

# Slutrapport för projektet “Mätning och analys av fordonsrörelser bland potentiella tidiga köpare av elfordon.”

Projekt nr 35880-1.

Chalmers Tekniska Högskola AB  
Institutionen för Energi och Miljö  
Avdelningen för Fysisk Resursteori  
Sten Karlsson (Projektledare)

## Mätning och analys av fordonsrörelser bland potentiella tidiga köpare av elfordon.

För att förhindra fortsatta klimatförändringar är det nödvändigt att reducera utsläppen av klimatpåverkande gaser främst koldioxid. Sverige har antagit en målsättning att uppnå en fossiloberoende fordonsflotta 2030. En möjlighet att reducera utsläppen är elektrifiering av fordonsparken. Rena elbilar är dock förhållandevis dyra och har i dagsläget i de flesta fall en mycket begränsad räckvidd. Få elbilar har sålts till privatpersoner. Potentiella tidiga köpare skulle dock kunna vara bilpendlande tvåbilshushåll.

Det övergripande målet med projektet har varit att ta fram ett dataunderlag för och analysera möjligheterna att ersätta en av bilarna i bilpendlande tvåbilshushåll med en elbil. Specifika delmål har varit

- insamling av dataunderlag genom mätning med GPS av bilrörelserna i 100 tvåbilshushåll
- lagring av data i en databas och bearbetning i form av statistiska grunddata för bilarnas rörelsemönster
- analys mha insamlade data av förutsättningarna för flerbilshushåll att ersätta en av bilarna med en elbil
- utveckla ett visualiseringsverktyg för att underlätta analysen av insamlade data

Projektet har varit ett samarbete mellan Chalmers, Test Site Sweden, Consat och Teknologkonsulter Chalmers.

## **Insamling och bearbetning av dataunderlag**

*Urval av hushåll och bilar, och utskick av förfrågan och loggustrustning*

Ett slumpmässigt urval av bilar har gjorts från en specificerad delmängd av bilregistret i april 2012.

Delmängden svarade mot

- 2 och endast 2 bilar registrerade på samma privata adress inom Göteborgsregionen kommunalförbund, dvs bilar registrerade i de 13 kommunerna Göteborg, Öckerö, Partille, Mölndal, Härryda, Kungsbacka Lerum, Alingsås, Ale, Lilla Edet, Kungälv, Stenungssund, Tjörn. Bilarna kan därmed ha olika ägare. Förmånsbilar ej ingår. Det

bedömdes som för administrativt komplicerat och ekonomiskt kostsamt i relation till vinsten för analysen att ge möjlighet för detta i urvalet.

- båda bilarna var av årgång 2002 eller yngre. Vi ville ha bilar som körs relativt mycket och också bilar som var relativt värdefulla och vars ägare därför? inte är helt främmande att köpa en ny bil.
- båda bilarnas tjänstevikt var  $\leq 2000$  kg, och hade motoreffekt på  $\leq 200$  kW. Vi undvek ”extrema” bilar utgående från tanken att vi vill studera ersättning av ”vanliga” bilar med elbilar.
- båda bilarnas ägare född(a) 1948 eller senare. Vi var ute efter pendlingshushåll och undvek därför pensionärer i urvalet.

De slumpmässigt utvalda bilarnas ägare fick brevlades en förfrågan att delta i studien. I samband med detta kontrollerades att bara två bilar disponerades av hushållet. Urvalet precisades så att deltagande var aktuellt

- om hushållet hade 2 eller fler aktivt använda körkort. Med endast ett körkort blir frågeställningen trivial, eftersom det kan förutsättas att bilarna i så fall inte används samtidigt
- om pendling skedde regelbundet med minst en bil  $\geq 10$  km enkel väg. Vi drog ner på kravet på pendlingssträcka från ursprunglig planering för att få mer representativitet bland 2 bilshushållen och inte sortera ut för snävt redan innan analysen. Det minskade också bortfallet, vilket minskade osäkerheten då vi inte visste frekvensen av positiva svar.
- även om eventuellt byte av bil skett mellan utskick och förfrågan (dock fortfarande bara 2 stycken)

Vid positiva svar skrevs avtal med bilägarna och 2 mätutrustningar skickades till hushållet för installation i bilarna.

### *Genomförande av loggningen av bilarna*

Loggningen genomfördes i två större kampanjer under perioderna febr - maj 2013 och febr - april 2014. Bådas kampanjernas urval skedde från samma utdrag ur bilregistret, för att lättare kunna undvika dubblering av utskick.

Första kampanjen omfattade ca 70 hushåll. Vi har från denna kampanj endast ca 15 hushåll med goda data, vilket var oacceptabelt lågt. Med bra data avses då åtminstone en månads samtida näst intill fullständiga loggningar av båda bilarna. En del hushåll ångrade sig, när de väl fått utrustningen tills sig och installerade aldrig eller avbröt efter kort tid. Men huvudsakligen hade bortfallet tekniska orsaker, både funktion/handhavande och slitage, men också buggar/svagheter i mjukvaran.

Inför kampanj 2 begärdes en förlängning av projektet och det gjordes en omfattande genomgång, uppgradering och testning av alla loggutrustningarna. Genomgången tog dock längre tid än ursprungligen förväntat och kampanj 2 genomfördes under våren 2014 mot förväntat hösten 2013. En noggrannare uppföljning av att utrustningarna fungerade och återkoppling via deltagarna gjordes också under kampanj 2. Mätningarna har också gett bättre resultat och det förväntade utfallet av kampanj 2 är ca 50 nya hushåll med bra data. Totalt förväntas alltså ca 65 hushåll med bra data i projektet. (En ytterligare förlängning av projektet har dock inte begärts då den avgörande mätfasen genomförts inom projektiden.)

### *Databashantering*

Data från kampanj 1 har lagts in i rådatabasen och bearbetas till en analysdatabasen och är tillgängligt via en websida på Test Site Sweden, på samma sätt som i det tidigare genomförda bilrörelsedataprojektet. Kampanj 2 kommer att läggas när mätningarna avslutats och all utrustning är hemma. (En del mätdata kan ligga kvar på minneskortet i utrustningen.)

### **Analys av möjligheter till elektrifiering av fordon**

Analysen ingår i ett doktorandprojekt. Då data inte är tillgängliga än har detta doktorandprojektet fått planeras om och analysen har tvingats senareläggas. Vissa inledande tester av möjliga analyser har påbörjats på några hushåll från kampanj 1. Figur 1 visar för ett undersökt hushåll hur mycket av körningen under mätperioden som skulle kunna tas av en elbil under olika antagna förutsättningar. Exempelvis visar Fig 1b att i detta hushåll skulle en elbil kunna ta mer av körningen än någon av de ursprungliga bilarna gjorde om räckvidden är 100 km eller mer.

### **Utveckling av analys-hemsida och visualiseringsverktyg**

En anpassning av analys-hemsidan till tvåbilshushåll har dock gjorts. För att fordonsparen skall kunna kopplas ihop är registreringsnumren kopplade i databasen, då kan varje fordonspar sorteras ut. När datan analyseras och förs över till analysdatabasen så följer denna information med, dock inte registreringsnumren. Här kopplas fordonsparen i stället ihop mer ett löpnummer, detta löpnummer finns sedan i en separat kolumn på analys-hemsidan tillsammans med övrig data i de olika flikarna.

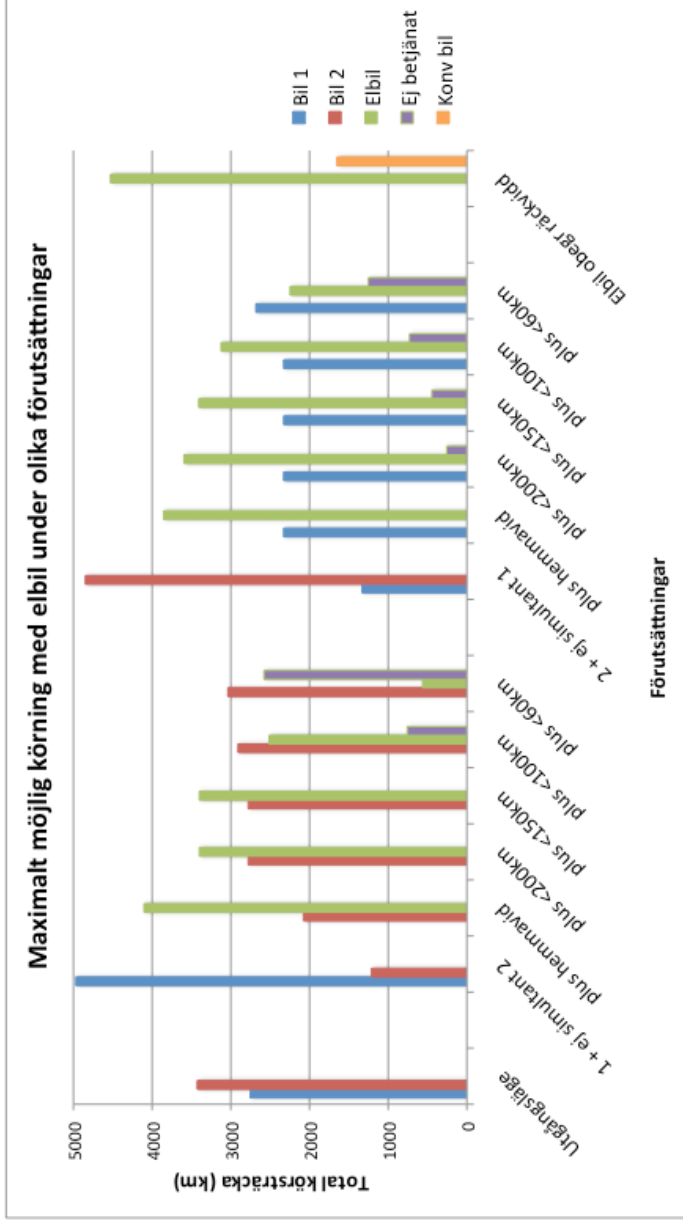
Ett verktyg som visualiserar olika statistik för enskilda bilar och ritar enskilda resor på Google Maps har utvecklats. Verktyget kommer att användas vid analysen av tvåbilshushållen, t ex genom att man lättare kan identifiera bilarna och när de är hemma.

### **Kommunikation**

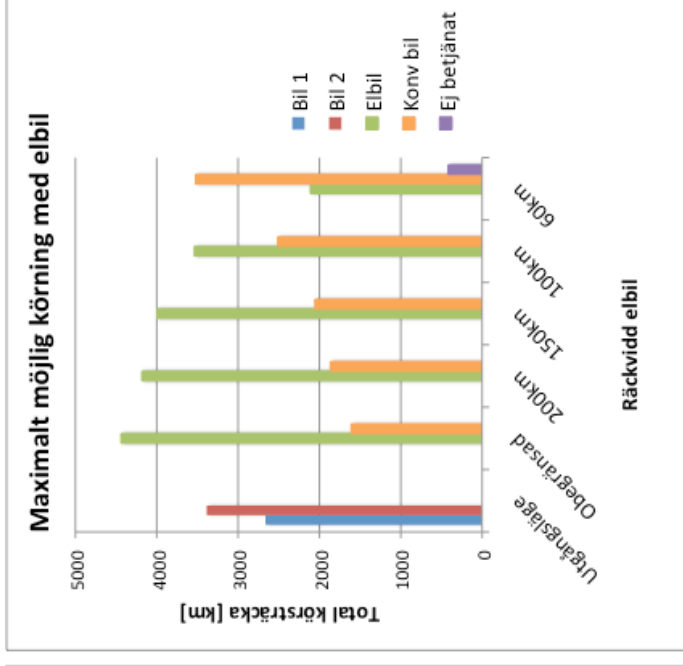
Projektet har hittills presenterats i ett konferenspapper vid EVS27 i Barcelona i november 2013 [1] och med en muntlig presentation vid Andra nationella transportforskningkonferensen i Göteborg i oktober 2013 [2].

[1] Karlsson S, L-H Kullingsjö, 2013. *GPS measurement of Swedish car movements for assessment of possible electrification*. In Proceedings of EVS27 Symposium, Barcelona, Spain, Nov 17-20, 2013.

[2] Karlsson S, 2013. *Prospects for electrification of cars among potential early adopters Analyses based on measurement of car movements*. Presentation at Second National Conference on Transport Research, Gothenburg Oct 22-23, 2013.



a)



b)

Figur 1. Möjligt upptag av körning av en elektrisk bil i ett av de loggade tvåbilsushållen. a) Grupperat från vänster till höger. Grupp 1: Uppmätt körning med de två bilarna i hushållet; Grupp 2: Olika varianter på att elbilen ersätter bil 1 och i mån av möjlighet också bil 2: bil 1:s körning + all körning av bil 2 som inte sker samtidigt, som förra men bil 2 bara om byte kan ske hemma, som förra men bara bil 2 om också körsträckan kortare än räckvidden (4 olika räckvidder); Grupp 3: samma som grupp 2 men bil 1 bytt mot bil 2; Grupp 4: Elbilen ersätter maximalt av körningarna (byte hemma, obegränsad räckvidd)

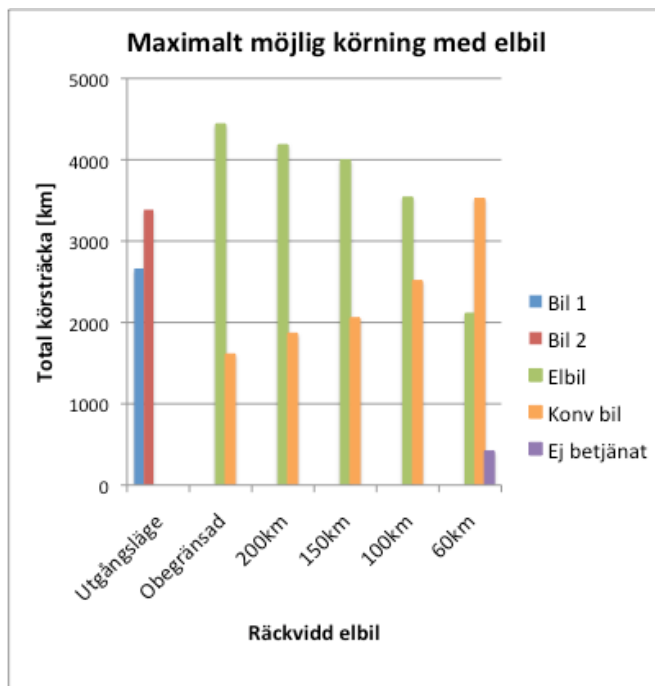
b) Först upprepning av grupp 1 resp grupp 4 från a), därefter som grupp 4, men med olika begränsad räckvidd (4 olika räckvidder)

Obs! Inga begränsningar på laddningen antaget, dvs elbilen skulle kunna var begränsad av att den inte hinner laddas innan den ska köra igen, men detta har bortsetts från i alla beräkningarna här.

## SAMMANFATTNING

För att förhindra fortsatta klimatförändringar är det nödvändigt att reducera utsläppen av klimatpåverkande gaser främst koldioxid. Sverige har antagit en målsättning att uppnå en fossiloberoende fordonsflotta 2030. En möjlighet att reducera utsläppen är elektrifiering av fordonsparken. Rena elbilar är dock förhållandevis dyra och har i dagsläget i de flesta fall en mycket begränsad räckvidd. Få elbilar har sålts till privatpersoner. Potentiella tidiga köpare skulle kunna vara bilpendlande tvåbilshushåll.

Det övergripande målet med projektet har varit att ta fram ett dataunderlag för och analysera möjligheterna att ersätta en av bilarna i pendlande tvåbilshushåll med en elbil. Detta har skett genom att GPS-utrustning har varit installerade under ca 2 månader i båda bilarna till utvalda tvåbilshushåll i Göteborgsregionen. Projektet har nu bra data för rörelsemönstren (tid, position och hastighet) för bilarna i ca 65 tvåbilshushåll. Projektet har blivit försenat pga av att utrustningen har fått repareras, uppgraderas och testas. Analysen (som finansieras av ett annat projekt) kommer därför att göras efter projektslut (som var 30 april 2014). Figuren nedan visar ett exempel på analys som kan göras.

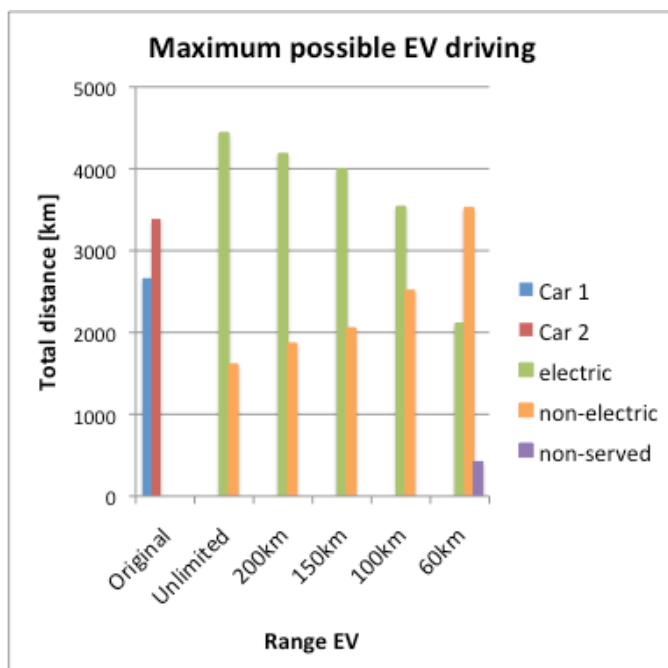


**Figur.** Möjligt upptag av körning av en elektrisk bil i ett av de loggade tvåbilshushållen. Första stapelparet: Uppmätt körning med de två bilarna i hushållet; Resterande fem stapelgrupperna: En elbil ersätter maximalt av körningarna genom att optimalt växla mellan bilarna (krav: bytet sker hemma) med fem olika antagna räckvidder för elbilen: obegränsad räckvidd, 200 km, 150 km, 100 km, och 60 km.

## SUMMARY

To curb climate change, it is necessary to reduce emissions of greenhouse gases, mainly carbon dioxide. Sweden has adopted a goal of achieving a "fossil independent" vehicle fleet in 2030. An option for CO<sub>2</sub> emission reduction is the electrification of the vehicle fleet. Pure electric cars are relatively expensive and have currently in most cases a very limited range. Few electric cars have been sold for private use. Potential early buyers could be car commuting 2-car households.

The overall objective of the project was to develop a database and analyse the possibilities of replacing one of the cars in commuting 2-car households with an electric car. GPS equipment has been installed for about 2 months in both cars to selected 2-car households in the Gothenburg region. The project has obtained good data for movement patterns (time, position and velocity) of the cars in about 65 2-car households. The project has been delayed because of the equipment has been repaired, upgraded and tested. The analysis (funded by another project) will therefore be made after the finishing of the project (April 30, 2014). The figure below shows an example of analysis that can be done.



**Figure 1.** Possible uptake of driving by an electric car in one of the logged 2-car households. First pair of bars: Measured driving of the two cars in the household; Remaining five groups of bars: An electric car will replace a maximum of trips by switching optimally between the cars (requirements: the switching takes place at home) with five different assumed ranges of electric car: unlimited range, 200 km, 150 km, 100 km, and 60 km, respectively.