



Förutsättningar för Perstorps kommunledning att använda elbil

David Kindstrand

2014

Miljövetenskap

Examensarbete för kandidatexamen 15 hp

Lunds universitet

Förutsättningar för Perstorps kommunledning att använda elbil

David Kindstrand

2014

Examensarbete för kandidatexamen 15 hp, Lunds universitet

Intern handledare: Karl Ljung, Miljövetenskap, Lunds universitet

Extern handledare: Kristina Nordfeldt, Miljöbron

Karolina Hansen, Perstorp kommun

Abstract

The aim of this study is to investigate opportunities and obstacles for a small municipality (Perstorp) to replace a municipal car with an electric car. In the study environmental aspects such as greenhouse gases and energy efficiency are compared between a conventional car and an electric car. Furthermore, different kinds of charging stations are reviewed with the aim to find a suitable station for a small car-pool. The range need in the municipality is analyzed by using the driving profile of one of the municipal cars which is used as reference car.

Through this study I can conclude that it is possible for the municipality to replace the conventional car with an electric car, although not without a change of driving patterns by the users. With several quick-charging stations already built along the major roads in south Sweden and more planned, all the reference car destinations can be covered by an electrical car. It is important that the car can recharge at the most remote destination to be able to fully cover the road back, from certain destinations that were often visited.

To be able to use the car to its full potential it is important with recharging capacities that can charge at a higher rate than a normal wall-outlet. A semi-quick charging station is preferable at the home base, especially if the municipality will replace more cars with electric cars later on.

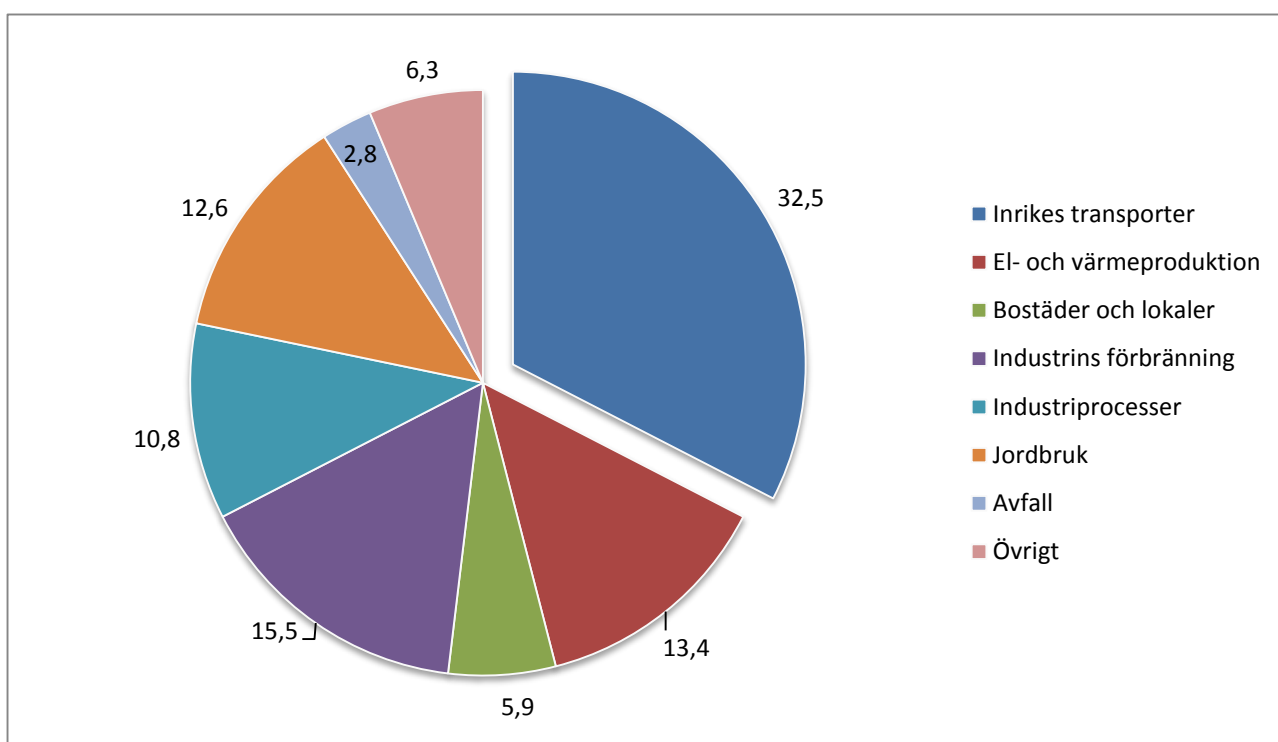
Innehållsförteckning

Inledning	1
Miljövetenskaplig relevans	3
Syfte	3
Frågeställningar	3
Metod	4
Resultat	6
Vald elbil	6
Vald Bensin-/Dieselbil	6
Utsläpp av växthusgaser	6
Primärenergiförbrukning per km	8
Räckvidd:	8
Analys av körtillfällen	11
Snabbladdningsinfrastruktur i närområdet	12
Laddning	13
Laddsäkerhet	13
Laddkontakter	13
Laddningsstation	14
Diskussion	16
Miljövetenskaplig relevans	17
Slutsatser	19
Referenser	20

Inledning

I september 2009 kom europeiska unionen (EU) och ledarna för G8 överens om att koldioxidutsläppen måste minskas med 80 % till år 2050 (McKinsey & Company, 2010). Detta betyder ett uppskattat minskningsbehov av utsläppen på ca 95 % för transportsektorn (McKinsey & Company, 2010). Transportsektorn i Sverige använder 90 TWh energi årligen, vilket motsvarar ungefär en fjärdedel av den totala energianvändningen i landet. Inrikes transporter står för 60 TWh (Energimyndigheten, 2013).

I Sverige släppte vi år 2011 ut cirka 61 miljoner ton CO₂-ekvivalenter. Detta är lågt jämfört med andra EU-länder både om man jämför per capita eller mot BNP (Naturvårdsverket, 2014). En stor anledning till de låga utsläppen är elproduktionen som i huvudsak baseras på vattenkraft och kärnkraft.



Figur 1: Växthusgasutsläpp per sektor i procent 2011. (Naturvårdsverket, 2014)

Inrikes transporter står för cirka en tredjedel av Sveriges utsläpp av växthusgaser vilket kan ses i figur 1. Eftersom passagerartransporterna förväntas öka, kompliceras uppgiften att minska de totala utsläppen för sektorn ytterligare. Energieffektiviteten i bilar är låg. Endast en femtedel av energin i bränslet omvandlas till rörelseenergi (SOU 2013:84).

Det anses att förbränningsmotorn bör kunna effektiviseras ytterligare 30 %, vilket inte är tillräckligt energieffektivt för att kunna nå utsläppsmålet med dagens bränslen och transportlösningar. Vidare så är det tveksamt om det finns möjlighet att hållbart producera biobränslen som täcker mer än 50 % av bränslebehovet internationellt (McKinsey & Company, 2010).

Lösningen skulle kunna vara att ersätta bensin- och dieslbilar med elbilar, bränslecells-bilar och laddhybridsbilar. Elbilar har inga växthusgasutsläpp alls under användandet. De utsläpp som sker är under produktionsfasen av bränslet och fordonen. Elproduktionen ger idag stora utsläpp av växthusgaser i Europa, men vid en omställning mot mer sol, vind, vatten och termisk el skulle utsläppen kunna minska. Vilket i bästa

fall skulle kunna göra elbilar till ett närmast koldioxidfritt transportmedel under transportfasen (McKinsey & Company, 2010).

För svenska förhållanden gjorde regeringen en utredning som kallas Fossilfrihet på väg (SOU 2013:84). Utredningen kom fram till att energieffektivisering och elektrifiering av fordonsflottan bör vara prioriterade områden. För att få igång teknikövergången föreslogs det att nyanläggningar av parkeringsplatser ska förberedas för laddningsinfrastruktur samt att det initialt bör subventioneras. Vidare kom utredningen fram till att batteribilar inte fullt ut kan ersätta en traditionell bil och troligtvis inte heller kommer att kunna göra det under överskådlig framtid. Anledningen är att räckvidden är för låg och att laddningstiderna är för långa. Snabbladdning ökar användbarheten kraftigt men ger ändå inte rimlig prestanda för långfärder (SOU 2013:84). Utredningen slår även fast att tidiga nischer för elbilens inträde på marknaden kan vara genom kommunala eller kommersiella servicefordon och som inslag i bilpooler.

Då batteribilen troligen inte kommer kunna ersätta den traditionella bilen kan komplement behövas och ett möjligt sådant är laddhybridbilar. En laddhybridbil har både en elmotor och en konventionell förbränningsmotor. Om förbränningsmotorn anpassas till etanol skulle utsläppen i bästa fall kunna nå 30 g CO₂ per km utifrån ett LCA-perspektiv vilket i utredningen jämförs med 130 g CO₂ per km för en liknande bensinbil (SOU 2013:84).

Laddhybrider kan bli en viktig del för att minska fossilberoendet av den svenska fordonsflottan då den lämpar sig för långfärder samtidigt som den har elbilens låga utsläpp under kortare körningar. Ett problem är att en laddhybrid alltid kommer att vara något dyrare i inköp på grund av dess dubbla motorer. Det krävs dessutom att förnybart bränsle kan produceras i tillräckliga mängder för en helt fossilfri framdrift (SOU 2013:84).

Längre fram i tiden kan elvägar bli intressant och framförallt då vägar där elen är matad från vägbanan. Detta kan ske genom både konduktiv och induktiv teknik. Konduktiv överföring innebär att elen överförs genom en hängande tråd eller skena. Induktiv överföring sker utan direktkontakt mellan vägbanan och bilen, men det sker till ett pris av cirka 20 procent högre överföringsförluster (SOU 2013:84).

Ett framtida scenario skulle kunna vara att alla större vägar i Sverige är så kallade elvägar och att fordonen under färd längs med dessa kontinuerligt blir strömförsedda, men även laddade. Detta skulle möjliggöra långa nonstop körningar längs Sveriges större vägar (SOU 2013:84).

Norge är ett föregångsland då det kommer till den infrastrukturella utbyggnaden för elbilar. Detta tillsammans med fördelaktiga bidrag och andra åtgärder har gjort att användandet av elbilar exploderat. Detta kan ses som ett tecken på att många invånare anser att deras dagliga användningsbehov av bilen kan tillgodoses av en elbil (Fridström, 2012)

Perstorp ligger mitt i norra delen av Skåne. Kommunen är en landsortskommun och till folkmängden en liten kommun med ca 7150 invånare. Just nu arbetas det med att ta fram ett förslag till "Vision för Perstorps kommun 2030" där förhoppningsvis ett utökat hållbarhetsperspektiv kommer att inkluderas.

Perstorp kommun ingår också i något som kallas Skåne Nordväst, vilket är ett samarbete på politisk nivå mellan 11 skånska kommuner. Inom Skåne Nordväst arbetar man övergripande med bland annat infrastruktur och samhällsplanering. I samarbetet har man som gemensamt mål att det ska finnas laddningsinfrastruktur i samtliga kommuner, samt att man ska verka för att öka antalet elbilar både inom kommunförvaltningen som det privata (Skåne Nordväst, 2013).

Miljövetenskaplig relevans

Denna studie utreder den praktiska möjligheten att ersätta en bil framförd med hjälp av fossila bränslen gentemot en elbil. Positiva utsläppsreduktioner avseende växthusgaser och en högre energieffektivitet är argument för elbilen.

Argument emot elbilar är korta räckvidder och lång laddningstid vilket kan framtvunga förändring i bilanvändningen eller helt omöjliggöra en övergång till elbil. De praktiska begränsningarna måste troligen övervinnas för att elbilen ska kunna öka sin marknadsandel.

I dagsläget kostar en elbil betydligt mer än en konventionell bil, detta betalas delvis tillbaka i form av lägre bränslekostnader. Dock behövs en kraftigt utbyggd laddningsinfrastruktur för att möjliggöra längre resor.

Enligt regeringens utredning *Fossilfrihet på väg* är kommunala bilpooler viktiga i introduktionen av elbilar på den svenska marknaden. Genom denna studie tar Perstorps kommun ett första steg mot ett möjligt framtida elbilsinköp och uppbyggnad av infrastruktur för elbilar.

Dessa tre dimensioner: Den ekologiska hållbarheten, den sociala hållbarheten och den ekonomiska hållbarheten brukar samlas i begreppet hållbar utveckling. Vilket är ett viktigt begrepp inom miljövetenskapen.

Syfte

Syftet med denna studie är att identifiera möjligheter och hinder för att införa elbilar i Perstorp kommuns bilpool. Detta med avseende på praktiska, infrastrukturella samt miljömässiga grunder.

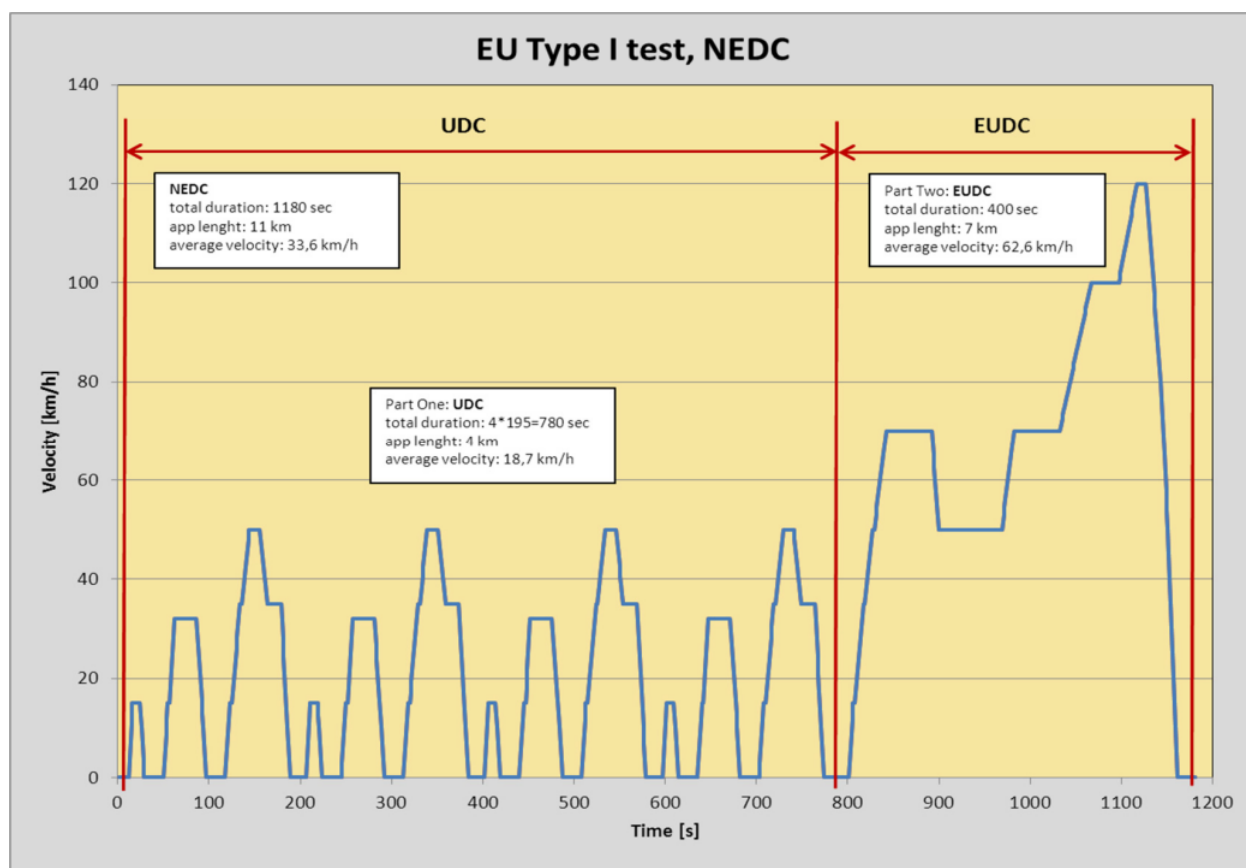
Frågeställningar

- Vilka växthusgasutsläpp har en typisk elbil under användning?
- Hur energieffektiv är en elbil i jämförelse med en konventionell bil?
- Kan kommunen ersätta referensbilen med en elbil avseende användning och räckviddsbehov?
- Vilken infrastruktur för elbilar skulle kommunen behöva investera i?

Metod

Studien är en litteraturstudie där insamlad sekundärdata utgör grunden. Sekundärdata från livscykelanalyser utgör grund för beräkningar av utsläpp och energieffektivitet.

Uppgifter om räckvidd och energiförbrukning är inhämtade från biltillverkarna direkt. Dessa siffror är framtagna enligt New European Driving Cycle (NEDC). NEDC är europeisk norm för mätning av utsläpp och förbrukning och beslutad genom EU direktiv 98/69/EC. Det är en standardiserad metod för mätning av förbrukningen baserat på identiska tester för alla biltyper i Europa, oavsett om de har förbränningsmotor, eldrift eller är hybrider. Testet utförs i två delar. Fordonet placeras på en chassidynamometer, där det först kör en stadskörningstur och sedan en så kallade stadnära körtur. Figur 2 visar en detaljerad bild av accelerationsmönster och tid för NEDC testet.



Figur 2: Emissions test, New European Driving Cycle (Willner, Taylor, 2011).

Litteraturstudien omfattar även rapporter om laddningsinfrastruktur och strategidokument från den offentliga sektorn. Denna tertiärlitteratur står för mycket av bakgrunden i arbetet.

I studien utgör kommunledningens bilanvändning referens för användarens körbehov. Utifrån denna användning analyseras möjligheten att ersätta en konventionell bil med en elbil. För användningen av bilen har primärdata i form av kommunens loggbok använts. Ur loggboken kan utläsas destination samt körlängd mellan uthämtning och inlämning för varje användartillfälle. Den ger även kommunledningens totala bilanvändning under året.

För att tydliggöra nivåer för utsläppen av växthusgaser, men även utnyttjandet av primärenergi. Jämförs en elbil gentemot en bil av liknande storlek driven av bensin respektive diesel. För att få en uppfattning om tankar

och idéer för kringliggande kommuner har ett samtal över telefon gjorts med den tjänsteman som fått i uppdrag att titta närmare på elbilar för Skåne Nordväst.

Resultat

Vald elbil

Den elbil som har valts för en jämförelsestudie gentemot konventionella bilar är av modell Nissan Leaf. Anledningen till detta är att det är en modell som funnits på marknaden under några år (från 2010), även om den nyligen uppgraderats, samt att det är världens mest sålda elbil (Malmqvist, 2014). Räckvidden för den uppgraderade versionen är 199 km, vilket är mätt i enlighet med NEDC-cykeln (Nissan[1], 2014) Bilens batterikapacitet är 24 kWh (Nissan [2], 2014)

Vald Bensin-/Dieselbil

Toyota Yaris har valts som jämförelse bil gentemot elbilen eftersom kommunen redan har ett flertal sådana bilar och är av jämförbar storlek. Bensin respektive diesel motor har valts utifrån lägsta möjliga förbrukning. Detta innebär något större motoralternativ än de billigaste versionerna av modellen.

Tabell 1: Källor: Förbrukning (Toyota, 2014) Energiinnehåll (Gröna bilister, 2013)

Bränsle	Förbrukning	Energiinnehåll
Bensin	4,3 l/100 km	8,94 kWh/l
Diesel	3,5 l/100 km	9,75 kWh/l

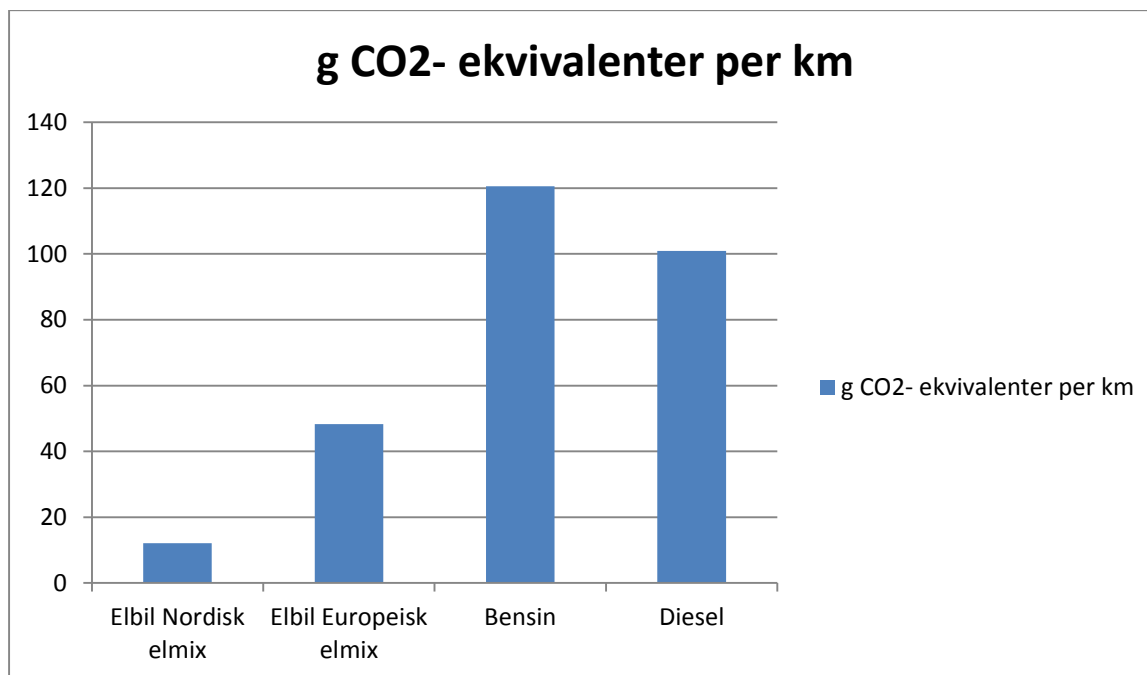
Utsläpp av växthusgaser

Utsläppen från elproduktion och distribution i Sverige brukar redovisas i form av nordisk el-mix, detta eftersom våra elnät numera är hopbyggda och för att undvika att underskatta utsläppen, då den svenska el-mixen har lägre utsläpp. Den nordiska el-mixen beräknas till 100 g CO₂-ekv. / kWh. Även den europeiska el-mixen används som jämförelse-exempel.

Tabell 2: Emissionsutsläpp från växthusgaser per MJ bränsle

	CO ₂ (mg)	CO (mg)	CH ₄ (mg)	N ₂ O (mg)
Bensin, produktion och distribution (Hallberg, Rydberg, Öman, 2011)	5790	4,62	33,8	0,0055
Bensin, användning (Uppenberg, et al, 2001)	74000	180	7,0	20
Diesel, produktion och distribution (Hallberg, Rydberg, Öman, 2011)	5780	4,6	33,8	0,0055
Diesel, användning (Uppenberg, et al, 2001)	74000	160	2,0	4,0

Siffrorna för bensin och diesel är siffrorna för det bränsle som kan köpas vid svenska bensinmackor under dessa namn. Dessa har en viss inblandning av biobränslen och är alltså inte ren bensin eller diesel. Även det energivärde som är använt i studien är baserat utifrån inblandning av biobränslen.



Figur 3: Utsläpp av växthusgaser omräknat till koldioxidekvivalenter per km.

När växthusgaspåverkan ska bedömas utifrån olika växthusgaser, görs detta generellt genom en omräkning till så kallade koldioxidekvivalenter. Ur figur 3 kan det utläsas att utsläppen av växthusgaser är betydligt lägre per körd kilometer för elbilen jämfört med bensin och diesebilarna. Detta oberoende av om man räknar med nordisk eller europeisk el-mix.

Bensinbilen som har de högsta utsläppen på 120 g CO₂-ekv. / km ligger dock under den utsläppsnivå som det i EU:s undersökning beräknas att medelbilarna ska kunna nå. Detta kan förklaras med att Toyota Yaris är en liten och lätt bil och därför inte relevant som jämförelsebil gentemot ett bil medelvärde. Här jämförs den dock mot en elbil i samma storleksklass.

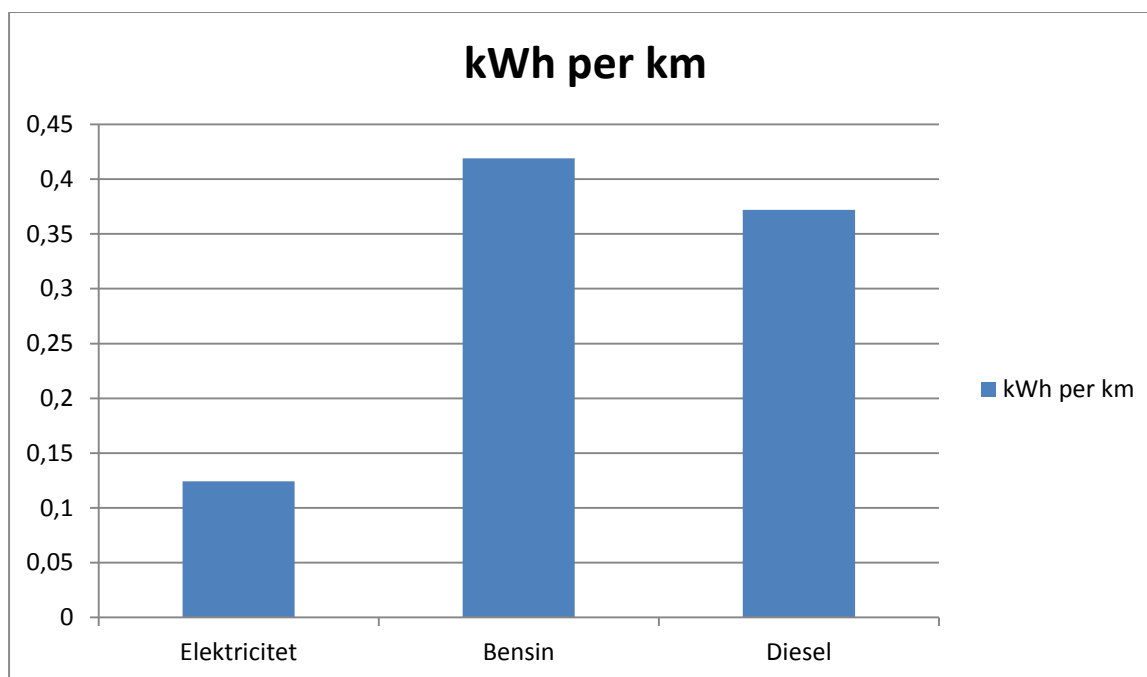
Kommunledningen i Perstorps kommun har kört 5574 km under två års tid. Skulle man ersätta dessa kilometer körda med en bensinbil, med en elbil som drivs från den nordiska el-mixen skulle det innebära minskade koldioxid utsläpp om 605 kg.

Tabell 3: Omräkningstal för växthusgaser till koldioxidekvivalenter. Vid beräkningarna används omräkningstal ifrån IPCC:s rapport ifrån 2007 för kolmonoxid (IPCC[1], 2007) för allmänna gaser (IPCC[2], 2007).

Ämnen som bidrar till klimatpåverkan	Koldioxidekvivalenter (CO ₂ -ekv.) för varje ämne
Koldioxid (CO ₂)	1
Kolmonoxid (CO)	1,9
Metan (CH ₄)	25
Dikväveoxid (N ₂ O)	298

Primärenergiförbrukning per km

I primärenergiförbrukningen räknas förutom energiförbrukningen, också den energi som har gått åt till att producera och distribuera bensin, diesel och el. För bensin och diesel räknar man att primärenergien är 1,09 MJ för varje MJ bränsle (Hallberg, Rydberg, Öman, 2011). För el 1,03 MJ (Uppenberg, et al, 2001)



Figur 4: Primärenergiförbrukning per kilometer i kWh.

Figur 4 visar att det är stor skillnad i energiförbrukning per körd kilometer. Detta förklarar de betydligt lägre utsläppen av växthusgaser för elbilen driven av den europeiska el-mixen gentemot bensin- och dieselbilen i figur 3.

En stor del av skillnaden beror på den högre verkningsgraden i en elmotor gentemot en förbränningsmotor. En dieselmotor har en något högre verkningsgrad än en bensinmotor vilket förklarar skillnaden i energiåtgång per km mellan bensin- och dieselbilen. I en förbränningsmotor finns ett stort energisvinn i form av värme.

Men bensin- och dieselbilen har också stora transmissionsförluster. I elbilen är elmotorn monterad direkt på drivaxeln vilket ger en mindre effektförlust från motor till däck.

Därtill har elbilen förmågan att alstra energi vid inbromsningar och därigenom återladdas.

Räckvidd

Räckvidden för Nissan Leaf är 199 km enligt NEDC-cykeln. Dock påverkas räckvidden av många olika faktorer som hastighet, temperatur, inbromsningar samt användning av luftkonditionering, radio etc.

Enligt Nissans egna uppgifter kan man förvänta sig följande räckvidd vid olika typer av körförhållanden.

Tabell 4: Räckvidd vid olika förhållanden och vid olika körsätt. Källa: Nissan [1], 2014.

Blandad mjuk körning med frekventa inbromsningar och stopp

Genomsnittshastighet	Temperatur	AC/Uppvärmning	Räckvidd
61 km/h	20 C	Av	199 km

Körning på mindre väg i lugnt tempo, inga inbromsningar eller stopp

38 km/h	22 C	Av	183 km
---------	------	----	--------

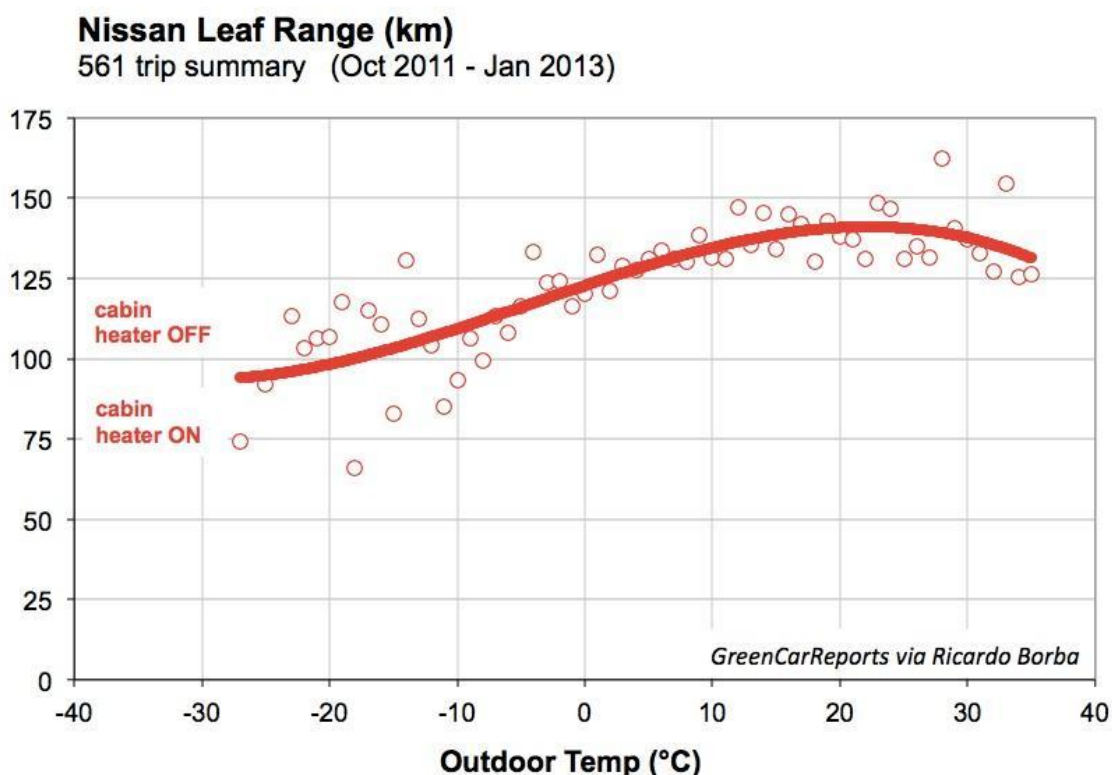
Tät stadstrafik, frekventa inbromsningar och stopp - vinterväglag och kallt

24 km/h	10 C	På	124 km
---------	------	----	--------

Motorvägskörning en väldigt varm sommardag

88 km/h	35 C	På	122 km
---------	------	----	--------

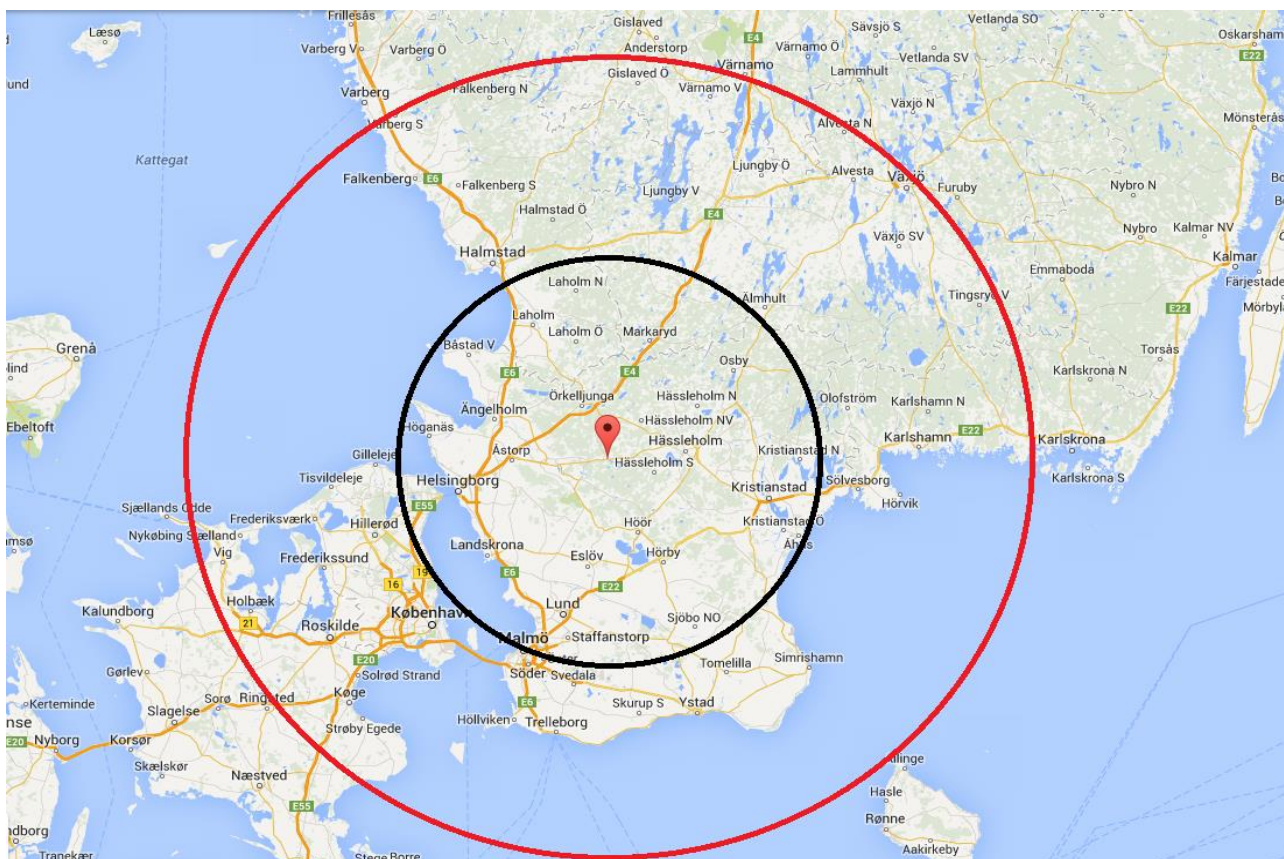
Siffrorna i tabell 4 visar att räckvidden kan variera stort beroende på utetemperatur, körsätt, hastighet och användning av klimatanläggning. Då siffrorna kommer från Nissans försäljningsavdelning och det är intressant att få ett annat perspektiv på hur den faktiska räckvidden är. Figuren nedan visar räckvidd beroende av temperatur för den gamla versionen av Nissan Leaf med en maximal räckvidd på 175 km. Testet är utfört av en privatperson i Kanada och är inte en kontrollerad studie (Borba, 2013). Cabin Heater avser en kupévärmare som värmt upp bilen under morgonen. Det är omöjligt att veta vilka värden som är med eller utan förvärmning av bilen. Men generellt är den längre räckvidden med en förvärmad kupé.



Figur 5: Räckviddstest utifrån temperatur, punkterna visar låga respektive höga värden vid olika temperaturer. Nissan Leaf 2010 årsmodell (max räckvidd 175 km) (GreenCarReports, 2013).

Ricardo Borba har i sin användning av elbilen endast vid ett fåtal tillfällen varit nära bilens officiella räckvidd på 175 km. Han upplever att elbilens räckvidd minskar snabbt vid lägre ute-temperaturer men hävdar också att detta relativt enkelt kan motverkas genom att förvärma bilen med en kupévärmare. Med detta följer även att batterierna blir varma vilket ökar deras effektivitet. Han påstår även att uppvärmning av kupén under körning kraftigt påverkar räckvidden.

För att åskådliggöra vilka destinationer som en Nissan Leaf kan nå med avfärd från Perstorp har figur 6 gjorts. I figuren illustreras räckvidden tur och retur (svart ring), samt enkel resa (röd ring). Detta räknat på 120 km räckvidd för elbilen. En räckvidd på 120 km används då detta reflekterar en ministräcka vid dåliga förutsättningar utifrån uppgifterna ovan.



Figur 6: Räckvidd från Perstorp, svart ring (tur och retur): 60 km, röd ring (enkel resa): 120 km.

Inom området för den svarta ringen (radie 60 km) återfinns majoriteten av de destinationer som referensbilen besökt enligt loggböckerna för år 2012 och år 2013.

Analys av körtillfällen

Tabell 5: körningar 2012 och 2013

Körtillfällen kortare än 120 km	Körtillfällen som kräver laddning vid framkomst	Körtillfällen som kräver snabbladdning för enkelresa.
	120 - 240 km	
	Malmö: 5	Göteborg: 3
	Ystad: 1	
	Lund: 4	
	Bromölla: 1	
	Mölle: 1	
	Oklara: 2	
Antal körningar: 37	Totalt: 14	Totalt: 3
Antal km: 1749	Antal km: 2444	Antal km: 1381

De korta resorna bör klaras utan problem med en elbil. De mellanlånga resorna behöver mellanladdas på resans destination. För resor till Lund, Mölle och Malmö skulle en tur och returresa i många fall vara möjlig under ideala körförutsättningar d.v.s. rätt temperatur och ett ekonomiskt körsätt.

Ystad och Bromölla skulle också kunna köras tur och retur ifall den potentiella räckvidden skulle nås. Detta är dock endast under ideala körförhållanden.

För långresor till Göteborg behövs en mellanladdning vid en snabbladdningsstation. Snabbladdningsstationer vilka kan ge en laddningstid på under 30 min för 80 % av batterikapaciteten finns idag i Falkenberg, Kungsbacka och Göteborg. Vilket möjliggör resor till Göteborg med ett stopp.

Kommunledningen lånar byggnadskontorets bil för resor. I denna analys ingår endast dessa resor och inte hur bilen nyttjas av byggnadskontoret. Vidare så förutsätter räckviddsberäkningen att bilen är fulladdad och alltså inte utnyttjad precis innan. Körsträcksanalysen är dock gjord utifrån att det är sämsta möjliga förutsättningar och därigenom mycket kort räckvidd.

Elbilstankar Skåne Nordväst

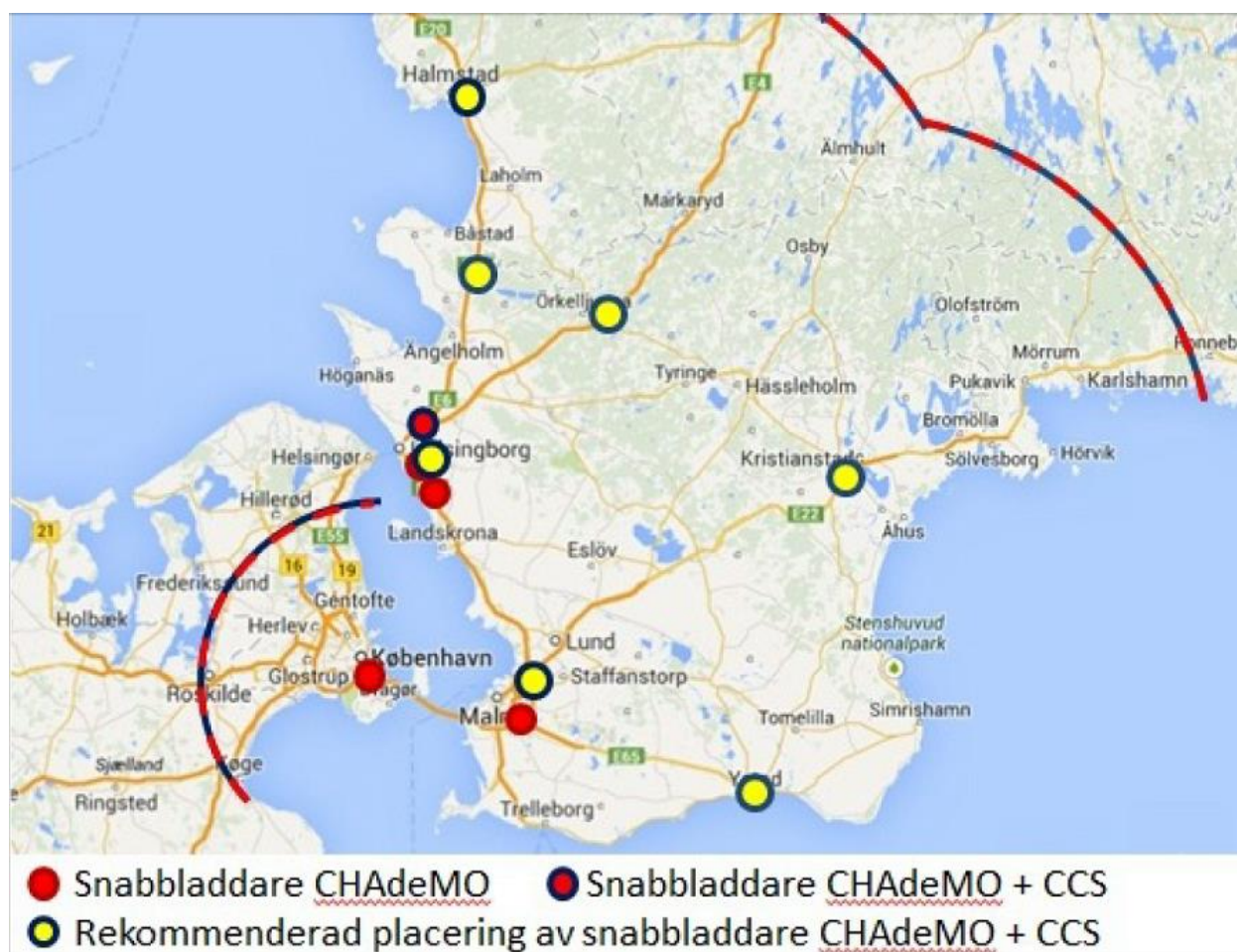
Skåne nordväst är ett kommunsamarbete. Peter Nyström från Höganäs kommun har fått till uppgift att samordna planerna för elbilsstrategier för Skåne Nordväst. Enligt honom är inköp av elbilar planerade för flera av kommunerna och andra t ex Helsingborg har redan införskaffat. De vanligaste bilarna att ersätta är bokningsbara bilar och vaktmästarbilar. För de bokningsbara bilarna bör man tänka på att bokningen kan ske på ett sådant sätt att bilen är fulladdad om man ska köra långt. I kombination med elbilar tycker han även att elcyklar kan vara ett bra alternativ för kortare resor. Höganäs kommun har planerat att köpa in två elcyklar.

Vad det gäller laddningsmöjligheter anser Peter att snabbladdningsstationerna är alldeles för dyra för att kunna övervägas i många fall. Däremot kan semisnabbladdning vara ett bra alternativ. Kostnaden för en sådan installation beräknar han ligger mellan 30 000 - 50 000 kr. Dock tycker han att Perstorp och de andra kommunerna i samarbetet bör överväga att även sätta upp vanliga jordade motorvärmarruttag för att möjliggöra att kommunmöten kan hållas med många besökande elbilar. Dessa kan inte erbjuda en fulladdning under ett möte men kan ändå ge en betydande extra räckvidd¹.

Snabbladdningsinfrastruktur i närområdet

Flera kommuner inom Skåne Nordväst har redan införskaffat elbilar och har laddningsmöjligheter i närheten av kommunhusen, både för egna bilar såväl som besökare. De flesta av dessa laddningsstationer har dock en låg laddningseffekt och behandlas inte vidare här.

Idag finns det redan ett antal snabbladdningsstationer byggda i närområdet och fler är förhoppningsvis på väg. Det finns nationella projekt som undersöker möjligheten att binda samman Sveriges större befolkningscentrum med snabbladdningsstationer. Region Skåne och länsstyrelsen i Halland har tagit fram en studie som resulterade i att de gula markeringarna på kartan i figur 7 utgör rekommendationer för utbyggnationen av snabbladdningsstationer. På kartan finns också idag även existerande stationer utmärkta (E-mission och länsstyrelsen i Hallands län, 2014).



Figur 7: Rekommenderad utbyggnation av snabbladdningsstationer (E-mission och länsstyrelsen i Hallands län, 2014)

Räckvidden i den studie som kartan kommer ifrån är satt till 80 km och baseras på 80 % laddning av en elbil med en total räckvidd på 100 km under dåliga förutsättningar. Detta anser rapportförfattarna är den minsta räckvidd man kan räkna med utifrån dagens och framtida elbilar. Ringen som utgår ifrån Köpenhamn är 40 km och är beräknad utifrån laddning i 30 min vid en semisnabbladdare med en effekt på 20 kW. Snabbladdningsstationerna har en effekt på 50 kW. Skulle denna utbyggnad ske, skulle hela Skåne nås tur och retur med endast ett kort laddningsstopp om max 20 minuter.

1. Nyström, Peter; Höganäs kommun. 2014. Telefonintervju 19 maj.

Laddning

Laddning till elfordon kan ske på många olika sätt. I inledningen skrevs det kort om elvägar, men även parkeringsplatser med induktiva laddningsplattor är tekniskt möjliga. Det som idag är vanligast är dock att bilarna laddas genom kabel och en laddningsstation.

I elnätet finns växelström (AC) och ett batteri ska laddas med likström (DC). Därför måste strömmen först likriktas för att batteriet ska kunna laddas. Detta kan ske antingen genom en så kallad On Board Charger (OBC), alltså en likriktare som sitter i bilen eller en likriktare i laddningsstationen.

De flesta bilar är utrustade med likriktare som klarar en normalladdning genom vanligt jordat vägguttag. Många bilar är dock inte utrustade med likriktare som är dimensionerade för snabbladdning. Därför finns det även likströmsladdning där laddningsstationen utrustas med likriktare (Svensk Energi, 2013)

Laddsäkerhet

Laddsäkerheten är viktig då typen av kabel mellan laddningsstation och bil, avgör hur mycket effekt bilen kan laddas med utan att skada batterierna. För högre effekter måste kabeln vara utrustad med kommunikationstrådar. Laddsäkerheten är klassad i klasserna Mode 1,2,3,4.

Mode 1 är den lägsta säkerhetsnivån och inte rekommenderad. Detta är en vanlig kabel.

Mode 2 används i vanliga uttag men på laddningskabeln finns en extra säkerhetsdosa med bland annat jordfelsbrytare.

Mode 3 kräver speciella laddningsuttag som möjliggör kommunikation mellan fordon och laddningsstation. Funkar bra för trefasladdning och är den minimi standard som ACEA (European Automobile Manufacturers Association) hoppas uppnå.

Mode 4 är en likströmskabel som används vid snabbladdningsstationer (Svensk Energi, 2013).

Laddkontakter

Det finns ett flertal olika typer av kontakter för laddning av elbilar. Härunder finns de vanligaste kontakterna listade.

Schuko: Är namnet på den vanliga jordade hushållskontakten. Det positiva med denna kontakt är att den går att ansluta överallt där det finns ett jordat vägguttag. Dock är laddningseffekten låg 2,3 till 3,7 kW (vid 10 respektive 16 ampere säkring) (Svensk Energi, 2013).

För säkrare laddning av elfordon behöver kontakterna och laddningskabel ha ytterligare funktioner, exempelvis vill man möjliggöra informationsöverföring mellan fordon och laddningsställe. Detta har lett till att man utvecklat nya kontakter.

Typ 1: Är en enfas kontakt som kan ladda upp till 32 A. Den har ett signalstift för kommunikation med laddningsstation. Denna kontakt finns idag i de flesta el-bilar, nyare bilar utrustas dock allt oftare med Typ 2 kontakter.

Typ 2: Är en kontakt som klarar både enfas och trefas växelström. Den är dessutom utrustad med två signalstift. Denna kontakt rekommenderas av ACEA.

Combo T2: Är en likströmskontakt med två kommunikationsstift som klarar snabbladdning.

Ibland kan man läsa att en bil är utrustad med ett CCS uttag (Combined Charging System) Detta är ett uttag som klarar både typ 2 kontakter och Combo T2.

CHAdeMO: Laddar med likström upp till 500 volt och 120 A. Detta kan ge en laddningseffekt upp till 50 kW. Den har tio stift där åtta används för kommunikation och två för strömöverföring (Björ. 2013).

Laddningsstation

Snabbladdningsstation: Är alltid en likströmsstation, dvs. likriktaren sitter inte i bilen. Vid dessa stationer kan man få en laddningseffekt på 50 kW. Detta ger att man kan ladda en Nissan Leaf från 0 till 80 % på strax över 20 minuter. Att ladda mer än till 80 % vid en snabbladdningsstation är inte rekommenderat då detta sliter på batterierna.

Att installera en snabbladdningsstation är dyrt. Kostnaden börjar från cirka 500 000 kr för en totalentreprenad enligt Peter Nyström.

Semisnabbladdningsstation: För semisnabbladdning finns det olika installationer som kan ge en laddningseffekt från 7,4 kW till 22 kW. Variationen är stor mellan olika lösningar.

Om stationen matar ut växelström beror effekten som kan uppnås på vilken laddningseffekt bilens likriktare är anpassad till. I Nissan Leaf är likriktarens maxeffekt 6,6 kW (Nissan [2], 2014). Detta anpassas dock automatiskt och man kan ladda vid laddningsstationer som kan mata högre effekter. Bilar som är anpassade till trefas laddning har likriktare som är anpassade till laddningseffekter upp till 22 kW. Semisnabbladdningsstationer som matar växelström är relativt billiga och kostar runt 15 000 kr hos Sundrive.

Det finns även semisnabbladdare som matar ut likström. Detta ger att alla bilar som har ett CHAdeMO uttag eller CCS uttag kan laddas med stationens fulla effekt. En likströmsstation som är ansluten till en standard 32 A, 400 volt industrikontakt har en laddningseffekt på 20 kW. Priset för en station av denna typ som är anpassad med betalningslösningar börjar runt 150 000 kr enligt Martin Jervill på Sundrive².

Laddtiden med 6,6 kW är cirka 4 timmar för en Nissan Leaf. Laddeffekten kan räknas fram genom följande ekvationer:

$$\text{För enfas (AC):} \quad P = UI \cos x$$

$$\text{För likström (DC):} \quad P = UI$$

$$\text{För trefas (AC):} \quad P = \sqrt{3}UI \cos x$$

Där P är laddningseffekt (W), U är spänning (V), I är strömmen (A) och $\cos x$ är effektfaktorn. Faktorn är i detta fall satt till noll.

Tabell 6: Potentiell laddningseffekt från laddningsstation vid normalladdning:

	Spänning	Strömmatning	Laddeffekt
Enfas (AC)	230 V	10 A	2,3 kW
	230 V	16 A	3,4 kW

Tabell 7: Potentiell laddningseffekt från laddningsstation vid semisnabbladdning

	Spänning	Strömmatning	Laddeffekt
Enfas (AC)	230 V	32 A	7,4 kW
Trefas (AC)	400 V	16 A	11 kW
DC	400 V	32 A	20 kW
Trefas (AC)	400 V	32 A	22 kW

Ännu finns ingen standard för laddningstyp och laddningskontakt vilket har gjort att olika bilmodeller laddas på olika sätt. I tabell 8 nedan finns en sammanställning över elbilmodeller och hur de kan laddas. För växelströmsladdning sitter likriktaren i bilen. Denna varierar i storlek vilket gör att laddningseffekten som bilen kan matas med varierar.

Tabell 8: Vilken typ av laddning och kontakt kan bilen laddas med (Björ, 2013). Listan är inte en fullständig förteckning över elbilar i Sverige och en del modeller kan vara på gång att bli introducerade.

	Normalladdning	Snabbladdning	Trefas
	Kontakt	Kontakt	
Elbilar			
BMW i3	Typ 2	Typ 2/Combo T2	x
Citroen Berlingo Electric	Typ 1	CHAdEMO	
Citroen C-Zero	Typ 1	CHAdEMO	
Fiat E CAR 500 EV	Schuko	-	
Ford Focus Electric	Typ 2	-	
Mercedes-Benz Vito E-CELL	Typ 2	-	
Mitsubishi i-MiEV	Typ 1	CHAdEMO	
Nissan e-NV200	Typ 1	CHAdEMO	
Nissan LEAF	Typ 1	CHAdEMO	
Peugeot iOn	Typ 1	CHAdEMO	
Peugeot Partner Electric	Typ 1	CHAdEMO	
Renault Fluence Z.E	Typ 2	Typ 2	x
Renault Kangoo Z.E*	Typ 1,2	-	
Renault ZOE	Typ 2	Typ 2	x
Tesla Model S	(Typ 2 eller adapterkabel)	Tesla	x
Volkswagen e-Up	Typ 2	Typ 2/Combo T2	x
Volkswagen e-Golf	Typ 2	Typ 2/Combo T2	x
Volvo C30 (Siemens version)	Typ 2	Typ 2	x
Laddhybrider			
Chevrolet Volt	Typ 1	-	
Opel Ampera	Typ 1	-	
Toyota Prius Plug-in	Typ 1	-	
Volvo V60 hybrid	Typ 2	-	

***Finns i flera modeller med antingen Typ 1 eller Typ 2.**

De snabbladdningsstationer som byggs i Sverige just nu är utrustade med CHAdEMO kontakter och ibland CCS kontakter. Typ 2 är den nya kontakten för växelströmsladdning och återfinns på de flesta nya modeller. De modeller som använder typ 2 kontakten även för snabbladdning har en något större likriktare installerad i bilen. Dessa är dock inte dimensionerade att kunna ge samma höga laddningseffekt som likströmsstationerna.

Diskussion

Fördelen med en elbil gentemot en bensin- eller diesebil är stor avseende utsläpp av växthusgaser. I denna studie är utsläppen av växthusgaser troligen underskattade eftersom det är en allmän uppfattning bland bilexperter att det är mycket svårt att komma ner till den officiellt satta bränsleförbrukningen med NEDC vid vanlig körning (Mock, et al, 2012). Ifall den faktiska bränsleförbrukningen är högre än de siffror som är beräknade utifrån NEDC, kommer det att gynna elbilen eftersom skillnaden i utsläpp då snabbt växer gentemot bensin- och dieselalternativen till elbilens fördel.

Kommunledningen i Perstorp använder bilen på ett sådant sätt att det inte kommer att vara helt komplikationsfritt att gå över till en elbil. Det är dock fullt möjligt att ersätta bensinbilen med en elbil utifrån de resor som de företagit sig under de två analyserade åren.

Bilar som går mindre än 100 km per dag, kan utan ändrat körmonster ersättas av elbilar. I kommunledningens fall används dock bilen till en del längre resor. För de riktiga långresorna till Göteborg krävs det en snabbbladdning på vägen. Dessa snabbbladdningsstationer finns redan byggda, vilket möjliggör resa med ett laddningsstopp.

För de mellanlånga resorna till destinationer som exempelvis Malmö och Ystad krävs det att bilen laddas under mötet eller aktiviteten på destinationen. Bilen behöver inte fulladdas men bör åtminstone kunna laddas med närmare 10 kWh för att säkerställa hemfärd. Detta innebär 4 timmars laddning med vanlig jordad kontakt och en säkring om 10 ampere, dvs. den laddningstyp med absolut lägst laddningseffekt. Många skånska kommunhus har redan betydligt bättre och snabbare laddnings möjligheter.

Om en ren elbil uppfattas som otillfredsställande avseende räckvidd och laddningsmöjligheter finns alternativet med laddhybrider. Laddhybriderna går kortare sträckor på el men kan sedan gå över till en förbränningsmotor. Med laddhybriden skulle utsläppen minska betydligt under elanvändningen. Kortare resor skulle helt kunna gå på eldrift. Med avseende på kommunledningens användning skulle dock miljöfördelarna bli måttliga eftersom räckvidden med el är betydligt lägre än för de rena elbilarna. Då kommunledningen har en stor del mellanlånga resor skulle dessa behöva vägas upp mot en stor del korta resor för byggnadskontoret som också använder referensbilen.

För kommunen finns flera olika laddningslösningar att ta ställning till. Att ladda bilen genom motorvärmarruttag fungerar utmärkt för exempelvis en pendlare. Som åker till och från jobbet och har möjlighet till långa laddningstider under arbetstid och nattetid. Att förbereda en parkeringsyta med ett flertal sådana uttag kan möjliggöra för personal att införskaffa privata elbilar men även att gästande kommuner kan utnyttja sina elbilar för dit- och hemtransport.

För att kunna få en hög nyttjandegrad på en pool-bil krävs dock kortare laddningstider. Så installation av semisnabbladdare bör vara prioriterat ifall en elbil införskaffas. Priser, kontaktdon, laddningseffekter och möjlighet att ta betalt varierar mellan olika tillverkare. Vissa bilar är dessutom anpassade för den ena eller den andra typen av kontakter.

Den enklaste semisnabbladdaren matar enfasig växelström. Dessa laddningsstationer är billiga i inköp och säljs ofta för hemmabehov. De flesta bilarna kan ta emot denna typ av laddning. Dock är den maximala laddningseffekten 7,4 kW vilket leder till laddningstider upp mot fyra timmar för Nissan Leaf.

Nästa steg är trefasiga semisnabbladdningsstationer. Dessa stationer är endast något dyrare än de enfasiga men kan ge betydligt högre effekter. Upp till 22 kW. Detta ställer dock krav på utrustningen i bilen, likriktaren i bilen måste vara dimensionerad för 22 kW för att denna laddningseffekt ska kunna uppnås. Dock ska det inte vara något problem att ladda en bil med en mindre likriktare så länge denna är anpassad för trefas.

För växelström rekommenderas det att man installerar typ 2 kontakt med laddningssäkerheten mode 3 på nya offentliga laddningsstationer. Det är denna laddningskontakt som europeiska biltillverkare kommit överens om.

En likströms semisnabbladdare med effekt på 20 kW kan ladda samtliga bilar som är utrustade med CHAdeMO eller Combo T2 kontakter. Dessa anläggningar kostar från 150 000 kr i inköp. Den stora fördelen med dessa är att effekten är 20 kW oberoende av bilens utrustning förutom kontakten. För likström finns det två konkurrerande kontakter; Combo T2 och CHAdeMO. CHAdeMO är den japanska lösningen medan Combo T2 är den europeiska lösningen.

Att köpa in en likströmsstation i ett läge där kommunen bara har en eller ett fåtal elbilar är kostsamt, även med hänsyn tagen till privata bilister. Att köpa in en semisnabb laddningsstation är dock troligen nödvändigt för att kunna utnyttja en elbil optimalt. En enfasig station är kostnadseffektiv och passar till de flesta av dagens elbilar. Den trefasiga stationen erbjuder en högre möjlig laddning till en billig kostnad, men ställer stora krav på bilens utrustning. Krav som de flesta av dagens elbilar inte lever upp till. Dock verkar det vara konsensus att kommande modeller måste utrustas med större likriktare för hemmaladdning och då trefasladdning för att bli mer konkurrenskraftiga gentemot konventionella bilar.

Att köpa till möjligheten att ta betalt om kommunen väljer att göra laddningsstationen publik är inte utredd. Men med dagens elpriser och dagens elbilsanvändning är min bedömning att detta är onödigt i nuläget.

Peter Nyström hade en intressant tanke om att kommunens bokningssystem för elbilarna kan behöva justeras. Med en vanlig bil har du alltid alternativet att åka och tanka. Med en elbil kan systemet behöva anpassas så att den som bokar kan vara säker på att köra längre resor. En enkel lösning kan vara att man bokar bilen en stund innan den ska användas för att vara säker på att den hinner laddas ordentligt.

Olika elbilar leder till olika fördelar. Exempel på detta är de följande tre modellerna:

Nissan Leaf är en bil med god räckvidd, möjlighet att laddas med likström och växelström. Nackdelen är att den maximala laddningseffekten med enfas växelström är 6,6 kW. Bilen kan ej laddas med trefas.

Renault ZOE kan laddas från en semisnabbladdningsstation med växelström på 22 kW. Den kan däremot inte laddas från varken vanligt jordat uttag utan adapter eller med likström.

BMW i3 har kortare räckvidd utan räckviddsförlängare gentemot de övriga modellerna. Dock kan den utrustas med en förbränningsmotor vilket transformerar bilen till en laddhybrid med mycket god räckvidd i elfasen. Bilen kan laddas med trefas men inte med Renaults höga laddningseffekt.

Då likström ser ut att bli den nya standarden för snabbladdning är Renaults val att inte inkludera likströmsladdning förbluffande. Detta omöjliggör långresor längs med Sveriges större vägar som nu utrustas med likström snabbladdningsstationer.

Miljövetenskaplig relevans

En teknikövergång från fossila bränslen till eldrift kan vara ett av det kommande decenniets allra viktigaste teknikskiften. En elbil har en verkningsgrad upp mot 83 % från elektrisk energi till rörelseenergi. På grund av den låga energiförbrukningen är utsläppen av växthusgaser lägre för en elbil framdriven på den europeiska el-mixen med mycket kolkraft än för en konventionell bil. Med ett smart elnät skulle bilarna kunna laddas under natten då vi har en överproduktion av el. Elanvändningen varierar kraftigt under dygnets timmar, medan produktionen inte har samma möjlighet till reglering. Detta skulle göra att en stor del av driftsenergin för elbilarna skulle vara ”gratisenergi” ur perspektivet att energin redan idag produceras men inte omhändertas.

Användarvänligheten för elbilar är ännu låg om man jämför med konventionella bilar på grund av dålig räckvidd och laddningsstopp. OLEV-fordon (Online Electric Vehicle) är fordon som kan laddas genom induktion från vägbanan. Världens första busslinje trafikerad med OLEV-bussar är redan invigd i Sydkorea (Malmborg, Stenberg, 2014). De tekniska lösningarna för att komma ifrån laddningstider och räckviddsproblem finns redan. Kvar att lösa är de stora initiala kostnaderna för infrastruktur och den högre kostnaden för ett elfordon jämfört med en konventionell bil. Med mer utvecklingsarbete och serieproduktion kan säkerligen det senare problemet lösas.

Personbilstransporterna står för utsläpp av cirka 10 Mton koldioxidekvivalenter årligen, lastbilar och bussar för ytterligare cirka 8,5 Mton. Detta motsvarar en betydande del av Sveriges årliga utsläpp av 61 Mton. Kan 90 % av alla transporter drivas av el, vilket är kungliga ingenjörsvetenskapsakademiens prognos för år 2030 (IVA, 2008) kan växthusgasutsläppen i Sverige minskas kraftigt. Denna studie är ämnad att undersöka möjligheten att starta denna teknikövergång för Perstorps kommun.

Kommunerna kan spela en viktig roll i detta teknikskifte. Dels genom att tillhandahålla en publik laddningsinfrastruktur samt att vara ”early-adapters” av en miljövänligare teknik. Ifall ett skifte till elbilar i kommunens bilpool fungerar bra praktiskt kan detta utgöra ett motiverande exempel för företag och privatpersoner.

Slutsatser

Det är nödvändigt att ställa om transportsektorn från fossilberoende till fossiloberoende bränslen. Den mest energieffektiva drivlinan är elmotorn. Batteribilar har dock en begränsad räckvidd och långa laddningstider jämfört med konventionella bilar. Denna studie har utrett om Perstorps kommun kan ersätta kommunledningens behov avseende bilanvändning med en elbil och hur detta påverkar energianvändningen och utsläppen av växthusgaser.

- Ja, kommunen kan ersätta bilen med en elbil. Dock kommer kommunledningen i vissa fall att vara tvungen att anpassa sig.
- Någon form av semisnabbladdning bör installeras för att kunna få en god nyttjandegrad av bilen.
- Elbilar är betydligt energieffektivare än konventionella bilar och minskningen av växthusgaser för byte till elbil skulle innebära en betydande utsläppsreduktion för kommunkontoret.

Referenser

Björ. 2013. *Utredning av lämplig laddinfrastruktur för elbilar och laddhybrider i Umeå*. <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:627153/FULLTEXT01.pdf>

Borba Ricardo. 2013. *Leaf Range vs Temperature after two winters*. Oct 7, 2013. <http://canadianleaf.wordpress.com/> (Hämtad: 2014-04-10)

Energimyndigheten. 2013. *Energiläget 2013*. ET 2013:22

EU Direktiv 98/69/EC, inklusive alla författningstillägg. *New European Driving Cycle*. Official Journal of the European Union.

E-mission och Länsstyrelsen i Hallands län. 2014. *Strategisk studie av infrastruktur för snabbladdning av elfordon i Halland och Skåne*. <http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/energi/SiteCollectionDocuments/Klimat-energistrategier/Halland/Strategisk%20studie%20av%20snabbladdinfrastruktur%20i%20Halland%20och%20Sk%C3%A5ne%202014.pdf>

(Hämtad: 2014-05-02)

Fridström. 2012. *Greenhouse Gas Abatement in the Norwegian Transport Sector*. N2012:05 Underlagsrapport 1. Institute of Transport Economics, Norwegian Centre for Transport Research. Oslo.

Gröna bilister. 2014. *Drivmedelsfakta 2013, Gällande förhållanden på den svenska marknaden helåret 2012*. Stockholm

http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CFkQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.gronabilister.se%2Fdrivmedelsfakta-2013.pdf%3Fcms_fileid%3Db33d52fc71e16d898b71b8a36b9bcb37&ei=715zU6u-KqaQ4gTyhIGYDQ&usq=AFQjCNHq7h8AQZkYS6hx_DXpa7BeQsWE9A&sig2=Z6F3tUdBdIpZwAq_mGvcnw&bvm=bv.66699033,d.bGE

(Hämtad: 2014-05-05)

Hallberg S, Rydberg T, Öman A. 2011. *LCI för Petroleumprodukter som används i Sverige*. IVL Svenska Miljöinstitutet. IVL Rapport B1965.

IPCC[1]. 2007. *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-3-2.html

IPCC[2]. 2007. *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html

IVA. 2008. *En svensk nollvision för växthusgasutsläpp*. Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademin. Rapport IVA M-401 <http://www.iva.se/PageFiles/8154/200901-IVA-v%C3%A4gval%20energi-nollvision-K.pdf>

Malmberg, Stenberg. 2014. *Här laddas elbussarna direkt från gatan*. Forskning & Framsteg 5 – 2014.

Malmqvist. 2014. *Nu har tillverkaren sålt 100 000 elbilar*. <http://www.bytbil.com/nyheter/5v44vkyg/nu-har-tillverkaren-salt-100-000-elbilar>

(Hämtad: 2014-04-10)

- McKinsey & Company. 2010. *A portfolio of power-trains for Europe: a fact-based analysis*.
http://ec.europa.eu/research/fch/pdf/a_portfolio_of_power_trains_for_europe_a_fact_based_analysis.pdf
- Mock, et al, 2012. *Discrepancies between type-approval and "real-world" fuel-consumption and CO₂ values*. Working paper 2012-02. International Council on Clean Transportation.
http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EU_fuelconsumption2_workingpaper_2012.pdf
- Naturvårdsverket. 2014. *Fortsatt minskning av svenska växthusgaser*. <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/utslappen-av-vaxthusgaser/Fortsatt-minskning-av-svenska-vaxthusgaser/>
(Hämtad: 2014-05-16)
- Nissan [1]. 2014. <http://www.nissan.se/SE/sv/vehicle/electric-vehicles/leaf/charging-and-battery/range.html>
(Hämtad: 2014-04-04)
- Nissan [2]. 2014. <http://www.nissanusa.com/electric-cars/leaf/versions-specs/>
(2014-04-06)
- Skåne Nordväst. 2013. *Verksamhetsplan Skåne Nordväst 2014*. Sekretariatet Skåne Nordväst. Helsingborg.
- SOU 2013:84. Fossilfrihet på väg. *Betänkande av Utredningen om fossilfri fordonstrafik*. Stockholm: Fritze
- Svensk Energi, 2013. *Laddinfrastruktur för elfordon – Vägledning för att sätta upp laddstation eller laddstolpe, andra versionen*. <http://www.svenskenergi.se/Global/Dokument/rapporter/Vagledning-laddinfrastruktur.pdf>
- Toyota. 2014. *Yaris Produktinformation*. http://tims.elanders.com/webbroschyr/produktblad/yar_pf_web.pdf
(Hämtad: 2014-04-27)
- Uppenberg et al. 2001. *Miljöfaktabok för bränslen-Resursförbrukning och emissioner från hela livscykeln*. IVL Svenska Miljöinstitutet. IVL Rapport B1334A-2
- Willner, Taylor. 2011. *Test Report – Sweden In-Service Test Programme 2011, on emissions from passenger cars and light duty trucks*. Transportstyrelsen. Stockholm.
- Figurkälla:**
- GreenCarReports. 2013. http://www.greencarreports.com/news/1087587_what-does-it-take-to-drive-an-electric-car-in-canadian-winters/page-2
(Hämtad: 2014-04-10)



LUNDS UNIVERSITET

Miljövetenskaplig utbildning

Centrum för klimat- och
miljöforskning

Ekologihuset

22362 Lund