

Infrastruktur til elbiler, opsætning af ladestandere i det offentlige rum samt analyse af brugen af hurtigladning.



Infrastruktur til elbiler, opsætning af ladestandere i det offentlige rum samt analyse af brugen af hurtigladning.

Rapporten er udarbejdet af CLEVER sommeren 2013, og bygger på data fra 2012.

Rapporten er udarbejdet med støtte fra Energistyrelsen.



Indholdsfortegnelse

1.0 Indledning.....	4
Opsamling og konklusion på kapitel om infrastruktur til elbiler.....	4
Opsamling og konklusion på kapitel om AC infrastruktur nu og i fremtiden.....	4
Opsamling og konklusion på brug af infrastruktur.....	5
2.0 Infrastruktur til elbiler	6
IEC 61851 - opladningstyper	6
IEC 62196 Stiktyper	6
Stiktype 1:.....	7
Stik type 2:.....	7
Stik type 3:.....	9
Stiktyper til DC opladning.....	10
Kinesiske stiktyper	15
Opsummering.....	15
3.0 AC infrastruktur – nu og i fremtiden	18
Infrastruktur ved private facilitetsejere	19
Infrastruktur ved offentlige facilitetsejere.....	20
Vejdirektoratet	20
Kommunerne.....	20
Fælles kommunale retningslinjer	23
Alternativ model til 'rettede' Aalborg retningslinjer.....	26
Infrastruktur og energinettet	27
Opsamling.....	28
4.0 Brug af DC infrastruktur	29
DC ladestandernes placering.....	29
DC ladestanderne bliver brugt	31
DC ladestanderne har stor indflydelse på rækkevidden	34
Hvornår oplades elbilen?	36
Tilført energi.....	38
Opsummering.....	43

1.0 Indledning

Denne rapport består af tre dele. Først en kort gennemgang af den infrastruktur der findes i dag til elbiler, samt et lille kig på, hvad der kan forventes i fremtiden. Derefter en gennemgang af reglerne og udfordringerne der er ved at opsætte infrastruktur til elbiler, når jorden er ejet af private, staten eller kommunerne. Til sidst afsluttes med en gennemgang og analyse af brugen af den offentlige DC ladeinfrastruktur, og hvilken indflydelse den har på elbilernes rækkevidde.

Opsamling og konklusion på kapitel om infrastruktur til elbiler

Der er stadig mange ubekendte i forbindelse med udbredelsen af elbiler, og en af dem er hvilken stiktype der bliver standard.

I Danmark er der enighed om, at ladestanderne skal forsynes med Type 2 stik til AC opladning, og så må kunden have et passende kabel med til at forbinde elbilen med ladestanderen. Men DC ladestanderne er med fastmonteret kabel, og i midt 2013 er det installeret 44 DC ladestanderne baseret på CHAdeMO standarden, og med Yazaki stik. Disse ladestanderne skal udskiftes eller i bedste fald opgraderes, når eller hvis der kommer elbiler på det danske marked, der benytter Combo type 1 eller 2.

Mange forventer, at når de tyske producenter kommer med deres elbiler i løbet af 2013/14, så vil de sætte standarden for stiktypen. Og der vil være tale om Type 2 stik til AC og Combostik til DC. til hurtigopladning.

Opsamling og konklusion på kapitel om AC infrastruktur nu og i fremtiden

Der er forskellige aktører, der på den ene eller den anden måde "ejer" de offentlige arealer – eller i det mindste har retten til at stille kravene, der skal opfyldes, når der skal installeres ladestanderne i det offentlige.

Punkter som "omsætningsbestemt afgift", "areal lejeafgift", "etablering af p-pladser" og ikke mindst "gæsteprincippet" gør det næsten kommercielt umuligt og meget usikkert at opsætte infrastruktur på offentligt ejede arealer.

Dertil er der næste 100 kommuner med næsten lige så mange forskellige regelsæt.

I denne rapport gennemgås de forskellige udfordringer der er ved at opsætte infrastruktur på offentlige arealer samt det bliver beskrevet hvilke ændringer der kunne gøre det lettere og mere interessant for kommercielle aktører at opsætte og drive infrastruktur til elbiler.

Opsamling og konklusion på brug af infrastruktur.

Siden april 2011 er der installeret omkring 44 DC hurtigladdestationer i Danmark, og de bliver godt benyttet. Op i mod 15% af alle opladninger der foretages i projektet Test en elbil bliver gjort på en DC ladestander. Det skal dog bemærkes, at det er gratis for testfamilierne at benytte ladestanderne, og at det må forventes, at de vil benytte dem mindre, hvis de skulle betale.

DC opladning er en hurtig måde at oplade elbilen på, og det tager typisk godt 20 minutter, at oplade batteriet til 80% af dets kapacitet.

Det er også tydeligt at se, at muligheden for at hurtigt at kunne oplade elbilen er med til at øge den brugbare rækkevidde for elbilen.

2.0 Infrastruktur til elbiler

International Electrotechnical Commission, også kaldet IEC, udarbejder standarder for de fleste elektroniske produkter og deres forbindelser, og herunder også for elbiler. Især to af disse standarder er interessante i denne forbindelse, nemlig IEC 61851 (opladningstyper) og IEC 62196 (stik typer).

IEC 61851 - opladningstyper

IEC norm 61851 beskæftiger sig med ledningsforbindelser til opladning af elbiler. I denne norm defineres fire modes:

Mode 1 er opladning fra de stikkontakter, som allerede findes. Det vil sige op til 13 ampere på en trebenet jordstikkontakt og maksimalt 16 ampere, hvis det blå CEE-stik benyttes. Mode 1 åbner også mulighed for at benyttes 3 faser med f.eks. det røde CEE-stik, men det er endnu ikke set benyttet på nogle af de eksisterende elbiler.

Mode 2 introducerer et specielt stik ind mod elbilen, idet der er tilføjet to ekstra hjælpeben i stikket. Hele idéen bag mode 2 er at gøre tilslutningen af elbilen mere sikker. Der er f.eks. ikke strøm på ledningen, når stikket tages ind og ud, lige som der også er konstant overvågning af afledning til jord og overstrøm. Mode 2 foreskriver at stikket mod elbilen har disse egenskaber, hvorimod stikket mod elnettet er et af en almindelig gængs type. Det er derfor nødvendigt af der indføres en boks midt på kablet, som giver de beskrevne funktioner. I mode 2 kan man gå helt op på 32 ampere.

Mode 3 går et skridt videre. Her flyttes elektronikken fra mode 2 boksen ind i ladestanderen og der benyttes specielt stik i begge ender af kablet. I mode 3 kan der lades med strømstyrker på op til 63 ampere, hvilket kan give en effekt på 43 kW ved en 3 faset tilslutning.

Mode 4 beskriver opladning med jævnstrøm (DC) fra en ekstern ladestation til fast charge med rigtige høje energiniveauer. Her har den japanske sammenslutning af elselskaber og bilproducenter, der kalder sig CHAdeMO, gået et skridt videre og lavet en de facto standard for den type opladning. Det forventes, at især den tyske bilindustri vil komme med en anden standard, der også beskæftiger sig med DC opladning, men benytter sig af en anden protokol end CHAdeMO. Blandt andet tester VW, Audi, BMW og Porsche DC opladning, hvor der bliver benyttet Combostik, se mere senere.

IEC 62196 Stiktyper

Mode 2 og 3 har to ekstra ben kaldet Pilot og Proximity. Sidstnævnte bruges til at måle, om der er tilsluttet en elbil eller ej. Når stikket forbindes, går en særlig signalering i gang, hvor ladestikket via Pilot benet fortæller elbilen, hvor mange ampere, der må lades med. Det er måske ikke med til at bestemme stikkets udformning, men det giver et mindste antal af ben der skal være, for at leve op til standarden.

Under standarden IEC 62196 er der 3 stiktyper, der kæmper om at være førende, hvilket er til stor irritation for bilproducenter og infrastrukturejere, da det er umuligt at fremtidssikre sin bil eller installation.

Stiktype 1:

Dette stik har oprindelse i USA hvor bl.a. General Motor benytter det på GM-volt. Stikket er endvidere standardiseret under SAE som SAE 1772. Stikket omtales ofte som "SAE-1772 Gun".



Figur 1 Stik type 1, SAE 1772. Billedet er fra www.chargepoint.com.

Stikket benyttes i mange biltyper, blandt andet Nissan Leaf, Renault Fluence Z.E., Mitsubishi iMiev, Peugeot Ion, Citroen C-Zero, Toyota Prius plug in og Opel Ampere. Stikket bliver med stor sandsynlighed standard i alle biler produceret uden for Europa.

Stikket er enkeltfaset, og kan maksimalt benyttes op til 32 ampere, svarende til 7,4 kW. Stikket har ikke som standard en låsemulighed.

Stik type 2:

I Europa ønskes opladning ofte udført ved brug af alle tre faser. Det tyske firma "Mennekes" har krydset SAE-1772 stikket med det almindelige 3-fasede industri stik – også kendt under som "Det røde CEE-stik". Resultatet er blevet et 3-faset ladestik med mode 3 support.



Figur 2 Stik type 2, ofte kaldet "Mennekes stikket", da Menneskes var de første, der producerede stikket. Billedet er lånt fra www.mennekes.com.

Stikket vil blive standard i elbiler med 3 faset opladning, men det er endnu meget få, der har denne mulighed.

Stikket er som nævnt 3 faset, og muliggør opladning med en strømstyrke på op til 63 ampere, hvilket kan give hele 43 kW. Indtil videre er det dog kun Renault der har tilkendegivet, at de ønsker at benytte denne mulighed, og det er stadig usikkert, om den tyske bilindustri vil følge med.

Stikket har som standard mulighed for elektronisk/mekanisk at låse stikket til bil og ladestander under brug. Dette sker ved hjælp af en pal der skydes ned ved hjælp af en elektromotor, og det er ikke muligt at stjæle kablet. Sker der en fejl med nettilslutningen til ladestanderen, fx strømudfald, låses stikket automatisk op.

I nogle europæiske lande, fx Irland, er det ikke umiddelbart tilladt at benytte type 2 stikket, da det er muligt at stikke en spids strømførende genstand (søm, strikkepind eller lignende) ind i stikket på ladestanderen, og dette er ikke tilladt, heller ikke selvom stikket ikke er strømførende, hvis det ikke er tilsluttet en elbil. Der mangler såkaldt "shutters" – eller "børnesikring", som vi kalder det på dansk.

Der er flere metoder til at afhjælpe dette problem. Som nævnt er stikket ikke strømførende, hvis det ikke er tilsluttet en elbil. Dette måles på proximity signalet, der åbner for et relæ, hvis der er tilsluttet en elbil, og strømmen kan tilføres batteriet. Dette relæ kan dog, efter mange års brug, sætte sig fast (også kaldet svejset fast), og dermed ikke stoppe for strømmen selvom elbilen frakobles igen. For at afhjælpe på dette indføres der et ekstra relæ, der frakobler strømmen, hvis det primære relæ sætter sig fast.

En anden metode er udviklet af Mennekes, og kan ses på følgende figur. For det første skal brugeren vise sin tilstedeværelse ved fx at køre sit RFID kort forbi kortlæseren. Dernæst skal brugeren indsætte stikket, og dreje det til venstre, og først på det tidspunkt, er der adgang til eventuelt strømførende dele i tilfælde af, at relæet har sat sig fast.



Figur 3 Type 2 stik med ekstra "børnesikring". Billedet er fra www.mennekes.com.

Stik type 3:

I Frankrig arbejder bl.a. "Schneider" på en fransk udgave af et 3-faset ladestik. De står i spidsen for "EV-plug alliance", som består af Schneider Electric, Legrand, Gewiss, Marechal, Radiall, Vimar, Weidmüller, Yazaki og Scame. Denne gruppe arbejder kraftigt for at få deres stik med i IEC standarden (som type 3 stik).



Figur 4 Stiktype 3. Billedet er lånt fra www.greentransportation.info.

Som det ses på billedet, så er det indbygget "shutter/børnesikring" i denne stiktype. Indtil videre er denne stiktype kun at finde på fransk producerede ladestandere, og ikke i elbilerne, heller ikke selv om de er produceret i Frankrig.

Stiktyper til DC opladning

Til DC opladning findes der en eksisterende standard kaldet CHAdeMO, der benytter en stiktype fra Yazaki, se næste figur. Der findes andre japanske producenter end Yazaki, men de er endnu ikke CE godkendte, og kan derfor ikke benyttes i Europa.



Figur 5 Yazakistik til DC opladning via CHAdeMO standarden. Billedet er fra www.chademo.com.

Mistubishi iMiew, Peugeot Ion, Citroen C-Zero og Nissan Leaf er nogle af de elbiler i Danmark, der kan benytte CHAdeMO standarden. Der findes dog også andre modeller, der benytter standarden, og en fuld liste over biler, der produceres i dag, kan ses på næste figur. Flere af modellerne er dog aldrig blevet introduceret på det europæiske marked.



Figur 6 Elbiler der benytter CHAdeMO standarden for DC opladning. Figuren er fra www.chademo.com.

Ved at benytte 2 forskellige stiktyper til AC og DC opladning, skal der også være to forskellige stik i elbilen. I fx en Mitsubishi iMiEV er dette løst ved, at AC stikket sidder i højre bagskærm af bilen, og DC stikket sidder i venstre side. I en Nissan Leaf sidder begge stiktyper i fronten af bilen, se næste figur.



Figur 7 DC (til venstre) og AC opladning af en Nissan Leaf. Billedet er fra www.nissan.com.

Flere elbilsproducenter har fundet det besværligt, og meget lidt kundevenligt, at der skulle være to forskellige udtag til hhv. AC og DC opladning af elbilen. I stedet har man ønsket et stik, der kombinerer AC og DC i samme stik, det såkaldte Combostik . SAE har udvidet det kendte type 1 stik (SAE-1772) med 2 ekstra tilslutninger til DC opladning, se næste figur.



Figur 8 SAE-1772 Combostik til AC og DC opladning. Billedet er fra ev.sae.org.

Der er endnu ikke en vedtagen standard på brugen af Combostik, og derfor er der endnu ikke nogle elbiler på markedet, der benytter sig af stikket.

Ideen er, at skal man tilslutte elbilen en AC ladestander, benytte det normale type 1 stik, men tilsluttes elbilen en DC ladestander, benyttes combostikket.

Combostikket er stort, og ikke lettere end Yazaki stikket, som kendes fra CHAdeMO DC ladestanderne. En sammenligning af de to stiktyper kan ses på næste figur.



Figur 9 SAE 1772 Combostik (øverst) og Yazaki stikket.

Til det europæiske marked er der også udviklet et combostik, der passer sammen med det eksisterende type 2 stik, se næste figur. Som det ses, så er kommunikationsbenene fra det originale type 2 stik bibeholdt, og der er tilføjet 2 ekstra ben til DC opladningen.



Figur 10 Type 2 combostik. Billedet er fra ev.sae.org.

Kinesiske stiktyper









Kina har fået udviklet AC og DC stik, se næste figur, der er baseret på blandt andet type 2 stik, men de er ikke direkte kompatible. Der endnu ikke kommer kinesisk producerede elbiler på det europæiske marked, og det er endnu uvist hvilken stiktype, de vil benytte, når de kommer.



Figur 11 Stik til det kinesiske marked til hhv. DC (venstre) og AC opladning af elbiler. Billedet er fra www.phoenixcontact.com.

Opsummering

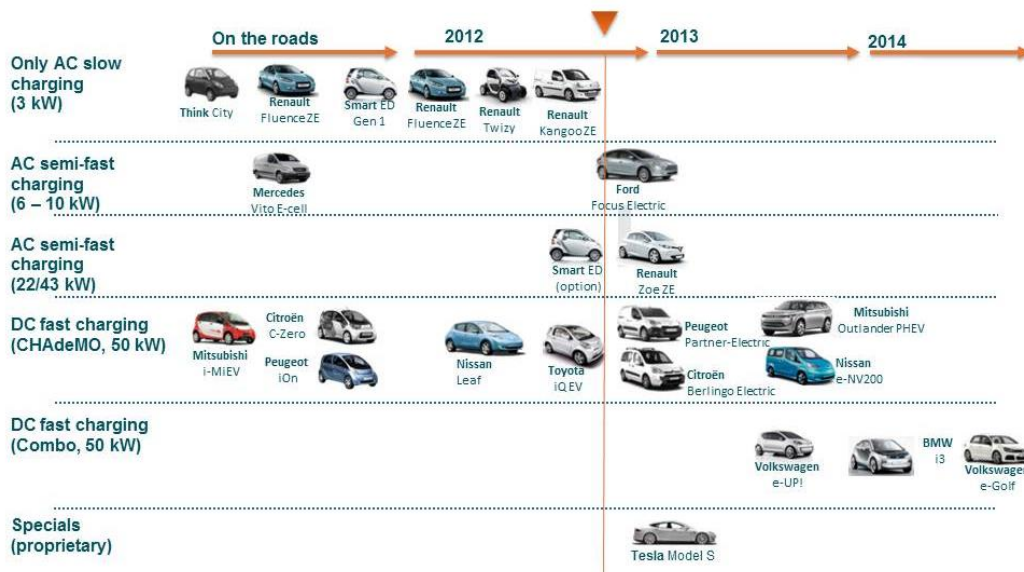
Der er stadig mange ubekendte i forbindelse med udbredelsen af elbiler, og en af dem er hvilken stiktype der bliver standard. Følgende figur giver et overblik over stiktyperne, der pt er på markedet eller er på vej.

	Type 1 / USA	Type 2 / Europe	GB / China
AC	 SAE J1772 / IEC 62196-2	 IEC 62196-2	 GB part 2
DC	 IEC 62196-3	 IEC 62196-3	 GB part 3 / IEC 62196-3
Combined AC/DC Charging System	 SAE J1772 / IEC 62196-3	 IEC 62196-3	

Figur 12 Stiktyper i USA/Japan, Europa og i Kina. Figuren er fra www.phoenixcontact.com.

I Danmark er der enighed om, at ladestanderne skal forsynes med Type 2 stik til AC opladning, og så må kunden have et passende kabel med til at forbinde elbilen med ladestanderen. Men DC ladestanderne er med fastmonteret kabel, og der er installeret knapt 50 DC ladestanderne baseret på CHAdeMO standarden, og med Yazaki stik. Disse ladestanderne skal udskiftes eller i bedste fald opgraderes, når der kommer signifikant mange elbiler på det danske marked, der benytter Combo type 2.

Mange forventer, at når de tyske producenter kommer med deres elbiler i løbet af 2013/14, så vil de sætte standarden for stiktypen. Der er stadig usikkerhed om hvor udbredt 3 faset opladning bliver. Renault ZOE er blevet introduceret til det danske marked med mulighed for at oplade med helt op til 43 kW (3 faser, 63A). Den første masseproducerede tyske elbil bliver nok VW UP! som til en start kun kan lades med 3,7 kW (230 16A) og med DC Combo. Det forventes dog, at alle de større elbiler får mulighed for 3 faset opladning.



Figur 13 Oversigt over de elbiler, der er på markedet eller kommer i nærmeste fremtid, og hvilken type opladning de benytter sig af. Som det også kan ses, så er figuren fra slutningen 2012, men ud over Renault Zoe ZE, så er der ingen af de andre bilmodeller, der er kommet på markedet endnu.

Generelt benytter de tyskproducerede elbiler stiktype 2 til AC opladning. Renault benytter type 1 for deres 1 fasede elbiler, og type 2 til de elbiler, hvor 3 faset opladning er muligt. Renault Zoe ZE er indtil videre den eneste elbil, hvor det vides med sikkerhed, at den vil kunne oplades med 43 kW (400V/63A).

I bund og grund er spørgsmålet om stiktyper primært baseret på en forældet tankegang om at beskytte nationale interesser og arbejdspladser, og meget lidt baseret på beskyttelse og sikkerhed - og er i sidste ende med til at forhale en grundig markedspenetrations af elbilerne.

3.0 AC infrastruktur – nu og i fremtiden

For at sikre at udrulningen af elbilen tager fart i Danmark, er der en række væsentlige barrierer, der skal nedbrydes. En væsentlig barriere for at tage springet til en elbil er den korte rækkevidde og dermed det netværk af opladningsmuligheder, som i øjeblikket er tilgængeligt i Danmark. Der findes op mod 2.000 offentligt tilgængelige tankstationer, der sælger fossilt brændstof i Danmark, hvilket betyder at danske bilister er vant til et meget finmasket netværk af optankningsmuligheder. Til sammenligning findes der knapt 50 quick chargere, 18 batteriskiftestationer (hvis skæbne her sommeren 2013 er uvis, de Better Place er gået konkurs) og omkring mindst 100 almindelige ladepunkter (også dette tal er usikkert, da det ikke vides, hvad der skal ske med Better Places ladestandere), der er offentligt tilgængelige. Med ladepunkt menes antallet af elbiler, der kan lade samtidig, hvilket vil sige, at en ladestander med to udtag har to ladepunkter. Med det antal elbiler, der er i øjeblikket, kan det lyde som om at det er rigelig opladningskapacitet. Desværre handler det ikke kun om den samlede kapacitet, men om at gøre Danmark tilgængeligt for elbiler, og det kræver et langt mere finmasket netværk af lade muligheder, alle de steder hvor bilen står stille. Fremadrettet forventes det ikke, at elbilerne bliver leveret med andre lademuligheder end hjemmeladeren eller det offentlige ladenetværk. Det såkaldte "bedstemorkabel eller "nødkabel", der er blevet leveret sammen med mange af de tidlige elbiler, vil kun have en ladeeffekt på 1,8 kW, hvilket vil forlænge ladetiden med 100% i forhold til den mest simple hjemmeinstallation (230V/16A). Kablet vil derfor kun kunne benyttes i nødsituationer, hvis man har anskaffet det. Denne ændring er sket, da man gerne vil sikre, at alle opladninger foretages forsvarligt.

Det skal være let at køre elbil, og den begrænsede rækkevidde betyder, at ikke al opladning kan foregå på ens bopæl, men i stigende grad vil skulle gøres i det offentlige rum. Det skal være muligt at øge rækkevidden for elbilen ved at have opladningsmuligheder langs motorveje/hovedveje, ved shoppingcentre, handelscentrum, i p-huse, ved lufthavne, stationer, forlystelser, golfbaner med mere. Steder hvor bilister allerede er vant til at bilen står stille, og hvor det er uproblematisk og let lige at lade bilen, når man nu alligevel har et andet ærinde. Så selv om CLEVER forventer at mere end 75% af alt opladning vil foregå på elbilisternes bopæl, er der et behov for at kunne øge elbilens rækkevidde både til de spontane og planlagte ture. Uden denne sikkerhed vil elbilens manglende rækkevidde virke som en begrænsning på den enkelte kundes mobilitet, og fossile biler vil fortsat være det lette valg.

CLEVER og flere andre selskaber er i gang med at installere et offentligt netværk, som gør det let at bevæge sig rundt i elbil i Danmark. CLEVER har valgt hovedsagligt at indgå aftaler med private aktører som for eksempel shopping centre, supermarkedskæder og p-huse omkring opstilling af offentligt tilgængelige ladestandere. De private placeringer er valgt på baggrund af enten en forventet trafikmængde som gør investeringen kommercielt interessant, eller fordi de er nødvendige for at skabe et sammenhængende netværk. De er desuden valgt, fordi det ikke har været muligt at forhandle vilkår, som gør det kommercielt muligt at etablere den nødvendige infrastruktur på offentlige arealer.

De vilkår som generelt har været mulige at forhandle på plads for infrastruktur på offentlige arealer, har haft som hovedformål at holde de forskellige offentlige instanser fri for enhver risiko. Det har haft som konsekvens, at netværket slet ikke er tilstrækkeligt centralt i byer, hvor de fleste p-områder er kommunale samt ved motorveje, hvor rastepladser typisk også er statsligt ejede.

Infrastruktur ved private facilitetsejere

I opbygningen af det offentlige netværk har CLEVER haft fokus på opstilling af infrastruktur ved private facilitetsejere som supermarkeder, shopping centre, p-huse og forlystelser. Også her er netværkets udbredelse dog begrænset af mulighederne for at indgå i kontrakter, som har en tidshorisont, der gør det muligt at tjene investeringen hjem inden kontraktophør.

Begrundelserne blandt private facilitetsejerne for ikke at få opstillet ladeinfrastruktur ved deres faciliteter netop nu er mange, men de vigtigste er uden tvivl, at:

- det drejer sig om ny teknologi hvor det kan være svært at gennemskue mulige indtægtsmuligheder i fremtiden, altså vil man ikke risikere at give fremtidig indtjening væk ved lange kontrakter (som er nødvendige for at ladestanderoperatøren kan tjene sin investering hjem)
- der endnu ikke er noget stort kundegrundlag, som vil give en seriøs krydssalgsvolumen til facilitetsejerens forretning
- parkeringsområder ofte er lejede af den part som har forretning på dem, og der derfor hurtigt bliver to parter med modstridende interesser, som skal overtales/forhandles på plads
- det ikke er facilitetsejerens kerneforretningen, og i krisetider er det især denne der er fokus på

Når det lykkes at etablere samarbejde med facilitetsejere, er det typisk steder, hvor der er rigelig parkeringskapacitet i forvejen, samt hvor facilitetsejeren kan se en mulig profilering af sin virksomhed, som en udbyder og "first mover" indenfor grøn energi. Elbiler er dog kun *en* form for ny teknologi, og der vil selvfølgelig være flere teknologier, som kan ende op som de store fremtidige mobilitetsløsninger. Det er svært for eksterne samarbejdspartnere at gennemskue markedet for fremtidige mobilitetsløsninger, og derfor er villigheden til at binde sig til en bestemt løsning lav.

En entydig plan og målsætning fra politikere og energibranchen, som tager stilling til hvordan elbilen skal medvirke til, at sikre at Danmark kan nå regeringens mål, om at være fri for fossilt brændstof i 2050 ville være et godt argument i forhandlingerne med de private facilitetsejere. Det ville være en validering af at elbilen er fremtidens teknologi, og derfor værd at satse på som led i en kommerciel forretning.

De måske vigtigste offentlig tilgængelige private facilitetsejere, olieselskaberne har endvidere valgt at forholde sig afventende i forhold til udrulning af lademuligheder. Disse har placeringer, som især i forhold til hurtigladning er gode, ligger ved hovedveje, indfaldsveje og motorveje. De fem største kæder i Danmark har alle netværk, som kunne være meget stærke i forhold til udrulningen af et finmasket netværk. Argumenterne fra selskaberne er blandede, men der er en tydelig tendens til, at der ikke estimeres at være stor værdi i at være 'first mover'.

Infrastruktur ved offentlige facilitetsejere

Vejdirektoratet

I Danmark er det vejdirektoratet, som er myndighed på langt de fleste rastepladser ved motorveje og hovedveje. Som myndighed beslutter de hvilke aktører, som skal have mulighed for at etablere forretning på områderne, hvilke aktiviteter disse må bedrive, samt hvilke vilkår aktiviteterne skal foregå på.

Disse pladser er meget vigtige for udrulningen af netværket af opladningsmuligheder til elbiler, da disse pladser netop er etableret på steder, hvor bilister finder pauser naturligt. Etableringen af opladningsfaciliteter vil synliggøre mulighederne som elbilist for at øge elbilens rækkevidde, samt muliggøre de længere ture til andre landsdele.

Vejdirektoratet gennemførte i efteråret 2011 et udbud for installation og drift af lademuligheder for elbiler ved Kildebjerg på Fyn. Dette udbud var et forsøg hvor de under gennemførslen af udbuddet indsamlede information omkring elbilen, og de vilkår som private aktører ville indgå i et samarbejde på. På sigt har vejdirektoratet indikeret, at samtlige rastepladser vil komme i udbud.

CLEVER deltog i det første udbud omkring de to rastepladser ved Kildebjerg, og blev da også tilbudt at sætte ladeudstyr op på begge rastepladser. Vilkårene som CLEVER blev tilbudt, gjorde det dog ikke kommercielt muligt at opstille infrastruktur på disse placeringer. I modsætning til de aftaler CLEVER indgår med private aktører og i visse tilfælde kommunale instanser, skulle der nemlig opfyldes en række yderligere krav, hvoraf de mest problematiske var:

- Omsætningsbestemt afgift
- Areal lejeafgift
- Betaling for etablering af p-pladser (samme mængde som reserveres til elbiler skal etableres)

Når der i fremtiden er volumen af elbiler på vejene, vil det være muligt at skabe en fornuftig forrentning på ladeinfrastruktur, og den forrentning vil blive delt mellem Operatøren af ladeinfrastrukturen og facilitetsejeren. Med det nuværende antal elbiler samt den prognose, som branchen tror på, vil der dog ikke være nogen positiv forrentning på det opstillede infrastruktur de næste 3-4 år. Vilkår som betyder, at etableringsomkostningerne samt driftsomkostninger i de første 3-4 år øges væsentligt, gør det derfor meget omkostnings – og risikofyldt at etablere ladeinfrastruktur.

De vilkår som vejdirektoratet har tilføjet, og som er benævnt i ovenstående følger netop yderligere etableringsomkostninger til, samt øger driftsomkostningerne allerede fra opstartsdagen. Altså bliver der en skævvridning i forhold til den risiko de to parter, Vejdirektoratet og CLEVER, påtager sig og den mulige gevinst, der ligger i aftalen. En kommerciel aftale er ikke mulig på disse vilkår.

Kommunerne

Etableringen af et finmasket net af offentlig tilgængelig ladeinfrastruktur er ikke muligt uden at have adgang til etablering på kommunale parkeringsarealer. Adgang til disse arealer, som både kan være centralt i byer samt ved samkørselspladser ved de store veje, kræver aftale med den kommune, som er myndighed på den pågældende placering - kommunen agerer altså som facilitetsejer.

De vilkår, kommunerne stiller i udsigt ved en eventuel etablering, kan variere væsentligt fra nabokommunen lige ved siden af. Der har været lavet seriøse forslag til sæt af retningslinjer, som kommunerne kan læne sig op ad. Blandt andet har Aalborg kommune sammen med flere andre kommuner udviklet et sæt retningslinjer, som de selv har taget i brug og stillet til rådighed for andre interesserede.

Tids- og derved ressourceforbruget både ved udbydere af infrastruktur samt kommuner øges væsentligt uden en egentlig ensretning af kommunale vilkår. For udbydere er det krævende, at skulle sætte sig ind i, og leve op til nye vilkår for hver kommune, hvilket betyder, at etableringsomkostningerne løber i vejret. I kommunerne øges omkostningerne, da der skal opfindes nye vilkår og nye processer, uden at kompetencerne altid er til stede. Et sæt retningslinjer med de rigtige incitamenter for udbredelsen af ladeinfrastruktur, som hver enkelt kommune kan vælge at tiltræde, vil være at foretrække.

Gæsteprincip

Kommunerne har i udformningen af vilkår for opsætning af ladestandere i høj grad valgt at læne sig op af Vejlovens 'gæsteprincip', som beskrevet i §102 og §106 i Vejloven:

" § 102. Uden vejbestyrelsens tilladelse må det til en offentlig vej hørende areal ikke anvendes til:

- varig eller midlertidig anbringelse af affald, materiel, materialer, løsøregenstande, skure, skurvogne, boder, automater, skilte, hegn eller lignende,...."

" § 106. Arbejder på ledninger i eller over kommuneveje, herunder nødvendig flytning af ledninger m.v. i forbindelse med vejens regulering eller omlægning, bekostes af vedkommende ledningsejer, medmindre andet er særligt bestemt ved overenskomst eller kendelse afsagt af en ekspropriationskommission nedsat i henhold til lov om fremgangsmåden ved ekspropriation vedrørende fast ejendom eller afgørelse truffet af en kommunalbestyrelse efter vandforsyningslovens §§ 37 og 38, jf. § 40....."

Aftaler som hviler på Gæsteprincippet kan opsiges, hvis det areal standen står på skal bruges til andet formål af vejbestyrelsen uden længere forvarsel. Ydermere er det ledningsejerens forpligtelse, at betale for enhver omlægning af de kabler, der er lagt i jorden i forbindelse med ændring af vejens regulering eller omlægning. I praksis betyder det, at ladeinfrastruktur ikke får lov til at stå på en kommunal placering, i den aftaleperiode der er aftalt, hvis ovenstående indtræffer.

For en kommerciel operatør af ladestandere er dette en betydelig risiko at løbe, da størsteparten af investeringen i ladeinfrastruktur ligger i kabling til tilslutningspunkt, fundament og tilslutningsgebyr. Alle sammen udgifter, som er 'sunk' ved etableringen, og som derfor ikke kan flyttes til en ny placering, som ladestanderen vil kunne.

Det er desuden uklart om 'gæsteprincippet' også kan tages i brug, hvis en kommune beslutter selv at opstille ladestandere og sælge ladeydelse. I flere tilfælde kræver kommuner information om antal ladninger og volumen ladt, hvilket gør dem klar til selv at kunne opbygge en business case, når der er tilstrækkelig volumen af elbiler. De første 3-4 år af levetiden, af de standere der opstilles nu, vil omsætningen være forsvindende lille og den egentlige rentabilitet først opstå i perioden herefter. Hvis aftalerne ophører efter denne første periode, vil en operatør af ladestandere ikke have nogen mulighed for at forrente sin investering. Gæsteprincippet indbygger altså en høj grad af usikkerhed, som besværliggør kommercielle investeringer med en høj grad af 'sunk' omkostninger. Risikobilledet er blevet skævvredet, da operatøren laver en kommerciel investering, som kommunen når som helst kan bringe til ophør, hvis kommunen ser mulighed for anden profit.

Kommunerne har mulighed for at afvige fra Gæsteprincippet, og kan gøre dette uden unødigt risikotagen. Flere muligheder eksisterer:

- Kommunen kan vælge at acceptere at betale en nedskrevet værdi for installationen, der er 'sunk', ved brug af gæsteprincippet inden en aftales udløb.
- Kommunen kan garantere, at der findes en ny placering til den/de installationer, der opsiges inden aftalens udløb
- Eller kommunen vælger selv at etablere kabling, tilslutning og fundament hvorved operatører kan tages ind i kortere tidsperioder, og den potentielle indtjening justeres

Løbetider

Kommunerne har i aftaler om opstilling af infrastruktur valgt løbetider, som varierer fra "at være indtil kommunen skal bruge arealet til andet formål" til 4, 5 og 10 årige aftaler. Da der er brug for, en i forhold til antallet af elbiler, overinvestering i infrastruktur på nuværende tidspunkt, er aftaler, som ikke kommer i nærheden af de 10 år ikke kommercielt bæredygtige. Og da alle aftalerne på trods af løbetiden er underlagt gæsteprincippet, er der skabt betydelig usikkerhed omkring muligheden for at opnå positiv forrentning.

Der er flere muligheder for at minimere den risiko, som kommunen har ved at dedikere p-pladser til elbiler i op mod 10 år:

- Hvis elbilen ikke vinder indpas udnyttes parkeringskapaciteten ikke – Stil krav til volumen af elbiler efter 5 år på landsplan, for at pladser forbliver dedikerede
- Den opstillede ladeteknologi bliver forældet – Stil krav til operatøren om at ladeinfrastrukturen til enhver tid kan bruges af hovedparten af elbilerne på markedet
- Hvis elbilen vinder indpas forbigås kommunal indtægtskilde – Forlang et niveau af overskudsdeling

Ovenstående er muligheder, som minimerer usikkerheden for både kommune og ladestanderoperatør, og gør det muligt at forhandle en kommerciel aftale på plads.

Diverse vilkår

Enkelte kommuner har stillet krav til design og farvevalg, hvilket kan være med til at fordyre installationsomkostningerne. Dette forekommer dog relativt sjældent.

Fælles kommunale retningslinjer

Aalborg kommune har i samarbejde med flere andre kommuner udviklet et sæt retningslinjer til kommunale tilladelser til opstilling af ladeinfrastruktur. Disse har en del kommuner valgt at følge uden væsentlige ændringer, og blandt andet Aalborg har behandlet dem politisk og valgt at vedtage dem. CLEVER og andre selskaber har kommenteret på et tilsendt udkast, men den endelige version har ikke taget højde for nogen af disse bemærkninger, som forsøgte at etablere et mere balanceret risikobillede. I det følgende kommenteres der direkte på de enkelte paragraffer. Dokumentet er et godt udgangspunkt, da det dækker størstedelen af de relevante aspekter.

Stk	'Aalborg' retningslinjer	Rettelsesforslag
1	Hermed gives tilladelse til opsætning af de i Bilag 1 oplistede ladestandere, på de i samme bilag anførte lokationer.	Dækker behov
2	Tilladelsen gives efter "Gæsteprincip" i Vejlovens § 106, dog med de modifikationer, der fremgår af denne tilladelse.	Dækker behov
3	Inden opgravning i vejarealer udføres, skal der i henhold til vejlovens § 101 ansøges om opgravningstilladelse hos Trafik & Veje, ligesom der skal søges oplysninger om evt. kabler og deres placering hos ledningsejerregistret LER.	Dækker behov
4	Tilladelseshaver forpligtes til at sikre alle borgere fair og lige mulighed for at anvende de installationer, der opsættes på offentligt areal. Der må ikke etableres tekniske eller betalingsmæssige hindringer, der begrænser disse muligheder. Det indebærer bl.a., men ikke udelukkende, at a) tilladelseshaver ved installation skal anvende almindeligt accepterede de facto standarder for stik, spænding og andre relevante komponenter, og at tilladelseshaver i hele den periode udstyret er opstillet, løbende udskifter komponenter, så gældende de facto standarder understøttes b) Ladestanderne må ikke begrænses til kun at kunne låses op med bestemte kort eller lignende fysiske genstande. c) Såfremt der opkræves betaling for brug af ladestanderne, må brug ikke forudsætte medlemskab ell. Ign. hos tilladelseshaver, men tilladelseshaver skal etablere et betalingssystem, der sikrer alle borgere fri og fair adgang for alle til at bruge ladestanderne. Prisfastsættelsen for at bruge standerne skal ikke nødvendigvis være den samme for medlemmer / abonnenter som for spontane kunder, men prisfastsættelsen skal ske på fair vilkår, dels under hensyn til de foretagne investeringer, dels under hensyn til at sikre den spon-	a) De facto standarder kan overvejes udskiftet med at 'tilladelseshaver skal benytte standarder som størstedelen af den danske elbilflåde benytter' b) Operatørerne bør udvikle adgangsløsninger, som ikke kræver bestemt kort. Det kunne for eksempel være mobil adgang. Sådanne løsninger er rigtige, men tager dog tid at udvikle, så dette punkt bør træde i kraft efter for eksempel 1 år. c) Kunderegistrering kan være nødvendig, inden der er udviklet andre betalingsløsninger. Dette punkt kan igen træde i kraft efter for eksempel 1 år.

	tane kunde en reel og fair mulighed for at anvende ladestanderen.	
5	Ladestandere og evt. andet udstyr, der opsættes i forbindelse med ladestanderne, skal leve op til følgende designkrav: ((evt. bilag))	Det vil være et meget fordyrende led, hvis hver kommune har forskellige design krav. Disse bør ensrettes.
6	De tilladte lokationer på offentlig vej er omfattet af de normale kommunale rutiner omkring f.eks. snerydning, fejning, renholdelse, belysning osv. Tilladelseshaver vil ikke overfor kommunen kunne stille specielle krav med hensyn drift og vedligeholdelse af lokationerne. De tilladte lokationer vil fortsat være underkastet eventuelle gældende parkeringsrestriktioner, inkl. eventuel tidsbegrænsning og krav om P-betaling.	Der kan være situationer, hvor parkeringsrestriktionerne bør rettes til. Der bør være mulighed for dialog omkring parkeringsrestriktionerne.
7	Tilladelseshaver etablerer selv alle tekniske installationer ifbm. ladestanderne, og afholder selv udgifterne hertil. Installationerne skal udføres i henhold til Ledningspakken. Det er tilladelseshavers ansvar, at de forskellige tekniske komponenter og disses installation til enhver tid følger den gældende lovgivning, ligesom tilladelseshaver til enhver tid har det fulde forsikringsmæssige ansvar for tilstedeværelsen og driften af tilladelseshavers ladestander på offentligt areal.	Dækker behov
8	Tilladelseshaver reetablerer overfladebelægninger efter reglerne i Gæsteprincippet. Ved arbejder i visse overfladebelægninger vil Aalborg kommune kræve, at overfladebelægninger reetableres af Aalborg Kommune efter regning til tilladelseshaver. Et sådant krav vil i givet fald fremgå af gravetilladelsen.	Dækker behov
9	Tilladelseshaver udfører og vedligeholder skiltning af ladestanderne og opmærkning af disse i overensstemmelse med gældende vejregler og efter godkendt skilteplan. På P pladser, hvor der etableres mere end en ladestander, vil kun en P-bås blive forbeholdt til elbiler fra ladestanderens etablering. Antallet af reserverede båse vil blive øget, i takt med at et dokumenteret behov viser sig.	Den enkelte kommune har typisk en skilte manual og personale der vedligeholder skilteparken. Der kunne overvejes, at kommunen står for skilteopsætningen. Der bør stå 'som minimum reserveres 1 p-plads.
10	Tilladelseshaver forpligtes til at sikre ladestanderens funktionalitet. Fejlrettelse af evt. fejl skal være påbegyndt indenfor 24 timer, efter at fejlen er kommet til tilladelseshavers kendskab. a) Tilladelseshaver forpligtes til at oprette en egen serviceorganisation eller at indgå driftsaftale med en ekstern, lokal serviceorganisation, der kan sikre dette. b) Tilladelseshaver forpligtes til at opretholde et fejlmeldingssystem, f.x. web eller mobiltelefon baseret, der muliggør fejlmelding 24 timer i døgnet.	Overvej at tilføje at tilladelseshaver skal demonstrere at serviceorganisation er på plads.
11	Tilladelsen gælder indtil videre uden slutdato. Kommunen kan opsige tilladelsen a) såfremt arealet ønskes anvendt til andet vejformål eller b) såfremt kommunen ønsker at indgå nye aftaler om ladestruktur, f.x. efter udbud af tjenesten, eller såfremt kommunen helt ønsker at stoppe tjenesten på	Dækker behov (men se stk. 12)

	den pågældende lokation.	
12	Såfremt aftalen opsiges efter stk. 11 pkt. a. kan opsigelse frit ske med 2 mdrs. varsel. Såfremt aftalen opsiges efter stk. 11 pkt. b. kan opsigelse ske med mindst 6 mdrs. varsel, og tidligst med ophør 4 år efter tilladelsens ikrafttrædelsesdato.	a) Opsigelse efter 11a. Her bør i stedet ske en afvigelse fra "Gæstprincippet". Såfremt opsigelsen sker skal ladestander-operatøren anvises en ny lignende placering i de første 10 år af kontraktens løbetid. Operatøren skal selv foretage flytningen og betale omkostningerne herved. Kommunen betaler i de første 10 år af løbetiden den nedskrevne værdi af den opsagte installation b) Opsigelse efter 11b. 4 år er en meget kort periode og denne bør øges til 10 år. Hvis de 4 år fastholdes, så se kommentar i stk 16.
13	Disse betingelser for opsætning af ladestandere kan ændres efter 2 år, efter forhandling mellem Kommune og tilladelseholder.	Dækker behov
14	Såfremt vilkårene i denne tilladelse groft tilsidesættes vil tilladelsen blive tilbagekaldt. Manglende overholdelse af vilkårene i stk. 4, 5, 10 og 17 betragtes som grov misligholdelse. Gentagen manglende overholdelse af øvrige vilkår, samt manglende vilje til at overholde øvrige vilkår efter påtale, betragtes som misligholdelse.	Dækker behov
15	Såfremt tilladelseholder ikke længere ønsker at udnytte tilladelsen, eller tilladelsen opsiges eller tilbagekaldes, fjerner tilladelseholder alt udstyr, og reetablerer områderne. Ved arbejder i visse overfladebelægnings vil Aalborg kommune kræve, at overfladebelægnings reetableres af Aalborg Kommune efter regning til tilladelseholder. Efter kommunens godkendelse af reetableringen frigives den i stk. 17 nævnte garantiforpligtelse.	Se stk. 17 for kommentar til anfordringsgarantien.
16	Såfremt aftalen opsiges efter stk. 11 pkt. b., aftales det mellem parterne, om kabelføring skal overtages af evt. udbudsvinder mod betaling.	Såfremt aftalen opsiges efter stk. 11b inden 10 år fra kontraktunderskrivelse, skal kommunen eller ny operatør betale den nedskrevne værdi (fx 10 år lineær) af kabel, tilslutning og fundament.
17	Tilladelseholder stiller en ubetinget anfordringsgaranti på 3.000 kr. pr. stander, som garanti for opfyldelsen af vilkåret i stk. 15., samt til dækning af evt. andre kommunale omkostninger i forbindelse med samarbejdets ophør, herunder ved tilladelseholders eventuelle konkurs	Anfordringsgarantier er omkostningsmæssige meget tunge for ladestanderoperatøren. Ved en eventuel konkurs vil kommunen stå med fundament og kabling som blot har øget værdien af den offentlige infrastruktur. Standeren vil indgå i et eventuelt konkursbo.
18	Såfremt tilladelsen ikke er udnyttet inden 6 mdr. fra udstedelsesdato, bortfalder tilladelsen.	Dækker behov

Ovenstående udkast (med de nævnte rettelser) vil være et godt udgangspunkt for at få sat tempo på udrulningen på kommunale arealer. Ud over et sæt faste vilkår som er ens på tværs af kommunerne, vil det være relevant at kommunerne i fællesskab tager stilling til og ensretter:

- **Ansøgningsprocedure** – En ensrettet proces for hvordan man ansøger omkring nye ladestanderplaceringer vil øge tempoet i udrulningen. Proceduren kan indeholde en standardiseret skabelon til ansøgningen, samt en tidslinje for hvor lang tid behandlingen tager.
- **Definerede ressourcer** – Udpeg en person i hver kommune, som er inde i ansøgningsprocedure og, som kan vejlede eventuelle ansøgere
- **Service level agreement** – Definer hvor lang tid behandlingen af en ansøgning må tage. Dette kunne være et dokument, der beskriver tidsrammen alt efter kompleksiteten af opgaven.
- **Placeringsstrategi** – Det ville være en stor hjælp, hvis hver enkelt kommune laver en placeringsstrategi for ladestanderne. Strategien bør indeholde et kort med de placeringer hvor der kan ansøges om opstilling af ladestander. Strategien kan eventuelt udvikles med input fra både ladeinfrastrukturoperatører samt netselskaber.

Alternativ model til 'rettede' Aalborg retningslinjer

Der opleves en generel tilbageholdenhed fra kommunernes side til at lade private operatører etablere sig på offentligt areal. En måde hvorpå kommunerne kan gøre sig mere uafhængige af de private aktører, og selv på sigt tage en del af de indtægter, der vil komme fra standerne, er ved selv at etablere fundament, kabling og tilslutning. Disse kan så 'sælges' til potentielle operatører på kortere kontrakter, end der er behov for fra operatørernes side i øjeblikket. Herved vil kommunerne kunne maksimere de potentielle indtægter fra standerne, da de let kan skifte operatør samt vedhæftet kontrakt.

Udfordringen for den enkelte kommune vil være at finde finansiering til et sådan anlægsprojekt. Her kunne en fælles statslig pulje, som den pulje på 70 millioner som Energiforliget (2012) indeholder, være en hjælpende hånd til enten kommuner eller ladestander-operatører. En sådan pulje kan med fordel bruges til finansieringen af den infrastruktur, som reelt er en opgradering af det offentlige vejsystem.

Det har høj samfundsinteresse at få elbilen rullet ud, men krydsfeltet mellem privat og offentlig investering er kompliceret, og er i øjeblikket en hindring. Om ovennævnte pulje skal kunne søges af kommuner eller af ladeinfrastruktur operatører til etablering af installationerne på offentligt areal er ikke afgørende. Det kunne sagtens være operatørerne, som skal ansøge om puljen og etablere faciliteterne, og ved kontraktudløb ved den enkelte kommune overdrages tilslutning, kabling og fundament til kommunen, som så vil kunne kontrahere med en ny operatør. Installationerne vil have værdi i minimum 50 år, så dette vil om alle omstændigheder være en mere langsigtet tankegang.

Infrastruktur og energinettet

For kommunerne er etablering af offentlig ladeinfrastruktur noget nyt, som udfordrer både nuværende processer og tænkemåder. For netselskaberne er elbilen også en stor udfordring, der ligesom vindmøller og solceller stiller store krav til elnettet. Det betyder, at netselskaberne har stor interesse i at påvirke, hvordan elbilen samt den tilhørende ladeinfrastruktur rulles ud, så de kan målrette deres investeringer.

Når der skal laves en installation af infrastruktur på offentligt areal, skal der købes tilslutning til energinet og betales tilslutningsafgift. Alt efter hvor infrastrukturen sættes op, kan det være nødvendigt for netselskabet at trække nye kabler, etablere ny transformerstation eller andet inden ladeinfrastrukturen kan tages i brug.

I forbindelse med tilmelding og etablering af tilslutning til energinet er der opstået en del udfordringer, som ville betyde hurtigere og billigere infrastrukturudrulning, hvis der kunne findes en løsning på:

Forslag til ændring	Effekt
Ensretning af priserne for tilslutning. Branchen har vedtaget retningslinjer for denne, men priserne varierer stadig på enkelte områder.	Der kan spares tid på hele fakturering/ betalings processen ved både netselskaber og ladeinfrastruktur operatører
Muligheden for at have delt leveringsomfang på den samme tilslutning	Dette sparer installationsomkostninger
Et mere fleksibelt leveringsomfang	
Minimum på 25A ændres til 16A	Dette sparer tilslutningsomkostninger og sikrer hurtigere udrulning
Mulighed for selektivitet i installationer hvor der kun betales for det egentlige ampere træk og ikke netselskabets forsikring	Dette sparer tilslutningsomkostninger og sikrer hurtigere udrulning
Muligheden for at opsætte målere serielt	Dette sparer tilslutningsomkostninger og sikrer hurtigere udrulning
Om det er muligt at stikledninger til ladeinfrastruktur kan indgå i netselskabernes indtægtsramme	Dette vil gøre den forretningsusikre natur af offentligt ladeinfrastruktur mindre
Service level agreement omkring håndteringen af tilslutninger til energinet. Der er brug for en mere klar udmelding omkring hvor lang tid det tager at få lavet en tilslutning	Den oplevede service varierer meget fra selskab til selskab. Dette gør processen tung og til tider langsommelig
Bedre information omkring hvor tilslutningspunkter til ladeudstyr kan findes	Dette vil muliggøre en billigere foranalyse

Opsamling

Der er forskellige aktører, der på den ene eller den anden måde "ejer" de offentlige arealer – eller i det mindste har retten til at stille kravene, der skal opfyldes, når der skal installeres ladestandere i det offentlige.

Punkter som "omsætningsbestemt afgift", "areal lejeafgift", "etablering af p-pladser" og ikke mindst "gæsteprincippet" gør det næsten kommercielt umuligt og meget usikkert at opsætte infrastruktur på offentligt ejede arealer.

4.0 Brug af DC infrastruktur

Følgende kapitel er en gennemgang af brugen af DC infrastruktur i Danmark. Data kommer fra de biler, der deltager i projektet Test en elbil, og er derfor ikke et fuldt billede af alle de opladninger, der er foretaget på en DC ladestander.

I Forskningsprojektet Test-en-elbil, der er Europas største, og udføres i blandt andet samarbejde med Trafikstyrelsen og Energistyrelsen, deltager 24 danske kommuner, tre hospitaler i Region Hovedstaden og en række virksomheder. Projektet varer to år, hvor de i alt 1.600 testkørere bidrager aktivt til indsamlingen af viden om elbilens implementering i samfundet.

Elbilerne der er data fra, er Mitsubishi iMiew, Peugeot Ion, og Citroen C-Zero.

DC ladestandernes placering

Der er indtil videre kun CLEVER, der har opsat DC ladestandere i det offentlige rum. Derudover er der enkelte hos Nissan forhandlerne i København. Følgende figur viser, hvor og hvornår DC infrastrukturen er placeret, og hvornår den er taget i brug. Den efterfølgende figur viser også de kommende DC ladestandere. Alle DC ladestandere benytter CHAdeMO-standarden.

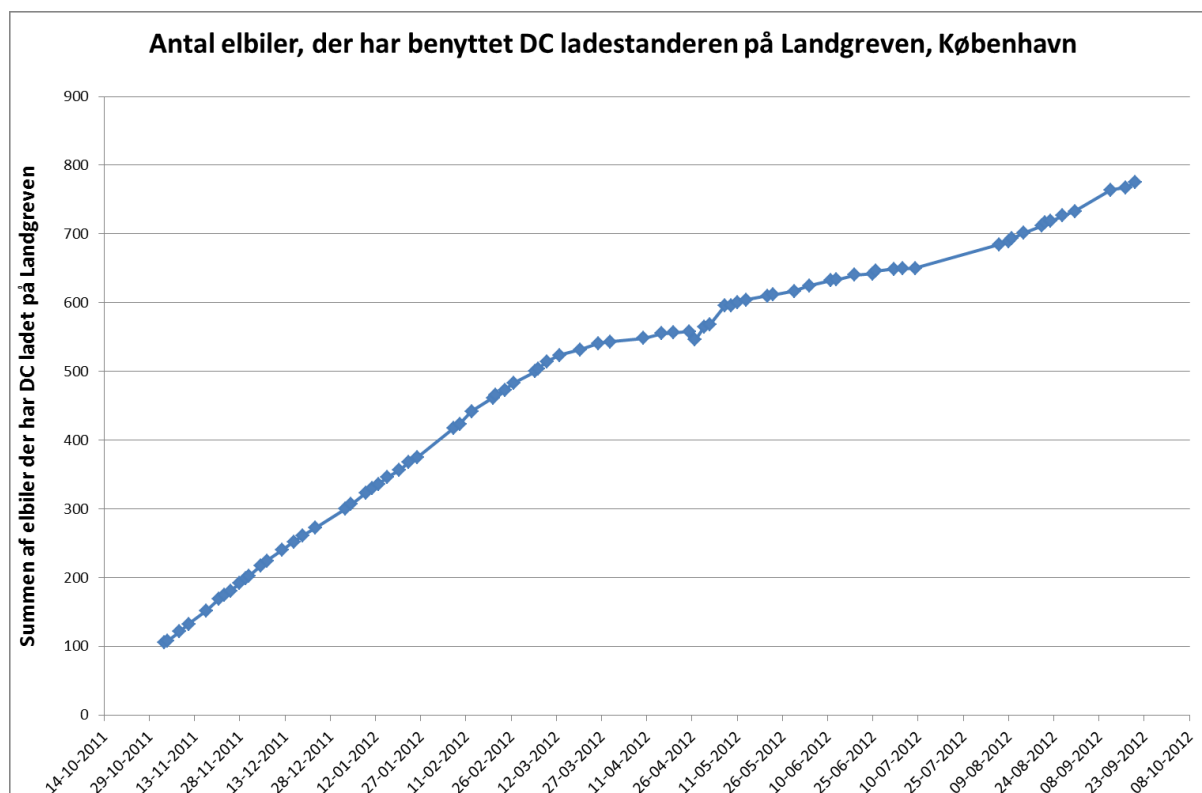


Figur 14 Oversigtsbillede af den nuværende DC opladningsinfrastruktur i Danmark.

DC ladestanderne bliver brugt

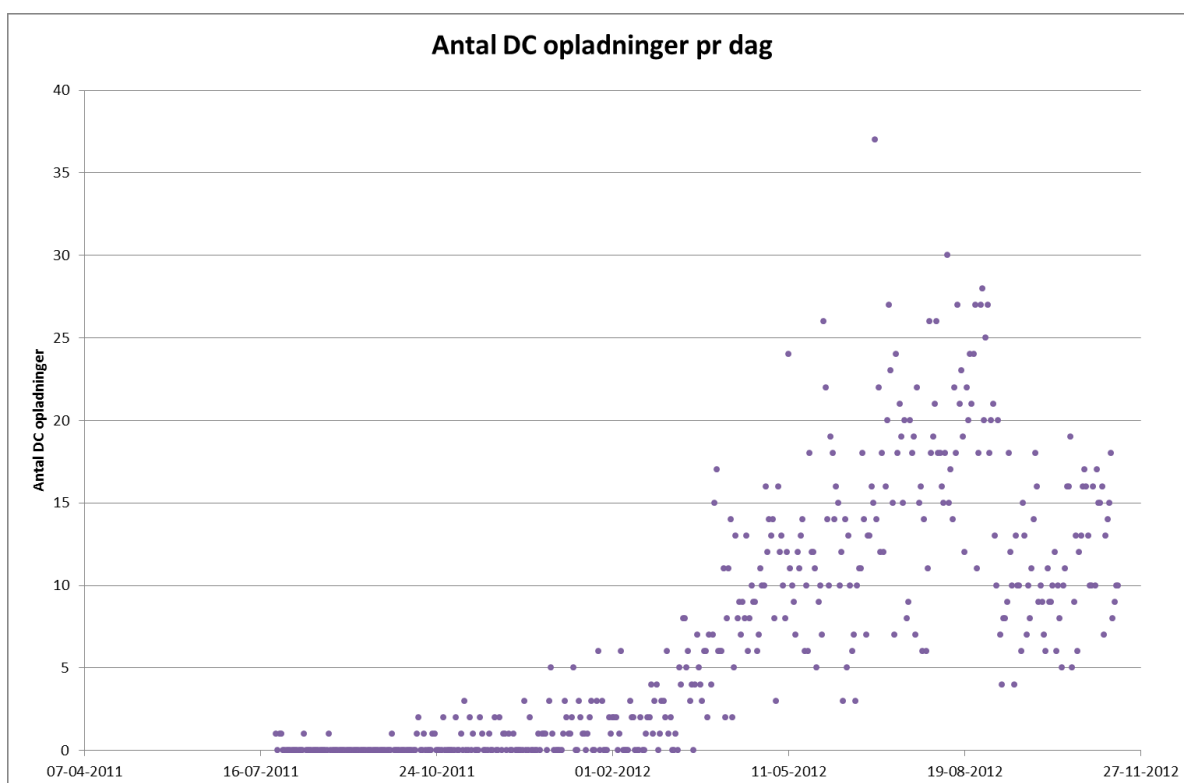
Analyse af godt 2.400 opladninger foretaget af testfamilierne i Test en bil har vist, at omkring 75% af alle opladningerne foregår i egen garage. Der er dog stor spredning i det resultat, da nogle af familierne opladede så lidt som 40% hjemme, mens andre foretog alt deres opladning på egen installation i garagen. Det skal nævnes, at langt hovedparten af testfamilierne bor i eget hus, og kan derfor let benytte egen installation til opladning af elbilen. De må forventes, at familier der har elbil og samtidig bor i lejlighed, vil foretage flere opladninger på fx arbejdspladsen eller ved hjælp af den offentlige infrastruktur. Det var i samme periode sparsomt med hvor meget offentlig infrastruktur, der har været at oplade på, hvilket kan have indflydelse på andelen af opladninger ude. Den offentlige infrastruktur der har været i perioden, var gratis. Hvis den havde kostet penge, var den måske ikke blevet benyttet så ofte.

Første april 2011 blev den første DC ladestander installeret på Landgreven i København. På det tidspunkt var der ikke mange elbiler i Danmark, og det var et fåtal af dem, der kunne benytte en DC ladestander. Som det ses på følgende figur, så tog det også næsten 7 måneder, før de første 100 opladninger var foretaget, men derefter gik det hurtigere, og der blev i alt foretaget omkring 550 opladninger det første år efter opsættelsen. Derefter er stigningen aftaget, men det skyldes, at der er blevet opsat flere DC ladestationer i københavnsområdet, og det reducerer brugen af den på Landgreven. Bemærk, at følgende figur er for alle elbiler, der har benyttet Landgreven, og ikke kun de, der er med i projektet Test en elbil. CLEVER og elbilerne fra Test en elbil står kun for 1/6 af forbruget.



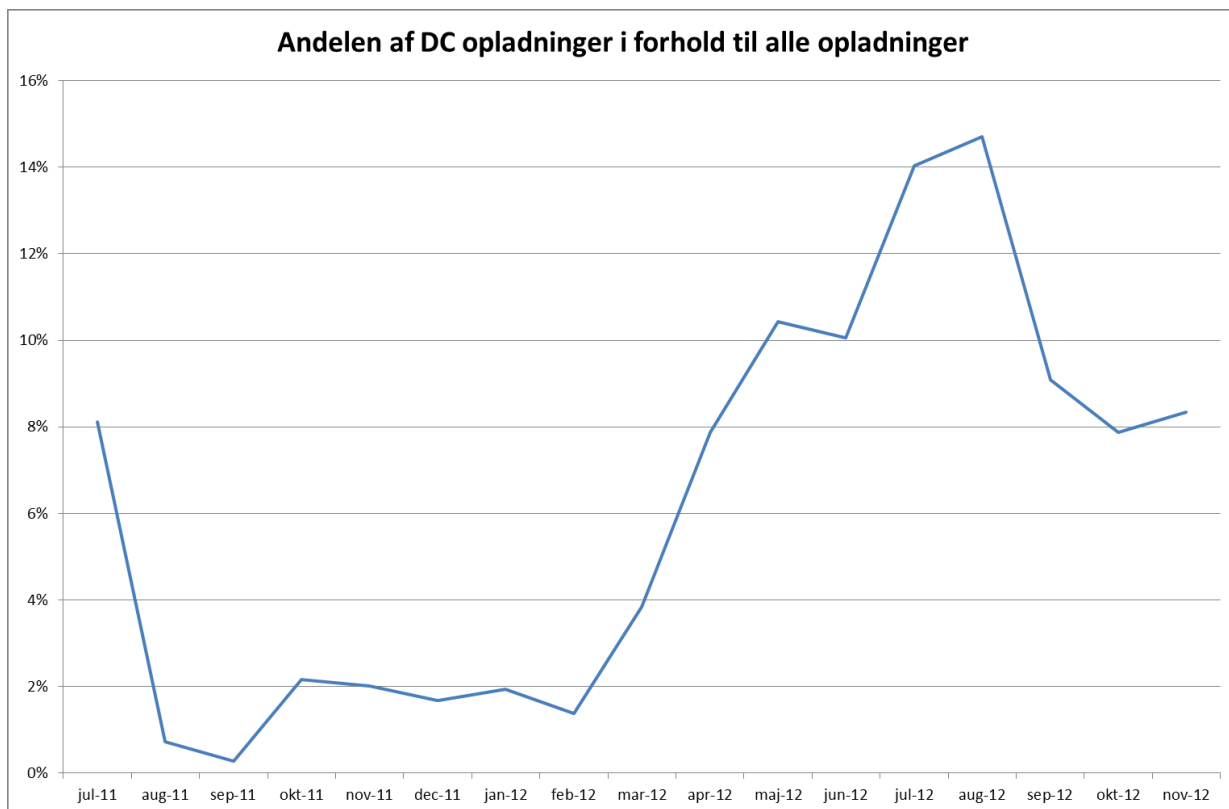
Figur 15 Summen af antallet af elbiler, der har benyttet Danmarks første DC ladestation på Landgreven, København.

Som tidligere nævnt, så er de fleste data omkring brug af infrastruktur fra projektet Test en elbil. Næste figur viser, at testfamilierne benytter sig af muligheden for at oplade elbilen hurtigt, og at der siden midten af marts måned 2012 ikke har været en dag, hvor mindst én af familierne har benyttet DC opladning. Da den offentlige ladeinfrastruktur især benyttes som range-extendere, så er det mest om sommeren, der er brug for dette. Det fremgår også af figuren, hvor det er især i løbet af sommeren, at der er foretaget flest opladninger i løbet af 1 dag.



Figur 16 Antal DC opladninger, der er foretaget med elbiler, hvor der er installeret ChoosCOM. Hvert punkt repræsenterer 1 observation.

Som tidligere nævnt viser de foreløbige undersøgelser, at omkring 25% af alle opladninger foretages uden for hjemmet. Næste figur viser, at mange af disse opladninger bliver foretaget på den offentlige DC lader, og at det igen er om sommeren, at der er brug for den hurtige opladning, da det ofte er der, der er brug for at kunne køre længere end den normale rækkevidde tillader. Rækkevidden er normalt stor nok til, at de daglige gøremål kan foretages uden yderligere opladning, men om sommeren, hvor de længere ture oftest tilbagelægges, er der brug for den hurtige opladningsmetode.

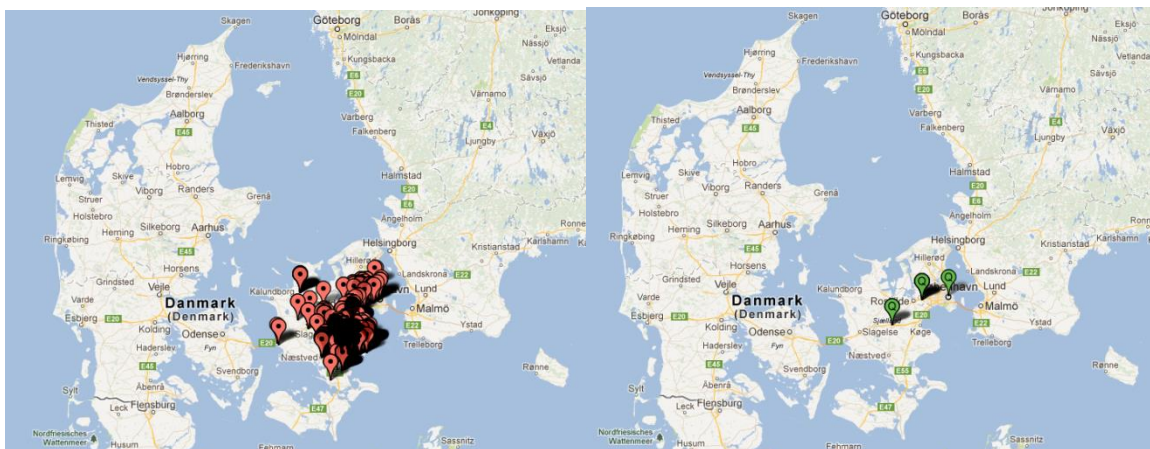


Figur 17 Andelen af DC opladning i forhold til alle opladninger. Observationerne er kun for elbiler med indbygget ChoosCOM. I juli 2011 var der kun 10 elbiler med ChoosCOM indbygget, og der blev kun foretaget 35 opladninger i alt. Selvfå DC opladninger giver derfor en stor andel. I august 2012 er der 185 elbiler med ChoosCOM, og der blev foretaget i alt 636 DC opladninger.

DC ladestanderne har stor indflydelse på rækkevidden

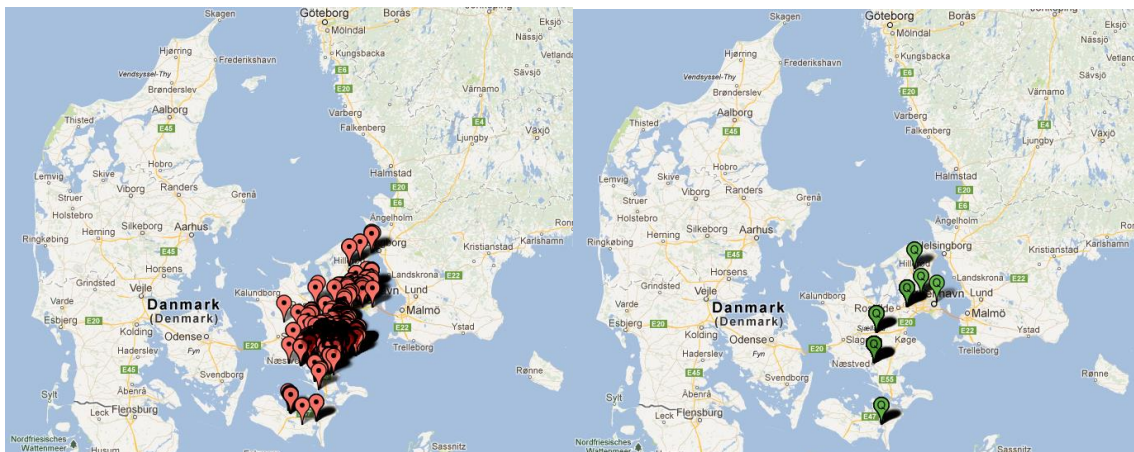
Følgende figurer viser, hvor testfamilier fra projektet Test en elbil har kørt i løbet af 4 perioder: I 2012 indtil 1. april, i perioden 1. april til 1. juni 2012, i perioden 1. juni til 1. august, og i perioden 1. august til 1. december 2012. I samme perioder blev der også installeret 25 DC hurtigladerstationer, hvilket, som det kan ses, har forøget rækkevidden for testfamilierne.

Første figur viser kørsel og DC opladning indtil 1. april 2012. Figuren til venstre viser begyndelsesstedet for alle turene, der er foretaget i elbil, og figuren til højre viser, at det er DC ladestanderne i Ringsted, Hedehusene samt Landgreven i København, der er benyttet. Der var på det tidspunkt også installeret DC opladere på Fyn og i Jylland, men de er ikke benyttet. Det skyldes nok, at der er godt 100 km mellem DC laderen i Ringsted, og den i Odense, hvilket er for langt i forhold til rækkevidden, da en DC opladning kun giver 80% af kapaciteten.



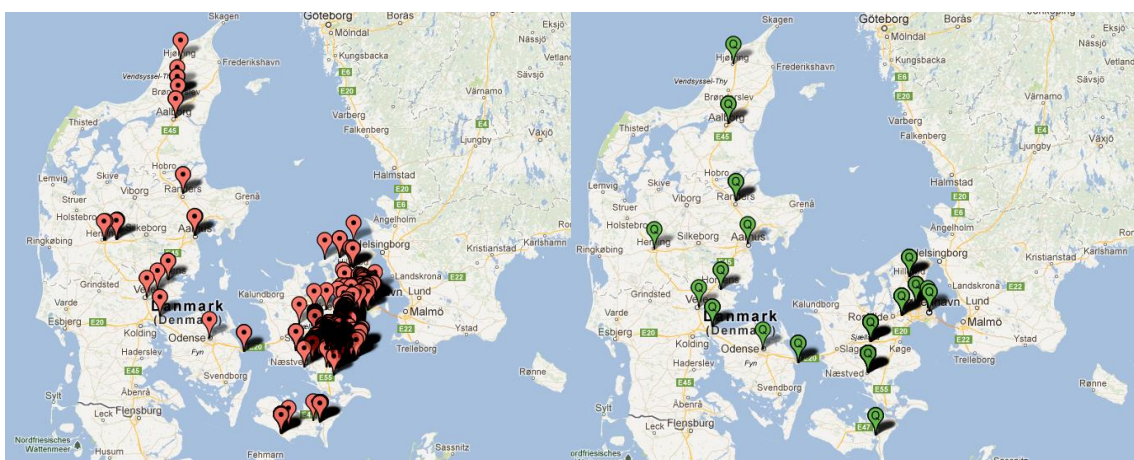
Figur 18 Kørsel (venstre) og DC hurtigoplading foretaget indtil 1. april 2012 i de elbiler der deltager i Test en elbil i Faxe kommune.

Næste 2 figurer viser hvor køreturene er startet (venstre), og hvilke DC hurtigladerer der er benyttet i perioden 1. april til 1. juni 2012. I den periode blev der åbnet for DC laderen i Hillerød, Ballerup, Næstved og Nykøbing Falster, og det har haft en stor indflydelse på testfamiliernes fra Faxes bevægelsesmønstre og rækkevidde. Det er nu blevet muligt, at bevæge sig rundt på hele Sjælland og Lolland Falster i elbil. Som det også ses, så er alle de opstillede DC ladestationer i det område blevet benyttet. Der er dog stadig for langt til Fyn og Jylland.



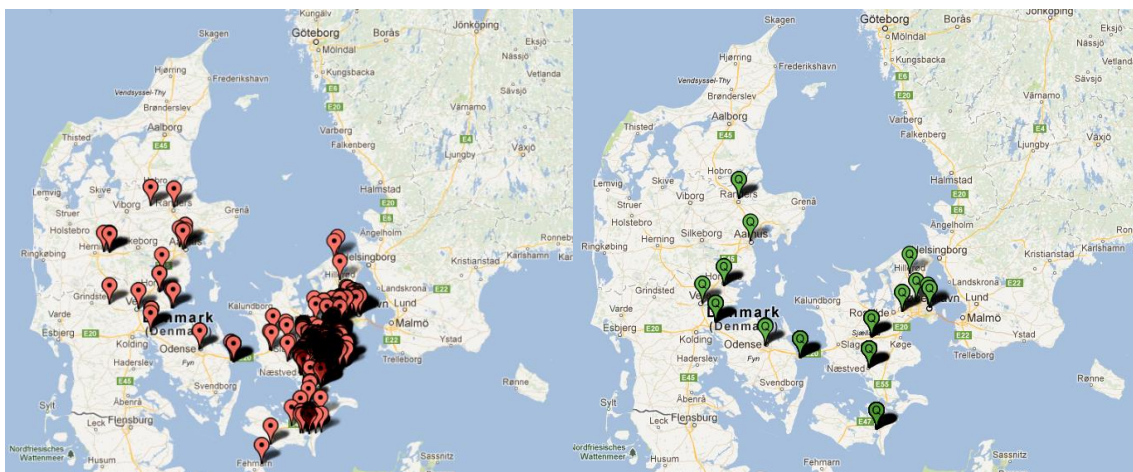
Figur 19 Kørsel (venstre) og DC hurtigopladning foretaget i perioden 1. april til 1. juni 2012 i de elbiler der deltager i Test en elbil i Faxe kommune.

I maj 2012 blev DC hurtigladeren i Nyborg åbnet, og som det kan ses på følgende figurer, så åbnede den op for nye muligheder for testfamilierne i Faxe, og i perioden 1. juni til 1. august 2012 blev der foretaget ture både til Rødby Færgehavn og til Hjørring. Som det ses på billedet til højre, så er DC infrastrukturen blevet benyttet for at tage de lange ture. Rækkevidden er derfor ikke længere et problem. Sammenlignet med en traditionel bil, så tager turen i en elbil længere tid, men hvor der tidligere efter en tur på 100 km skulle oplades i 5-7 timer, hvilket gjorde en tur fra Faxe til Hjørring til et længerevarende projekt, så er det nu muligt at gøre på 1 dag.



Figur 20 Kørsel (venstre) og DC hurtigopladning foretaget i perioden 1. juni til 1. august 2012 i de elbiler der deltager i Test en elbil i Faxe kommune.

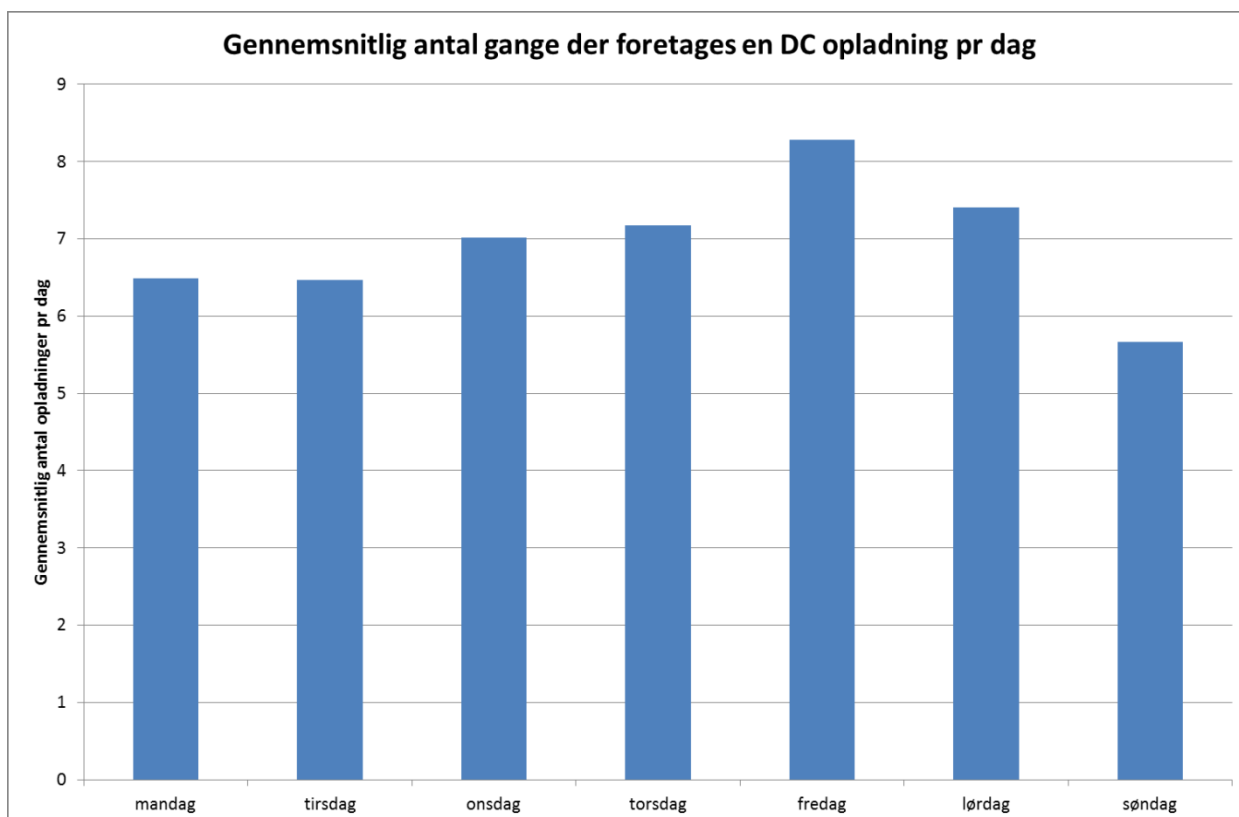
De næste 2 figurer er for perioden 1. august til 1. december 2012, og de viser igen, at muligheden for DC opladning udvider elbilens rækkevidde betragteligt.



Figur 21 Kørsel i perioden 1. august – 1. december 2012 i de elbiler der deltog i Test en elbil i Faxe kommune.

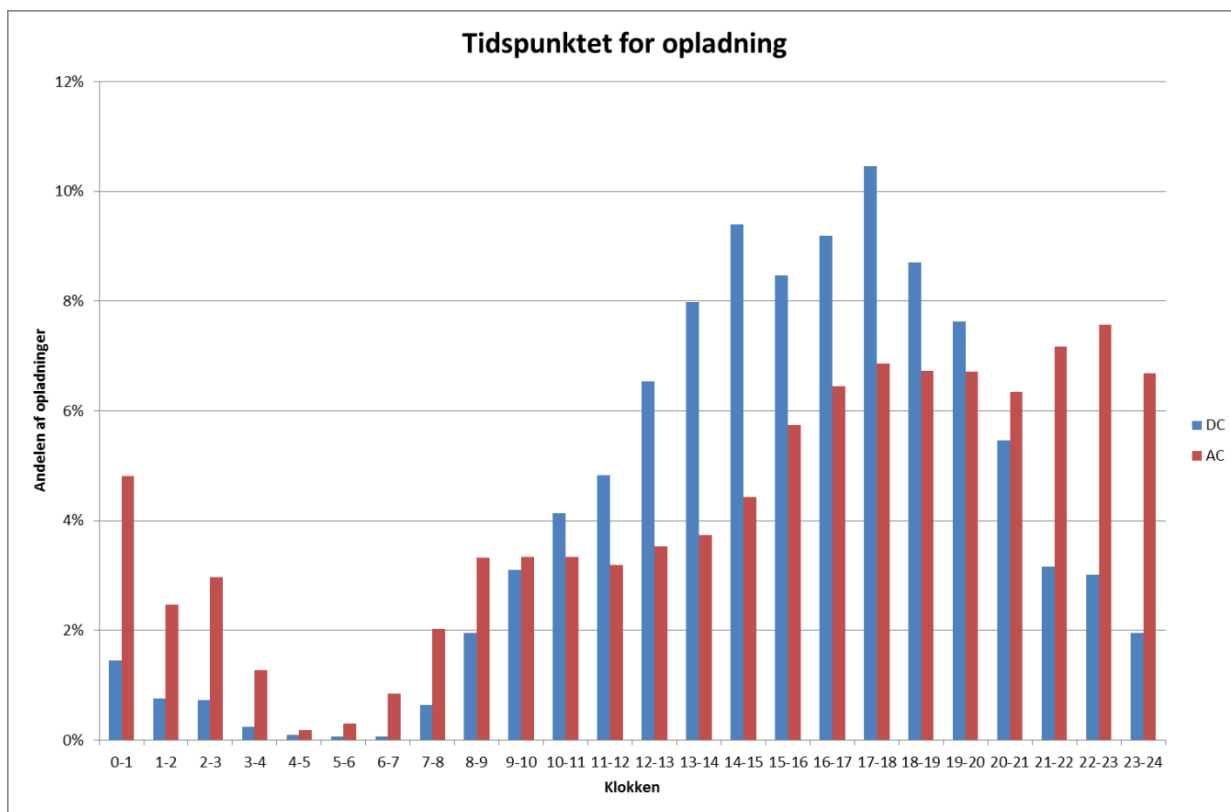
Hvornår oplades elbilen?

Det er ikke helt ligeligt fordelt over ugen, hvornår DC ladestanderen bliver brugt. Følgende figur viser, at det især er om fredag, at det største brug er, og at det er mindst om søndagen.



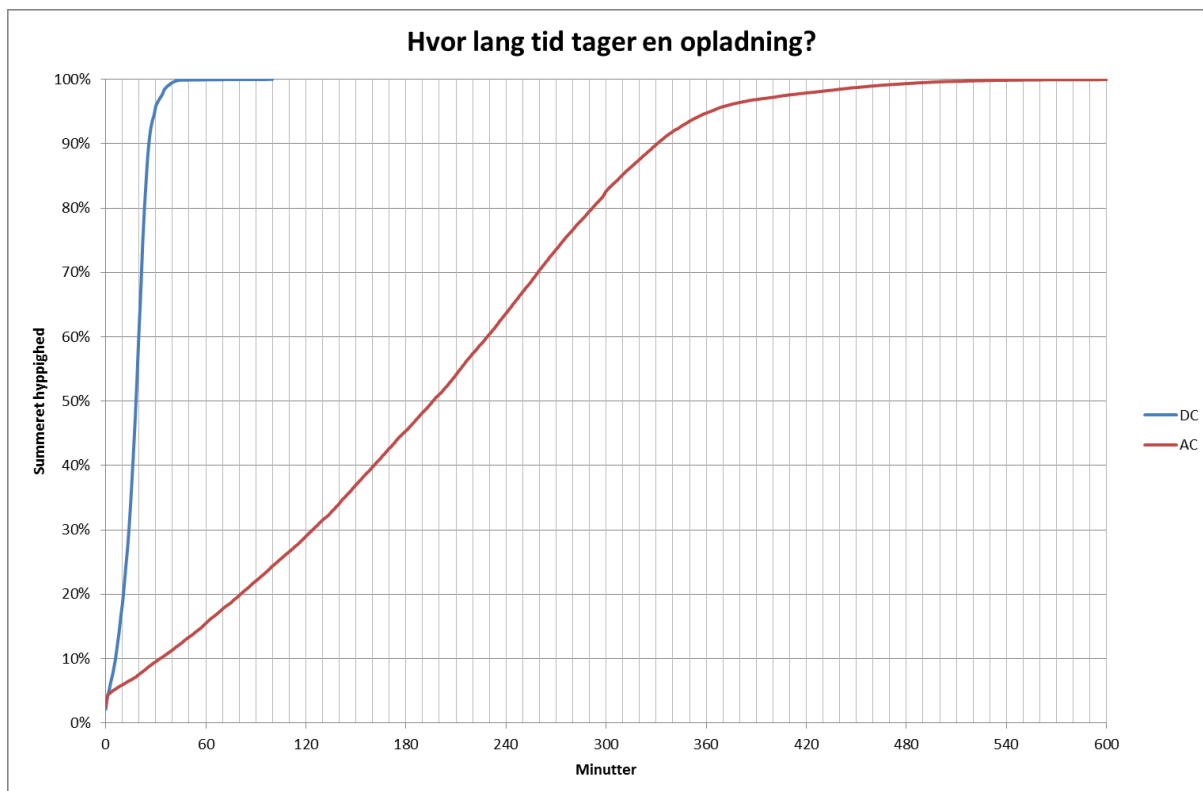
Figur 22 Det gennemsnitlige antal DC opladninger pr ugedag. Figuren bygger på i alt 3.318 DC opladninger foretaget i perioden juli 2011 til november 2012.

Følgende figur viser tidspunktet på døgnet, når hhv. en DC opladning og en AC opladning startes. Som det ses, så starter langt det fleste DC opladninger i tidsrummet fra kl 12 til 20, hvorimod de fleste AC opladningerne er fra kl 15 til 24.



Figur 23 Opladningstidspunktet for starten af hhv. DC og AC opladning. Kurven bygger på i alt 41.330 opladninger foretaget i perioden juli 2011 til november 2012, hvoraf de 3.318 var DC opladninger.

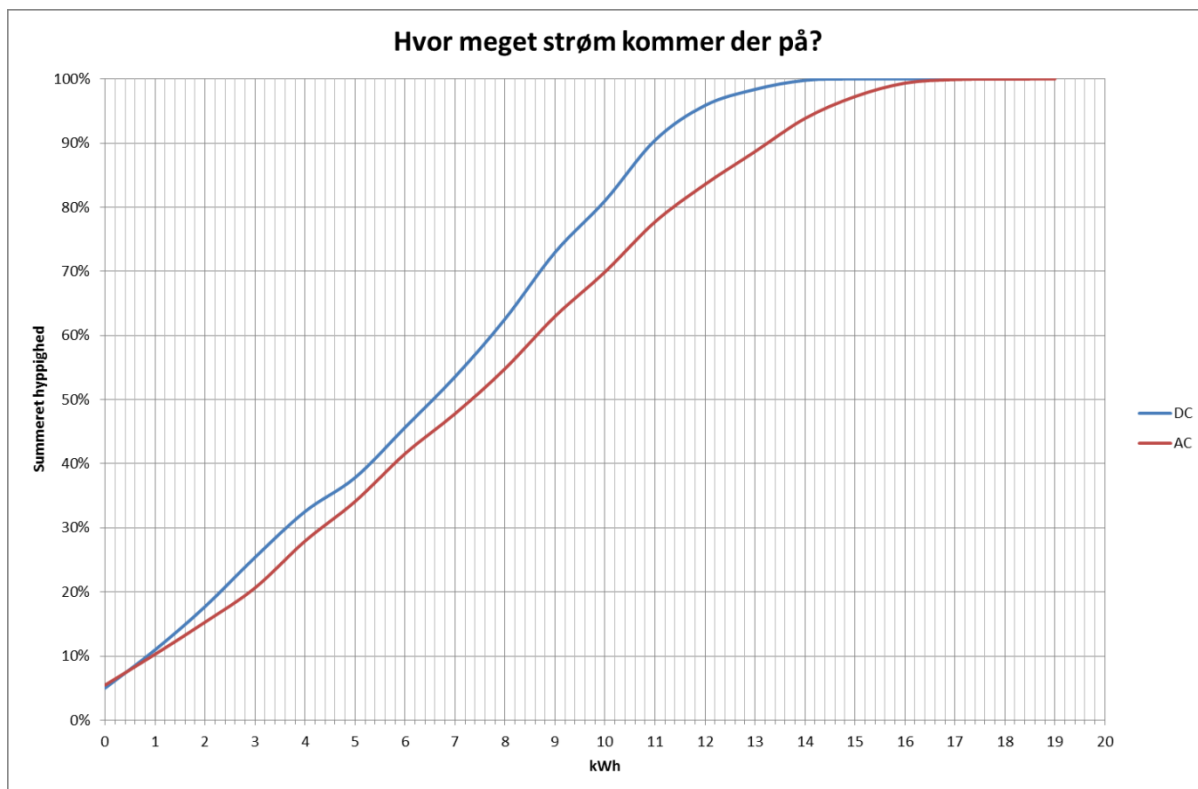
Ovenstående figur viste, hvornår opladningerne startede. Hvornår de slutter, afhænger af hvor meget energi der skal på batteriet, og opladningshastigheden. Næste figur viser den summerede hyppighed af varigheden af hhv. DC og AC opladning. Som det ses, så er 80% af alle DC opladningerne færdig på 22 minutter eller mindre, hvorimod det tager 290 minutter eller mindre for at 80% af AC opladningerne er færdige.



Figur 24 Summeret hyppighed af den tidsmæssige længde af 41.330 opladninger foretaget i perioden juli 2011 til november 2012. 50% af alle DC opladninger var afsluttet efter 20 minutter eller før, og 50% af alle AC opladninger var afsluttet efter 195 minutter eller før.

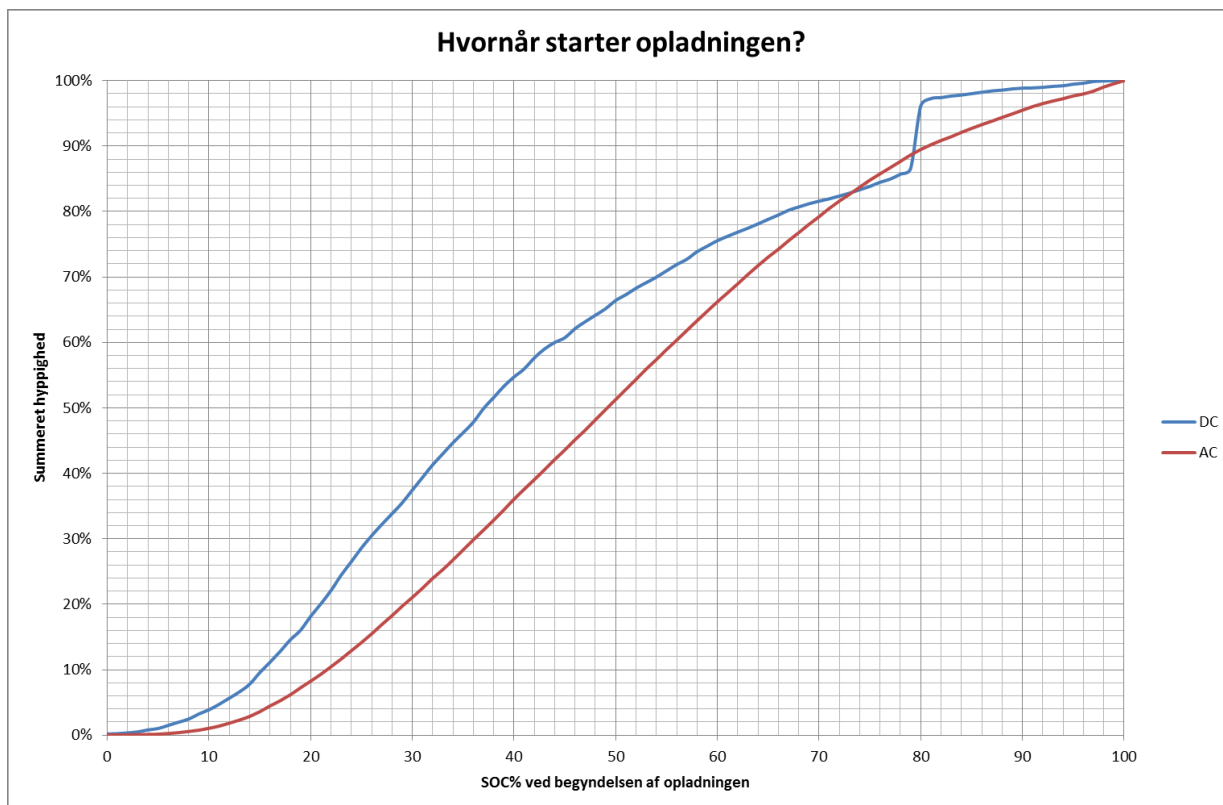
Tilført energi

Næste figur viser, hvor meget energi der tilføres batteriet ved de enkelte opladninger. Da elbilerne Mitsubishi iMiev, Peugeot Ion, og Citroen C-Zero er de elbiler, der benyttes i projektet Test en elbil, og da disse elbiler stopper DC opladningen ved 80%, så kommer der generelt mere energi på batteriet ved en AC opladning end ved en DC opladning. For at beskytte batteriet, er der ingen af de eksisterende elbilmærker, der er på markedet, der oplader batteriet fuldt op, når der benyttes DC opladning. Nissan Leaf kommer dog tæt på, men det er ikke alle opladninger, der når 100% opladning.



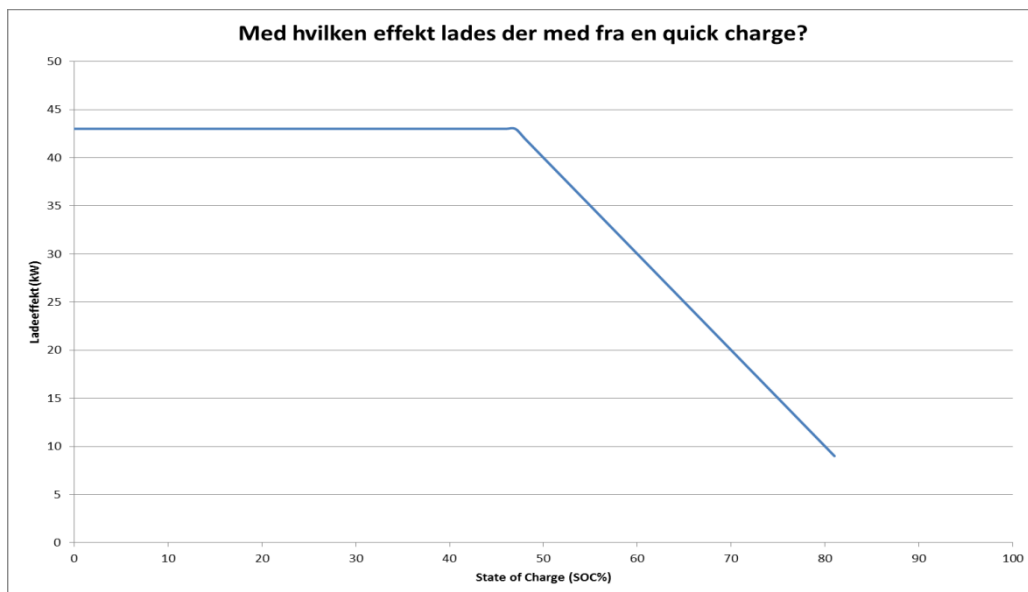
Figur 25 Summeret hyppighed af mængden af energi der er afgivet til batteriet ved en opladning. Figuren bygger på 41.330 opladninger foretaget i perioden juli 2011 til november 2012. 50% af DC opladningerne har været på 6,5 kWh eller mindre og 50% af AC opladningerne har været på 7,3 kWh eller mindre.

DC hurtigopladningerne er også tænkt som en hurtig hjælp til at øge rækkevidden for elbilen. Næste figur viser, at der som regel er mindre energi på batteriet, når en DC hurtigladning startes i forhold til når en AC opladning starter. Som nævnt, så stopper opladningen når batteriet er fyldt til 80% af sin kapacitet. Det er dog muligt at genstarte opladningen igen, hvilket giver den lidt underlige kurve, der hvor state of charge (SOC%) er på 80%.



Figur 26 Summeret hyppighed af state of charge (SOC%) ved begyndelsen af opladningen. Figuren bygger på 41.330 opladninger foretaget i perioden juli 2011 til november 2012. 50% af alle DC opladningerne startede ved SOC=37% eller mindre, og 50% af alle AC opladningerne startede ved SOC=49% eller mindre.

DC opladning med høj effekt er en hurtig måde at få en elbil opladet. Batteriet kan dog ikke modtage fuld effekt under hele opladningen, og batteriet management system skruer derfor op og ned for ladeeffekten efter blandt andet, hvor meget der er på batteriet, temperaturen af batteriet, og omgivelsernes temperatur. Næste figur viser en typisk DC opladning af en Peugeot Ion med en 50 kW CHAdeMO certificeret oplader. Som det ses, så kan elbilen for det første maksimalt ikke modtage mere end omkring 44 kW, og det er kun indtil batteriet er opladet til halvdelen af sin kapacitet. Derefter falder ladeeffekten, og når omkring 9 kW når opladningen stopper ved 80%. Det er som nævnt muligt at genstarte opladningen, men ladeeffekten vil falde yderligere. Den vil dog for det meste af tiden være højere end de 3,7 kW det er muligt at oplade den pågældende elbil med, når AC benyttes.

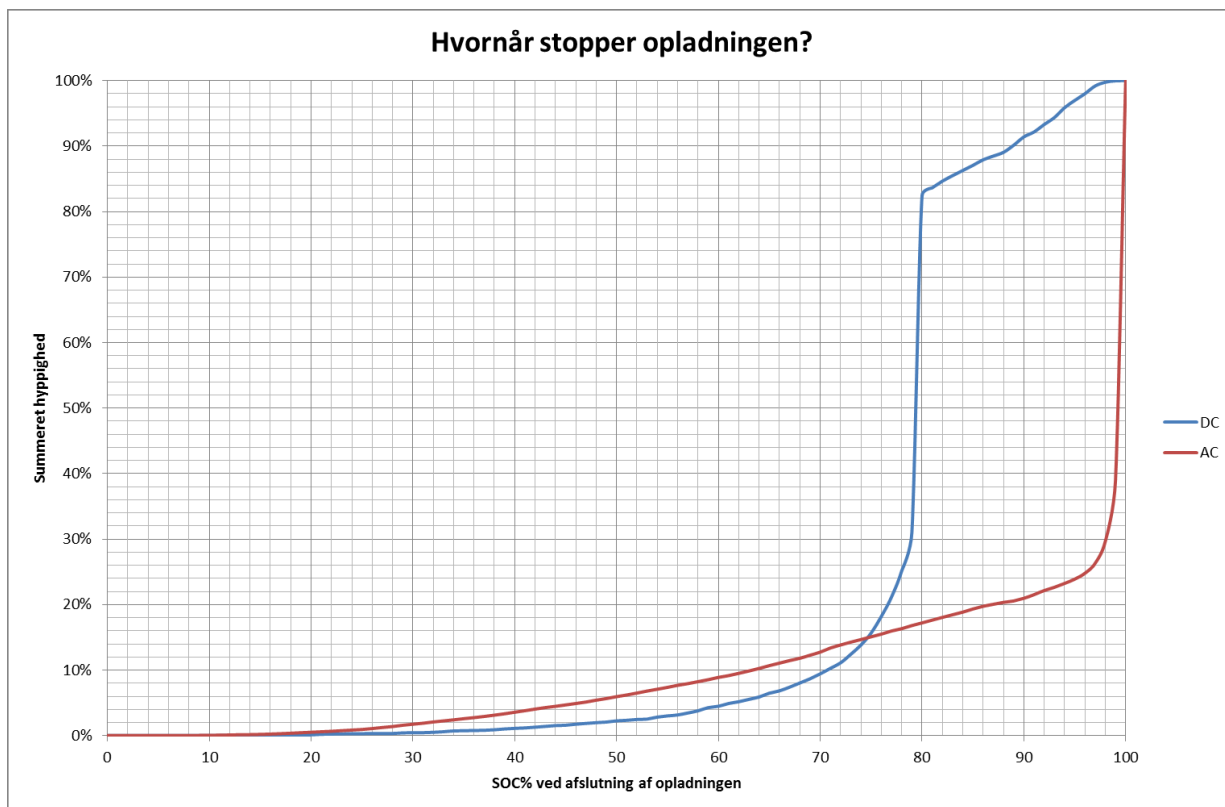


Figur 27 Ladeeffekten (kW) som funktion af hvor opladet batteriet er (state of charge (SOC)).

Når det ofte nævnes, at en quick charge kun tager 20 minutter, så er det kun korrekt for opladning op til 80% af batterikapaciteten. Sættes for eksempel en Nissan Leaf til at DC oplade med 50 kW, tager det ca. en time, til batteriet er fuldt (eller næsten fuldt) opladet.

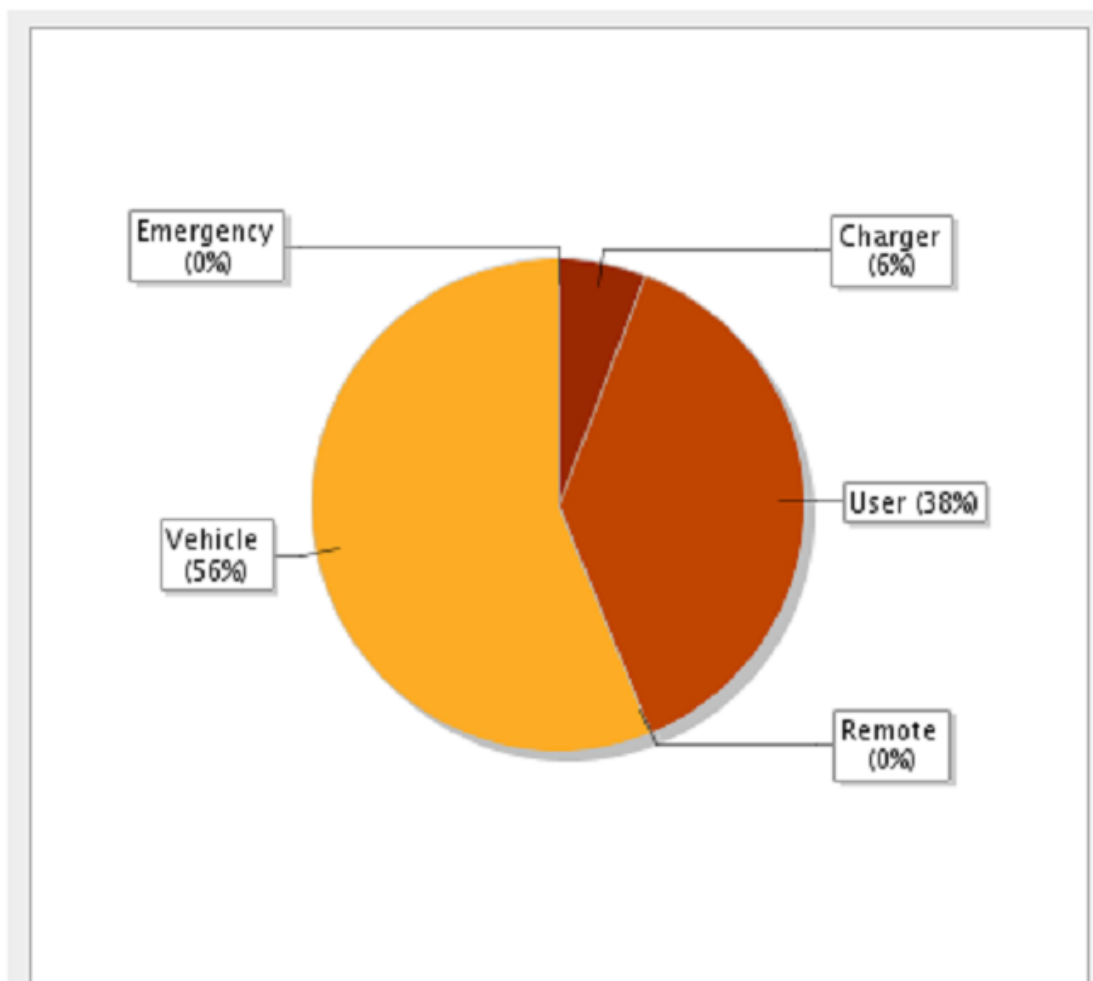
Det er elbilsproducenterne, der bestemmer hvor høj effekt elbilen må oplades med, og det vides ikke, om de er gået til grænsen for batteriernes kapacitet mht. ladeeffekt eller om de konservativt har lagt en buffer ind for at være helt sikker på, at batteriet ikke tager skade. Det er derfor også uvist, om ladeeffekten kunne øges, og dermed om det er muligt, at sænke tiden det tager for at oplade batteriet.

Næste figur viser, at langt de fleste AC opladninger stopper, når batterikapaciteten er nået 100%, hvorimod omkring 55% af DC opladningen er stoppet ved 80% SOC og yderligere 20% er stoppet før de 80%. Som det også ses, så er 15% af opladningerne stoppet efter at SOC på 80% er opnået. Dette passer godt sammen med tidligere figur der viste, at omkring 15% af opladningerne bliver genstartet efter SOC på 80% er opnået.



Figur 28 Summeret hyppighed af state of charge (SOC%) når opladningen stopper. Figuren bygger på 41.330 opladninger foretaget i perioden juli 2011 til november 2012. 50% af alle DC opladningerne stoppede ved SOC=79% eller mindre, og 50% af alle AC opladningerne stoppede ved SOC=99% eller mindre.

Som nævnt er det batteri management systemet (BMS) i elbilen, der bestemmer hvordan opladningen skal foregå, og hvornår den skal stoppe. Næste figur viser, at i 56% af tilfældene er det BMS'en, der har standset opladningen, og i 38% er det brugeren selv. Det skal bemærkes, at figuren bygger på alle opladninger, der er foretaget på den lokation, og ikke kun for elbiler, der deltager i Test en elbil.



Figur 29 Grunden til, at opladningen stopper. Figuren bygger på data fra DC ladestanderen, der er installeret på Landgreven, København, og er fra perioden juni til december 2012.

Opsummering

Siden april 2011 er der installeret omkring 50 DC hurtigladdestationer i Danmark, og de bliver godt benyttet. Op i mod 15% af alle opladninger der foretages i projektet Test en elbil bliver gjort på en DC ladestander. Det skal dog bemærkes, at det er gratis for testfamilierne at benytte ladestanderne, og at det må forventes, at de vil benytte dem mindre, hvis de skulle betale.

DC opladning er en hurtig måde at oplade elbilen på, og det tager typisk godt 20 minutter, at oplade batteriet til 80% af dets kapacitet.

Det er også tydeligt at se, at muligheden for at hurtigt at kunne oplade elbilen er med til at øge den brugbare rækkevidde for elbilen.