



**Forsøgsordning med El-biler**

# **Energistyrrelsen**

**Projekt Alpha (del analyse 1) & Projekt Gamma (del analyse 2)**



# Anvendte forkortelser

- **EV:** Electric Vehicle
- **PHEV:** Plug in Hybrid Electric Vehicle
- **ICE:** Internal Combustion Engine
- **HEV:** Hybrid Electric Vehicle
- **DR:** Demand Response
- **G2V:** Grid to Vehicle
- **V2G:** Vehicle to Grid
- **RES:** Renewable Energy Source
- **SLA:** Service Level Agreement
- **CHP:** Combined Heat and Power
- **TSO:** Transmission System Operator
- **DSO:** Distribution System Operator

# Alpha 1

*Udarbejdelse af en finansiel model der kan kortlægge hvad det nuværende investeringsbehov for hhv. ICE / PHEV / EV biler er, og hvorledes det udvikler sig.*

*Modellen baseres på research og prisestimer, og vil inkludere hhv.:*

- *Kapital omkostninger*
- *Driftsomkostninger*
- *Biltyper og bruger profil*
- *Investeringstidspunkt*



- Set i forhold til de respektive netto omkostninger ved driften af de forskellige biltyper i kategorien "mini, er elbiler et attraktivt alternativ allerede i år 2011.**
- Elbiler og plug-in hybrider ventes at opleve en kraftig priserosion i de kommende år, hvor batteriproduktion opnår stordriftsfordele som følge af produktionsoptimering og komponentprisen reduceres. Således vil kapitalbinding aftage over tid på disse biltyper, imens niveauet vurderes at være stabilt for biler med forbrændingsmotor.**
- Set over bilernes livstid, vil særligt mini elbiler være et attraktivt alternativ fra dag et, hvor de øvrige biltyper vil tage nogle år om at hente ICE bilerne set ift. bilens samlede drift budget. Plug-in hybrid bliver aldrig et attraktivt valg, baseret på økonomi, såfremt disse fortsat pålægges fuld afgifts belastning.**
- Baseret på priseksemples fra forskellige lande, er det evident at der på nuværende tidspunkt er aktører i markedet der udnytter den lave modenhed og gennemsigtighed til at tage høje avancer i det marginen på de rene elbiler i mellem landene er uproportional høj.**
- Da det allerede på nuværende tidspunkt er attraktivt, rent økonomisk at vælge en elbil, kan det forekomme bemærkelsesværdigt at der er så relativt få biler penetreret i markedet. Dette må sandsynligvis tilskrives forbrugernes aversion overfor nye teknologier og de dertil hørende ulejlighedsfaktorer som opladning og den begrænsede rækkevidde medfører**



# Casen der er anvendt til analysen skitseres nedenfor – den finansielle model inkluderer en lang række variable faktorer og vil afhængigt af sammensætningen kunne give +400 forskellige udfald

Modellen fordeler omkostningerne på de respektive biler, på en række forskellige faktorer varierende fra investering, drift og øvrige omkostninger.

Investeringsomkostningen tager højde for kapital bindingen ved køb, drift omkostningerne inkluderer vedligehold og service mv., og øvrige omkostninger inkluderer afskrivning etc.

De følgende beregninger baserer sig på den nedenfor specificerede case:

## **Case 2011-2015:**

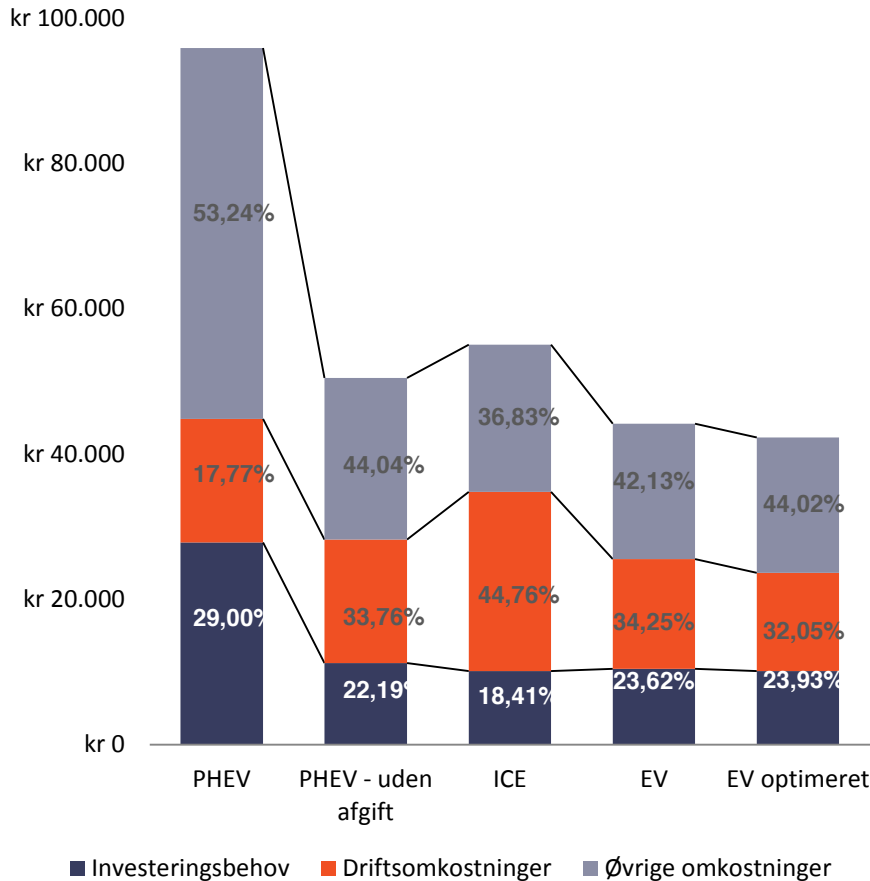
- Mand
- 41-60
- Suburb (30.000 km årligt)
- Gældfinansieret
- Inkl. Navigationsudstyr
- Mini-bil

*Detaljer og specifikation på de forskellige biler forefindes i de tilhørende beregningsmodeller*



# Af de årlige nettoomkostninger til biler i kategorien “mini”, fremgår det at EV biler allerede i år 2011 vil udgøre et attraktivt alternativ til ikke bare PHEV, men også ICE biler

Netto omkostninger 2011

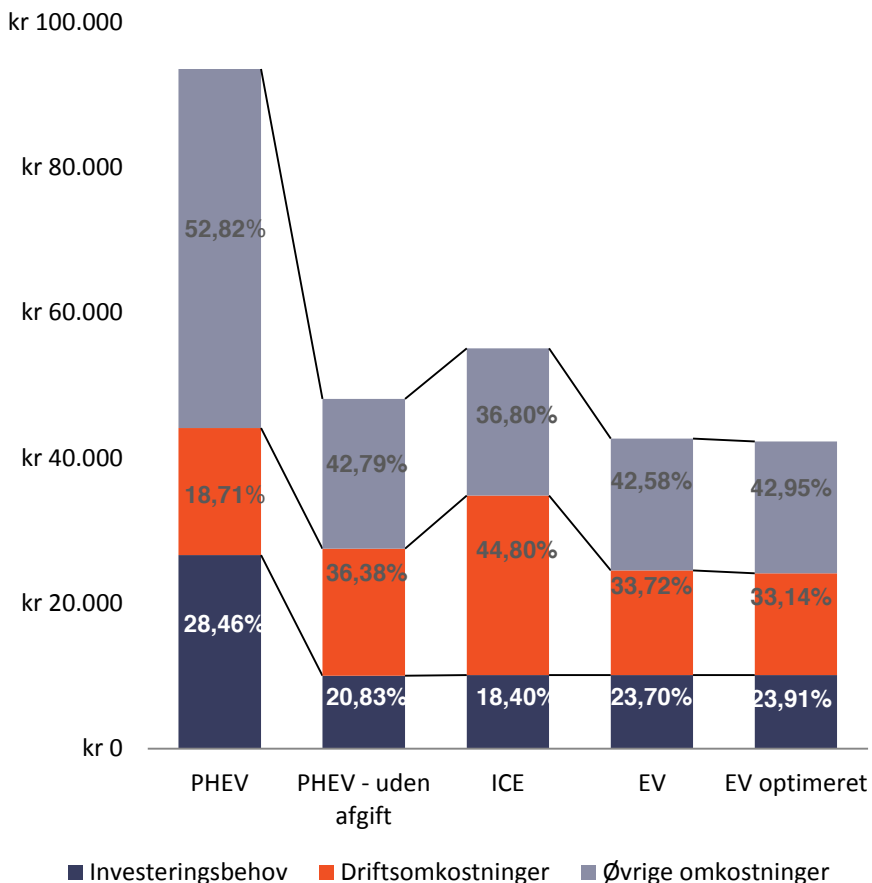


- PHEV biler er på nuværende tidspunkt fortsat meget dyre, da deres anskaffelsespris er høj, idet de underlægges fuld afgift (hhv. 105% op til ~75.000 kr. og 180% herefter)
- Endvidere er afskrivning på PHEV biler meget signifikant grundet deres høje anskaffelses pris
- ICE biler er fortsat attraktive set ift. deres årlige netto omkostning, og sammenlignet med PHEV
- EV biler er allerede i 2011 det billigste valg af alle kategorier, særligt på grund af deres relative lave anskaffelsespris, og dermed begrænsede afskrivning, samt deres markant lavere driftsomkostnings niveau – hvilket særligt skyldes det ukomplekse design af motor, gearkasse og mangel på mekanisk bevægelige komponenter



# Fremskrivningen af de årlige netto omkostninger til 2013 ændrer ikke billedet signifikant

Netto omkostninger 2013

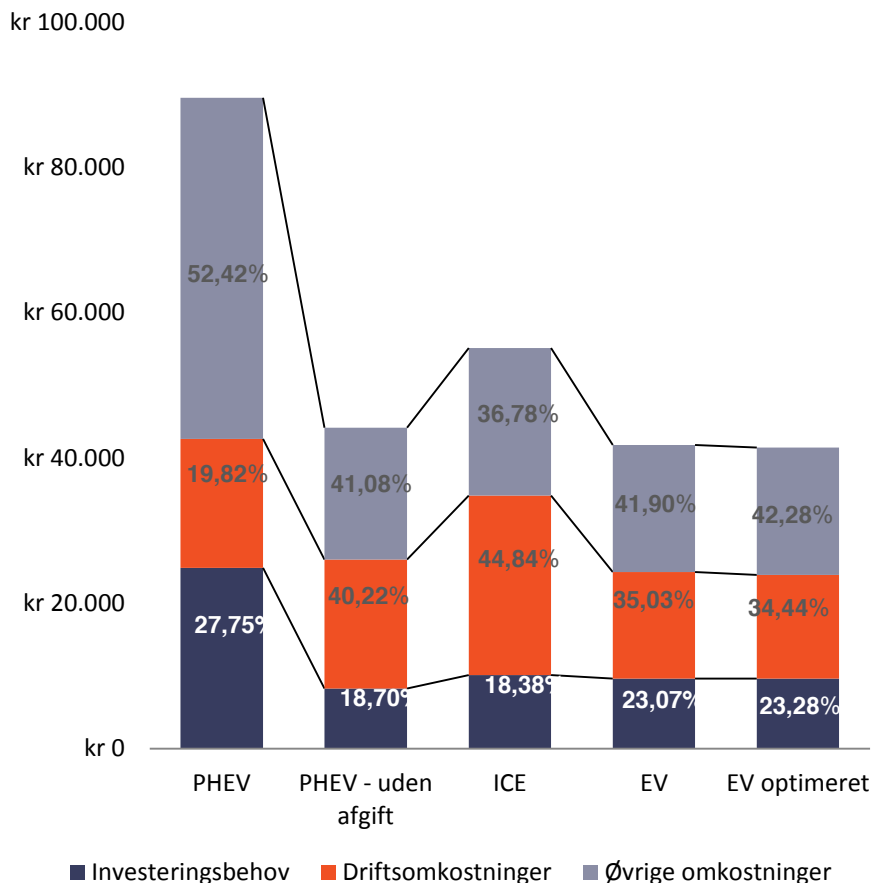


- Som det fremgår af analysen, er det særligt PHEV og EV biler der kan forvente en pris erosion i de kommende år
- ICE biler vil fortsat være attraktive, om end det ikke ventes at være sandsynligt at disse kan påvirkes betydeligt af pris erosion, da produktionen allerede er optimeret
- PHEV biler ventes løbende at dække differencen til de rene elbiler, såfremt disse ansues uden afgift
- Dog vil afskrivning fortsat udgøre en signifikant post for PHEV og i mindre grad påvirke EV



# Ses netto omkostninger fremskrevet til 2015, er PHEV (uden afgift) blevet konkurrence dygtige med de rene elbiler

Netto omkostninger 2015



- Det overordnede billede ventes ikke at ændre sig signifikant, fremskrives omkostnings og prisudviklingen frem til 2015
- PHEV med afgift vil fortsat være forbundet med langt de højeste årlige netto omkostninger til ejerskab blandt de analyserede bil typer i kategorien
- Bemærkelsesværdigt er det dog at netto udgiften i 2015 uden afgift er ved at være on par med netto udgiften til de rene elbiler





- ❑ Set i forhold til de respektive netto omkostninger ved driften af de forskellige biltyper i kategorien ”mini, er elbiler et attraktivt alternativ allerede i år 2011.

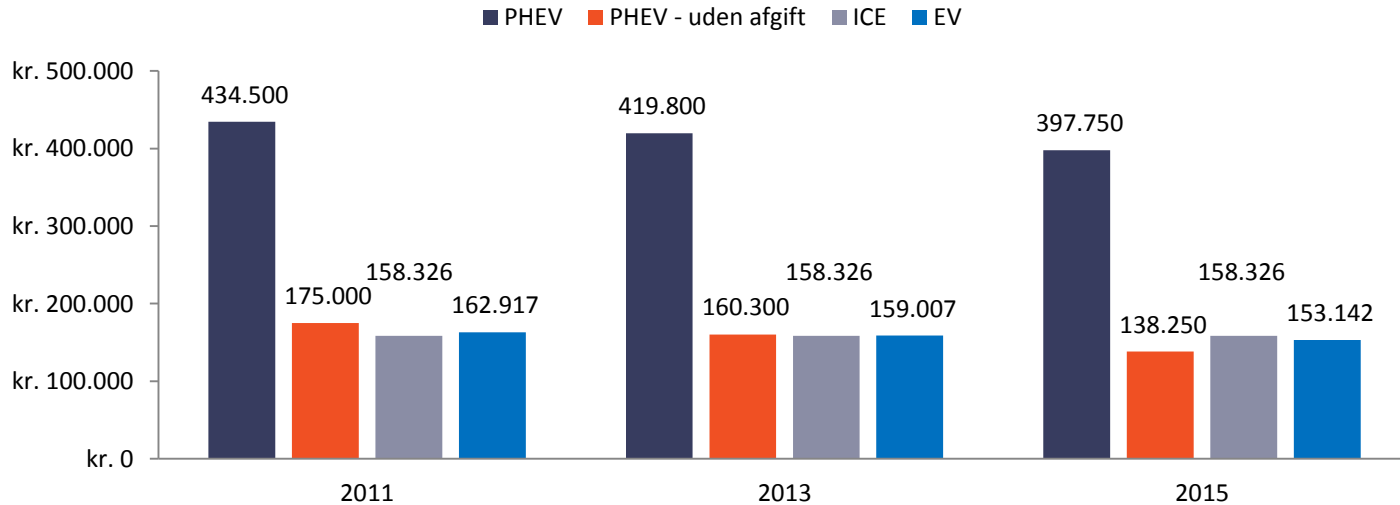
- ❑ Elbiler og plug-in hybrider ventes at opleve en kraftig priserosion i de kommende år, hvor batteriproduktion opnår stordriftsfordele som følge af produktionsoptimering og komponentprisen reduceres. Således vil kapitalbinding aftage over tid på disse biltyper, imens niveauet vurderes at være stabilt for biler med forbrændingsmotor.

- ❑ Set over bilernes livstid, vil særligt mini elbiler være et attraktivt alternativ fra dag et, hvor de øvrige biltyper vil tage nogle år om at hente ICE bilerne set ift. bilens samlede drift budget. Plug-in hybrid bliver aldrig et attraktivt valg, baseret på økonomi, såfremt disse fortsat pålægges fuld afgifts belastning.
- ❑ Baseret på priseksemples fra forskellige lande, er det evident at der på nuværende tidspunkt er aktører i markedet der udnytter den lave modenhed og gennemsigtighed til at tage høje avancer i det marginen på de rene elbiler i mellem landene er uproportional høj.
- ❑ Da det allerede på nuværende tidspunkt er attraktivt, rent økonomisk at vælge en elbil, kan det forekomme bemærkelsesværdigt at der er så relativt få biler penetreret i markedet. Dette må sandsynligvis tilskrives forbrugernes aversion overfor nye teknologier og de dertil hørende ulejlighedsfaktorer som opladning og den begrænsede rækkevidde medfører



# Investeringsbehovet falder over tid, set i lyset af skala produktion, samt generel komponent kost erosion – herunder særligt batterier i hhv. PHEV og EV

*Investeringsbehov Mini-kategori - 2011-2015*



- Mellem 2011 og 2015 falder investeringsbehovet for biler kategorierne PHEV og EV markant.
- EV biler forventes i perioden at falde med hhv. 6,5 og 4% over bil kategorierne mini, mellem og familie bil
- Ses dette i forhold til PHEV biler i de samme kategorier er pris erosionen væsentligt kraftigere, hhv. 21, 18 og 15%
- Ses PHEV afgift fritaget vil disse kræve en lavere kapital binding end de rene elbiler i 2015

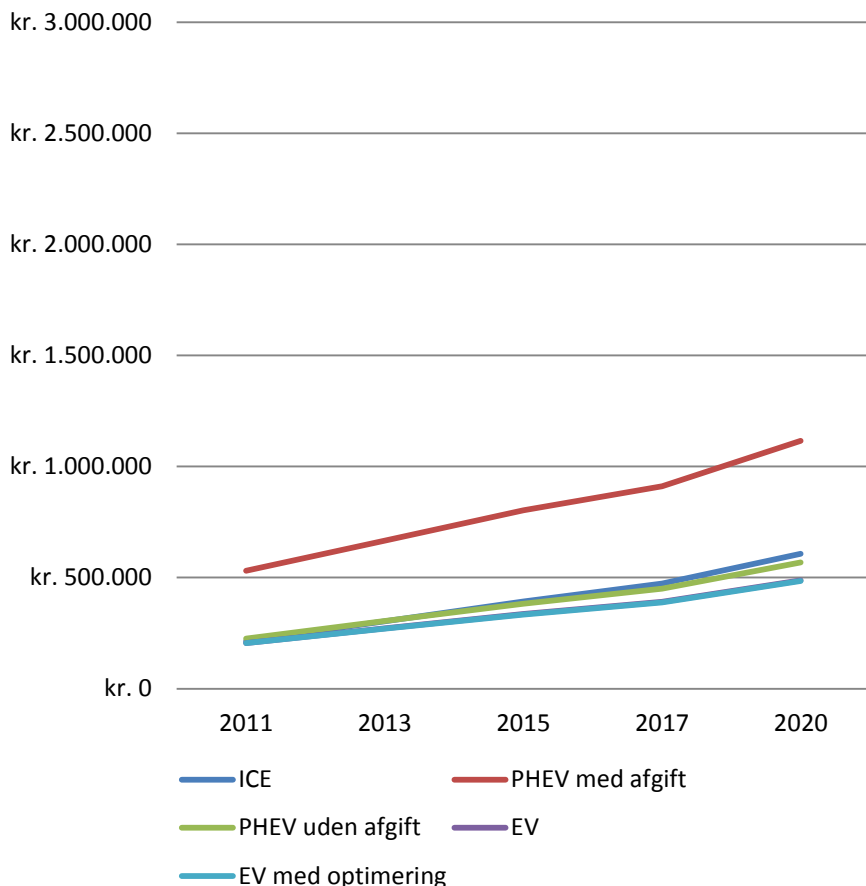


- ❑ Set i forhold til de respektive netto omkostninger ved driften af de forskellige biltyper i kategorien ”mini, er elbiler et attraktivt alternativ allerede i år 2011.
  - ❑ Elbiler og plug-in hybrider ventes at opleve en kraftig priserosion i de kommende år, hvor batteriproduktion opnår stordriftsfordele som følge af produktionsoptimering og komponentprisen reduceres. Således vil kapitalbinding aftage over tid på disse biltyper, imens niveauet vurderes at være stabilt for biler med forbrændingsmotor.
- ❑ Set over bilernes livstid, vil særligt mini elbiler være et attraktivt alternativ fra dag et, hvor de øvrige biltyper vil tage nogle år om at hente ICE bilerne set ift. bilens samlede drift budget. Plug-in hybrid bliver aldrig et attraktivt valg, baseret på økonomi, såfremt disse fortsat pålægges fuld afgifts belastning.
- ❑ Baseret på priseksemples fra forskellige lande, er det evident at der på nuværende tidspunkt er aktører i markedet der udnytter den lave modenhed og gennemsigtighed til at tage høje avancer i det marginen på de rene elbiler i mellem landene er uproportionel høj.
  - ❑ Da det allerede på nuværende tidspunkt er attraktivt, rent økonomisk at vælge en elbil, kan det forekomme bemærkelsesværdigt at der er så relativt få biler penetreret i markedet. Dette må sandsynligvis tilskrives forbrugernes aversion overfor nye teknologier og de dertil hørende ulejlighedsfaktorer som opladning og den begrænsede rækkevidde medfører



# I bil kategorien “Mini”, er de rene elbiler det økonomisk mest attraktive valg set over bilernes levetid

*Livstids omkostninger – Mini kategori*

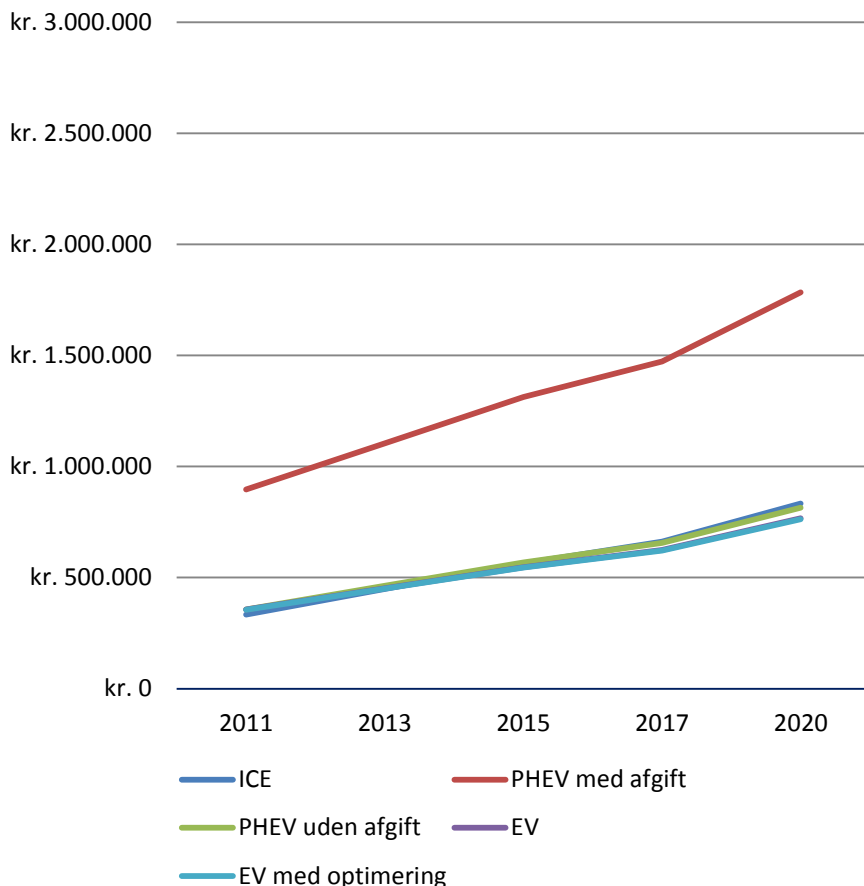


- Ud fra en livstidsomkostning der i dette tilfælde sættes til 10 år, er de rene elbiler det mest attraktive valg af de analyserede biltyper.
- PHEV er langt den dyreste bil i casen, dog er det bemærkelsesværdigt at denne er billigere end en almindelig bil med en fossil brændsel motor, såfremt denne er afgiftsfritaget.



## For bilerne i kategorien ”Mellem”, vil det tage en eldrevet bil ca. fire år at hente et fossilt drevet alternativ

*Livstids omkostninger – Mellem kategori*

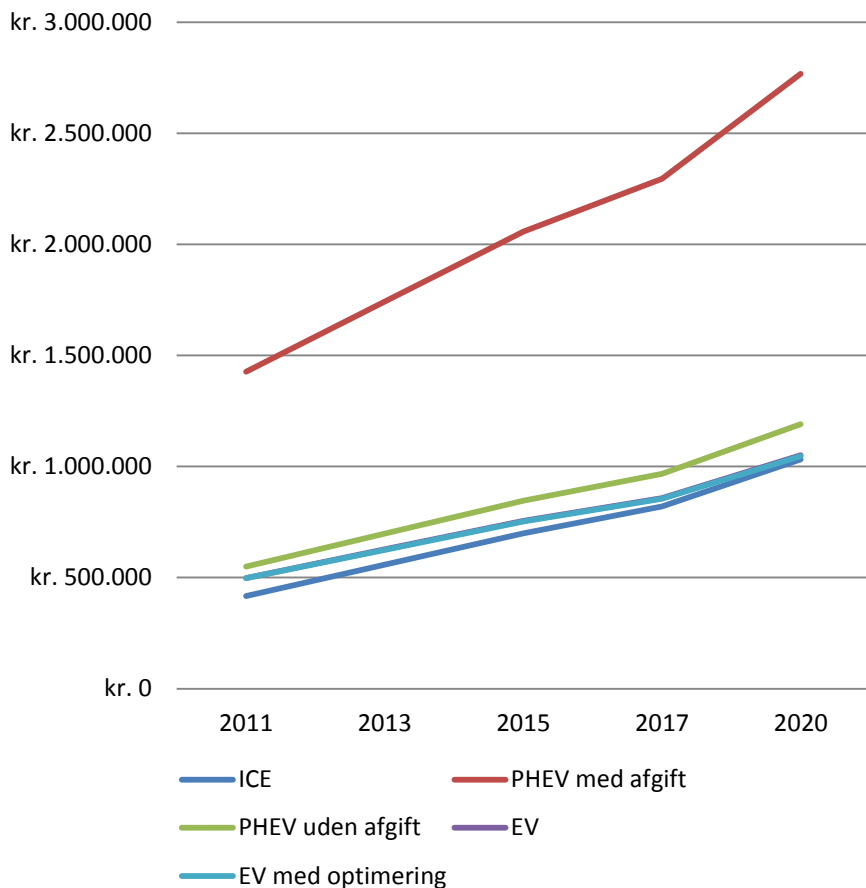


- Det overordnede billede ændrer sig ikke markant såfremt man skifter analysens perspektiv fra Mini til Mellem bil kategorien.
- Indgangs niveauet hæves som følge af den højere kapitalbinding der er behov for.
- De rene elbil vil efter ca. fire år hente de fossilt drevene alternativer.
- Ud fra en livstidsbetragtning vil PHEV fortsat være langt det dyreste valg – med mindre disse afgifts fritages – i så fald vil livstidsomkostningerne være konkurrence dygtige med ICE.



# De alternative biltyper har svært ved at konkurrere med de almindeligt gængse fossilt drevne biler i “Familie” kategorien

*Livstids omkostninger – Familie kategori*



- Af bilerne i familie bil kategorien, er det svært for de alternative biltyper at konkurrere med den gængse fossilt drevne biler.
- ICE er set over bilernes livstid forsat de mest attraktive set ud fra en strengt økonomisk betragtning.
- PHEV er det dyreste valg, både med og uden afgift.

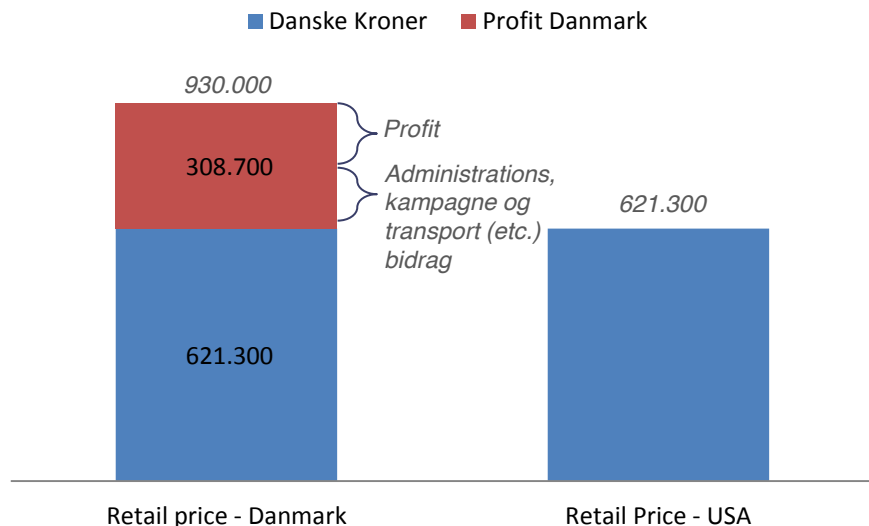


- ❑ Set i forhold til de respektive netto omkostninger ved driften af de forskellige biltyper i kategorien ”mini, er elbiler et attraktivt alternativ allerede i år 2011.
  - ❑ Elbiler og plug-in hybrider ventes at opleve en kraftig priserosion i de kommende år, hvor batteriproduktion opnår stordriftsfordele som følge af produktionsoptimering og komponentprisen reduceres. Således vil kapitalbinding aftage over tid på disse biltyper, imens niveauet vurderes at være stabilt for biler med forbrændingsmotor.
  - ❑ Set over bilernes livstid, vil særligt mini elbiler være et attraktivt alternativ fra dag et, hvor de øvrige biltyper vil tage nogle år om at hente ICE bilerne set ift. bilens samlede drift budget. Plug-in hybrid bliver aldrig et attraktivt valg, baseret på økonomi, såfremt disse fortsat pålægges fuld afgifts belastning.
- ❑ Baseret på priseksemples fra forskellige lande, er det evident at der på nuværende tidspunkt er aktører i markedet der udnytter den lave modenhed og gennemsigtighed til at tage høje avancer i det marginen på de rene elbiler i mellem landene er uproportionel høj.
- ❑ Da det allerede på nuværende tidspunkt er attraktivt, rent økonomisk at vælge en elbil, kan det forekomme bemærkelsesværdigt at der er så relativt få biler penetreret i markedet. Dette må sandsynligvis tilskrives forbrugernes aversion overfor nye teknologier og de dertil hørende ulejlighedsfaktorer som opladning og den begrænsede rækkevidde medfører



# Nogle aktører i markedet udnytter det umodne marked og det begrænsede udbud i forhold den eksisterende efterspørgsel, til at forlange ekstraordinære høje priser for elbiler

**Eksempel: Tesla Roadster - Danmark vs. USA**



- Øvrige eksempler:**
- Fiat 500 E (360.000 UK – 450.000 DK)
  - Citroen C1 EV
  - Mitsubitshi Miev
  - Fiat Quobo E

- De offentliggjorte priser for en lang række af elbiler i Danmark er væsentligt højere end de tilsvarende showroom priser der kan identificeres i udlandet.
- Da elbiler ikke pålægges afgift er er der høj transparens i markedet.
- Der er således aktører der på nuværende tidspunkt benytter det marginale udbud til at sikre sig meget høje avancer fra den eksisterende efterspørgsel i markedet.



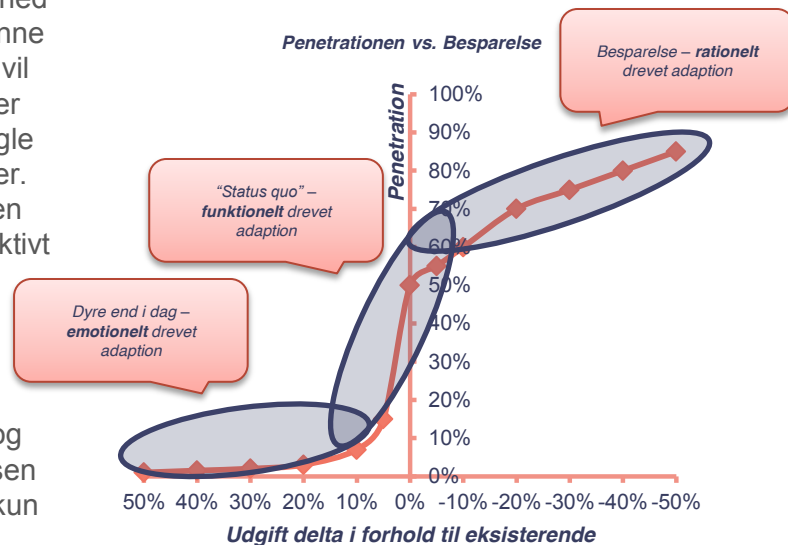


- ❑ Set i forhold til de respektive netto omkostninger ved driften af de forskellige biltyper i kategorien ”mini, er elbiler et attraktivt alternativ allerede i år 2011.
  - ❑ Elbiler og plug-in hybrider ventes at opleve en kraftig priserosion i de kommende år, hvor batteriproduktion opnår stordriftsfordele som følge af produktionsoptimering og komponentprisen reduceres. Således vil kapitalbinding aftage over tid på disse biltyper, imens niveauet vurderes at være stabilt for biler med forbrændingsmotor.
  - ❑ Set over bilernes livstid, vil særligt mini elbiler være et attraktivt alternativ fra dag et, hvor de øvrige biltyper vil tage nogle år om at hente ICE bilerne set ift. bilens samlede drift budget. Plug-in hybrid bliver aldrig et attraktivt valg, baseret på økonomi, såfremt disse fortsat pålægges fuld afgifts belastning.
  - ❑ Baseret på priseksemples fra forskellige lande, er det evident at der på nuværende tidspunkt er aktører i markedet der udnytter den lave modenhed og gennemsigtighed til at tage høje avancer i det marginen på de rene elbiler i mellem landene er uproportionel høj.
- ❑ Da det allerede på nuværende tidspunkt er attraktivt, rent økonomisk at vælge en elbil, kan det forekomme bemærkelsesværdigt at der er så relativt få biler penetreret i markedet. Dette må sandsynligvis tilskrives forbrugernes aversion overfor nye teknologier og de dertil hørende ulejlighedsfaktorer som opladning og den begrænsede rækkevidde medfører



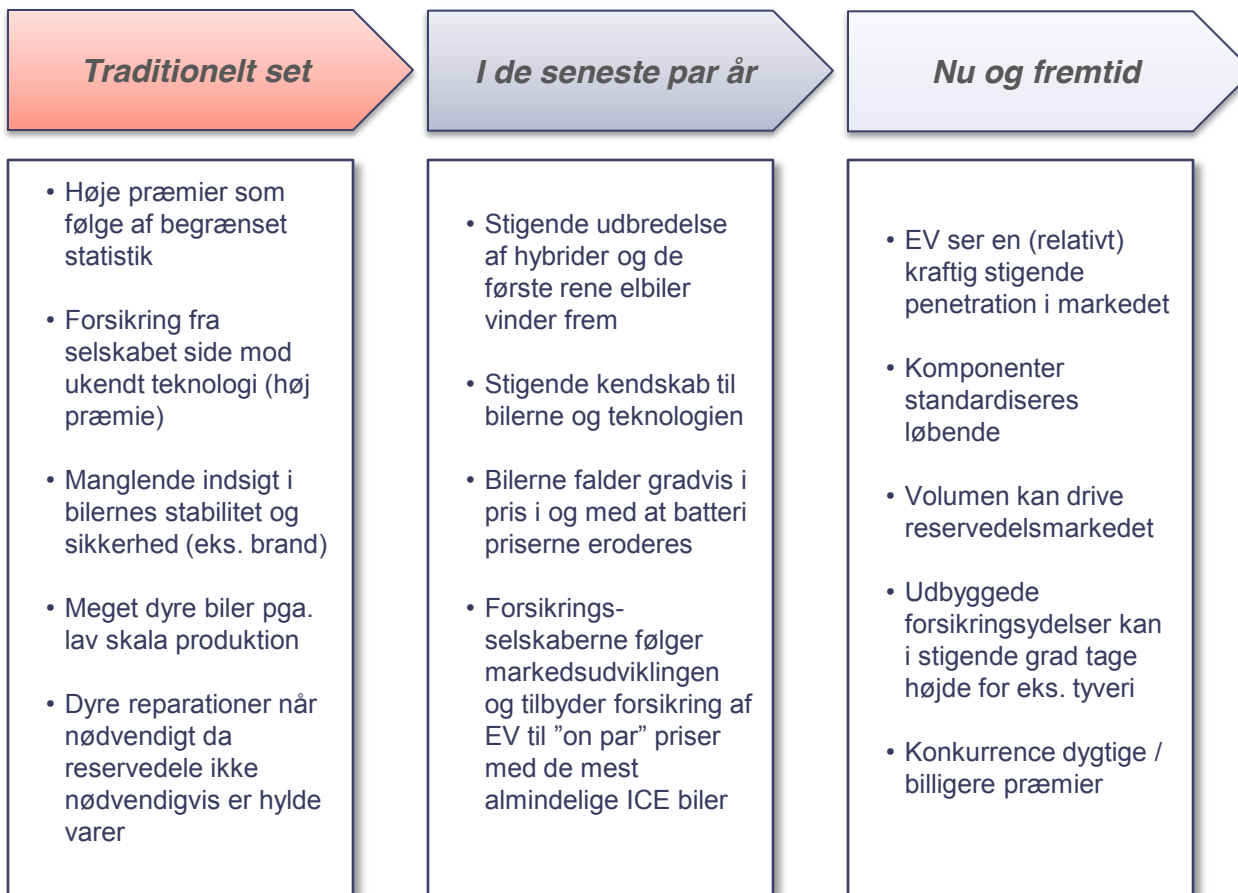
# I det initiale stadie af markedsmodningen, vil forbrugerne have fokus en række faktorer, som eks. teknologisk usikkerhed og garanti for mobilitet ved uændret komfort / bekvæmmelighedsniveau

- Når nye teknologier introduceres er der som regel usikkerhed omkring teknologien, dennes holdbarhed og ydeevne. Denne risiko vil spille ind ift. hastigheden med hvilken forbrugere vil adaptere den nye teknologi. De første teknologi entusiaster eller grønne idealister vil således adaptere elbiler som nogle af de første, til trods for usikkerhed og højere omkostninger. Derimod er der stor gruppe, som vil vente på at teknologien har bevist sit funktionelle værd, og eller det gøres så attraktivt for dem at adaptere, at det er det "rationelle" valg.
- For at imødegå den teknologiske usikkerhed , og drive en bredere adaption, er det væsentligt at der udvikles forretningskoncepter, som vil give forbrugeren sikkerhed og garanti imod ustabil drift og dyre reparationer. Som analysen viser er eks. EV konkurrencedygtig ift. ICE, imens PHEV kun kunne være det, havde denne været afgiftsfritaget.
- Da EV har et meget lave kompleksitet niveau som følge af færre bevægelige mekaniske dele, er det muligt for aktører i markedet at tilbyde helt nye og innovative løsninger, der i højere grad end tidligere, vil kunne tilbyde "total cost" løsninger, hvorved forbrugeren vil være uden teknologi risici. Det vil således være sandsynligt at der vil opstå nye aktører der tilbyder "leasing 2.0", hvor forbrugeren tilbydes en EV og helt bliver fritaget for risiko ved vedligeholdelse og service, da dette let dækkes af et månedligt leasing bidrag, der er konkurrence dygtigt og attraktivt ift. traditionelle ICE biler.
- Såfremt dette muliggøres er det sandsynligt at adaption vil kunne ske væsentligt hurtigere end ved "naturlig adaption" og markedsmodning, hvilket vil kunne videre accelereres, såfremt forbrugeren gives en besparelse ift. eksisterende ICE alternativer.





# Forsikring af elbiler har udviklet sig i takt med bilernes udbredelse – initialt var det meget dyrt og svært at opnå forsikring, men som bilerne bliver mere gængse og kendte, følger forsikringselskaberne med i markedet





# Konklusion Projekt Alpha del 1

- *Totalt set er de rene elbiler konkurrencedygtige fra dag et (på nær familie bilerne)*
- *Hvor elbilerne er attraktive i mini kategorien, vil de hente ICE bilerne i mellem kategorien inden fire år, imens de ikke bliver billigere end ICE i familie kategorien*
- *PHEV er konkurrencedygtig med ICE og EV hvis den er afgiftsfritaget*
- *Både elbilerne og plug-in hybriderne har en attraktiv drift økonomi*
- *Den lave drift økonomi muliggør nye forretnings modeller for elbiler med eks. total cost leasing med gratis kilometer*
- *For at fange massemarkedet er det vigtigt at kunderne ikke oplever en stor nedgang i komfort som følge af opladning og rækkevidde – her vil plug-in være en naturlig transition fra fossil brændsel bilerne og dermed kunne drive infrastruktur udrulning i de første år (såfremt de er afgiftsfritaget og konkurrence dygtige)*

# Gamma 1

*Analyse af infrastruktur markedet, der baserer sig på følgende del analyser:*

- *Beskrivelse af markedsstrukturen, værdikæde, og aktør overblik*
  - *Identifikation af eksisterende infrastruktur løsninger*
    - *Analyse af de eksisterende løsninger i markedet*
- *Koncept design for low cost løsninger der bryder catch 22 / høne og æg problematikken i udrulningen*



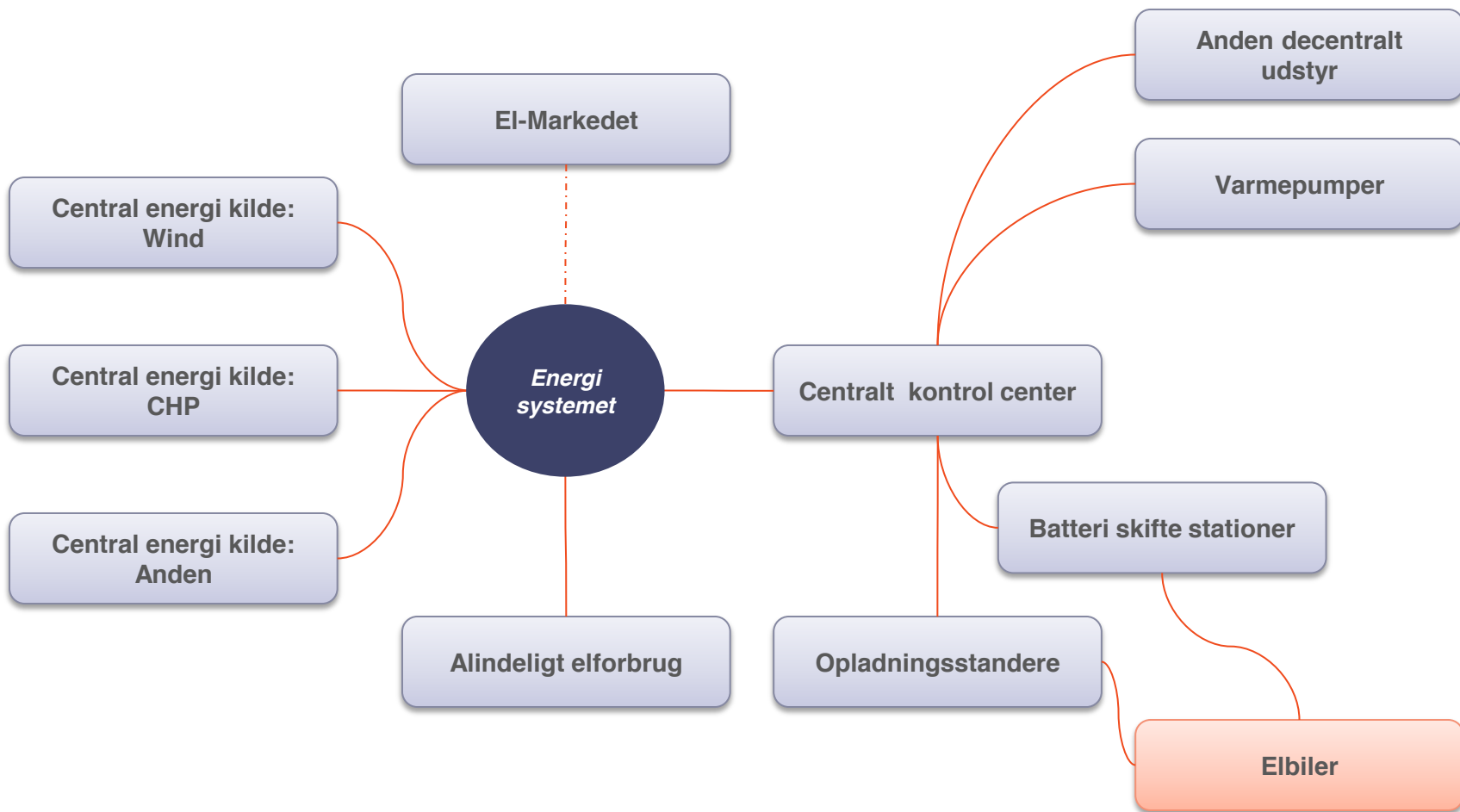
- ❑ Elbiler og plug-in hybrider vil indgå i det samlede el-system på lige vilkår , som andre decentrale energi enheder, eks. solceller og varmepumper. Grundet elbilernes store kapacitets og effekt potentiale, er det sandsynligt at disse vil blive styret via clearing houses / kontrol centre, for ikke at overbelaste systemet.

Fremtidens ladeløsninger vil sandsynligvis gøre brug af en række support funktioner, eks. intelligent ruteplanlægning, netværks optimering samt smart meters / grids.

- ❑ Ladestandere i dette tidlige marked kan segmenteres i forskellige installationstyper afhængigt af sted og hastighed for brug. Installationerne kategoriseres efter privat-, og lejlighedskompleks- / kommercielt, til offentligt brug og fra "level 1 – 3" afhængigt af lade effekt og dermed hastighed. Priserne for installationerne varierer kraftigt, som følge af de mange kombinationsmuligheder, dog er alle signifikante set i forhold til udgiften til selve bilen.
- ❑ En række aktører har etableret sig i infrastruktur markedet, dog er kun enkelte repræsenteret på tværs af værdikæden. Disse tilbyder forskellige løsninger af stærkt varierende karakter og pris. Enkelte aktører er påbegyndt kommercialisering, imens størstedelen fortsat befinder sig i det præmature stadie af pilotering og test.
- ❑ Fælles for alle løsninger er en høj pris set i forhold til selve bilen, hvilket vil virke stærkt hæmmende for udbredelsen af ladestandere. For at imødegå dette og stimulere hurtig udrulning af standere (og dermed elbiler), samt reducere den totale infrastruktur udgift i samfundsmæssig sammenhæng, bør et low-cost lade alternativ udvikles.



# Elbilerne spiller sammen med elektricitets infrastruktur i flere potentielle led, alle med fælles koordinering og styring





# Der eksisterer to overordnede koncepter for elbil opladning, og en række support løsninger der spiller sammen med hele elektricitets systemet

	<i>Element</i>	<i>Konecptbeskrivelse</i>		<i>Virksomheder</i>
<i>Lade koncepter</i>	<i>Ladestandere</i>	<i>Standere</i>	<i>Ladestandere ved vej siden, komplekser, parkerings pladser og huse</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Better Place</i></li> <li><i>Elektromotive</i></li> <li><i>RWE</i></li> <li><i>Coulomb Tech.</i></li> <li><i>SemaConnect</i></li> </ul>
	<i>Batteri udskiftningsstation</i>	<i>En central batteri udskiftningsstation – fungerer som en tank station (dog kun på biler der er forberedt til dette)</i>		<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Better Place – i samarbejde med DONG Energy</i></li> </ul>
<i>Support funktioner</i>	<i>Netværks software</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Monitorering af batterier i netværket, opladningsstatus og forventet energi efterspørgsel</i></li> <li><i>Real-time kommunikation med energi selskaberne</i></li> <li><i>Styring af opladningsbelastningen mellem netværks noder - ladestandere</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Better Place</i></li> <li><i>Elektromotive</i></li> <li><i>Microsoft Hohm</i></li> <li><i>SemaConnect</i></li> <li><i>Coulomb Tech.</i></li> </ul>
	<i>On-route computer platform</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Advarsel ved lavt spændings niveau</i></li> <li><i>Rute planlægning</i></li> <li><i>Resterende lade tid</i></li> <li><i>Nærmeste lademulighed</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Better Place</i></li> <li><i>EV OEM</i></li> </ul>
	<i>Smart Grid og Smart Meters</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Måling af energi forbruget</i></li> <li><i>Intelligent styring baseret på profil oplysninger eller prissignaler</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Siemens</i></li> <li><i>Gridpoint</i></li> <li><i>Vattenfall</i></li> </ul>





- ❑ Elbiler og plug-in hybrider vil indgå i det samlede el-system på lige vilkår , som andre decentrale energi enheder, eks. solceller og varmepumper. Grundet elbilernes store kapacitets og effekt potentiale, er det sandsynligt at disse vil blive styret via clearing houses / kontrol centre, for ikke at overbelaste systemet.

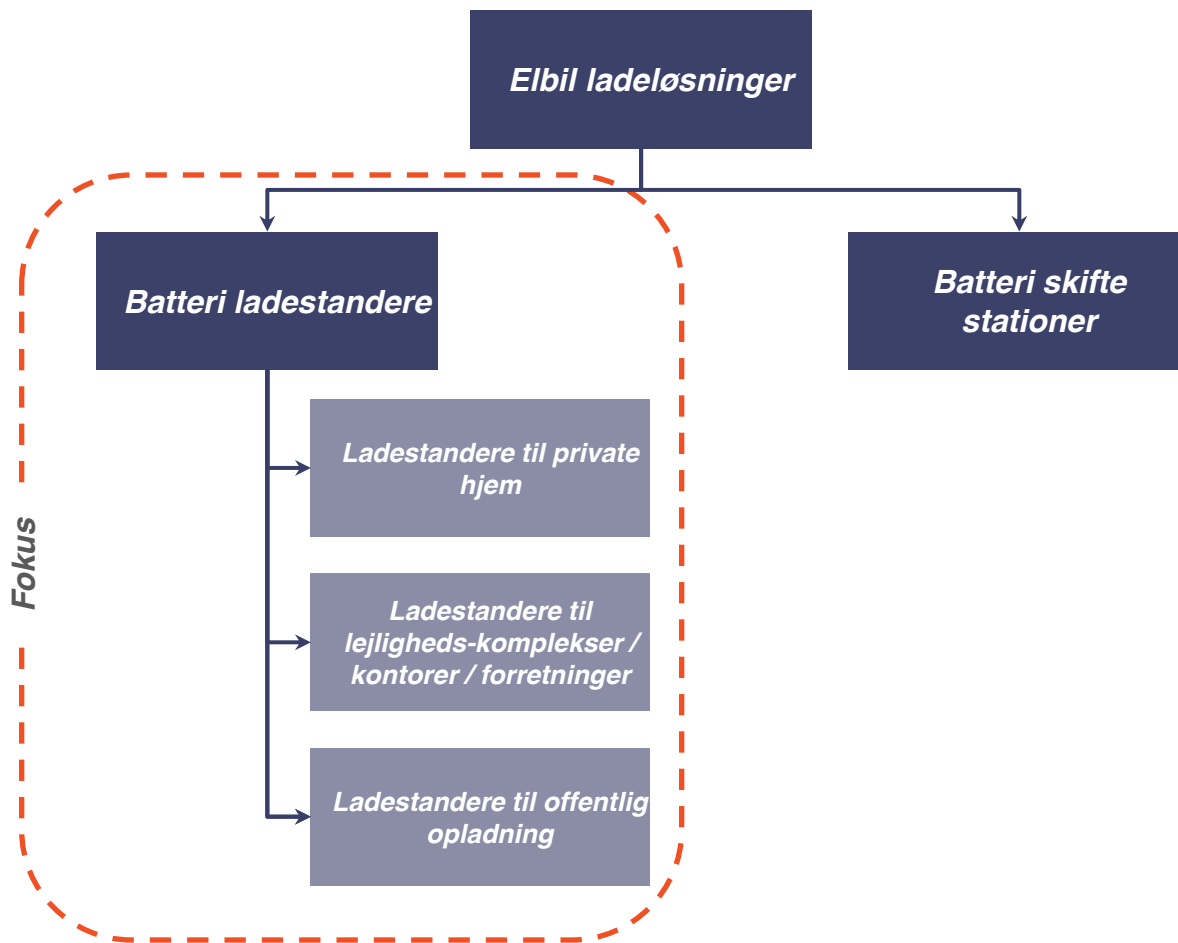
Fremtidens ladeløsninger vil sandsynligvis gøre brug af en række support funktioner, eks. intelligent ruteplanlægning, netværks optimering samt smart meters / grids.

- ❑ Ladestandere i dette tidlige marked kan segmenteres i forskellige installationstyper afhængigt af sted og hastighed for brug. Installationerne kategoriseres efter privat-, og lejlighedskompleks- / kommercielt, til offentligt brug og fra "level 1 – 3" afhængigt af lade effekt og dermed hastighed. Priserne for installationerne varierer kraftigt, som følge af de mange kombinationsmuligheder, dog er alle signifikante set i forhold til udgiften til selve bilen.

- ❑ En række aktører har etableret sig i infrastruktur markedet, dog er kun enkelte repræsenteret på tværs af værdikæden. Disse tilbyder forskellige løsninger af stærkt varierende karakter og pris. Enkelte aktører er påbegyndt kommercialisering, imens størstedelen fortsat befinder sig i det præmature stadie af pilotering og test.
- ❑ Fælles for alle løsningerne er en høj pris set i forhold til selve bilen, hvilket vil virke stærkt hæmmende for udbredelsen af ladestandere. For at imødegå dette og stimulere hurtig udrulning af standere (og dermed elbiler), samt reducere den totale infrastruktur udgift i samfundsmæssig sammenhæng, bør et low-cost lade alternativ udvikles.



# Fokus for analysen er ladestandere, hvilke som kategori, kan under inddeles i tre grupper





# Konceptuelt adskiller de tre ladetyper sig fra hinanden ift. ladehastighed, understøttet energikilde og antal tilslutningsmuligheder

Ladegruppering	Lade tid	Energi kilde	Antal tilsluttede enheder / biler
Ladestandere til private hjem	Lang	EI-leverandør	Single
Ladestandere til lejligheds-komplekser / kontorer / forretninger	Medium	EI-leverandør	Multiple (ca. 5)
Ladestandere til offentlig opladning	Lav <i>(helt ned til 15 min)</i>	EI-leverandør, decentral vind / solar kilder	Single/Multiple

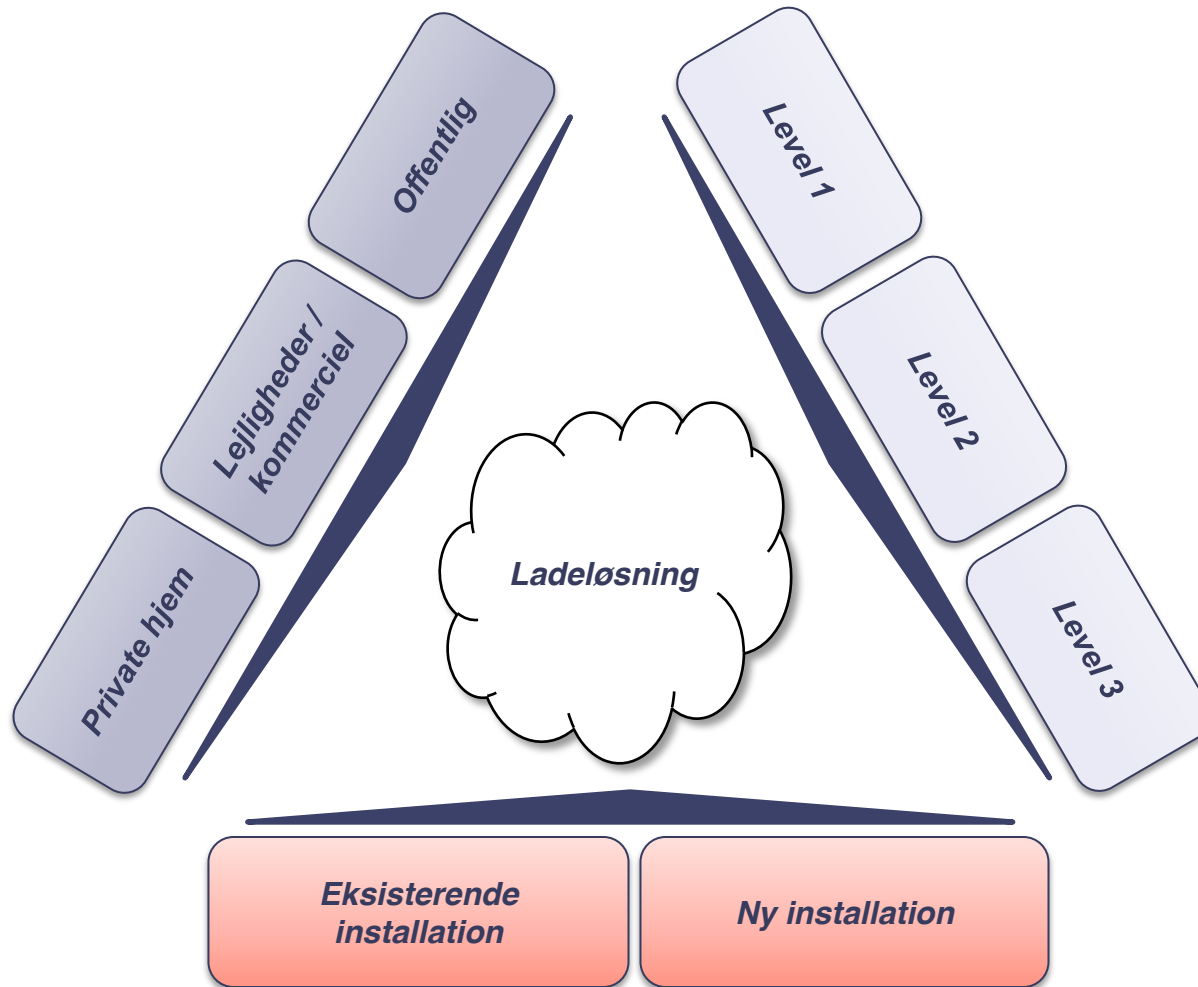
## Lade niveauer / levels

**Level 1:** 120 VAC, 15A/20 A, opladning på 8-10 timer  
**Level 2:** 240 VAC, 40 A, opladning på 2-6 timer  
**Level 3:** DC hurtig ladning, 400-600VAC, opladning på ned til 15 minutter

Niveau / Level	Batteri kapacitet	Anslået tidtid
Level 1	24 kWh	8-10 timer
Level 2	24 kWh	2-6 timer
Level 3	24 kWh	20-30 minutter



Foruden selve installationsdesignet ift. anvendelsesstedet og hastigheden hvormed ladningen skal foregå, spiller også installationstype ind på ladeløsningen

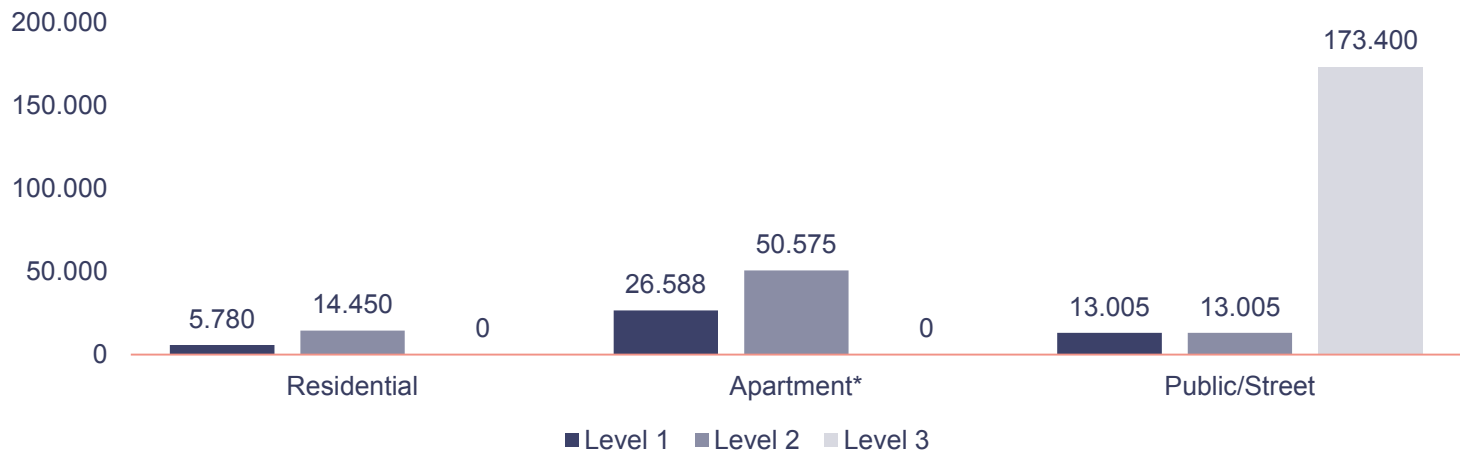




# For eksisterende løsninger spænder priserne vidt, afhængigt af installationssted og hastighed – alle er en anseelig omkostning

	Eksisterende installation
Ladestander til private hjem	Level 1 = DKK 5.780 Level 2 = DKK 11.560-17.340 ~ 14.450
Ladestander til lejligheds-komplekser / kontorer / forretninger	Level 1 = DKK 26.010-27.166 ~ 26.588 (5 ladepunkter) Level 2 = DKK 40.460-60.690 ~ 50.575 (5 ladepunkter)
Ladestander til offentlig opladning	Level 1 = DKK 8.670-17.340 ~ 13.005 Level 2 = DKK 8.670-17.340 ~ 13.005 Level 3 = DKK 86.700-260.100 ~ 173.400

Ladestander ved eksisterende installationer

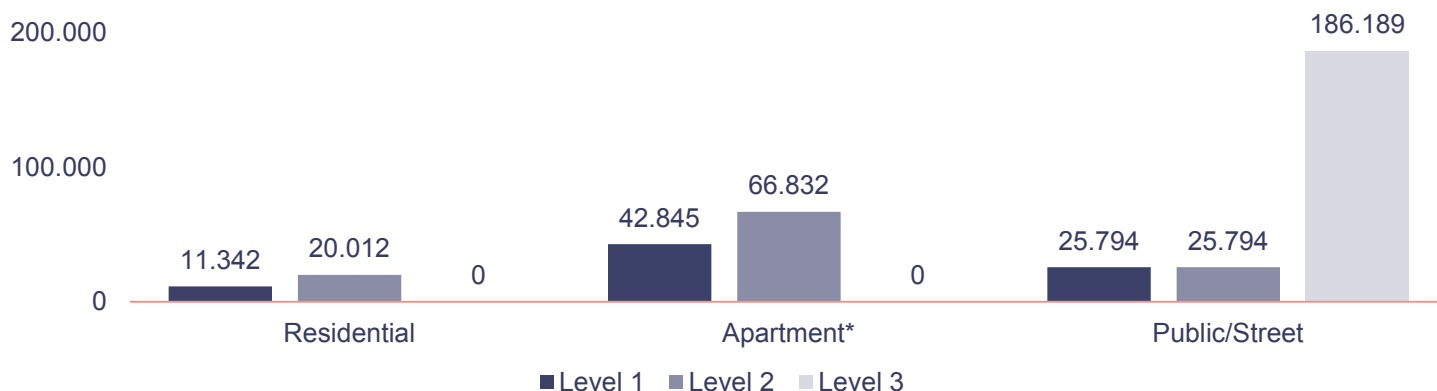




# Proportionalt ændrer billedet sig ikke markant ift. nye installationer, der er forbundet med de samme basis omkostningerne som de eksisterede installationer, men tillægges udgift til måling, kommunikation og installation

	Ny installation + standard smart meter + standard kommunikation		Installation kost
<b>Ladestandere til private hjem</b>	<b>Level 1 = DKK 5.780</b> Smart meter = DKK 433 Kommunikation = DKK 722-867 <b>Total kost = DKK 6.935-7.080</b>	<b>Level 2 = DKK 11.560-17.340</b> Smart meter = DKK 433 Kommunikation = DKK 722-867 <b>Total kost = DKK 12.715-18.640</b>	2.890-5.780
<b>Ladestandere til lejligheds-komplekser / kontorer / forretninger</b>	<b>Level 1 = DKK 26.010-27.166</b> (5 lade punkter) Smart meter = DKK 2.168 (DKK 434 pr. lade punkt X 5 lade punkter) Kommunikation = DKK 3.613-4.335 (DKK 723-867 pr. lade punkt X 5 lade punkter) <b>Total kost = DKK 31.791-33.669</b> (5 lade punkter)	<b>Level 2 = DKK 40.460-60.690</b> (5 lade punkter) Smart meter = DKK 2.168 (DKK 434 pr. lade punkt X 5 lade punkter) Kommunikation = DKK 3.613-4.335 (DKK 723-867 pr. lade punkt X 5 lade punkter) <b>Total kost = DKK 46.241-67.193</b> (5 lade punkter)	DKK 2.890-17.340
<b>Ladestandere til offentlig opladning</b>	<b>Level 1 og level 2 = DKK 8.670-17.340</b> Smart meter = DKK 434 Kommunikation = DKK 723-867 <b>Total kost = DKK 9.827-18.641</b>	<b>Level 3 = DKK 86.700-260.100</b> Smart meter = DKK 434 Kommunikation = DKK 723-867 <b>Total kost = DKK 87.857-261.401</b>	DKK 2.890-57.800 (Median: DKK 11.560)

## Ny installation (baseret på gns. installation)





- ❑ Elbiler og plug-in hybrider vil indgå i det samlede el-system på lige vilkår , som andre decentrale energi enheder, eks. solceller og varmepumper. Grundet elbilernes store kapacitets og effekt potentiale, er det sandsynligt at disse vil blive styret via clearing houses / kontrol centre, for ikke at overbelaste systemet.

Fremtidens ladeløsninger vil sandsynligvis gøre brug af en række support funktioner, eks. intelligent ruteplanlægning, netværks optimering samt smart meters / grids.

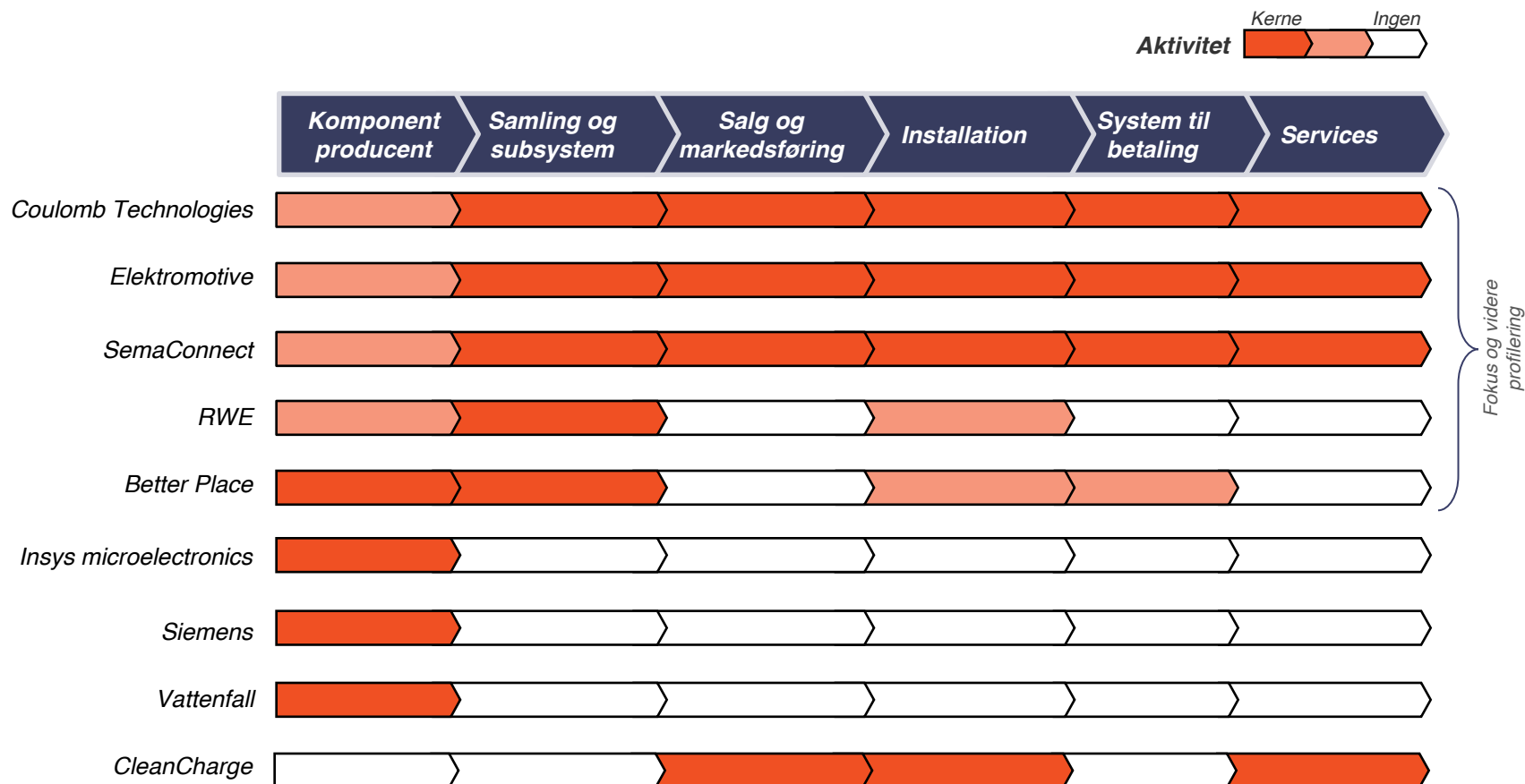
- ❑ Ladestandere i dette tidlige marked kan segmenteres i forskellige installationstyper afhængigt af sted og hastighed for brug. Installationerne kategoriseres efter privat-, og lejlighedskompleks- / kommercielt, til offentligt brug og fra ”level 1 – 3” afhængigt af lade effekt og dermed hastighed. Priserne for installationerne varierer kraftigt, som følge af de mange kombinationsmuligheder, dog er alle signifikante set i forhold til udgiften til selve bilen.

- ❑ En række aktører har etableret sig i infrastruktur markedet, dog er kun enkelte repræsenteret på tværs af værdikæden. Disse tilbyder forskellige løsninger af stærkt varierende karakter og pris. Enkelte aktører er påbegyndt kommercialisering, imens størstedelen fortsat befinder sig i det præmature stadie af pilotering og test.

- ❑ Fælles for alle løsninger er en høj pris set i forhold til selve bilen, hvilket vil virke stærkt hæmmende for udbredelsen af ladestandere. For at imødegå dette og stimulere hurtig udrulning af standere (og dermed elbiler), samt reducere den totale infrastruktur udgift i samfundsmæssig sammenhæng, bør et low-cost lade alternativ udvikles.








# Der er en række aktører der beskæftiger sig med ladeløsninger – fem er bredt repræsenteret igennem værdikæden





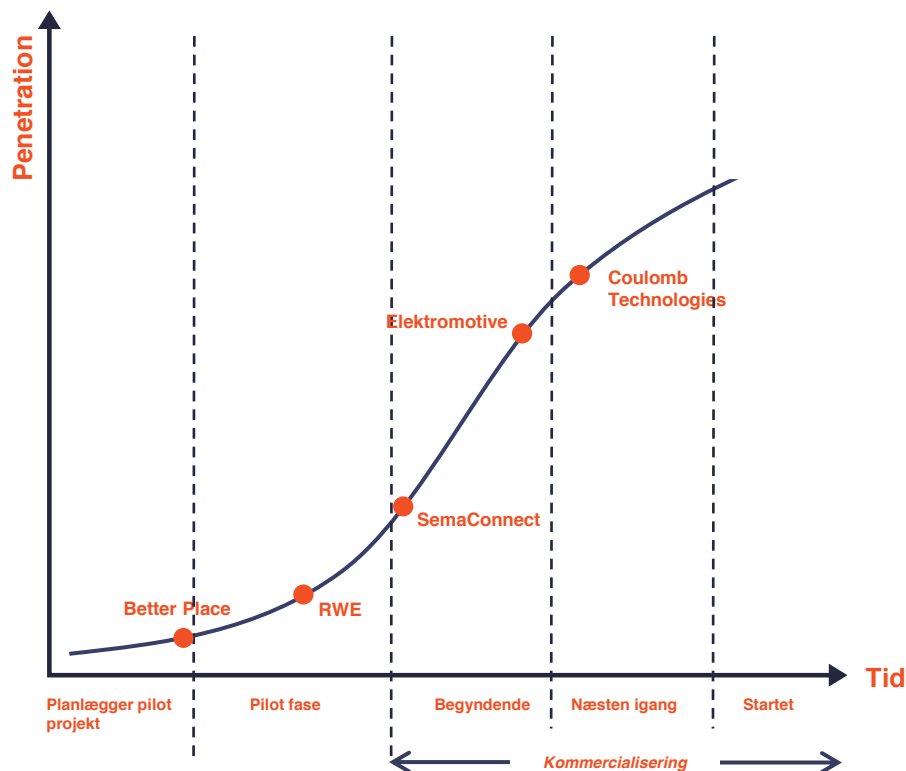


# Ladestandermarkedet er fortsat meget vorden, og til trods for at fokusvirksomhederne er blandt de førende i markedet, er de kun lige påbegyndt kommercialisering, hvorfor løsningerne også er forskellige og dyre i anskaffelse

Virksomhed	Løsninger	Kommercialisering / Pilot Fase	Geografisk fokus	Pris	Teknologi partnerskab	Finansiell partnerskab	Kommentarer
 Coulomb Technologies	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ladestandere</li> <li>Software services</li> </ul>	Kommercialisering	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amerikas</li> <li>Europa</li> <li>Asien</li> <li>Australien</li> </ul>	DKK 34.680 (level 2)	Aker Wade Power Technologies	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voyager Capital</li> <li>Rhio Ventures</li> <li>Estag Capital AG</li> </ul>	Coulomb Technologies har stærke teknologiske og finansielle partnerskaber og tilbyder løsninger globalt
 elektromotive	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ladestandere</li> <li>Connector kabler</li> <li>Netværks software</li> </ul>	Kommercialisering	<ul style="list-style-type: none"> <li>Europa (særlig UK)</li> </ul>	DKK 28.900-46.240 (level 2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>EDF Energy</li> <li>Renault-Nissan</li> <li>Daimler</li> <li>VINCI Energy</li> </ul>	N/A	Elektromotive flere teknologi partnerskaber og tilbyder løsninger i hele Europa, dog særligt UK
 SemaConnect	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ladestandere</li> <li>Netværks software</li> </ul>	Kommercialisering	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nord Amerika</li> </ul>	DKK 14.450-17.340 (level 1 & 2)	N/A	N/A	SemaConnect tilbyder ladestandere til konkurrencedygtige priser, primært i USA – dog uden partnerskaber
 RWE The energy to lead	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ladestandere</li> <li>Netværks software</li> </ul>	Pilot fase	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tyskland</li> <li>Polen</li> </ul>	Pilot	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daimler</li> <li>Renault-Nissan</li> <li>Harman International</li> <li>INSYS MICROELECTRONICS</li> </ul>	<p>Gruppe omsætning på ~50 mia. €</p> <p>R&amp;D udviklingsbudget på + 120 mio. €</p>	RWE er en meget stærk aktør og deres teknologiske indsats er foruden solid finansiell sikring supporteret af en række partnere. Løsningerne er dog pt. kun i test fasen.
 better place	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ladestandere</li> <li>Batteri skift-stationer</li> <li>Rutevejledning</li> <li>Netværks software</li> </ul>	Pilot fase starter i 2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>Israel</li> <li>Danmark</li> <li>US &amp; Can.</li> <li>Australien</li> <li>Japan</li> </ul>	Pilot	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renault</li> <li>DONG Energy</li> <li>A123Systems</li> <li>AESC</li> </ul>	Seneste værdi sat til ca. 1 mia. € før egentlig kommercialisering	Better Place har meget stærk teknologiske og finansiell support fra partnere, men er fortsat i pilot planlægnings fase.



Set i forhold til udviklingen af koncepterne og den egentlige kommercialisering af løsningerne, befinder fokusvirksomhederne sig i forskellige modenhedsfaser, dog alle indledende til egentlig kommercialisering



Virksomhed	Antal ladestandere udrullet	Planlagt udrulning
Coulomb Technologies	600	1.000 (i 2010)
Elektromotive	500	2.000 (i 2011)
SemaConnect	N/A	N/A
RWE	240	1.000 (i 2010)
Better Place	60	NA



**Der er således en række virksomheder, der simultant søger at lancere ladeløsninger, hvilket medfører at standerne fortsat er omkostningstunge og uattraktive at udrulle i stor skala, hvilket er en væsentlig barriere for penetrationen af elbiler.**

- Der er en række virksomheder, der beskæftiger sig med infrastrukturløsninger til det kommende elbil og plug-in hybrid marked.
- Alle leverandører er fortsat i det tidlige stadie af udviklingen, dvs. teknologisk modning og initial planlægning af piloter og egentlig kommerciel lancering.
- Virksomhedernes indsats er ukoordineret ,og der udvikles i parallel forskellige koncepter til adressering af ladeproblematikken.
- Dette indebærer at alle involverede interessenter afholder / har afholdt betydelige udgifter til forskning og udvikling, samt endeligt design og lancering af løsningerne.
- Som direkte konsekvens heraf, er alle de identificerede løsninger fortsat særdeles dyre, idet aktørerne søger at indhente deres investeringer, samt at markedet er relativt konsolideret blandt store ligestillede aktører, der pt. ikke har fundet anledning til at konkurrere på pris, da produkterne fortsat er i deres vorden.
- Dette er en væsentlig og uforcerlig forhindring for udrulning af ladeinfrastruktur, idet det dels er en uproportionelt høj ekstra udgift for brugeren / virksomhed, og ligeledes vil udgøre en uforholdsmæssig stor post på kommunernes budgetter, i forhold til den (fortsat) lave penetration af elbiler og deraf behov.
- Som sådan udgør infrastruktur omkostninger en væsentlig barriere for udrulningen af elbiler, da disse ikke er attraktive at besidde, før infrastrukturen er tilgængelig. Brugeren ønsker ikke at acceptere lavere komfort eller besværet / begrænset opladningsmuligheder. For at imødegå dette, bør et low-cost alternativ udvikles, idet et sådant vil gøre det attraktivt, let og økonomisk overskueligt at anskaffe ladestanderne.



- ❑ Elbiler og plug-in hybrider vil indgå i det samlede el-system på lige vilkår , som andre decentrale energi enheder, eks. solceller og varmepumper. Grundet elbilernes store kapacitets og effekt potentiale, er det sandsynligt at disse vil blive styret via clearing houses / kontrol centre, for ikke at overbelaste systemet.

Fremtidens ladeløsninger vil sandsynligvis gøre brug af en række support funktioner, eks. intelligent ruteplanlægning, netværks optimering samt smart meters / grids.

- ❑ Ladestandere i dette tidlige marked kan segmenteres i forskellige installationstyper afhængigt af sted og hastighed for brug. Installationerne kategoriseres efter privat-, og lejlighedskompleks- / kommercielt, til offentligt brug og fra "level 1 – 3" afhængigt af lade effekt og dermed hastighed. Priserne for installationerne varierer kraftigt, som følge af de mange kombinationsmuligheder, dog er alle signifikante set i forhold til udgiften til selve bilen.

- ❑ En række aktører har etableret sig i infrastruktur markedet, dog er kun enkelte repræsenteret på tværs af værdikæden. Disse tilbyder forskellige løsninger af stærkt varierende karakter og pris. Enkelte aktører er påbegyndt kommercialisering, imens størstedelen fortsat befinder sig i det præmature stadie af pilotering og test.

- ❑ Fælles for alle løsninger er en høj pris set i forhold til selve bilen, hvilket vil virke stærkt hæmmende for udbredelsen af ladestandere. For at imødegå dette og stimulere hurtig udrulning af standere (og dermed elbiler), samt reducere den totale infrastruktur udgift i samfundsmæssig sammenhæng, bør et low-cost lade alternativ udvikles.

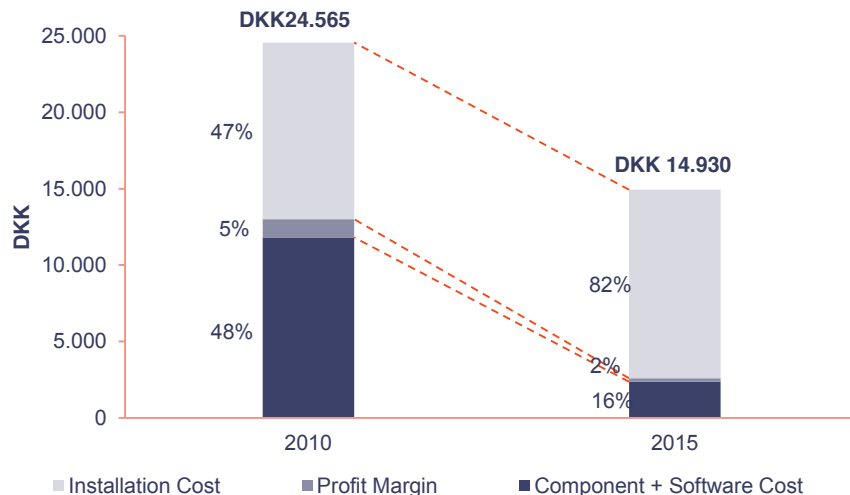


# Alle løsninger udbudt af fokusselskabernes har en høj pris – der trods en relativ aggressiv kost erosion i de kommende år, fortsat vil være dyre, og udgøre en signifikant barriere for udbredelsen af elbiler

## Erosion case: Offentlig level 2 ladestanderomkostning = Komponent og software omk. + installation + profit margin

- Komponent og software udgifter til ladestandere forventes at falde med op til 20% inden 2015. Faldet i komponent omkostningerne kan henføres til teknologi modning og skala produktion af ladestandere.
- Det nuværende estimat for avance (~ 10%) forventes at forblive uændret.
- Installation prisen varierer meget ift. lokationen, hvor ladestandere er installeret. Installations omkostninger forventes at stige marginalt på grund af inflation.

**Kost erosion på ladestanderen baseret på gns. betragtning af løsninger**

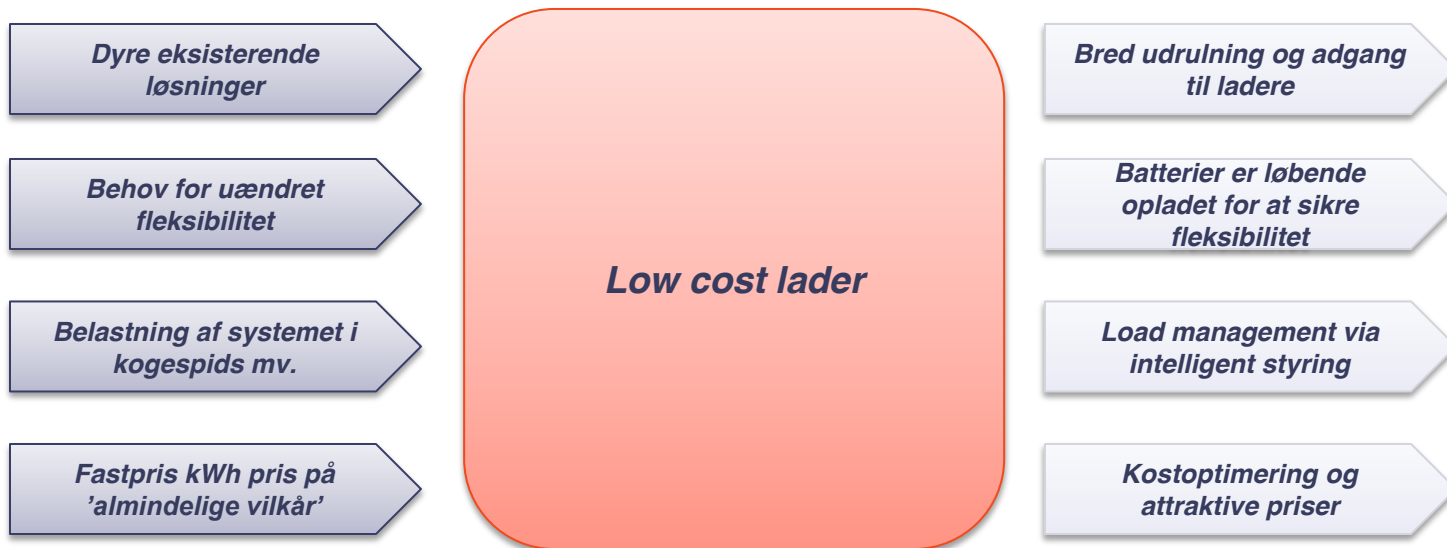


## Forudsætninger og antagelser

- Gennemsnitlige installation omkostninger antages at være kr. 11.560
- Komponent og software omkostninger er de gennemsnitlige omkostninger for niveau-2 ladestandere (DKK 8.670-17.340) minus avance
- Inflation (forbrugerprisindeks) for Danmark i 2010 anslås til 1,30%. Inflationen er antaget at være konstant (1,30%) for perioden 2010 til 2015



For at imødegå brugernes krav om sikkerhed og uændret komfort dvs. mulighed for opladning “over alt”, idet dette sikrer fleksibilitet samt rækkevidde – bør et low cost lade alternativ udvikles



- For at fange det fulde potentiale af lade infrastruktur udrulningen og give brugerne den fornødne fleksibilitet, er det essentielt at etablere et low cost alternativ til de eksisterende løsninger der alle er forbundet med høje omkostninger.
- For at undgå at risikoen for at kogespidsen gøres værre, og balancere produktion og efterspørgsel i systemet, er det essentielt at ladestandere ikke ”blot” udrulles, men at disse også gøres intelligente og kontrollerbare.



# Ved at ændre komponent sammensætningen, og se bort fra produkt indpakning og virksomhedernes branding hensyn, er det muligt at udvikle “Plug N Play” lademoduler til væsentligt lavere omkostninger

## Komponenter in level 1 – Plug N Play low cost

Type udstyr	Specifikation
Stik / Connector	NEMA 5-20R
Kabel	SJT 18 AWG 3C
Sikring og afbryder	Single 20A afbryder på dedikeret kredsløb

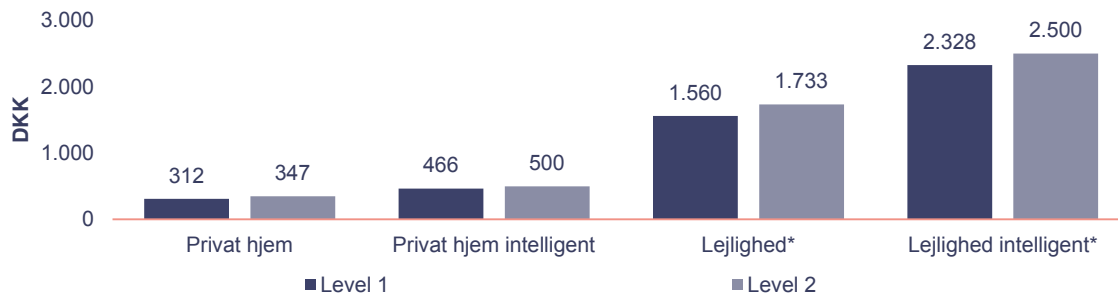
## Komponenter in level 2 – Plug N Play low cost

Type udstyr	Specifikation
Stik / Connector	Single or Three Phase 230V @ 32A
Kabel	SJT 18 AWG 3C
Sikring og afbryder	Dual-pole 40A afbryder på dedikeret kredsløb

**OBS: Foruden ovenstående, indgår der i intelligente løsninger et smart meter / måle løsning, samt et kommunikations modul**

	Low cost	Intelligent low cost
Ladestandere til private hjem	Level 1: DKK 162-462 ~ 312 Level 2: DKK 173-520 ~ 347	Level 1: DKK 272-659 ~ 466 Level 2: DKK 283-717 ~ 500
Ladestandere til lejligheds-komplekser / kontorer / forretninger*	Level 1: DKK 810-2.310 ~ 1.560 Level 2: DKK 865-2.600 ~ 1.733	Level 1: DKK 1.360-3.295 ~ 2.328 Level 2: DKK 1.415-3.585 ~ 2.500
Ladestandere til offentlig opladning	N / A	N / A

## Pris for low cost løsninger baseret på gns. betragtning



Forskellen i omkostninger ved at levere et intelligent frem for uintelligent / almindeligt Plug N Play system, er ikke signifikante set i forhold til den optimerings gevinst man kan opnå ved styring af ladning



# Et low cost level 1 alternativ til de eksisterende løsninger, vil kunne udvikles til væsentligt lavere omkostninger, end de eksisterende level 1 løsninger der udbydes i markedet

**BACK-UP**

## Level 1 lademodul (Ingen kommunikation)

- Laderen består af følgende komponenter:**
- Stik / Connector
  - Kabel
  - Sikring og afbryder

Type af udstyr	Specifikation	Pris pr. del (DKK)
Stik / Connector	NEMA 5-20R	87-115
Kabel	SJT 18 AWG 3C	29-58
Sikring & afbryder	Enkelt 20A afbryder på dedikeret kredsløb	46-289
<b>Total</b>		<b>162-462 ~ 312</b>

## Level 1 lademodul (Intelligent)

- Laderen består af følgende komponenter:**
- Stik / Connector
  - Kabel
  - Sikring og afbryder
  - Smart meter
  - Kommunikation

Type af udstyr	Specifikation	Pris pr. del (DKK)
Stik / Connector	NEMA 5-20R	87-115
Kabel	SJT 18 AWG 3C	29-58
Sikring & afbryder	Enkelt 20A afbryder på dedikeret kredsløb	46-289
Smart meter	ADC + DAC + Måler IC	52
Kommunikation	GSM modul	58-145
<b>Total</b>		<b>272-659 ~ 466</b>

<http://electrical.hardwarestore.com/14-340-40-amp-double/40-amp-2-pole-circuit-breaker-614487.aspx>  
<http://electrical.hardwarestore.com/14-340-40-amp-double/2-pole-40-amp-circuit-breaker-658739.aspx> [http://www.grainger.com/Grainger/items/5C374?cm\\_mmc=Google%20Base-\\_-Electrical-\\_-Plugs%20and%20Receptacles-\\_-5C374](http://www.grainger.com/Grainger/items/5C374?cm_mmc=Google%20Base-_-Electrical-_-Plugs%20and%20Receptacles-_-5C374),  
<http://www.google.com/products?q=SJT+18+AWG+3C+cable+cost&aq=f>  
[http://www.ecost.com/detail.aspx?edp=37281791&source=EWBBASE&cm\\_mmc=CSE-\\_-google-\\_-ewbase-\\_-Cables&CAWELAID=366859402](http://www.ecost.com/detail.aspx?edp=37281791&source=EWBBASE&cm_mmc=CSE-_-google-_-ewbase-_-Cables&CAWELAID=366859402) <http://cpc.farnell.com/1/3/indexb2441.html>





# Ligeledes gør det sig gældende for level 2 ladestandere – de eksisterende løsninger er væsentligt dyrere end de low cost moduler det er muligt at udvikle

**BACK-UP**

## Level 2 lademodul (Ingen kommunikation)

- Laderen består af følgende komponenter:
- Stik / Connector
  - Kabel
  - Sikring og afbryder

Type af udstyr	Specifikation	Pris pr. del (DKK)
Stik / Connector	Enkelt eller tre faser 230V @ 32A	58-116
Kabel	SJT 18 AWG 3C	29-58
Sikring & afbryder	To polet 40A afbryder på dedikerede kredsløb	87-347
<b>Total</b>		<b>173-520 ~ 347</b>

## Level 2 lademodul (Intelligent)

- Laderen består af følgende komponenter:
- Stik / Connector
  - Kabel
  - Sikring og afbryder
  - Smart meter
  - Kommunikation

Type af udstyr	Specifikation	Pris pr. del (DKK)
Stik / Connector	Enkelt eller tre faser 230V @ 32A	58-116
Kabel	SJT 18 AWG 3C	29-58
Sikring & afbryder	To polet 40A afbryder på dedikerede kredsløb	87-347
Smart meter	ADC + DAC + Måler IC	52
Kommunikation	GSM modul	58-145
<b>Total</b>		<b>283-717 ~ 500</b>

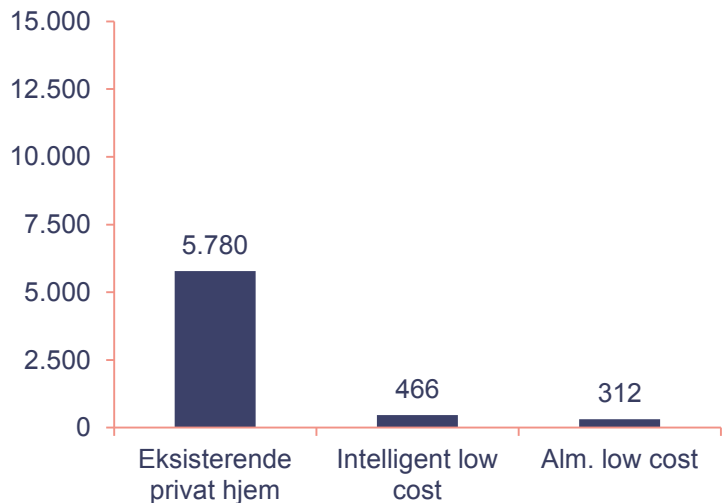
*Level 3 ladning ventes ikke, at være mulig at tilbyde som low-cost løsning*

<http://electrical.hardwarestore.com/14-340-40-amp-double/40-amp-2-pole-circuit-breaker--614487.aspx>  
<http://electrical.hardwarestore.com/14-340-40-amp-double/2-pole-40-amp-circuit-breaker--658739.aspx> [http://www.grainger.com/Grainger/items/5C374?cm\\_mmc=Google%20Base--Electrical--Plugs%20and%20Receptacles--5C374](http://www.grainger.com/Grainger/items/5C374?cm_mmc=Google%20Base--Electrical--Plugs%20and%20Receptacles--5C374),  
<http://www.google.com/products?q=SJT+18+AWG+3C+cable+cost&aq=f>  
[http://www.ecost.com/detail.aspx?edp=37281791&source=EWBBASE&cm\\_mmc=CSE--google--ewbase--Cables&CAWELAID=366859402](http://www.ecost.com/detail.aspx?edp=37281791&source=EWBBASE&cm_mmc=CSE--google--ewbase--Cables&CAWELAID=366859402) <http://cpc.farnell.com/1/3/indexb2441.html>

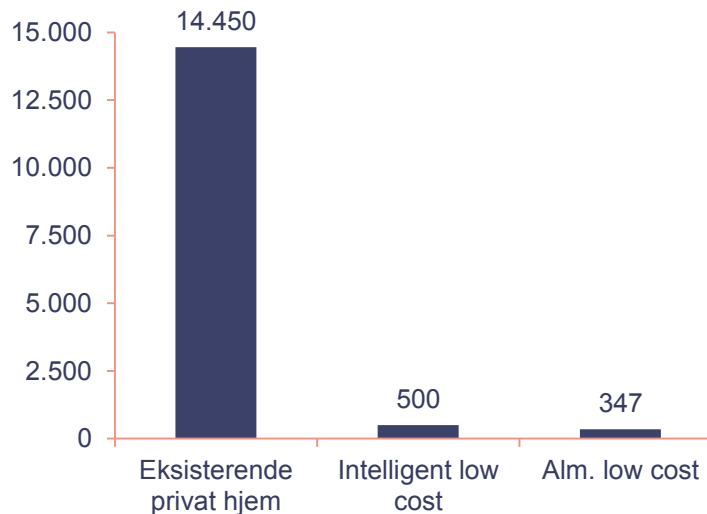


# Anvendes ladeløsninger til private hjem som målestok for sammenligningen mellem eksisterende løsninger og low cost alternativer, er det evident at de eksisterende løsninger er prissat meget højt

### Ladeløsninger til private hjem – level 1



### Ladeløsninger til private hjem – level 2



- *Omkostnings differencen fra mellem de eksisterende løsninger og de identificerede low cost alternativer er meget signifikant for både level 1 og level 2 ladestander løsninger*
- *Dette kunne indikere at aktørerne pt. søger at indhente afholdte investeringer i research & development, og at det reelt er muligt at lave en meget billigere løsninger der vil kunne tilsigte langt bredere udrulning*
- *Der findes endvidere ingen signifikant forskel i omkostninger forbundet ved et almindeligt vs. et intelligent low cost modul, og begge er inferiøre ift. helheden*

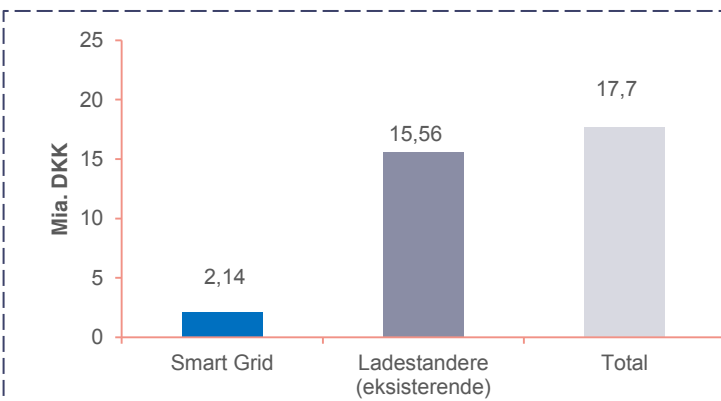
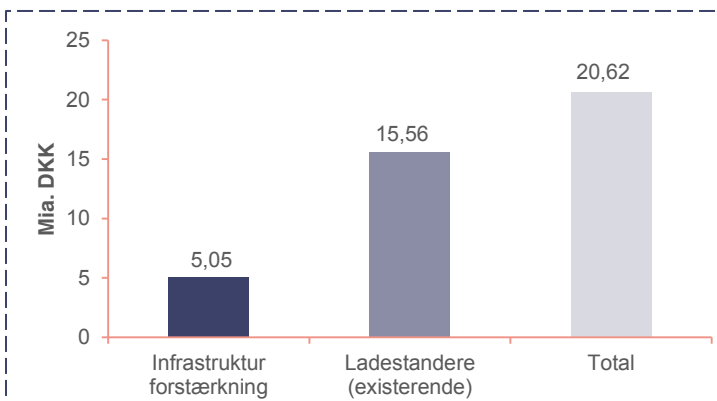


# Ved at gøre anvendelse af intelligente low cost ladeløsninger, med det skitserede Plug N Play setup, samt smart grids, vil det være muligt at reducere det samlede investeringsbehov markant ift. lade infrastruktur udrulning

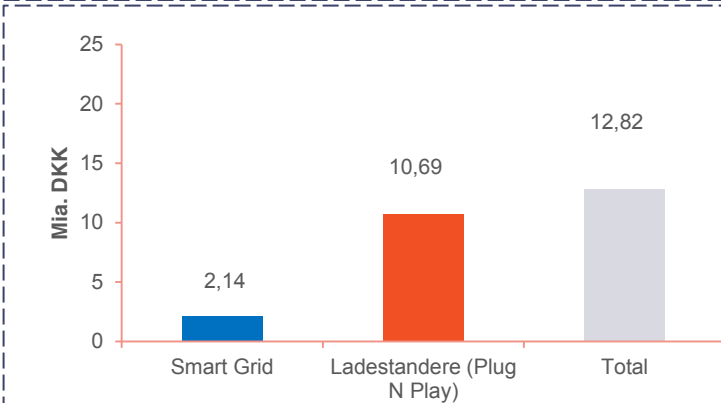
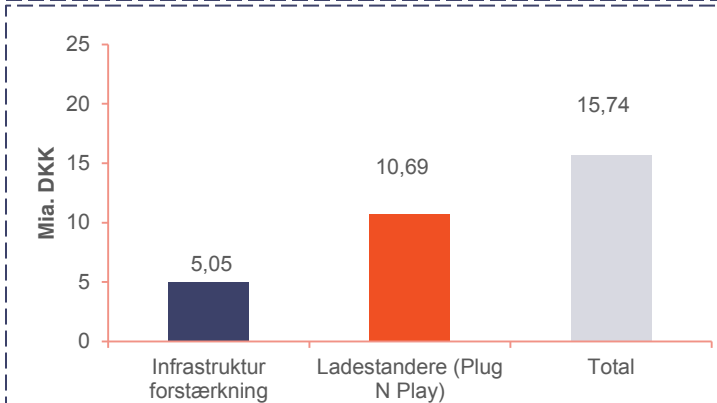
Scenarie med forstærkning af eksisterende infrastruktur

Scenarie med udrulning af intelligent styring og Smart grids

Eksisterende ladestander løsninger



Low cost ladestander løsninger



- Ses de eksisterende løsninger i sammenhæng med en smart grid underlæggende infrastruktur, frem for en forstærkning af det eksisterende kabelnet, vil det være muligt at reducere det samlede investerings behov i casen med +2,5 mia. DKK
- Anskues samme case med low cost lade løsninger som indikeret ovenfor, vil man i forstærkningscasen spare knap 5 mia. DKK, mens man i smart grid casen vil nå op på knap 8 mia. DKK i besparelse



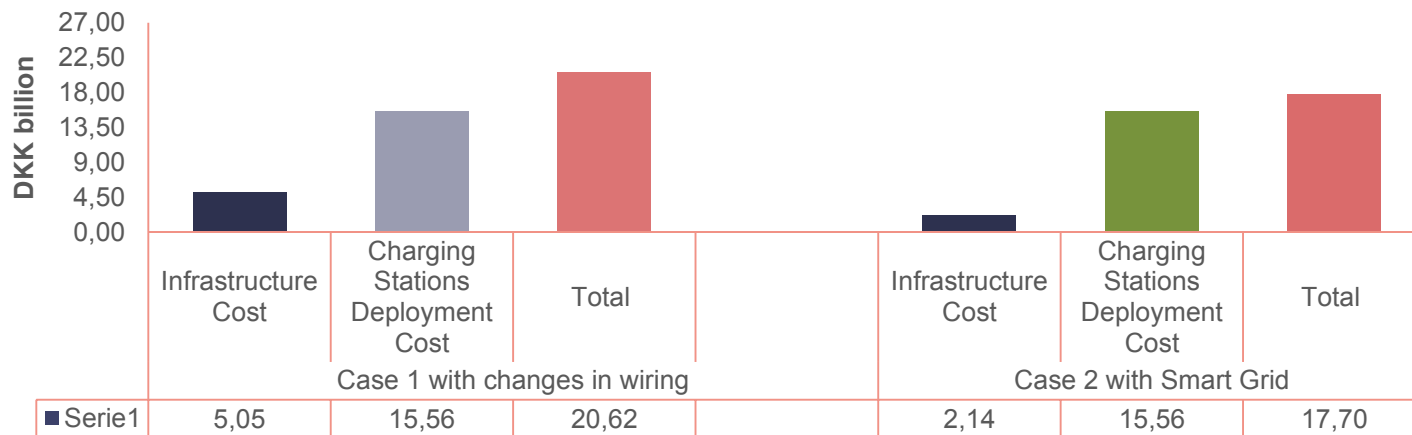
# Infrastruktur beregning – eksisterende ladeløsninger

**BACK-UP**

## Case 1 : Using Existing Charging Stations with smart meter + communication device

Cases	Cost Element	Cost (DKK billion)
Case 1 with changes in wiring	Infrastructure Cost	5,05
	Charging Stations Deployment Cost	15,56
	<b>Total</b>	<b>20,62</b>
Case 2 with Smart Grid	Infrastructure Cost	2,14
	Charging Stations Deployment Cost	15,56
	<b>Total</b>	<b>17,70</b>

*Infrastructure Cost and Deployment Cost (DKK billion)*





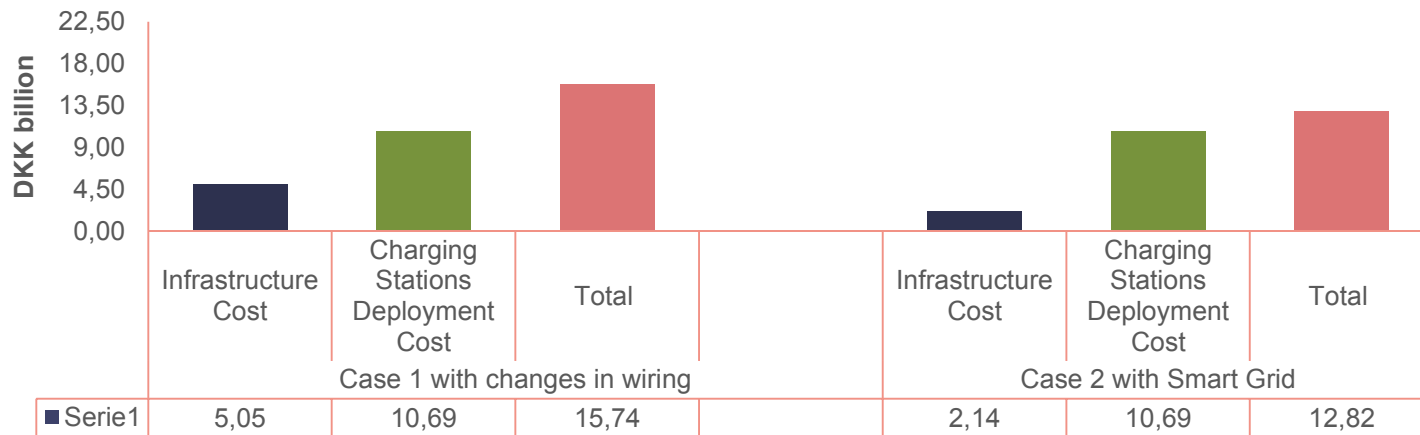
# Infrastruktur beregning – Plug N Play ladeløsninger

**BACK-UP**

**Case 2 : Using Charging Stations with Plug 'n Play – component in socket + smart meter + communication device**

Cases	Cost Element	Cost (DKK billion)
Case 1 with changes in wiring	Infrastructure Cost	5,05
	Charging Stations Deployment Cost	10,69
	<b>Total</b>	<b>15,74</b>
Case 2 with Smart Grid	Infrastructure Cost	2,14
	Charging Stations Deployment Cost	10,69
	<b>Total</b>	<b>12,82</b>

*Infrastructure Cost and Deployment Cost (DKK billion)*





# Konklusion Projekt Gamma del 1

- *Der er på nuværende tidspunkt en række af aktører i markedet, hvoraf enkelte beskæftiger sig med alle elementer af værdikæden*
- *Indsatsen på nuværende tidspunkt er ukoordineret, og som følge heraf er de udbudte løsninger alle relativt dyre*
- *Den høje pris for ladestandere er en signifikant barriere for udrulning af ikke bare ladestandere men også elbiler generelt*
- *Det er muligt at udvikle en low cost ladestander der signifikant vil reducere kapital behovet i udrulningen af infrastruktur*
- *Sammenholdes denne med intelligent styring via smart grids, frem for kabelforstærkninger, vil den samfunds økonomiske belastning af udrulning kunne reduceres meget væsentligt*

# Gamma 2

*Analyse af sammenspillet og påvirkningen af vedvarende energi og elbiler i elektricitetssystemet.*

- *Kvalitative fordele og drivkræfter bag elbiler i et elektricitets system med store mængder vedvarende energi*
- *Indikativ identifikation af primære udfordringer og muligheder i etableringen af elbil infrastruktur*
- *Infrastrukturens kommunikations grundlag*



- Der er en række hhv. generiske og individuelle begrænsninger og drivkræfter, der vil have afgørende indflydelse på penetrationen af elbiler og dermed udrulningen af infrastruktur, og/eller vice versa.
  
- Markedet omkring "e-mobilitet" kan anskues ud fra tre interrelaterede værdikæder, hhv. elektricitet, infrastruktur og elbiler. Markedet kan dog bedst beskrives som et forretningsøkosystem, der konstant udvikler sig og driver øvrige perifere (niche) markeder. Dette betyder at elbiler og infrastruktur har en positiv og gensidig afhængighed, og sammen vil drive behovet for hinanden.
  
- Der er en række implikationer forbundet med elbiler i elektricitetssystemet, der alle skal adresseres, såfremt elektricitetssystemet skal kunne imødegå integrations udfordringen. På den anden side har elbilerne potentialet til at muliggøre en række politiske målsætninger vedr. miljø belastning, karbonudledning og videre udbredelse af fornybare energi generation, idet disse kan agere mitigator for divergerende elektricitets produktion og efterspørgsel.





# Der er en række generelle faktorer der hhv. begrænser og driver udrulningen af infrastruktur og hhv. EV og PHEV bilernes markedspenetration

## Generiske begrænsninger:

- Eksisterende mentale modeller omkring transport, mobilitet og elbiler
- Ingen fremherskende industri standard (dominerende design)
- Manglende kommunikation og kontrol protokoller
- Nuværende design af biler
- Utilstrækkelig variation i produkt-portefølje - giver ikke mulighed for individualitet eller diversificering

### EVs

- Betydelige batteri omkostninger (20% af bilen)
- Umoden teknologi og begrænset rækkevidde (+ lang opladningstid)
- Reduceret komfort pga. genopladning
- Performance og handling
- Sikkerhed (risiko for brand etc.)
- Stort og udækket infrastruktur behov

### PHEVs

- Vægt
- Høj pris
- Registreringsafgift
- Komplexitet i design pga. to motorer
- Ikke så 'grøn' som en EV

## Generiske drivkræfter:

- Stigende udgifter til fossil brændsel
- Afhængighed af ustabile stater
- Miljøbevidsthed
- Øko-trendiness
- Udbygning af RES generering
- Potentiale for integration af vedvarende energi
- Store værdier i alle supporterende kategorier (måling, kommunikation, infrastruktur etc.)

### EVs

- Proaktiv beskatning og afgiftsritagelse
- Højt potentiale mht. trækraft
- Ekstremt effektiv
- 'Ægte' nul karbon potentiale
- Lydsvage

### PHEVs

- Udvidet rækkevidde / ingen risiko for at 'løbe tør'
- Lille eller ingen reduktion i komfort
- Reduceret behov for infrastruktur
- Meget effektiv
- Kendt og perfektioneret teknologi i forbrændingsdelen
- Tilfredsstillelse af mange interessenter (entusiaster, forbrugere, bilfabrikker, energi selskaberne, oil majors etc.)



- ❑ Der er en række hhv. generiske og individuelle begrænsninger og drivkræfter, der vil have afgørende indflydelse på penetrationen af elbiler og dermed udrulningen af infrastruktur, og/eller vice versa.
- ❑ Markedet omkring "e-mobilitet" kan anskues ud fra tre interrelaterede værdikæder, hhv. elektricitet, infrastruktur og elbiler. Markedet kan dog bedst beskrives som et forretningsøkosystem, der konstant udvikler sig og driver øvrige perifere (niche) markeder. Dette betyder at elbiler og infrastruktur har en positiv og gensidig afhængighed, og sammen vil drive behovet for hinanden.
- ❑ Der er en række implikationer forbundet med elbiler i elektricitetssystemet, der alle skal adresseres, såfremt elektricitetssystemet skal kunne imødegå integrations udfordringen. På den anden side har elbilerne potentialet til at muliggøre en række politiske målsætninger vedr. miljø belastning, karbonudledning og videre udbredelse af fornybare energi generation, idet disse kan agere mitigator for divergerende elektricitets produktion og efterspørgsel.



# Set i et traditionelt værdikæde perspektiv er der tre primære og interrelaterede værdikæder omkring EV / PHEV, alle med forskellige interessenter og dertilhørende agendaer

## Ladestander værdikæde



## EV Værdikæde

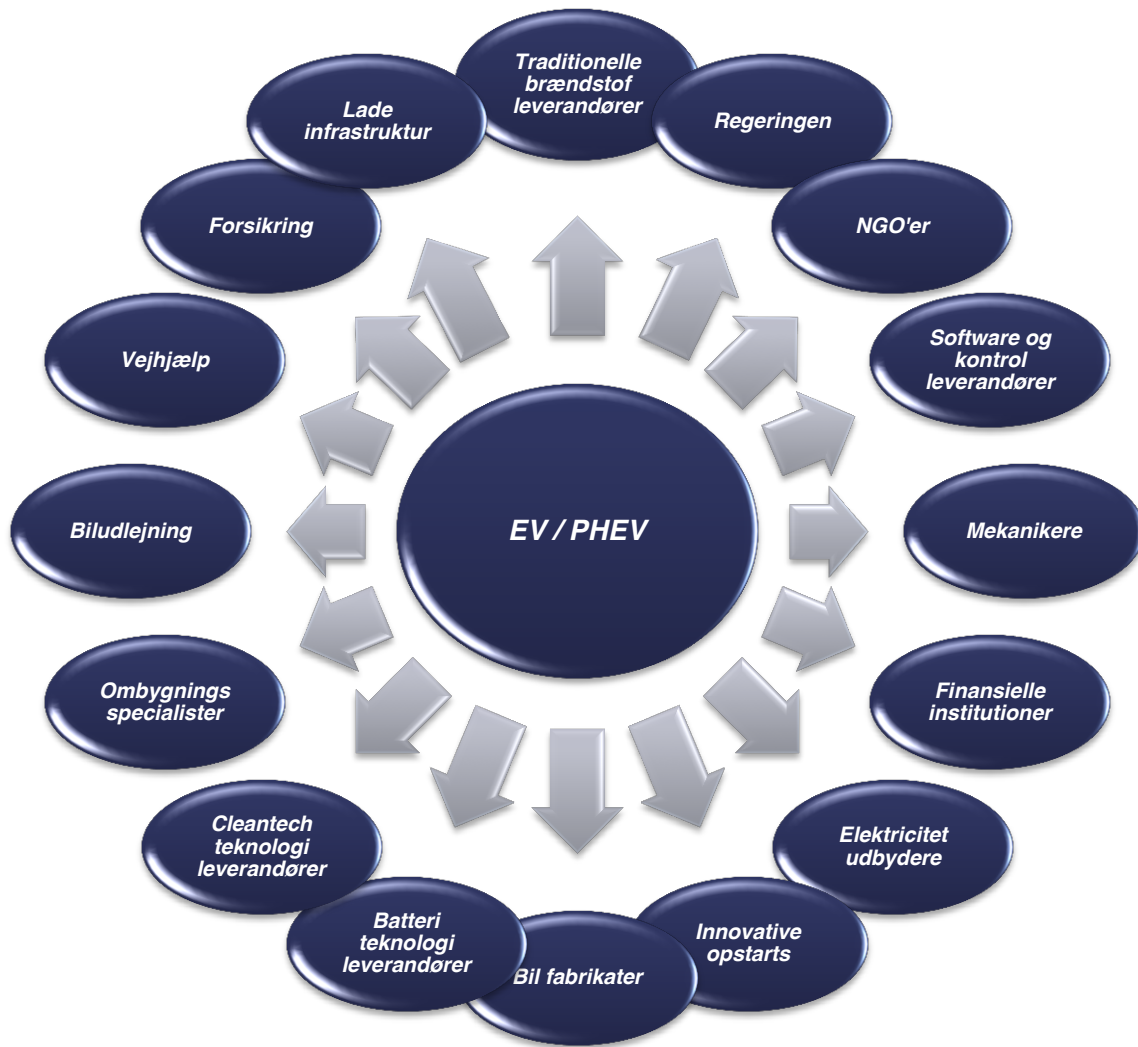


## Elektricitet værdikæde





# Foruden de direkte påvirkede aktører, er der en lang række af øvrige aktører, der vil finde indpas i økosystemet omkring EV / PHEV





# Alle aktører er drevet af forskellige interesser og motiverende faktorer

Aktør	Interesse / drivkraft	Udfordring / barrierer	Tilsigtede 'wins'
<b>Batteri teknologi leverandører</b>	Produktsalg i et nyt marked	Leverance af lithium kan vise sig problematisk hvis markedet "eksploderer"	Indgå aftale med store bil fabrikanter eller konsortier.
<b>Bil fabrikater</b>	Opnå markedsandel af nyt 'emerging market'	Hente tabt omsætning fra service, opgraderinger og reparationer	Udvikle / sikre sourcing af batterier Udvikling af diversificeret produkt portefølje
<b>Biludlejning</b>	Differentiering ift. konkurrenterne Lavere kapital binding pga. afgiftsfritagelse	Potentiel differentiering vil være kortvarig Potentielt dobbelt så stor flåde pga. fleksibilitet krav	Markedsføring af tidlige tiltag der giver virksomheden en grøn profil og tiltrækker og mentalt låser kunderne
<b>Cleantech teknologi leverandører</b>	Bundling af produkter til bilen	Kommunikation, kontrol og kapacitets styring til den individuelle bil	Etabler position der driver og muliggør grøn og miljøvenlig transport
<b>Ombygnings specialister</b>	Tage fordel af momental markedsplads og hul i udbuddet	Forretningspotentialet forsvinder når de store bil fabrikanter rykker ind	Mårettet indsats for at vinde det tidlige marked, og early adopters blandt kunderne
<b>Elektricitet udbydere</b>	Stort incitament til at presse EV og PHEV i markedet for at opnå fleksibilitet og sælge strøm	Mangel på intelligent styring – markedet skal have opbygget kritisk masse før det aktivt kan anvendes	Sikre elbil kunderne via SLA og dermed adgang til fleksibilitet igennem deres batterier
<b>Finansielle institutioner</b>	Attraktivt marked at forfølge da de fleste kunder vil have ønske om finansiering og eller leasing ordninger	Værditab og afskrivning på bilerne er endnu usikkert	Tilsikre det rigtige mærke og model der kan skabe skala
<b>Mekanikere</b>		Forretningen forsvinder delvist hvis elbiler vinder stor penetration, da der er behov for væsentligt mindre vedligeholdelse	
<b>Regeringen</b>	Reducer karbon udledning Sikre uafhængighed fra ustabile stater	Tilsikre ordninger der understøtter hurtig udrulning Finde finansiering til opretholdelse af afgiftsfritagelsen	Reducere karbon udledning, Efterleve Kyoto, Lissabon og Copenhagen aftaler samt tilskynde national differentiering og profilering
<b>Lade infrastruktur</b>	Blive de-facto standard for ladning	Dominant design / standardisering – potentielt modulært design	Indgå kontrakt med byarkitekter og kommuner for at sikre udrulning af ladestander. Blive foretrukken ladestandermærke blandt kommercielle og private kunder
<b>Innovative opstarts</b>	Skabe nyt marked og forretningspotentiale	Etabler tilstedeværelse i markedet og fasthold andel når de store virksomheder rykker ind	Fange det tidlige marked og de kunder der er klar til at købe nu / ikke venter på de store spillere
<b>Forsikring</b>	Få andel i det voksende marked og bundle produkter til eksisterende og nye kunder	Manglende indsigt i dette nye marked, og dermed lav villighed til at forsikre EV	Øget gennemsigtighed og med forbrugsmønstre og dermed korrekt assurance
<b>Vejhjælp</b>	Reducere potentiel trussel mod eksisterende indtægtskilde	Udvikle og sikre kompetencer indenfor nyt forretningsområde – klar til at bistå elbil ejere	Service bundling – inkluderet kontrakt i salget af bilerne
<b>Software og kontrol leverandører</b>	Kæmp potentiale i markedet for at etablere platformen for opladning, kontrol og handel mv.	Kommunikations protokoller og interfaces skal standardiseres, samt algoritmer udvikles til optimering af produktion og efterspørgsel	Link til store ehandelsselskaber og deres platform og sikre royalty model / fixed premium kontrakt
<b>Traditionelle brændstof leverandører</b>	Diversificering og profilering ved at levere et bæredygtigt alternativ til den gamle eroderende forretningsmodel	Behov for kompetence udvikling og anvendelse af erfaring som salgskanal Har ikke de nødvendige kompetencer til at besidde samme position i den nye værdikæde som før	Behold salgssteds positionen og flyt kompetencer frem i værdikæden
<b>EV / PHEV ejeren</b>	Attraktive drift omkostninger, Sikkerhed for at man gør en reel forskel, Trendiness	Det nyværende kapital omkostningsniveau er højt sammenlignet med ICE bilerne, Reduceret komfort i mindsket rækkevidde / tid brugt på opladning	Attraktive SLA med bil / energi udbyder Lavt / lavere omkostningsniveau en ny bil



# Aktørerne kan rubriceres i tre grupperinger, ift. deres interesse i at drive EV / PHEV markedet



## Karakteristika

- Stort engagement og bevågenhed
- Nyt forretningsområde
- Stort potentiale
- Minimal kannibalisme

## Karakteristika

- Engageret
- Supplerende mersalg
- Komplementær fleksibilitet ift. CHP
- Bedre udnyttelse af aktiver
- Høj volumen og platform potentiale
- Ledig plads i markedet

## Karakteristika

- Lavere engagement
- Potentiel trussel mod eksisterende forretningsmodel (service og reparation)
- Bundling med decentrale generations former

## Aktører med lavt eller manglende incitament

- Mekanikere
- Traditionelle fossil brændsel selskaber (Bil fabrikanter)

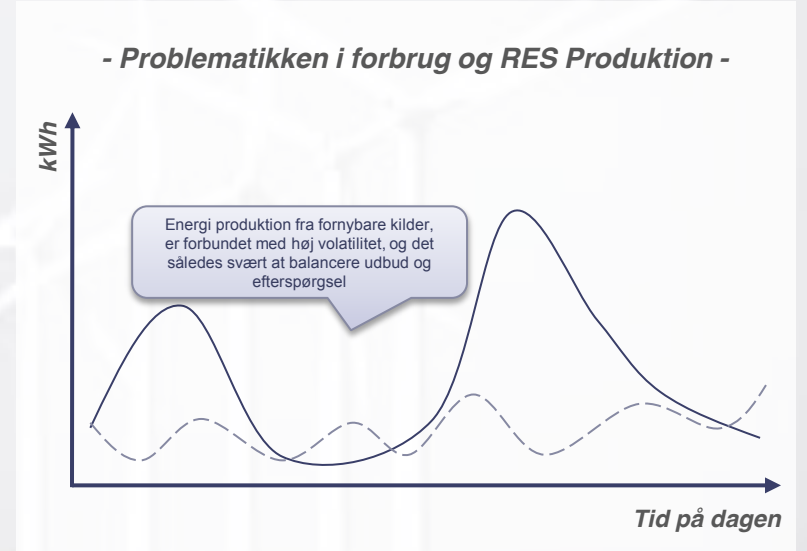


- ❑ **Der er en række hhv. generiske og individuelle begrænsninger og drivkræfter, der vil have afgørende indflydelse på penetrationen af elbiler og dermed udrulningen af infrastruktur, og/eller vice versa.**
  
  - ❑ **Markedet omkring "e-mobilitet" kan anskues ud fra tre interrelaterede værdikæder, hhv. elektricitet, infrastruktur og elbiler. Markedet kan dog bedst beskrives som et forretningsøkosystem, der konstant udvikler sig og driver øvrige perifere (niche) markeder. Dette betyder at elbiler og infrastruktur har en positiv og gensidig afhængighed, og sammen vil drive behovet for hinanden.**
- ❑ **Der er en række implikationer forbundet med elbiler i elektricitetssystemet, der alle skal adresseres, såfremt elektricitetssystemet skal kunne imødegå integrations udfordringen. På den anden side har elbilerne potentialet til at muliggøre en række politiske målsætninger vedr. miljø belastning, karbonudledning og videre udbredelse af fornybare energi generation, idet disse kan agere mitigator for divergerende elektricitets produktion og efterspørgsel.**



# Udfordringen ved fornybar energi i el-systemet relaterer sig primært til uoptimal drift af kraftvarme værkerne og urentabelt salg af overskudskapacitet

- På nuværende tidspunkt er ca. 20% af den samlede danske elektricitets produktion genereret vha. vindenergi. Dette skaber en række udfordringer, i balanceringen af elektricitets udbud og efterspørgsel i markedet, i og med at produktionen fra tid til anden varierer kraftigt ift. vindstyrke.
- Som følge heraf holder man i systemet ekstra kapacitet reserveret hos de centrale kraftvarme værker, for hurtigt at kunne intervenere i tilfælde af eks. faldende produktion og stigende efterspørgsel.
- Udover de økonomiske og produktionsmæssige uoptimale konditioner, betyder det at kraftværkerne kører med en genererings load som suppleres af vindenergien, hvilket betyder at stigende vindstyrke og dermed energi genereret vha. vind, kan være svært at integrere i el-systemet, da forbruget og dermed efterspørgslen kan være "mættet".
- I sådanne tilfælde sælges overskudskapaciteten til nabolande, til meget lave, endda negative priser, hvor det forbruges eller anvendes som reserve, ved eksempelvis at pumpe vand til brug for senere generering vha. turbiner.

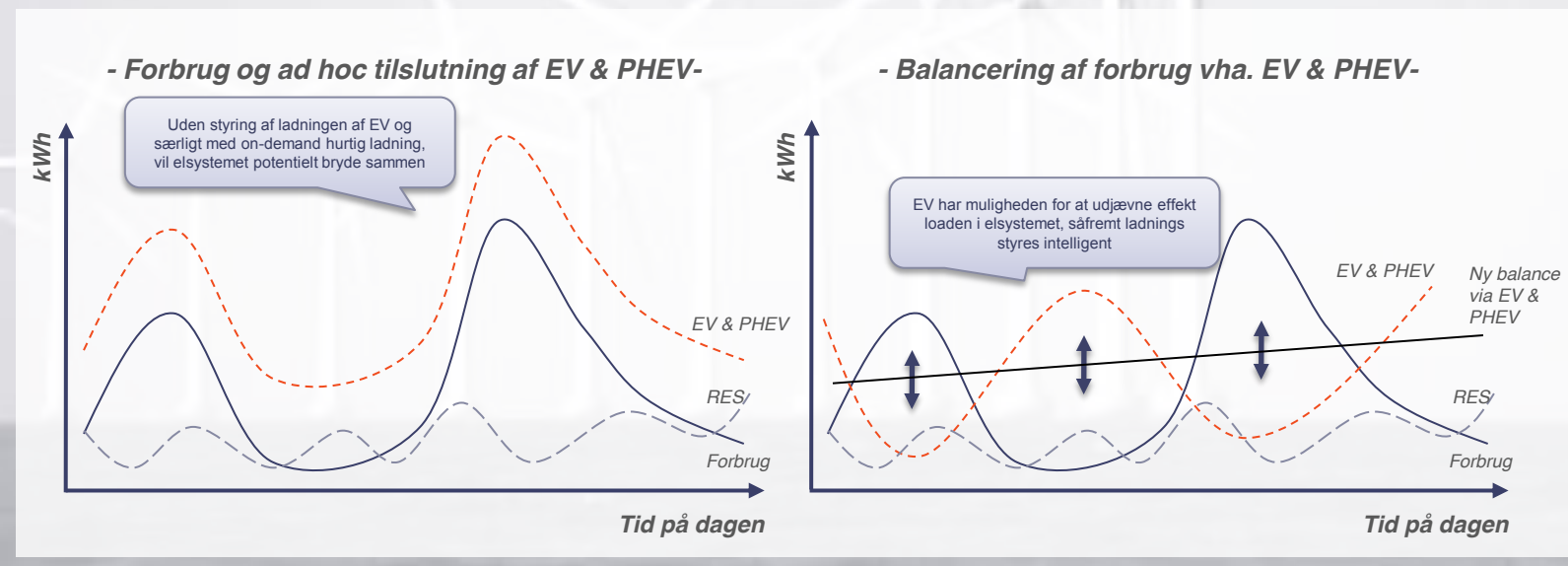






# Med intelligent styring kan EV / PHEV imødekomme problematikken i afpasning af forbrug til volatil produktion eks. fra vindmøller

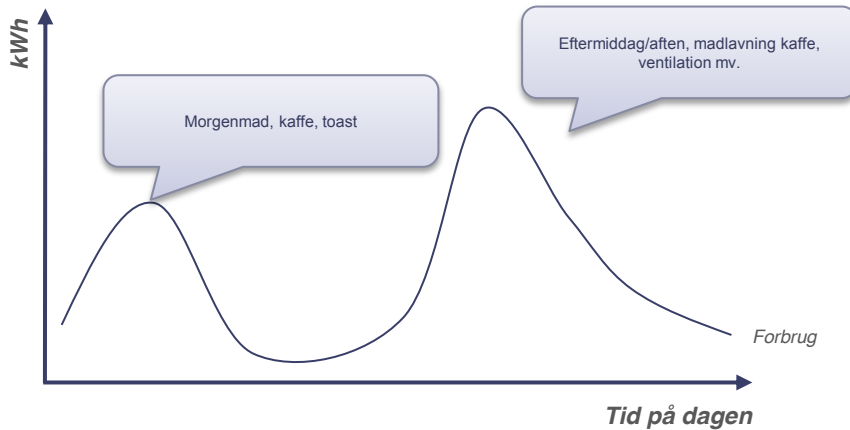
- Foruden eksempelvis varmepumper, har EV / PHEV en unik fordel, idet de kan aftage store mængder elektricitet. Således kan overskud kapacitet kanaliseres til elbil kunder, frem for at sælge eller "forære" energi til vores nabolande, for at holde balancen i systemet.
- Dette forudsætter en vis intelligens i eller omkring elbilen, i og med at denne skal kunne kontrolleres og eksempelvis reagere på centrale prissignaler og/eller DR. Således er det afgørende at man fra central hold kan få adgang til og aktivere fleksibel efterspørgsel hos forbrugere – og på længere sigt, aktivere modsat rettet energi flow (V2G), således at man kan undgå dyre opstarter af kraftværker, ved at "tappe" energi fra de tilkoblede elbiler.
- Dette bliver således kun et plus sum spil, såfremt der etableres en intelligent styring af elbilernes forbrug. Laver man et "timerbaseret" opladningssystem eller værre endnu, et ad hoc setup, da har man ingen mulighed for at lave forecasting og dermed tilpasse produktion til forbrug – eller omvendt, forbrug til disponibel produktion.



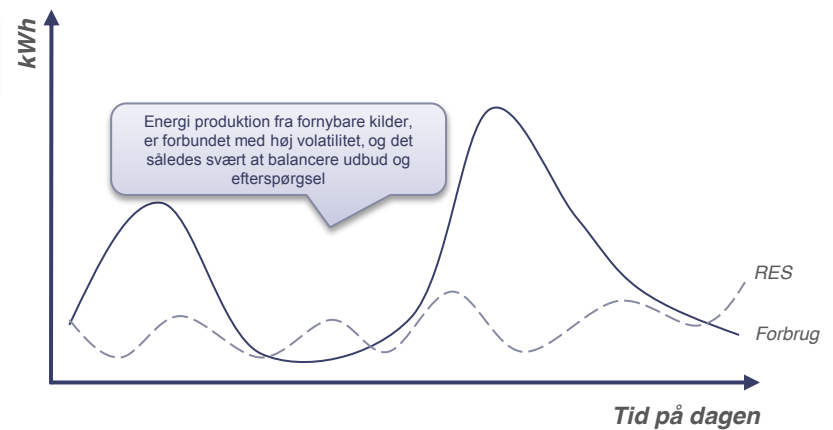


# Balancefordelen ved at have EV / PHEV i systemet, som forbrugs- / produktionsbuffer, kan hurtigt vendes til ulempe hvis til- og frakobling ikke kendes og hurtig vs. langsom opladning ikke er planlagt

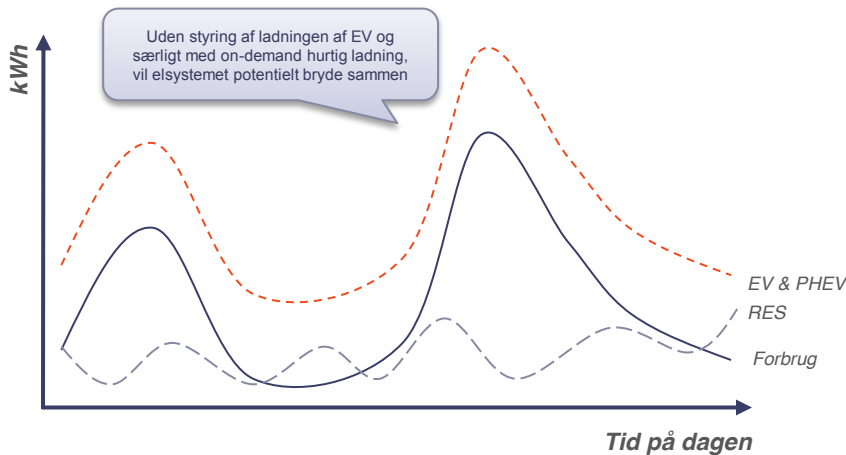
- Traditionelt elforbrugs profil -



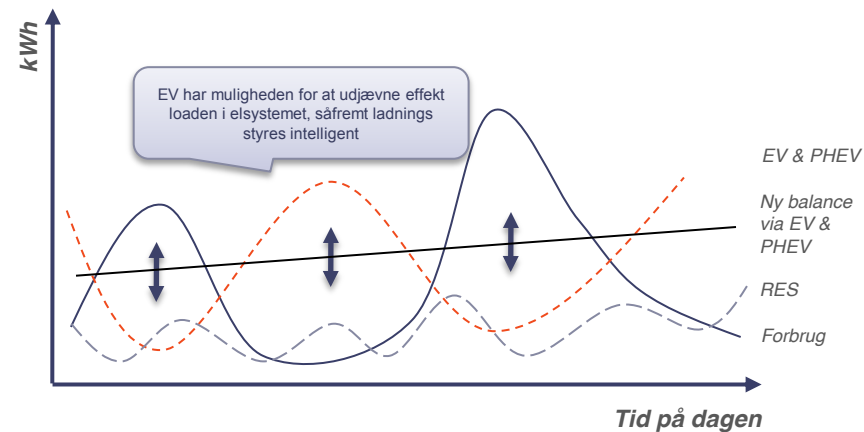
- Problematikken i forbrug og RES Produktion -



- Forbrug og ad hoc tilslutning af EV & PHEV-



- Balancering af forbrug vha. EV & PHEV-





# Foruden intelligent styring, vil også hurtig vs. almindelig opladning af EV / PHEV have indflydelse på el-systemet

## On-Demand hurtig opladning

Systemet belastes eks. ligeligt med profil baseret og on-demand opladning som tank stations løsning / hurtig opladning.

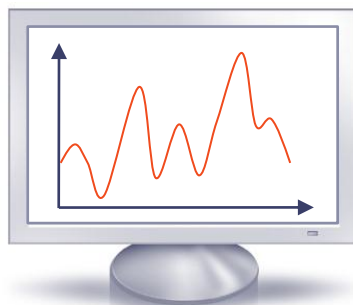
- Meget uforudseelige forbrugsmønstre
- Stort behov for reserve kapacitet
- Ingen ligevægt mellem udbud og efterspørgsel, giver høje alternative omkostninger og eks. indkøb af ekstra kapacitet til høje priser.

## Profil baseret almindelig opladning

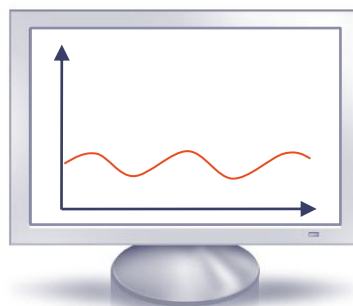
Systemet belastes med eks. 90% profil baseret opladning og 10% on-demand.

- Forudseelige forbrugsmønstre og historisk data muliggør forecasts
- Mulighed for påvirkning af forbrug vha. incitament, eks. pris reduktion i perioder med høj kapacitet
- Stort potentiale for integration af vedvarende energi og drift/system optimering

## Uforudseelige forbrugsmønstre og elektricitets efterspørgsel - On-demand baseret



## Forudseelige forbrugsmønstre og elektricitets efterspørgsel - Profil baseret



*Det er af afgørende betydning for den fremtidige drift og optimering af el-systemet, at elbil opladning kommer til at foregå på en forudseelig og kontrollerbar måde.*

*Hvis ikke der tilsigtes en incitament struktur, der kan påvirke og udjævne forbruget i forhold til produktionen, da risikeres det at fordelen ved at EV / PHEV som aftager for vindenergi eroderes, og i værste fald skabes der endnu mere uforudseelighed og skæv load management.*

*Derfor er det imperativt at der er udrulles så mange ladestandere at det er stort set altid er muligt at koble sig på og opnå løbende / billig opladning (baseret på ens præferencer) således at systemet opnår tilstrækkelige fleksibilitet.*



## Forudsætningen for at EV/PHEV kan indgå i el-systemet uden store investeringer i udbygningen af den eksisterende infrastruktur, residerer hovedsagligt i kontinuert tilslutning og kommunikations linket til standen

- Forudsætningen for at EV/PHEV kan indgå i el-systemet uden store infrastruktur investeringer, til at i mødekomme volatil og ad hoc baseret efterspørgsel og dermed store effektivitets krav, beror sig som nævnt ovenfor på en intelligent styring af op og afladning.
- Som følge heraf er det en forudsætning for driften og optimering af el-systemet som helhed, at bilerne er tilsluttet, og står "til rådighed", således at de kan kobles ind og ud af systemet efter behov.
- Dette bygger på en forudsætning om at forbrugeren har mulighed for at indtaste sine præferencer og krav i en profil, der således kan laves forecasts på, og at forbrugeren har mulighed for at foretage et manuelt "overwrite" for, at aktivere omgående opladning. Sidst nævnte vil højst sandsynligt være forbundet med en "straf" fra udbyders side, da dette bryder forecasting fordelene og vil påføre udbyder udgifter til eks. indkøb af el og eller straf for manglende balanceevne. Således er det afgørende at der skabes tilstrækkeligt attraktive incitamenter for brugeren til at holde bilen tilsluttet og undlade at bryde de prædefinerede forbrugsmønstre.



## Ikke alle elektricitets leverandører vil have interesse for- eller fordel af elbiler – eller de nødvendige kompetencer til at forestå udrulningen, samt udviklingen af de nødvendige standarder, protokoller mv.

- Af hensyn til forbrugerens mobilitet, er det sandsynligt, at der fra central side (eks. EU), vil blive givet mandat til en specifik interface standard, der tilsigter at biler af forskellige mærker kan lade på forskellige infrastruktur producenters ladestandere.
- Foruden interfacet mellem stander og bil, er det overvejende sandsynligt, at der vil opstå en central styringsstandard for kommunikation. Således vil det tilsigtede smart grid med stor sikkerhed følge standardiserede protokoller / algoritmer fra TSO / DSO, for hhv. til og fra kobling i nettet.  
Det er dog langt fra sikkert at producenterne vælger at følge den sammen tekniske tilgang, hvorfor selve komponent sammensætning sandsynligvis vil variere, mens det der kommunikeres vil være standardiseret. I denne relation vil systemet fungere lig eks. mobiltelefons infrastrukturen – her er producenterne ligeledes frie til at sammen sætte deres løsninger som de ønsker, mens man som system deltager er enige om at kommunikere på en given måde / vha. en prædefineret standard (NMT/GSM/3G).
- Som konsekvens af det varierende kompetence niveau, infrastrukturen forudsætter, er det en nødvendighed, at det er muligt for el-kunderne at anvende flere simultane el-leverandører, da dette er den eneste måde at tilskynde, at så mange forbrugere som muligt, får mulighed for at befordre sig vha. el-drevne biler.
- Dette betyder endvidere at det skal være muligt at etablere flere målere, eller bi-målere på den eksisterende installation, da dette er en forudsætning for korrekt omkostningsallokering og risikominimering. Således er det afgørende for elbilernes succes, at det gøres muligt, at have flere målere i husstanden, vis-a-vis flere simultane el-leverandører.



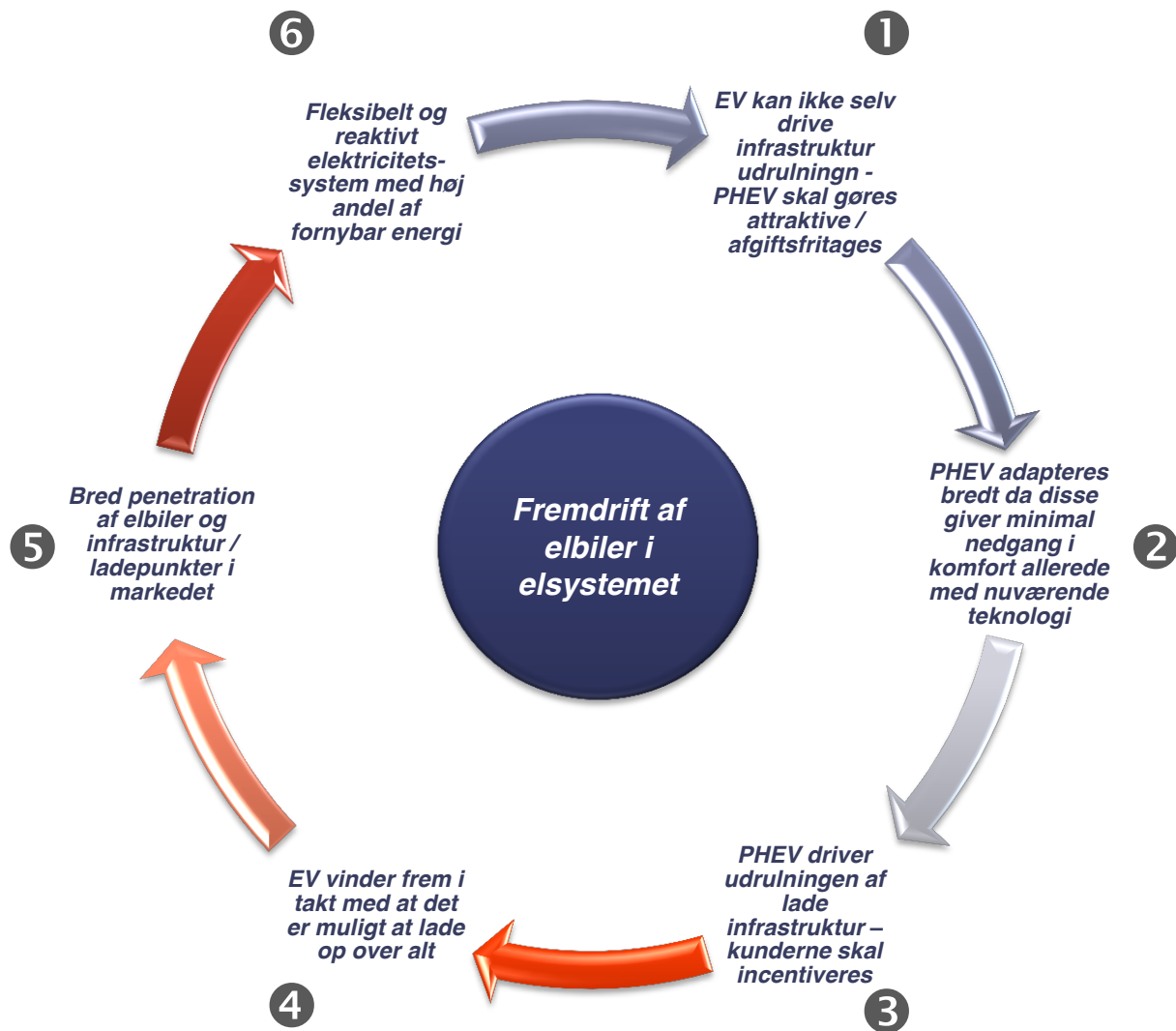
# Konklusion Projekt Gamma del 2

- *Økosystemet omkring elbiler er meget diversificeret og inkluderer en lang række af forskellige aktører med forskellige agendaer.*
- *EV og PHEV bilerne kan udgøre en væsentlig rolle i fremtidens elektricitetssystem, da disse har mulighed for at kalibrere produktion og efterspørgsel, således at man kan undgå dyr tvangskørsel af kraftværker eller at sælge overskudskapacitet til urentable priser.*
- *Det er dog essentielt at bilernes ladning styres, da dette eller vil påvirke system negativt, og gøre peak outs endnu større end hvad er tilfældet i dag.*
- *Endvidere vil intelligent styring være midlet til at undgå enorme investeringer i infrastruktur og kabelforstærkning, da det eksisterende system godt vil kunne imødekomme ladning af elbiler, såfremt disse ikke alle lader på samme tid.*
- *Det er essentielt at elbils ejerne har mulighed for at koble bilen på systemet over alt, og at denne incentiveres til at gøre dette, da det vil give systemet den fornødne fleksibilitet, og forbrugeren den mest attraktive pris aftale og mindst mulige ulemper ift. eksisterende kørselsmønstre.*



# Postscript

- Udrulningen af elbiler og lade infrastruktur i markedet står overfor en lang række af udfordringer.
- Særligt er den perceivede nedgang i komfort for brugeren en udfordring, som vil påvirke elbilernes accept, indtil deres rækkevidde er højere og at de kan lades hurtigt.
- Gribes udfordringen an i flere på hinanden følgende faser, er det muligt at drive markedet frem i takt med at teknologien modnes.
- Således vil PHEV bilerne kunne udgøre den nødvendige spydspids i markedet, der vil kunne drive udrulningen af ladepunkter, da plug-in bilerne allerede i dag vil kunne tilfredsstille brugernes krav og forventninger



# Appendix





# Traditionelle hybrid biler (HEV)

## Hybrid Electric Vehicles (HEV):

Et hybrid elektriske køretøj anvender både en elmotor og en forbrændingsmotor til fremdrift af køretøjet. En hybrid er designet til at fange energi, der normalt går tabt som følge af bremsning og friløb - til at genoplade batterierne (regenerativ bremsning), som igen driver den elektriske motor - uden behov for tilslutning til elnettet.

En "parallel" hybrid bruger den elektriske motor eller forbrændingsmotoren til fremdrift af køretøjet.

En "serie" hybrid elektriske køretøjer bruger den elektriske motor til at tilføre strøm til forbrændingsmotoren, når den har behov for det mest, for eksempel i stop-and-go kørsel og acceleration.

Hybrid elektriske køretøjer har potentialet til at bruge elektricitet til on-board tilbehør eller give mulighed for at tilslutte apparater til bilen. Begge typer har mulighed for at opnå bedre brændstoføkonomi end konventionelle forbrændingsmotor køretøjer.

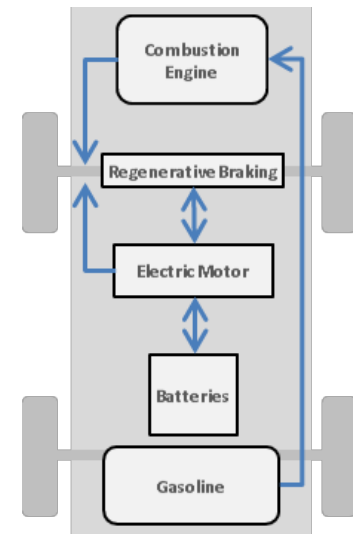
Hybrid markedet vokser - der er en bred vifte af hybrid elektriske køretøjer til rådighed for forbrugere i dag, med mange flere modeller på vej.

## Fordele ved hybrider:

- Reduceret brændstofforbrug og udstødningsemission
- Optimeret brændstoføkonomi og ydeevne
- Lavere brændstof omkostninger
- Genindvinding af energi fra regenerativ bremsning
- Anvender eksisterende tankstation infrastruktur

## Udfordringer ved hybrider:

- Komplexitet af to motorer
- Komponent udbud - batterier, motorer, elektroteknik mv.
- Højere up-front udgift





# Plug-in hybrid biler (PHEV)

## Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEV):

Plug-in hybrider kommer i mange former og konfigurationer. Med rene batteri elbiler, kommer al elektriciteten fra fra nettet. Hybrider med plug-in kapacitet bruge en kombination af el fra el-nettet, regenerativ energi fra bremses, og kraft fra en anden energikilde om bord, som eks. en forbrændingsmotor eller brændselscelle.

I en serie konfiguration, kører bilen på el alene på nogle punkter, som opstart, og bruger sin anden strømkilde alene i andre situationer, for eksempel, når man accelererer.

Alternativt kan en plug-in hybrid kan være konfigureret til blandet drift, dvs batteriet og den konventionelle motor fungerer sammen.

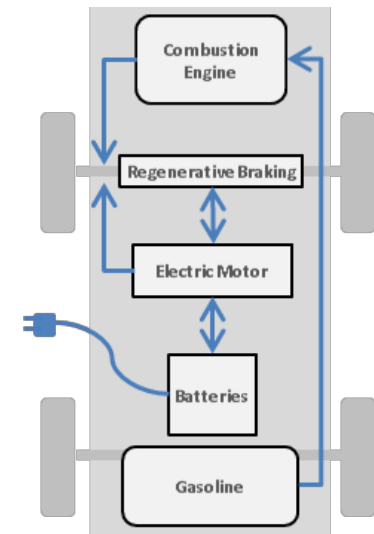
Et "extended range" køretøj bruger en forbrændingsmotor eller brændselscelle til at genoplade batteriet, men ikke til at flytte hjulene.

## Fordele ved Plug-in Hybrider:

- Reduceret brændstofforbrug og udstødningsgasser
- Optimeret brændstoføkonomi og ydeevne
- Genvundet energi fra regenerativ bremsning
- Uændret tankstation infrastruktur
- El-nettilslutning
- "Hjemme baseret" batteri opladning til lav pris
- Potentiale for emissionsfri kørsel

## Udfordringer:

- Omkostningerne og kompleksiteten ved to motorer / kraftkilder
- Komponent tilgængelighed - batterier, motorer, elektroteknik
- Højere investerings omkostninger
- Udgifter til batterier og batteriskift
- Øget vægt





# El-biler (EV)

## El-biler (EV):

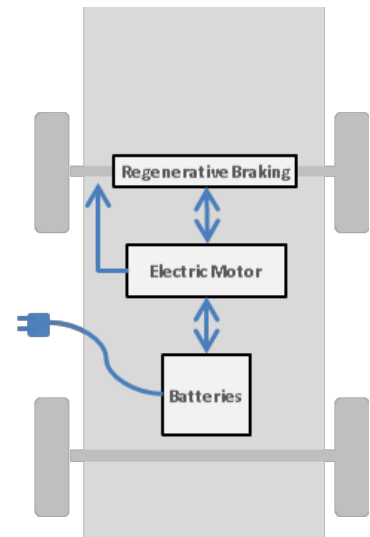
En el-bil bruger batterier til at forsyne en elektrisk motor til at drive fremdrift. Elbiler producerer ikke udstødningsgasser. Batterierne er genoplades fra el-nettet og fra regenerative bremsning. Der er mange forskellige typer af el-køretøjer i brug i dag, omfattende lav hastighed, kort distance elektriske køretøjer, lufthavns køretøjer og andre off-road industrielle køretøjer som gaffeltrucks etc. El-biler til person transport a la den vi kender fra forbrændingsmotorerne er først netop ved at finde indpas.

## Fordele ved elbiler (EV):

- Ingen udstødningsmission (ingen CO2 eller andre forurenende stoffer)
- Brug af ren elektrisk energi
- Energisikkerhed ved at fortrænge importerede råolie med indenlandsk produceret elektricitet
- Natlig batteri opladning (nabolagets elbiler genoplades ved at tilslutte dem til en standard husholdnings stikkontakt.)
- Genvundet energi fra regenerativ bremsning
- Lavere brændstofforbrug og driftsomkostninger
- Mulighed for genbrug i sekundære markeder for brugte batterier mv.

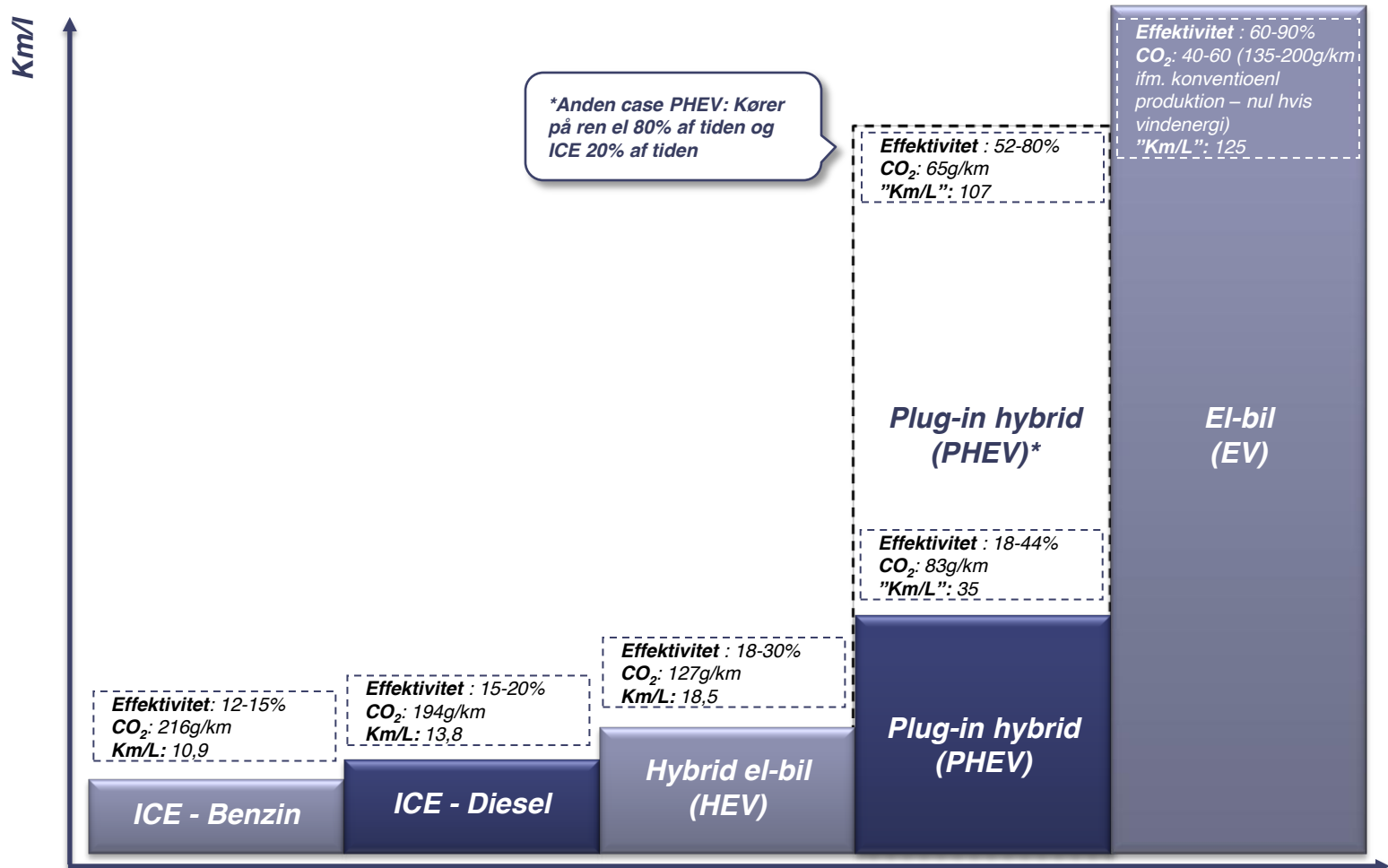
## Udfordringer:

- Bedre batteri teknologi: lavere omkostninger, øget energitæthed, øget holdbarhed og ydeevne
- Behovet for offentlig genopladning infrastruktur
- Udvidet rækkevidde





# Af de tre alternativer til den konventionelle forbrændingsmotor er el-bilerne langt de mest effektive og mindst komplekse



Baseret på gennemsnits biler. Værdierne kan variere på baggrund model og teknologi

Teknologi



# Af de to biltyper i fokus, der aftager el fra nettet, udkonkurrerer EV PHEV teknologien på langt de fleste parametre

	<i>EV</i>	<i>PHEV</i>
1. <i>Brændstof</i>	Kun elektricitet	Elektricitet og Fossilt
2. <i>Rækkevidde</i>	Gns. ~ 200 km	Gns. ~ 80 + 400 km
3. <i>Nedgang i komfort</i>	Medium til høj	Lav til medium
4. <i>Pris*</i>	Gns. ~ 44.000 \$	Gns. ~ 55.000 \$
5. <i>Registreringsafgift</i>	Ingen i Danmark	Fuld i Danmark
6. <i>Effektivitet</i>	90%	44%
7. <i>'Km/l' ækvivalent</i>	+100	35 (~100)***
8. <i>Km/kWh**</i>	~6-7	~4,5
9. <i>Miljøprofil</i>	Høj	Medium til høj
10. <i>Vedligeholdelse (service)</i>	Lav	Medium
11. <i>Elektricitets kapacitet</i>	~ 72 kg	~ 18 kg
12. <i>El-system påvirkning</i>	Høj	Lav til medium
13. <i>Opladning i timer</i>	5-10	3-6

...vs...

# igniting potentials



## Liste over primær research respondenter

Virksomhed	Stilling
Elektromotive	Senior Executive, Technical Services
Elektromotive	Senior Executive
Coulomb Technologies	Senior Executive, Sales
RWE	Senior Executive, EV Project
Better Place	Senior Executive, Deployment
Epyon	Senior Executive, Business Development
University of Delaware, USA	Research Associate
Swedish Energy Association	Executive, Energy Technology Department
Lappeenranta University of Technology, Finland	Professor
Evoasis	Senior Executive
SemaConnect	Senior Executive, Sales
University of Durham, School of Engineering, Energy Group	Professor



# Kildehenvisning

<http://www.prnewswire.com/news-releases/ford-microsoft-team-up-to-help-electric-vehicle-owners-recharge-more-effectively-affordably-89598042.html>  
<http://www.betterplace.com/solution/ev-driver-services/>, <http://www.betterplace.com/solution/ev-network-software/>  
<https://www.rwe.com/web/cms/mediablob/de/315840/data/179662/56910/rwe/verantwortung/SRI-Company-Presentation-RWE-A-Sustainable-Investment-nur-in-englischer-Sprache-Stand-Dezember-2009-.pdf>  
<http://www.elektromotive.com/html/installation.php>  
<http://www.elektromotive.com/html/EBConnect.php>

<http://avt.inel.gov/pdf/phev/phevInfrastructureReport08.pdf>,

<http://avt.inel.gov/pdf/phev/phevInfrastructureReport08.pdf>  
<https://www.mge.com/Images/PDF/Electric/other/ElectricVehicleChargingStations.pdf>

<http://avt.inel.gov/pdf/phev/phevInfrastructureReport08.pdf>  
<https://www.mge.com/Images/PDF/Electric/other/ElectricVehicleChargingStations.pdf>  
<http://www.whatgreencar.com/electriccars.php>  
<http://www.pewclimate.org/docUploads/Smart-Grid12-09.pdf>

<http://avt.inel.gov/pdf/phev/phevInfrastructureReport08.pdf>

<http://www.betterplace.com/company/press-release-detail/better-place-secures-350-million-series-b-round-led-by-hsbc-group/>  
<http://www.betterplace.com/company/press-release-detail/better-place-secures-350-million-series-b-round-led-by-hsbc-group/>  
<http://www.betterplace.com/global-progress/israel/>  
<http://www.betterplace.com/company/press-release-detail/better-place-dong-energy-investment-for-denmark-electric-car-network/>  
<http://www.betterplace.com/solution/batteries/>

<http://www.pikeresearch.com/wp-content/uploads/2009/12/EVP-09-Pike-Research.pdf>  
[http://gm-volt.com/files/DB\\_EV\\_Growth.pdf](http://gm-volt.com/files/DB_EV_Growth.pdf)  
<http://www.nytimes.com/2010/01/25/business/energy-environment/25electric.html>  
<http://www.renault.com/en/groupe/developpement-durable/environnement/pages/focus-better-place.aspx>  
<http://www.betterplace.com/solution/charging/>  
<http://www.betterplace.com/solution/ev-driver-services/>  
<http://www.betterplace.com/solution/ev-network-software/>  
[http://gm-volt.com/files/DB\\_EV\\_Growth.pdf](http://gm-volt.com/files/DB_EV_Growth.pdf)





## Kildehenvisning - fortsat

<http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/387728/data/110822/62067/rwe/investor-relations/financial-reports/Annual-report-2009.pdf>  
<http://www.rwe.com/web/cms/de/250036/effizienz/aktuelles/pressemitteilung/?pmid=4004564>, <http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilung/?pmid=4004345>  
<http://www.1888pressrelease.com/rwe-and-harman-present-the-first-infotainment-applications-f-pr-190856.html>  
<http://www.rwe-mobility.com/web/cms/en/314774/rwemobility/partnerships/infrastructure-partners/>,

<http://www.coulombtech.com/products.php>  
<http://www.coulombtech.com/blog/tag/level-3-fast-charging/>  
[http://www.coulombtech.com/pdfs/CT\\_SB\\_Retail\\_Sol\\_Brief\\_201003\\_020.pdf](http://www.coulombtech.com/pdfs/CT_SB_Retail_Sol_Brief_201003_020.pdf)  
[https://finance.siemens.com/financialservices/venturecapital/News/Documents/Coulomb\\_funding\\_final.pdf](https://finance.siemens.com/financialservices/venturecapital/News/Documents/Coulomb_funding_final.pdf)  
<http://www.coulombtech.com/pr/news-press-releases-2009-1109.php>  
<http://www.coulombtech.com/pr/news-press-releases-2010-0208.php>  
<http://sanjose.bizjournals.com/sanjose/stories/2010/03/15/daily39.html?q=coulomb%20technologies%20technology%20acceptance>  
<http://sanjose.bizjournals.com/sanjose/stories/2010/04/12/daily1.html>  
<http://www.portfolio.com/business-news/2009/12/29/coulomb-technologies-to-install-electric-car-chargers-throughout-southwest/index.html>  
<http://sanjose.bizjournals.com/sanjose/stories/2010/03/15/daily39.html?q=coulomb%20technologies%20technology%20acceptance>  
<http://blogs.edmunds.com/greencaradvisor/2010/03/coulomb-claims-to-install-first-ev-charging-stations-bought-by-apartment-builder.htm>

<http://semaconnect.com/product.html>  
<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2010/03/14/AR2010031402146.html>  
<http://green.autoblog.com/2010/03/18/semaconnects-new-charging-system-allows-owners-to-sell-electric/>  
<http://springwise.com/automotive/semaconnect/>  
<http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=125206693>

<http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/de/315840/data/179662/59044/rwe/verantwortung/SRI-Company-Presentation-RWE-A-Sustainable-Investment-nur-in-englischer-Sprache-Stand-Dezember-2009-.pdf>  
<http://www.rwe.com/web/cms/de/250036/effizienz/aktuelles/pressemitteilung/?pmid=4004564>  
<http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemitteilung/?pmid=4004345>  
<http://www.electronicsspecifier.com/Green/INSYS-MICROELECTRONICS-brings-plug-and-pay-to-electric-car-charging-as-part-of-the-influential-e-mobility-project.asp>  
<http://americangermanbusinessnews.wordpress.com/2010/03/22/harman-and-german-utility-company-rwe-demonstrate-intelligent-charging-for-electric-cars/> <http://www.rwe.com/web/cms/en/113648/rwe/press-news/press-release/?pmid=4002466>



## Kildehenvisning - fortsat

<http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/387728/data/110822/62067/rwe/investor-relations/financial-reports/Annual-report-2009.pdf>  
<http://www.rwe.com/web/cms/de/250036/effizienz/aktuelles/pressemeldung/?pmid=4004564>  
<http://www.rwe.com/web/cms/de/37110/rwe/presse-news/pressemittteilung/?pmid=4004345>  
<http://www.1888pressrelease.com/rwe-and-harman-present-the-first-infotainment-applications-f-pr-190856.html>  
<http://www.rwe-mobility.com/web/cms/en/314774/rwemobility/partnerships/infrastructure-partners/>

[http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news\\_id=54](http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news_id=54)  
[http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news\\_id=49](http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news_id=49)  
[http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news\\_id=50](http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news_id=50)  
<http://www.thegreencarwebsite.co.uk/blog/index.php/an-interview-with-calvey-taylor-haw-md-of-elektromotive/>

[http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news\\_id=55](http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news_id=55)  
[http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news\\_id=49](http://www.elektromotive.com/html/news-story.php?news_id=49)  
<http://www.thegreencarwebsite.co.uk/blog/index.php/an-interview-with-calvey-taylor-haw-md-of-elektromotive/>  
<http://www.cenex.co.uk/LinkClick.aspx?fileticket=2duxn6lBHIU%3D&tabid=192>  
<http://www.elektromotive.com/html/EBConnect.php>  
[http://www.sinc.co.uk/sinc\\_companies/company\\_docs/ELEKTROMOTIVE\\_PRESS\\_RELEASE\\_270907.pdf](http://www.sinc.co.uk/sinc_companies/company_docs/ELEKTROMOTIVE_PRESS_RELEASE_270907.pdf)

<http://www.whatgreencar.com/electriccars.php>  
<http://www.cars21.com/files/news/EVS-24-3960315%20Botsford.pdf>  
<http://www.treehugger.com/files/2009/10/j1772-standard-sae-charging-electric-cars-plug-in-hybrids.php>

<http://www.whatgreencar.com/electriccars.php>  
<http://www.cars21.com/files/news/EVS-24-3960315%20Botsford.pdf>  
<http://www.treehugger.com/files/2009/10/j1772-standard-sae-charging-electric-cars-plug-in-hybrids.php>

<http://electrical.hardwarestore.com/14-340-40-amp-double/40-amp-2-pole-circuit-breaker--614487.aspx>  
<http://electrical.hardwarestore.com/14-340-40-amp-double/2-pole-40-amp-circuit-breaker--658739.aspx>  
[http://www.grainger.com/Grainger/items/5C374?cm\\_mmc=Google%20Base-\\_-Electrical-\\_-Plugs%20and%20Receptacles-\\_-5C374](http://www.grainger.com/Grainger/items/5C374?cm_mmc=Google%20Base-_-Electrical-_-Plugs%20and%20Receptacles-_-5C374)  
<http://www.google.com/products?q=SJT+18+AWG+3C+cable+cost&aq=f>  
[http://www.ecost.com/detail.aspx?edp=37281791&source=EWBBASE&cm\\_mmc=CSE-\\_-google-\\_-ewbbase-\\_-Cables&CAWELAID=366859402](http://www.ecost.com/detail.aspx?edp=37281791&source=EWBBASE&cm_mmc=CSE-_-google-_-ewbbase-_-Cables&CAWELAID=366859402)  
<http://cpc.farnell.com/1/3/indexb2441.html>



## Kildehenvisning - fortsat

<http://electrical.hardwarestore.com/14-340-40-amp-double/40-amp-2-pole-circuit-breaker--614487.aspx>  
<http://electrical.hardwarestore.com/14-340-40-amp-double/2-pole-40-amp-circuit-breaker--658739.aspx>  
[http://www.grainger.com/Grainger/items/5C374?cm\\_mmc=Google%20Base-\\_-Electrical-\\_-Plugs%20and%20Receptacles-\\_-5C374,](http://www.grainger.com/Grainger/items/5C374?cm_mmc=Google%20Base-_-Electrical-_-Plugs%20and%20Receptacles-_-5C374)  
<http://www.google.com/products?q=SJT+18+AWG+3C+cable+cost&aq=f>  
[http://www.ecost.com/detail.aspx?edp=37281791&source=EWBBASE&cm\\_mmc=CSE-\\_-google-\\_-ewbbase-\\_-Cables&CAWELAID=366859402](http://www.ecost.com/detail.aspx?edp=37281791&source=EWBBASE&cm_mmc=CSE-_-google-_-ewbbase-_-Cables&CAWELAID=366859402)  
<http://cpc.farnell.com/1/3/indexb2441.html>

[http://www.indexmundi.com/denmark/inflation\\_rate\\_\(consumer\\_prices\).html](http://www.indexmundi.com/denmark/inflation_rate_(consumer_prices).html)

[http://www.edison-net.dk/About\\_Edison.aspx](http://www.edison-net.dk/About_Edison.aspx)



# Kildehenvisning - fortsat

<https://www.aptera.com/reserve.php>  
<http://www.pluginamerica.org/plug-in-vehicle-tracker.html>  
<http://www.elbilnorge.no/classicbuddy/pure-technical>  
<http://www.elbilnorge.no/metrobuddy/pure-technical>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/BYD\\_F3DM](http://en.wikipedia.org/wiki/BYD_F3DM)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Chevrolet\\_Volt](http://en.wikipedia.org/wiki/Chevrolet_Volt)  
[https://www.chryslergroupllc.com/en/innovation/envi/specs/dodge\\_vehicles.php](https://www.chryslergroupllc.com/en/innovation/envi/specs/dodge_vehicles.php)  
<http://www.autoblog.com/2008/09/23/chrysler-llc-debuts-dodge-ev-jeep-ev-and-chrysler-ev/>  
<http://www.choosev.com/>  
<http://detroit-electric.co.uk/>  
<http://www.evi-usa.com/>  
[http://karma.fiskerautomotive.com/news\\_items](http://karma.fiskerautomotive.com/news_items)  
<http://motorcities.com/vehicle/09FEA483728284.html>  
<http://www.hybridcars.com/vehicle/ford-focus-ev.html>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-GEM-electric-car.htm>  
<http://www.saturn.com/pages/open/default/family/hybrid.do>  
<http://www.saturn.com/pages/open/default/family/hybrid.do>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-G-Wiz-electric-car.htm>  
<http://www.highbeam.com/doc/1G1-80863138.html>  
<http://www.greenchipstocks.com/articles/honda-electric-vehicle/480>  
<http://www.pluginamerica.org/plug-in-vehicle-tracker.html>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-IT-electric-car.htm>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-Kurrent-electric-car.htm>  
<http://www.pluginamerica.org/plug-in-vehicle-tracker.html>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-Miles-ZX40s-electric-car.htm>  
<http://www.acpropulsion.com/tzero/index.php>, <http://www.acpropulsion.com/>  
<http://www.wired.com/autopia/2008/11/start-saving-no/>, <http://www.wired.com/autopia/2008/10/all-electric-mi/>  
Dansk Elbil Komite  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-Mullen-GTEV-electric-car.htm>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-Myers-Motors-NmG-electric.htm>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-Phoenix-electric-SUV.htm>  
<http://green.venturebeat.com/2008/01/10/27-electric-cars-companies-ready-to-take-over-the-road/>  
<http://evworld.com/currents.cfm?jid=19>, <http://www.betterplace.com/>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-REVAi-electric-car.htm>  
[http://www.acpropulsion.com/ebox/AC\\_Propulsion\\_eBox\\_specifications.pdf](http://www.acpropulsion.com/ebox/AC_Propulsion_eBox_specifications.pdf)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Tesla\\_Model\\_S](http://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S)  
<http://www.pluginamerica.org/plug-in-vehicle-tracker.html>  
<http://www.pluginamerica.org/plug-in-vehicle-tracker.html>  
<http://ing.dk/artikel/102521-vvs-spaesensation-72-kilometer-paa-literen-naeste-aar>  
<http://www.pluginamerica.org/plug-in-vehicle-tracker.html>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-ZAP-Sedan-electric-car.htm>  
<http://gas2.org/2009/01/15/top-10-electric-cars-coming-to-the-us-in-20092010/>  
<http://alternativefuels.about.com/od/electricvehicles/ig/2009-Electric-Cars-/2009-ZENN-electric-car.htm>

## Disclaimer

The information contained in this publication is derived from carefully selected sources we believe to be reasonable, reliable and valid. Catalyst Strategy Consulting disclaim all warranties, as to the accuracy, completeness or adequacy of information. We shall have no liability for errors or inadequacies in the information contained herein or for interpretations thereof, and nothing in this document shall be construed to be a representation of such a guarantee. Any opinions expressed reflect the judgment of the author at present, based on the information available & the conducted research, and not necessarily the opinion of Catalyst Strategy Consulting. The opinions presented are subject to change without notice. The reader assumes sole responsibility for the selection of these materials to achieve its intended results. Catalyst Strategy Consulting accept no responsibility for any liability arising from use of this document or its contents.