

Dette udvidet resumé er udgivet i det elektroniske tidsskrift

Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet

(Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

<https://journals.aau.dk/index.php/td>

Elbilernes elforbrug, elomkostninger og afledte CO₂e-emissioner

Thomas Rosenørn-Dohn, Vejdirektoratet (trd1@vd.dk)

Peter Banke Ravn, COWI (petr@cowi.com)

Maja Sig Vestergaard, Rambøll (mavg@ramboll.dk)

Abstrakt

De Transportøkonomiske Enhedspriser (TØE) for elbilernes kørselsomkostninger er baseret på en række antagelser om elbilernes forbrug og prisen for strømmen, de lades med. Endvidere indgår forudsætninger om CO₂e-emissionerne fra elbilernes kørsel som del af de samfundsøkonomiske beregninger ifm. fx nye vejprojekter. Imidlertid er der forholdsvis begrænsede erfaringer og dermed detailviden om elbilernes forbrug og elbilisternes faktiske lade- og kørselsadfærd. Vejdirektoratet har derfor med bistand fra Rambøll og COWI søgt at afdække, i hvilken udstrækning forudsætningerne bag de eksisterende Transportøkonomiske enhedspriser og CO₂e-emissionerne holder stik i praksis, eller om ny viden giver anledning til at revurdere forudsætningsgrundlaget. Denne artikel præsenterer hovedresultaterne fra COWI-rapporten "*Komparativ analyse af konventionelle biler og elbilers kørsels- og forbrugskarakteristika*" og Rambøll-rapporten "*Analyse af kørsels- og lademønstre for elbilister*".

Baggrund

Ved brug af forskellige analysemetoder er der foretaget en kortlægning af elbilisternes faktiske opladnings- og kørselsmønstre, tabet af energi under opladning, forbruget under kørsel, samt hvordan dette påvirker det samlede elforbrug, omkostningerne til strøm og de afledte CO₂e-emissioner fra elbilernes kørsel.

Fokus for analyserne har været delvist sammenfaldne, men de metodiske tilgange forskellige. COWIs analyser bygger primært på såkaldte Connected Cars-data fra dataloggere (CC-data), installeret i ca. 150.000 danske biler, heraf ca. 16.000 elbiler. Rambølls analyser hviler på en bred vifte af kilder, herunder data fra spørgeskemaundersøgelser (1.014 respondenter), on-site-stopinterviews (448) samt data fra ladeoperatører (Spirii, E.ON, Clever), producenter af elbiler og ladeinfrastruktur, teknologiske eksperter og data fra Energinet. Artiklen præsenterer hovedresultaterne fra de to analyser og diskuterer mulige årsagsforklaringer, hvor resultaterne ikke er umiddelbart sammenfaldne.

Elbilernes forbrug

Blandt andet temperatur og kørehastighed influerer på elbilernes energiforbrug og dermed rækkevidden. På baggrund af et litteraturstudie af real-world-tests af 65 forskellige elbilmodeller (der repræsenterer 95 % af den danske elbilpark), er Rambøll nået frem til et gennemsnitligt energiforbrug om sommeren på 5,36 km/kWh og 4,65 km/kWh om vinteren. Dvs. en gennemsnitlig forskel på sommer-/vinter-forbruget på 13,3 %. COWIs analyse af forbruget viser en tilsvarende, om end lidt mindre forskel. Ved kørsel i temperaturer

under 10 grader, sammenholdt med kørsel ved 20-25 grader, findes en difference i forbruget på 5-7 %. Forskellen kan med stor sandsynlighed henføres til, at data fra CC-bilerne er blevet indsamlet i en periode med temperaturer generelt ikke under nul grader, mens testkørslerne, der ligger til grund for Rambølls analyse, i "vinter-scenariet" også har omfattet reelt vinter-lignende forhold. Der vil senere blive foretaget beregninger af vinterforbruget på baggrund af CC-data.

COWI har endvidere set på sammenhængen mellem forbrug og hastighed. Her viser undersøgelsen, at forbruget i de større elbiler stiger med over 30 % ved en hastighedsforøgelse fra 100 km/t til 130 km/t.

Pris for opladning af elbiler

I modsætning til tankning af konventionelle biler varierer prisen for påfyldning af strøm på elbilerne kraftigt. Ydermere er prisen for strøm til elbilen afhængig af mange forskellige forhold, som elbilisten har større eller mindre indflydelse på. Væsentligst er tidspunktet på døgnet og typen af lader (privat eller offentlig), der benyttes. Rambøll har med afsæt i forskellige datakilder (spørgeundersøgelse, data fra ladeoperatører og stop-interviews på ladeparker) kortlagt danske elbilisters forbrugsmønster og omkostninger for strøm til deres elbiler. Vha. en trianguleringsmetode er de nået frem til, at prisen for en kWh brugt til opladning af elbiler i perioden november 2023 til oktober 2024 har været hhv. 1,83 DKK i Vestdanmark og 2,18 DKK i Østdanmark, med en gennemsnitlig pris for hele landet på 1,94 DKK. Til sammenligning var den gennemsnitlige elpris 2,68 DKK pr. kWh (2,54 DKK i Vest- og 2,88 DKK i Østdanmark). De priser, elbilisterne betaler for strømmen, har dermed gennemsnitligt været 27,6 % lavere end den gennemsnitlige elpris på landsplan. Tallene dækker imidlertid over en endnu større variation i priserne, idet nogle brugere har kunnet lade fra en ladeboks hjemme med afgiftsrefusion¹, mens andre har været afhængige af offentligt tilgængelige ladere, hvor prisen oftest er højere.

Elbilisternes ladevaner

Og hvorhenne lades elbilerne så i praksis? Rambøll har spurgt elbilisterne om deres ladevaner og brug af i alt 10 forskellige, identificerede lademuligheder. Resultatet af undersøgelsen viser, at 68 % af den tilførte strøm (kWh) oplades på hjemmeladere. Den resterende opladning sker på offentligt tilgængelige ladere, hvorfra 11 % af strømmen leveres fra lynladere, 4 % fra hurtigladere og 9 % fra normalladere (destinationsladere), heraf 5 % ved arbejdspladsen. COWI har foretaget en tilsvarende analyse pba. CC-data og når frem til nogenlunde samme fordeling med hhv. 72 % opladning på normalladere (hjemme og offentlige ladere), ca. 11 % på lynladere og ca. 17 % på hurtigladere. En forklaring på forskellene i andelen, der benytter lyn- hhv. hurtigladere kan sandsynligvis henføres til, at CC-dataene ikke giver mulighed for at udlæse specifikke, men alene gennemsnitlige ladeeffekter. Hvor stor en del af strømmen, der leveres fra private hhv. offentlige ladere, er heller ikke muligt at se ud fra disse registreringer.

Elbilisternes prisfølsomhed

Et andet spørgsmål analyserne har søgt at afdække, er elbilisternes prisfølsomhed ifm. opladning. Analysen viser en klar sammenhæng mellem tidspunkt for opladning og elpriserne for den del af opladningen, der foregår fra private ladebokse ved hjemmet. Der er til gengæld ingen signifikant forskel på, hvornår der oplades på hjemmeladere, uanset om elbilisters har fastprisabonnement eller ej.² Den primære opladning i hjemmet foregår i tidsrummet kl. 00-07, især mellem kl. 00 og 03, samt midt på dagen, dvs. når strømmen typisk er billigst. Opladning på offentligt tilgængelige ladere udviser et ganske anderledes mønster end hjemmeladningen. Denne form for opladning finder overvejende sted i dagtimerne og er ikke koblet til spotprisen på strøm. Det indikerer, at opladning ude sker, når det er bekvemt, og når der er mulighed for at sætte bilen til opladning. Data for opladning ved arbejdspladser, og hvor der ikke er egen privat lader (fx boligforeninger), viser lademønstre, der ligner dem fra anden offentligt tilgængelig opladning.

¹ Medtaget i opgørelserne over omkostninger til opladning, hvor relevant.

² Kun opladning med nødlader (mormorlader) skiller sig ud, men den form for opladning udgør en marginal del af den samlede hjemmeladning.

Energitab ved opladning

En anden, men mindre synlig omkostning ved elbilkørsel, er tabet af energi under opladningen. Rambøll har vha. litteraturstudier og data fra producenterne af ladeudstyr undersøgt omfanget af ladetabet. Analysen viser, at tabet er markant størst ved AC-ladning (dvs. offentligt tilgængelige destinationsladere og private hjemmeladere) med mellem 10-25 % - størst ved nødladere (typisk 3,7 kW).³ DC-ladning (fra hurtig- og lynladere), hvor konvertering mellem AC og DC ikke sker i bilen, er en del mere effektivt, med et tab på mellem 2-10 %. Derudover medvirker høje såvel som lave udetemperaturer til et øget strømtab. Disse resultater er behæftet med en del usikkerhed og viser store udsving bilmodellerne imellem.

Elbilernes kørselskarakteristika

I forhold til opgørelse af de samfundsøkonomiske gevinster ved fx motorvejsprojekter er det relevant, om elbiler og konventionelle biler udviser samme adfærd fsva. hastigheder og kørselsomfang. Dette er søgt belyst ved hjælp af CC-data. Resultaterne viser, at der i det store hele køres med omtrent samme hastigheder. Således kører elbiler i gennemsnit 2,5-5 % langsommere. Forskellen er størst ved de høje hastigheder, uanset den tilbagelagte distance, dog med undtagelse af kategorien ”små elbiler”, der kører op mod 10 % langsommere end tilsvarende konventionelle. En sammenligning af elbilernes kørselsomfang med de konventionelle bilers viser, at elbiler på hvide plader i gennemsnit kører ca. 5 km længere pr. dag, hvilket angiveligt skyldes, at elbilerne generelt er både nyere og større end gennemsnittet af de konventionelle biler. Elbiler på gule plader adskiller sig væsentligt fra konventionelle gulpladebiler, med en forskel i oktober 2024 på hele ca. 30 km mere pr. dag.

CO₂e-emissioner fra strøm til elbilerne

Med afsæt i opgørelserne af elbilisternes opladningsmønstre har Rambøll foretaget en beregning af CO₂e-emissionerne fra produktionen af den strøm, elbilerne har fået leveret over en periode på et år (nov. 2023-okt. 2024). Beregningerne viser, at de gennemsnitlige CO₂e-emissioner på landsplan udgør 84 g pr. kWh, men at der er markante regionale forskelle. Forskellene er dog funderet i forskelle i energimixet i landsdelene og ikke så meget ladeadfærden. Emissionerne fra elproduktionen i Vestdanmark er mere end dobbelt så høje (107 g/kWh i gennemsnit) som i Østdanmark (med gennemsnitligt 50 g/kWh).⁴

Foreløbige resultater

Analyserne har bl.a. bidraget til at illustrere den kompleksitet, der ligger i at opgøre, hvad elbilisternes faktiske omkostninger til strøm er. Analyserne peger på følgende forhold:

- Lademønstret for hhv. offentligt tilgængelig lader og private hjemmeladere er væsentligt forskellige.
- Tidspunktet på døgnet, hvor elbilerne oplades, varierer alt efter, om det sker på en privat eller en offentligt tilgængelig lader. Forklaringen er bl.a., at prisen for den offentligt tilgængelige opladning, i modsætning til privat opladning, typisk ikke varierer over døgnet.
- Disse forskelle i lademønstre medvirker til, at de afledte CO₂e-emissioner fra elbilernes opladning afviger fra den gennemsnitlige udledning fra den danske elproduktion.
- Der sker der et tab af energi under ladning af elbilerne, som afhænger af temperaturen og hvilken type lader, der benyttes.
- Der er store variationer i elbilernes energiforbrug, afhængigt af bilmodel og hastighed, der køres med.

Alt i alt er der altså mange variable, som i sidste ende betyder, at de gængse antagelser om omkostningerne ved at køre i elbil og de afledte CO₂e-emissioner fra denne kørsel, baseret på gennemsnitlige betragtninger, med stor sandsynlighed ikke holder stik i praksis. Der forestår fremadrettet et arbejde med at få skabt et samlet overblik over de forskellige faktoreres respektive indvirkning på den reelle elpris, som elbilisterne betaler og de faktiske CO₂e-emissioner fra forskellige typer elbilers kørsel.

³ Se note 2.

⁴ Der er her taget hensyn til transmissionstab, men ikke tabet ifm. opladning af bilerne.

Forfatter(ere)

Thomas Rosenørn-Dohn, Vejdirektoratet; Peter Banke Ravn, COWI; Maja Sig Vestergaard, Rambøll.

Keywords – dansk

elbiler, elforbrug, opladning, energitab, prisfølsomhed, emissioner

Keywords – engelsk

electric vehicles, electricity consumption, energy losses, price sensitivity, emissions

Session

Samfundsøkonomi på transportområdet

År

2025