person. Denna problematik är något som Klimatklivet och Energimyndigheten redan aviserar genom att peka ut prioriterade snabbladdare som syftar till att länka samman Sveriges snabbladdningsinfrastruktur. För Klimatklivets första ansökningsomgång år 2020 är alla prioriterade laddare i Norra Sverige.

Värt att återigen påpeka är att flertalet av de bilar som idag leasas i Sverige registreras i Stockholms län, trots att de brukas i andra delar av landet. Detta leder till vilseledande statistik över var nyregistreringar sker. Resultaten hade alltså sett annorlunda ut om de bilar som leasas hade registrerats där de faktiskt är verksamma. I ett försökt att kontrollera för detta exkluderades Stockholm ur region Öst i en av regressionerna. Resultatet från denna regression visade att laddstationerna i regionen har en negativ påverkan på nybilsförsäljningen av laddbara bilar och för

varje ny bil som registreras så minskar antalet laddbara bilar. Detta resultat anses vara osannolikt, då det i så fall skulle innebära att färre personer skulle välja att köpa en laddbar bil om fler laddstationer installerades. Att exkludera Stockholms län från region Öst gör att alla bilar som brukas i länet, där nästan en fjärdedel av Sveriges befolkning bor, räknas bort. Dessutom kan antas att borttagandet av Stockholms län påverkar länen i region Öst i högre utsträckning än övriga Sverige, då Öst ingår i samma arbetsmarknadsregion och fler företag kan därför antas leasa bil i Stockholm jämfört med övriga landet. Därför är vår bedömning att en exkludering av Stockholms län ur region Öst gör mer skada än nytta för resultatet och därmed blir mer relevant att inte ta hänsyn till leasingbilarna i länet. Framtida forskning bör dock ha som ambition att hitta metoder för att kontrollera vart bilarna brukas och inte bara se till vart de är registrerade för att få ett så adekvat resultat som möjligt.

Viss tidigare forskning tyder på att interaktionen med andra styrmedel och incitament är det centrala för att stöd till utbyggnad av laddnätverk ska få en tydlig effekt. Samspelet mellan Klimatklivets stöd till laddstationer, subventioner av laddbara bilar och straffbeskattningen av fossildrivna bilar i Bonus-Malus-systemet är inte något som närmare studeras i den här uppsatsen. Detta kan förväntas vara en av grundförutsättningarna för att laddbara bilar plockar allt större marknadsandelar. Samtidigt har andra studier, som redovisas under avsnittet om tidigare forskning (2.5), visat att stöd till utbyggnad av ett publikt laddnätverk är den enskilt viktigaste komponenten för att göra laddbara bilar brukbara. Vi menar därför fortfarande att uppsatsens resultat är relevant även om vi inte närmare studerar interaktionen mellan incitamenten som nämnts ovan.

Hur en uppskattning av den marginella klimatnyttan för ytterligare en laddstation ska ske är inte självklart. Naturvårdsverket väljer att följa Energimyndighetens beräkningsmodell (modell 1) där det är förväntad användning av den specifika laddstationen som ligger till grund för hur stor klimatnyttan beräknas bli. Detta perspektiv ger den direkta klimatnyttan av att en bil kör en viss sträcka på el istället för ett fossilt bränsle. 80-90 procent av alla laddning förväntas ske vid en icke-publik laddare och därmed kan en relativt liten del av den klimatnytta som kommer av den laddbara bilens användning tillskrivas den publika laddstationen. Modell 1 tar inte hänsyn till det ökade förtroendet för laddbara bilar som ett utbyggt laddnätverk ger. Förtroendet kan vara en förutsättning för att en fossildriven bil överhuvudtaget ersätts av en laddbar bil. I modell 2 tas istället enbart



hänsyn till hur laddstationer möjliggör ett skifte från en fossildriven bil till en laddbar. Därmed kan bilens totala användning räknas till laddstationens klimatnytta, då alla sträckor där den laddbara bilen har ersatt en fossildriven bil är laddstationens förtjänst. Analysen baseras på antagandet att alla publika laddstationer stärker förtroendet för laddbara bilar lika mycket. För framtida forskning är det intressant att studera hur laddstationers specifikationer påverkar förtroendet för laddnätverket och laddbara bilar bland potentiella förstagångskonsumenter.

Skillnaderna i resultat mellan de två beräkningsmodellerna för klimatnytta är relativt stora. I alla regioner förutom region Norr överstiger modell 2 den beräknade klimatnyttan för modell 1. Vilken beräkningsmodell som är mer korrekt är inte helt enkelt att besvara. På en marknad där laddnätverkets densitet är tillräckligt låg för att fortfarande vara en barriär för potentiella elbils- och laddhybridskonsumenter bör beräkningen av klimatnyttan inkludera effekten på nybilsförsäljningen. Detta då en utbyggd laddstation är med och bygger bort barriären på marknaden. Därmed blir modell 2 mer tillämplig. På en marknad där laddnätverkets densitet inte upplevs vara ett hinder för konsumenternas köp av en laddbar bil så har en extra laddstation en begränsad påverkan på nybilsförsäljningen. Därmed är det mer relevant att mäta klimatnyttan enligt modell 1. På kort sikt är det således mer korrekt att ta nybilsregistreringen i beaktande och på lång sikt bör direkt användning istället vara grunden för klimatnyttan. WSP:s kritik mot att stödet till publika laddstationer är den dyraste åtgärds-kategorin i förhållande till uppmätt klimatnytta blir mindre relevant om klimatnyttan enligt modell 2 hade tagits i beaktande.

Vart brytpunkten ligger för när det är relevant ur ett svenskt perspektiv att övergå från att beräkna klimatnyttan enligt modell 2 till modell 1 är svårt att svara på. Tidigare studier tyder på att behovet av publik laddinfrastruktur är landsspecifikt och att generella internationella slutsatser är svåra att dra. Dessutom kan det upplevda behovet av publik laddning skilja sig från det faktiska behovet. Med tillgänglig hemladdning och ett offentligt laddnätverk utan vita fläckar över Sverige skulle det kunna argumenteras för att behovet av ytterligare utökad offentligt laddnätverk inte skulle vara nödvändigt för att sänka tröskeln till att köpa en laddbar bil. Däremot kan konsumenter trots detta fortsätta att uppleva ett bristande laddnätverk, vilket förstärker räckviddsångesten och får dem att välja andra bilar än laddbara. Utifrån detta resonemang blir det än svårare att sätta ett värde eller en tidpunkt för när laddnätverket är tillräckligt utbyggt för att det inte ska ses som en barriär för

konsumenter att köpa laddbara bilar. Denna brytpunkt kan också skilja sig mellan de som köper elbilar och laddhybrider. Publika laddstationer är särskilt viktigt för elbilsanvändare som vid längre resor är helt beroende av ett offentligt laddnätverk, jämfört med laddhybridsanvändare som även kan förlita sig på förbränningsmotorn i bilen som drivs av fossila bränslen. Prognoserna för nybilsförsäljning har dock hittills underskattat elbilsförsäljningen och överskattat laddhybridsförsäljningen, vilket kan tyda på att barriären är lägre än tidigare förväntats.

Att minska barriären för inträde till marknaden genom utökad laddinfrastruktur kan gynna befintliga aktörer enligt teorin om nätverkseffekter. Effekten leder till att befintliga aktörer på marknaden får en högre nytta av att fler ansluter. Här skapar ett utbyggt laddnätverk en ökad trygghet för konsumenter att köpa laddbar bil och fler kunder är då villiga att ansluta då fler aktörer installerar laddstationer. Därmed förväntas antalet laddbara bilar öka med en exponentiell effekt i takt med att fler laddstationer installeras. Detta förväntas pågå upp till en nivå där antalet laddstationer inte längre har påverkan på försäljningen av laddbara bilar och fler aktörer på marknaden således ökar konkurrensen. Nätverkseffekten för laddstationer kan således antas ha en positiv exponentiell effekt på nybilsförsäljningen av laddbara bilar inledningsvis, men marginaleffekten kommer sedan att avta.

Båda beräkningsmodellerna antar att en elmil ersätter en fossildriven mil. Detta får som effekt att den totala klimatnyttan ökar om den totala körsträckan också skulle öka. Ur ett holistiskt perspektiv kan detta dock bli kontraproduktivt då utsläpp av växthusgaser och andra miljöfarliga ämnen sker oavsett vilken typ av energi som bilen drivs av. Modellerna bör i framtiden ses över och byggas upp så att klimatnyttan kan bibehållas samtidigt som arbete görs för att minska privatbilismens totala körsträcka. Delvis görs detta redan inom ramen för Klimatklivet. Inom åtgärds-kategorin *infrastruktur* ges bland annat stöd till utbyggnad av cykelvägar.

## 7. Slutsats

Ur ett nationellt perspektiv tyder vår analys på att Klimatklivets stöd till laddstationer har en signifikant effekt på antalet nyregistrerade laddbara bilar och därför bör fortsatt stöd ges för att utvidga laddinfrastrukturen i Sverige. Analysen visar på en signifikant korrelation i alla regioner förutom region Norr. Insignifikansen i Norr kan bero på att barriären för att köpa en laddbar bil fortsatt är hög till följd av färre laddstationer på en större geografisk yta. Om målet är att elektrifiera hela Sveriges fordonsflotta så bör det vara fortsatt prioriterat att täcka vita fläckar i region Norr.

Klimatklivets stöd till publika laddstationer har enligt vår analys en positiv effekt på nybilsförsäljningen av laddbara bilar, vilket bör tas i beaktande vid beräkning av klimatnytta per publik laddstation. Modellen som Naturvårdsverket för närvarande använder tar inte hänsyn till effekten på nybilsförsäljning av laddbara bilar som laddnätverket bidrar till, då skattningen bara räknar på faktisk användning. Eftersom laddnätverkets fysiska närvaro även antas ha en påverkan på förtroendet för laddbara bilar bör detta tas i beaktning. I vår beräkning av klimatnyttan till följd av ökad nybilsförsäljning per laddstation är nyttan högre både nationellt och i alla regioner förutom region Norr. Så länge laddnätverkets densitet är så lågt att det är ett hinder för att konsumera en laddbar bil, bör laddstationers effekt på försäljningen inkluderas i skattningen av klimatnyttan.

Utifrån resultatet av denna uppsats rekommenderar vi Naturvårdsverket att se över sina beräkningar av klimatnyttan och kontrollera möjligheterna att ta hänsyn till det ökade förtroendet för elektrifierade bilar som ett offentligt laddnätverk ger. Detta kan ske genom att inkludera laddstationers effekt på nybilsförsäljningen av laddbara bilar.

# Referenslista

- Brüderl, J. & Ludwig, V. (2013). Fixed-Effects Panel Regression. I Best, H & Wolf, C. (red.) *The SAGE Handbook of Regression Analysis and Causal Inference*. London: SAGE Publications Ltd.
- Brännlund, R. & Kriström, B. (2012). *Miljöekonomi*. 2.1 Uppl., Lund: Studentlitteratur AB.
- Cortinhas, C. & Black, K. (2012). *Statistics for business and economics*. 1 Uppl., Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Del Río González, P. (2007). Policy implications of potential conflicts between short-term and long-term efficiency in CO2 emissions abatement. *Ecological Economics*, 65, ss. 292-303. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.06.013
- Ekonomistyrningsverket (2020). *Inkomsttyp 9000: Löpande redovisade skatter*. <https://www.esv.se/statens-ekonomi/prognos-och-utfall/utfall-for-statens-budget/inkomster/?year=2019&month=12&group=9000> [05-05-2020]
- Energimyndigheten (2017). *Klimatvärdering av icke-publika och publika laddstationer inom Klimatklivet*. Eskilstuna: Energimyndigheten. <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/bidrag-och-ersattning/bidrag/klimatklivet/Klimatvardering-laddstationer-sep-2017.pdf> [14-04-2020]
- Energimyndigheten (2019a). *Drivmedel 2018*. Bromma: Energimyndigheten. <https://www.energimyndigheten.se/globalassets/statistik/drivmedel-2018.pdf> [12-05-2020]
- Energimyndigheten (2019b). *Komplettering till Kontrollstation 2019 för reduktionsplikten*. Eskilstuna: Energimyndigheten. <https://www.energimyndigheten.se/globalassets/fornybart/hallbara-branslen/reduktionsplikt/kontrollstation-2019.pdf> [12-05-2020]
- Energimyndigheten (2019c). *Laddinfrastruktur*. <http://www.energimyndigheten.se/klimat--miljo/transporter/energieffektiva-och-fossilfria-fordon-och-transporter/laddinfrastruktur/> [21-04-2020]
- Energimyndigheten (2020). *Regional fördelning av laddinfrastruktur för ansökningsomgång 1, 2020*. Eskilstuna: Energimyndigheten.
- Europeiska kommissionen (2018). Meddelande från kommissionen: *En ren jord åt alla: En*

- europaisk strategisk långsiktig vision för en stark, modern, konkurrenskraftig och klimatneutral ekonomi*. Bryssel: Europeiska kommissionen <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX:52018DC0773> [02-05-2020]
- Farrell, J. & Klemperer, P. (2006). *Coordination and Lock-in: Competition with Switching Costs and Network Effects*. UC Berkeley: Competition Policy Center.
- Finansdepartementet (2020). *Sverige ska bli ett fossilfritt föregångsland*. <https://www.regeringen.se/artiklar/2019/10/sverige-ska-bli-ett-fossilfritt-foregangsland/> [20-04-2020]
- Frank, R. (2006). *Microeconomics and Behavior*. 6. Uppl., New York: McGraw-Hill Higher/Irvin.
- Funke, S., Sprei, F., Gnann, T. & Plötz, P. (2019) How much charging infrastructure do electric vehicles need? A review of the evidence and international comparison. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 77, ss. 224-242.  
doi:10.1016/j.trd.2019.10.024
- Greaker, M. & Midttømme, K. (2016). Network effects and environmental externalities: Do clean technologies suffer from excess inertia? *Journal of Public Economics*, 143, ss. 27-38.
- Harrison, G., & Thiel, C. (2016). An exploratory policy analysis of electric vehicle sales competition and sensitivity to infrastructure in Europe. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, ss. 165-178. doi:10.1016/j.techfore.2016.08.007
- Kolstad, C. (2011). *Intermediate Environmental Economics*. 2. Uppl., New York: Oxford University Press.
- Meyer, P. & Winebrake, J. (2009). Modeling technology diffusion of complementary goods: The case of hydrogen vehicles and refueling infrastructure. *ScienceDirect*, 29(2), ss. 77-91.  
doi:10.1016/j.technovation.2008.05.004
- Naturvårdsverket (2016). *Information om stödet till laddinfrastruktur inom Klimatklivet*. Stockholm: Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/bidrag-och-ersattning/bidrag/klimatklivet/klimatklivet-information-ansokan-laddinfrastruktur-160210.pdf> [21-04-2020]
- Naturvårdsverket (2019a). *Information om investeringsstöd till laddinfrastruktur inom Klimatklivet*. Stockholm: Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/bidrag-och-ersattning/bidrag/klimatklivet/information-investeringsstod->

- laddinfrastruktur-  
klimatklivet.pdf?fbclid=IwAR1\_rpyHMeHYi4vE9NxXoaJHef\_fIBeZOofUTCMebaoSv4y  
Emnb453XiN1Gc [21-04-2020]
- Naturvårdsverket (2019b). *Styrmedel*.  
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Styrmedel/> [27-04-2020]
- Naturvårdsverket (2019c). *Utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter*.  
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/> [24-04-2020]
- Naturvårdsverket (2020a). *Data från KlivIT, ansökningar om stöd till publika laddstationer*.  
[opublicerat material]
- Naturvårdsverket (2020b). *Lägesbeskrivning för Klimatklivet*. Stockholm: Naturvårdsverket.  
<https://www.naturvardsverket.se/upload/stod-i-miljoarbetet/bidrag-och-ersattning/bidrag/klimatklivet/lagesbeskrivning-klimatklivet-2020.pdf> [28-04-2020]
- Naturvårdsverket (2020c). *Om Klimatklivet*.  
<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Om-Klimatklivet/> [03-04-2020]
- Naturvårdsverket (2020d). *Sveriges del av EU:s klimatmål*.  
<https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatattaganden/> [24-04-2020]
- Nordelöf, A. & Tillman, A. (2014). *Mindre miljöpåverkan eller bara annorlunda?* Göteborg: Institutionen för Energi och miljö, Chalmers.  
[http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/210659/local\\_210659.pdf?fbclid=IwAR1Ag9H2mi4PZU-AVIUcpm\\_-Pjm1LjOjY9hgmvxCiUD0xtAs5irH0mhrhcA](http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/210659/local_210659.pdf?fbclid=IwAR1Ag9H2mi4PZU-AVIUcpm_-Pjm1LjOjY9hgmvxCiUD0xtAs5irH0mhrhcA)
- Power Circle (2020). *Sveriges nationella statistik för elbilar och laddinfrastruktur*.  
<https://www.elbilsstatistik.se/> [21-04-2020]
- Regeringskansliet (2020). *Mål för miljö och klimat*. <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/miljo-och-klimat/mal-for-miljo/> [20-04-2020]
- Riksrevisionen (2020). *Statliga åtgärder för fler miljöbilar, rir 2020:1*. Stockholm:

Riksrevisionen.

[https://www.riksrevisionen.se/download/18.69c381801700b3b6ecddccdb/1581431792786/RiR%202020\\_01%20Anpassad.pdf](https://www.riksrevisionen.se/download/18.69c381801700b3b6ecddccdb/1581431792786/RiR%202020_01%20Anpassad.pdf) [06-05-2020]

SFS 2015:517. *Förordning om stöd till lokala klimatinvesteringar*. Stockholm: Miljö- och Energidepartementet. [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2015517-om-stod-till-lokala\\_sfs-2015-517](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2015517-om-stod-till-lokala_sfs-2015-517) [24-04-2020]

Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K. & van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 68, ss. 183-194. doi:10.1016/j.enpol.2014.01.043

Statistiska centralbyrån (SCB) (2018). *Totala miljöskatter i Sverige 1993–2019*.

<https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/miljoekonomi-och-hallbar-utveckling/miljorakenskaper/pong/tabell-och-diagram/miljoskatter/totala-miljoskatter-i-sverige/> [05-05-2020]

Statistiska centralbyrån (SCB) (2020). *BNP från användningssidan (ENS2010)*,

*försörjningsbalans efter användning. Kvartal 1980K1 - 2019K4*.

[http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START\\_\\_NR\\_\\_NR0103\\_\\_NR0103A/NR0103ENS2010T01Kv/?fbclid=IwAR3PGLBabnQssuhMD6soEame\\_YCwczmsTv00xeizAAmOb0wGSOVloi579pU](http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__NR__NR0103__NR0103A/NR0103ENS2010T01Kv/?fbclid=IwAR3PGLBabnQssuhMD6soEame_YCwczmsTv00xeizAAmOb0wGSOVloi579pU) [05-05-2020]

Svenska Dagbladet (SvD) 2020. *Elbilspriset samma som fossildrivnet 2025*.

<https://www.svd.se/experten-elbilspriset-samma-som-fossildrivnet-2025> [05-06-2020]

Svenska petroleum- & biodrivmedelinstitutet (SPBI) (2020). *Bensin*.

[https://spbi.se/statistik/priser/bensin/?fbclid=IwAR1Gf6\\_CiFGzG6MDpolK0RYwBpkgEdZ-5OOQt8Bt\\_nzLqMPEgBkopD9Zo5M](https://spbi.se/statistik/priser/bensin/?fbclid=IwAR1Gf6_CiFGzG6MDpolK0RYwBpkgEdZ-5OOQt8Bt_nzLqMPEgBkopD9Zo5M) [05-05-2020]

Sveriges miljömål (2020). *Utsläpp av växthusgaser till år 2020*.

<https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/utslapp-av-vaxthusgaser-till-ar-2020/> [20-04-2020]

Sveriges miljömål (u.å.a). *Begränsad klimatpåverkan*.

<http://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/begransad-klimatpaverkan/> [20-04-2020]

Sveriges miljömål (u.å.b). *Etappmålen*. <http://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/>

[20-04-2020]

Sveriges miljömål (u.å.c). *Sveriges miljömål*. <http://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/>

- [20-04-2020]
- Trafikanalys (2019). *Korttidsprognoser över den svenska vägfordonsflottans utveckling - 2018*.  
<https://www.trafa.se/vagtrafik/prognoser-for-fordonsflottans-utveckling-7462/>
- [21-04-2020]
- Trafikanalys (2020a). *Fordon på väg*. <https://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/> [21-04-2020]
- Trafikanalys (2020b). *Körsträckor*. <https://www.trafa.se/vagtrafik/korstrackor/> [23-04-2020]
- Trafikverket (2018). *Mål och inriktning för klimatarbetet*.  
<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/energi-och-klimat/Klimatmal-for-transportsektorn/> [20-04-2020]
- Trafikverket (2020). *Scenarier för att nå klimatmålet för inrikes transporter*. Borlänge: Trafikverket. [https://trafikverket.ineko.se/Files/en-US/74700/Ineko.Product.RelatedFiles/2020\\_080\\_scenarier\\_for\\_att\\_na\\_klimatmalet\\_for\\_inrikes\\_transporter\\_ett\\_regeringsuppdrag.pdf](https://trafikverket.ineko.se/Files/en-US/74700/Ineko.Product.RelatedFiles/2020_080_scenarier_for_att_na_klimatmalet_for_inrikes_transporter_ett_regeringsuppdrag.pdf) [20-05-2020]
- Transportstyrelsen (2015). *Fordonsskatt beräknas utifrån vikt eller koldioxidutsläpp*.  
<https://transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/Fordonsskatt/sa-beraknas-fordonsskatten/> [04-06-2020]
- Transportstyrelsen (2020a). *Bonus malus-system för personbilar, lätta lastbilar och lätta bussar*.  
<https://www.transportstyrelsen.se/bonusmalus> [14-04-2020]
- Transportstyrelsen (2020b). *Bonus - till bilar med låga utsläpp*.  
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/bonus-malus/bonus/berakna-din-preliminara-bonus/> [15-04-2020]
- Transportstyrelsen (2020c). *Malus – för bilar med höga utsläpp*.  
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/bonus-malus/malus/> [15-04-2020]
- Transportstyrelsen (2020d). *Statistik över koldioxidutsläpp 2018*.  
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/statistik/Statistik-over-koldioxidutslapp/statistik-over-koldioxidutslapp-2018/> [04-05-2020]
- Utredningen om fossilfri fordons trafik (2013). *Fossilfrihet på väg* (SOU 2013:84). Stockholm: Regeringskansliet. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2013/12/sou-201384/> [09-04-2020]
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory Econometrics*. 6 Uppl., Boston: Cengage Learning.



WSP (2017). *Klimatklivet, en utvärdering av styrmedlets effekter*. Stockholm: WSP Sverige AB.

Ynnor (2019). *Tjänstebilsguiden 2020*. Malmö: TMG.

<https://en.calameo.com/read/00549752830b638afe7ab>

Zhang, Y., Qian, Z., Sprei, F. & Li, B. (2016) The impact of car specifications, prices and incentives for battery electric vehicles in Norway: Choices of heterogeneous consumers.

*Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 69, ss. 386-401.

doi:10.1016/j.trc.2016.06.014

# Bilaga A

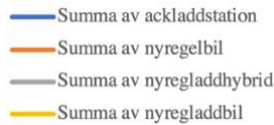
## Klimatklivets åtgärds-kategorier

*Tabell A1. Lista över Klimatklivets åtgärds-kategorier samt exempel på åtgärder för samtliga kategorier.*

<b>Åtgärds-kategori</b>	<b>Exempel på åtgärd</b>
Avfall	Utveckling av återbruk av material på återvinningscentral
Energieffektivisering	Byte av kylskåp i matvarubutik
Energikonvertering	Byte av oljepanna till en panna driven på bioolja
Fordon	Byte av dieseldrivna lastbilar till gasdrivna lastbilar
Gasutsläpp	Byggnation av klimatkällor för att minska växthusgasutsläpp från deponi
Informationsinsatser	Informationsinsats till restauranger för att få dem att byta ut vissa råvaror för att minska sina växthusgasutsläpp
Infrastruktur	Byggnation av cykelställ vid centralstation och utbyggnad av cykelvägar
Laddstationer	Uppsättning av laddstationer vid centrala platser i en småstad för att skapa ett offentligt laddnätverk
Biogasproduktion	Uppgradering och effektivisering av biogasanläggning
Transport	Byggnation av HVO-tankstation

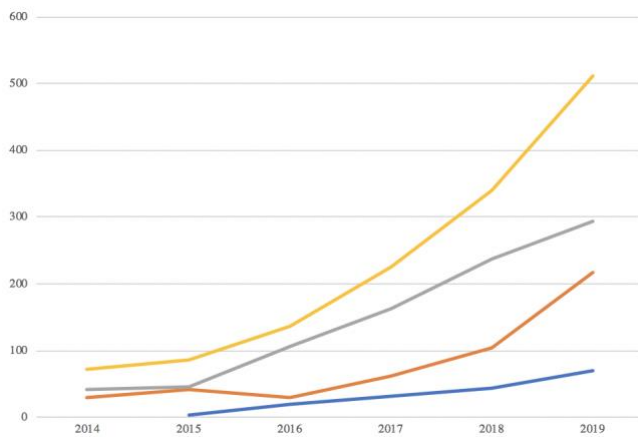
# Bilaga B

Nedan återfinns grafer av nybilsförsäljning av laddbara bilar samt ackumulerade publika laddstationer som installerats tack vare stöd från Klimatklivet. Den gula grafen visar nyregistrerade bilar totalt per län och år, den gråa grafen antalet nyregistrerade laddbara bilar per län och år och den orangea grafen visar antalet nyregistrerade elbilar per län och år. Den blåa grafen visar därmed ackumulerat antal installerade laddstationer i länet.

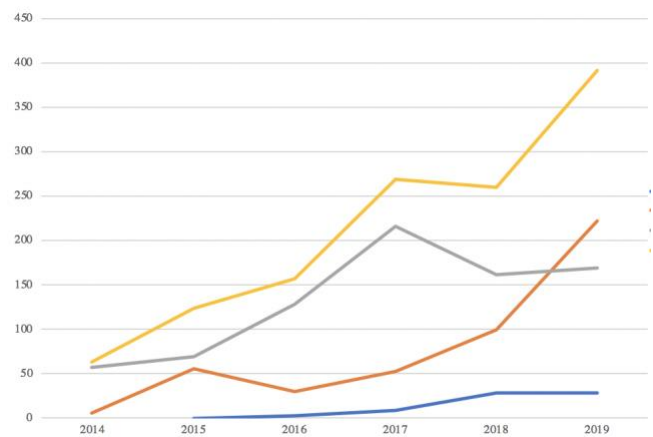


## Region Norr

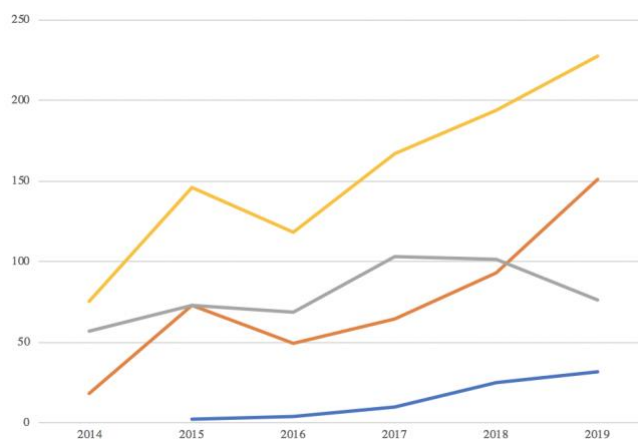
**Diagram B1. Dalarnas län.**



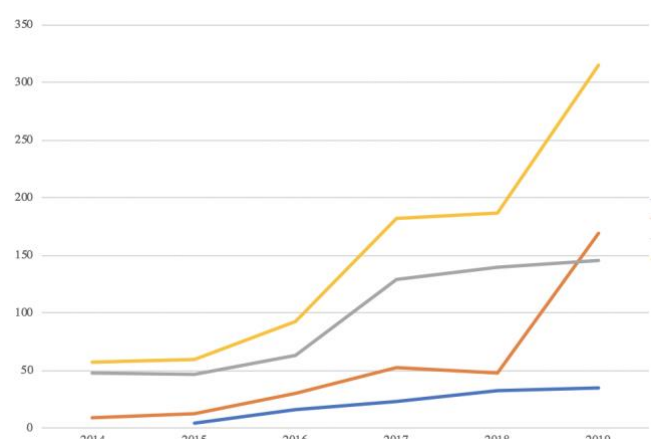
**Diagram 2. Gävleborgs län**



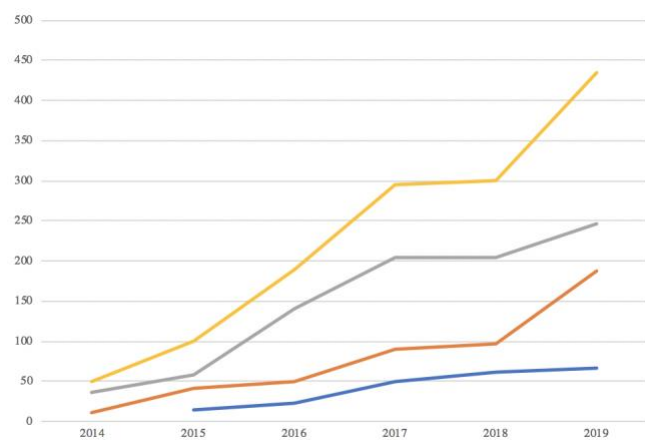
**Diagram B3. Jämtlands län.**



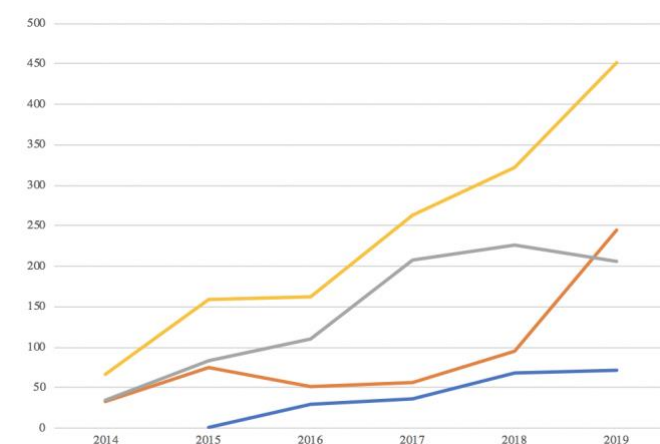
**Diagram B4. Norrbottens län.**



**Diagram B5. Västerbottens län.**

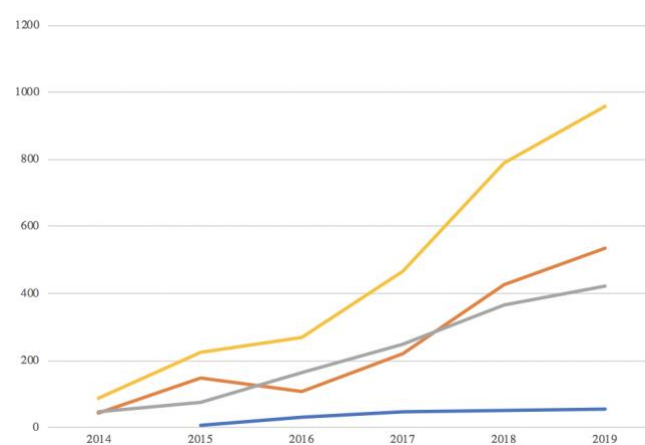


**Diagram B6. Västernorrlands län.**

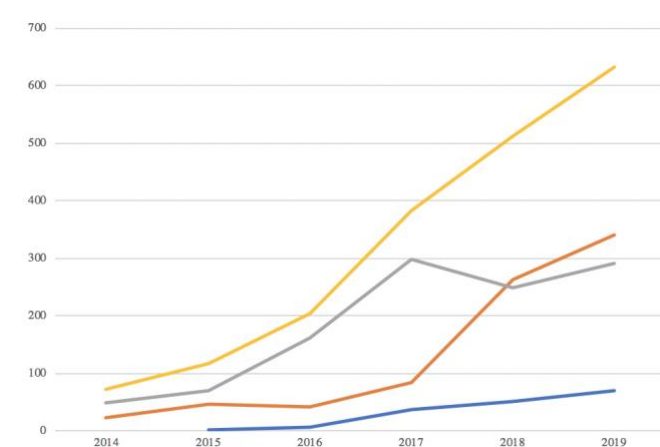


## Region Väst

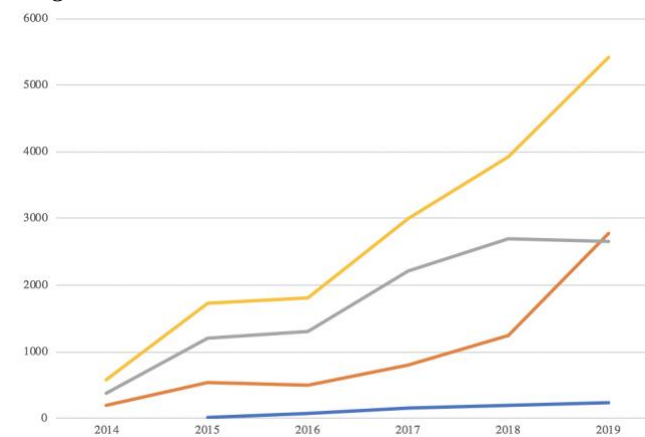
**Diagram B7. Hallands län.**



**Diagram B8. Värmlands län.**

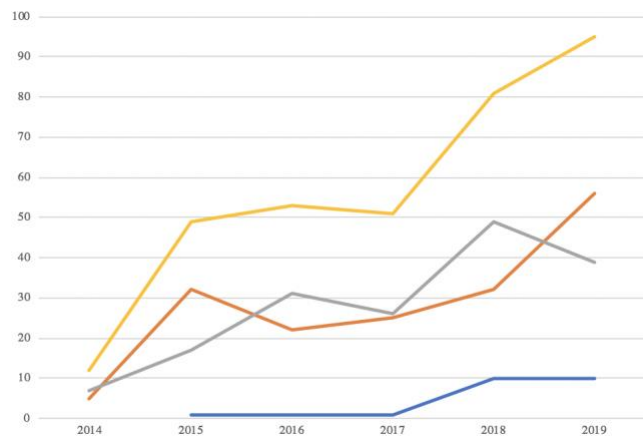


**Diagram B9. Västra Götalands län.**

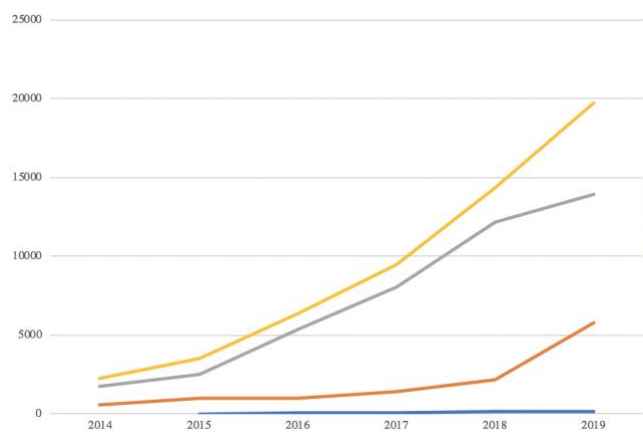


# Region Öst

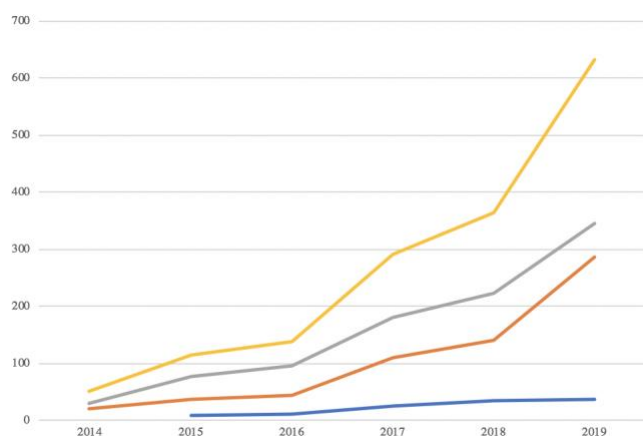
**Diagram B10. Gotlands län.**



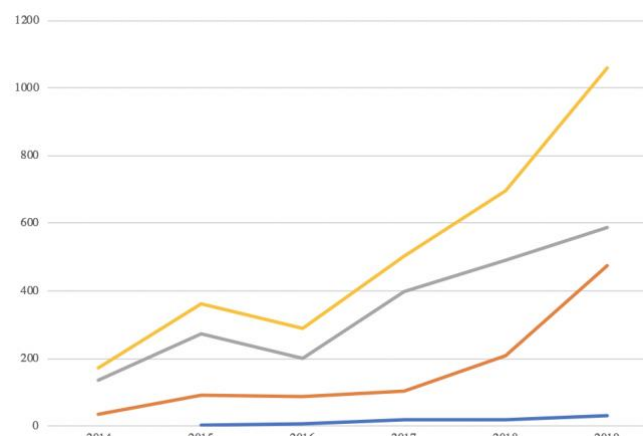
**Diagram B11. Stockholms län.**



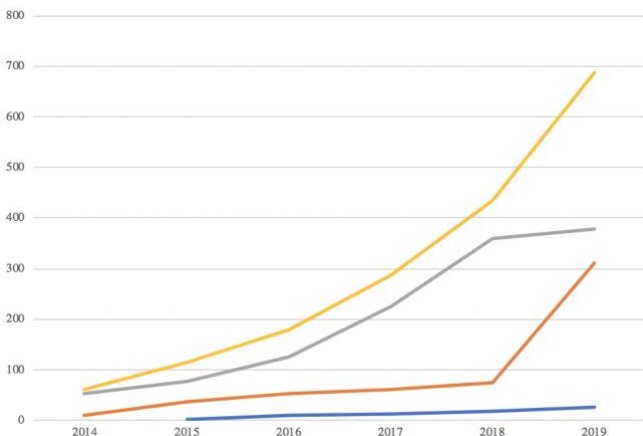
**Diagram B12. Södermanlands län.**



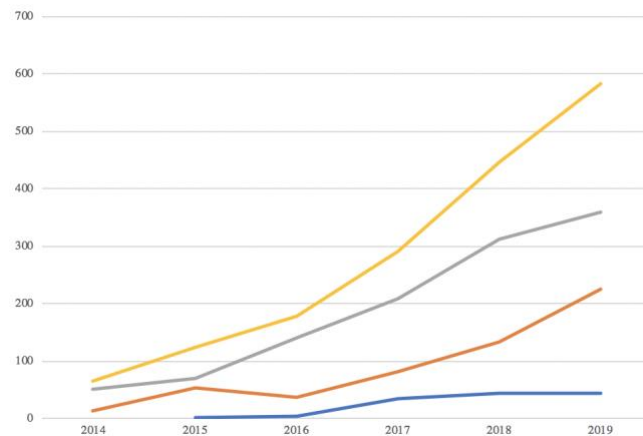
**Diagram B13. Uppsala län.**



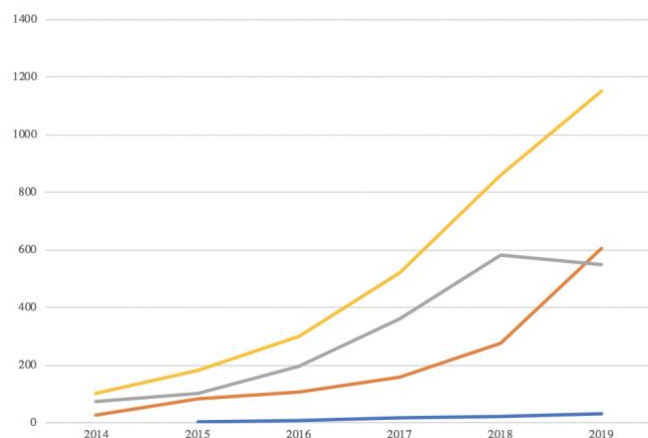
**Diagram B14. Västmanlands län.**



**Diagram B15. Örebro län.**

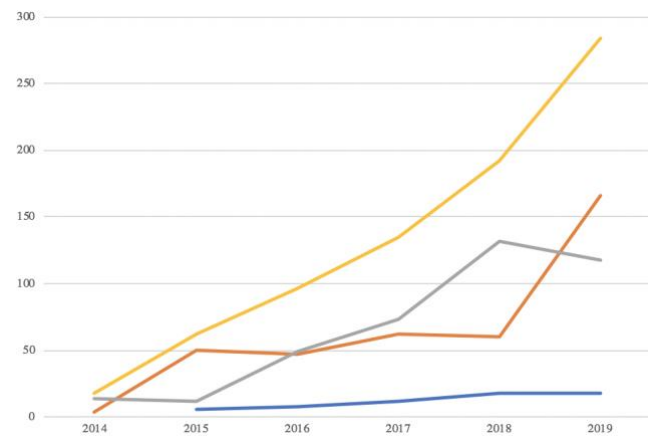


**Diagram B16. Östergötlands län**

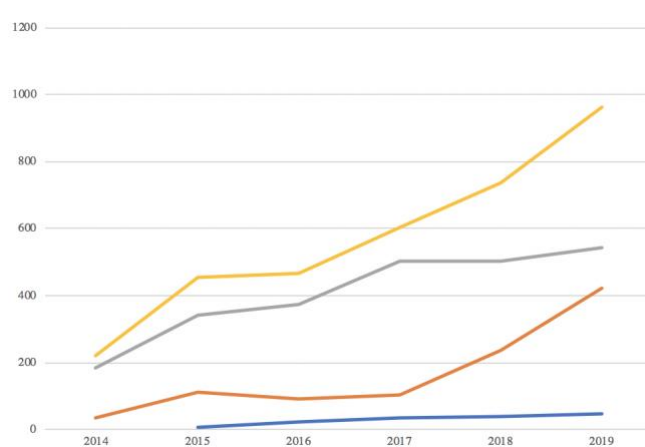


## Region Syd

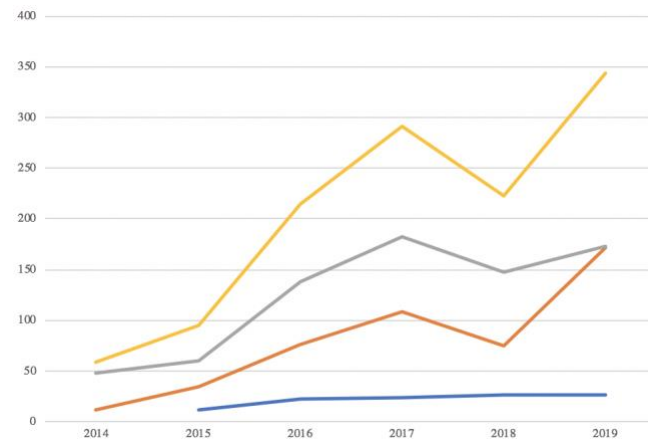
**Diagram B17. Blekinge län.**



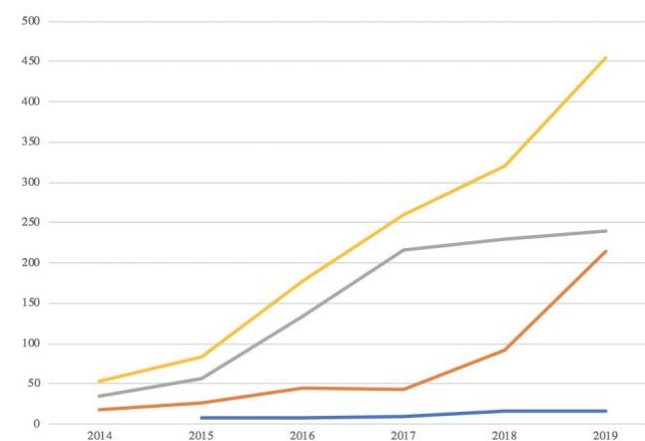
**Diagram B18. Jönköpings län.**



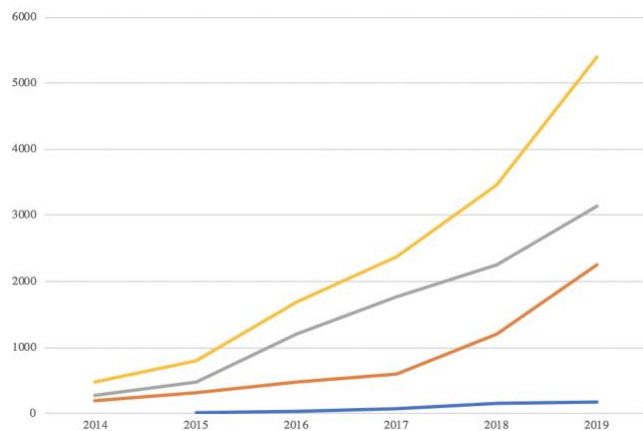
**Diagram B19. Kalmar län.**



**Diagram B20. Kronobergs län.**



**Diagram B21. Skåne län.**



## Bilaga C

Tabell C1. Genomsnittliga körsträckor i mil för personbilar per län i Sveriges år 2019.

<b>Län</b>	<b>Körsträcka personbil</b>
Blekinge län	1 133
Dalarnas län	1 084
Gotlands län	986
Gävleborgs län	1 134
Hallands län	1 164
Jämtlands län	1 151
Jönköpings län	1 204
Kalmar län	1 149
Kronobergs län	1 186
Norrbottnens län	1 124
Skåne län	1 164
Stockholms län	1 243
Södermanlands län	1 124
Uppsala län	1 197
Värmlands län	1 165
Västerbottens län	1 116
Västernorrlands län	1 130
Västmanlands län	1 146
Västra Götalands län	1 186
Örebro län	1 146
Östergötlands län	1 126
Okänt	810
<b>Totalt</b>	<b>1 171</b>