

2012

Sammenfatning

VINDOPTIMERET

OPLADNING AF ELBILER

Vindenergi Danmark

Hvordan kan elbilers opladning effektivisere udnyttelsen af vindkraft til fælles gavn for elbilejernes kørselsøkonomi, vindkraftproducenternes driftsøkonomi samt samfundsøkonomien generelt?

Af Jørgen Horstmann
og Frank Nørgaard
April 2012



0 SAMMENFATNING

Danmarks energiforsyning skal i de kommende år omstilles til nye klima- og energipolitiske målsætninger om lavere CO₂-udledning, øget anvendelse af vedvarende energi og udfasning af fossile brændsler. Et af virkemidlerne består i at fordoble vindkraftandelen til 50 pct. af elforsyningen i 2020. Et andet består i at udbrede elbiler til erstatning for benzin- og dieselbiler.

I nærværende rapport undersøges, hvordan en målrettet tidsstyring af elbilers opladning kan effektivisere udnyttelsen af vindkraft til gavn for elbilejernes kørselsøkonomi, vindkraftproducenteres driftsøkonomi og samfundsøkonomien.

Vindkraftens negative prisprofil

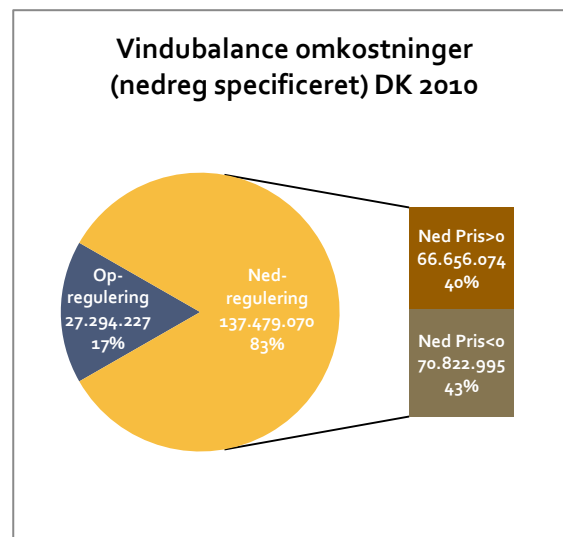
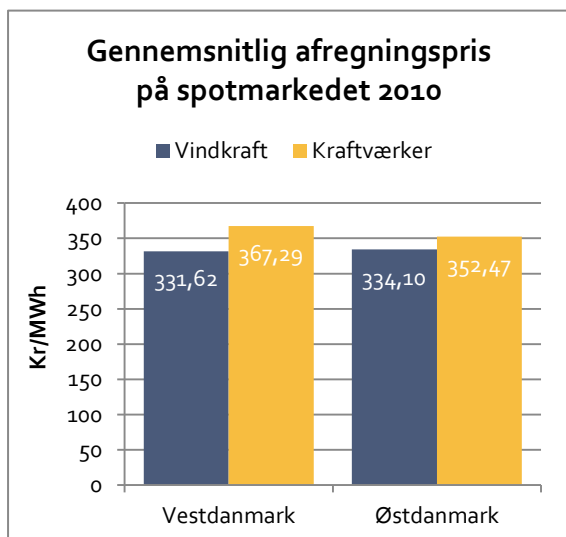
Spotmarkedsprisen for el fastsættes for hver time som resultat af produktionsudbud og forbrug. Man taler i dag om vindkraftens negative prisprofil, som udtrykker, at vindmøllerne i gennemsnit opnår lavere markedspriser end de producenter, der er i stand til at regulere produktionen op og ned i takt med efterspørgslen og dermed priserne. På årsbasis var den gennemsnitlige pris for vindkraft i Vestdanmark ca. 10 % lavere end gennemsnittet for strøm fra kraftværkerne, svarende til en mindrepris på ca. 250 mio. kr.

I visse timer bliver spotprisen negativ, og det betyder, at vindkraftproducenterne må betale for at komme af med elproduktionen. I perioden fra oktober 2009 til marts 2011 var der i alt 45 timer med nul/negative spotpriser, og vindkraftproducenterne måtte betale ca. 10 mio. kr. for at afsætte godt 60.000 MWh.

Det svarer til *ca. 25.000 elbilers årsforbrug*. Hertil kommer en ikke opgjort mistet elproduktion, fordi møller blev standset for at undgå overproduktion.

Næsten hver time året rundt afviger vindproduktionen fra de prognoser, der ligger til grund for at afgive salgsbud på spotmarkedet. I ca. 40 % af tiden afholder vindkraftproducenterne balanceomkostninger. I 2010 betalte de ca. 165 mio. kr., hvoraf ca. 85 % til nedregulering, fordi produktionen var større end forventet, og godt 15 % til opregulering.

I 2010 havde vindkraftproducenterne 327 timer med nul eller negative nedreguleringspriser. Det kostede ca. 71 mio. kr. at få afsat en merproduktion på godt 107.000 MWh, svarende til *ca. 50.000 elbilers årsforbrug*. Hertil kommer, at vindkraftproducenter i perioder blev pålagt at standse produktionen mod betaling af planlagt produktion.



Samlet set *betalte* vindproducenterne i 2010 for at afsætte en elproduktion, der svarer til ca. 75.000 elbilers årsforbrug. Med regeringens målsætning om en hurtig udbygning af elproduktionen fra vindmøller til 50 % af forbruget i 2020 vil den mængde el, vindkraftproducenterne skal betale for at få afsat, kunne blive væsentlig større. Et fleksibelt elforbrug fra elbiler, der i videst muligt omfang kan tilpasses variationen i vindmøllernes produktion, vil kunne blive helt centralt for elsystemet.

Elbiler som fleksibelt elforbrug

I analyserne af elbiler som fleksibelt elforbrug forudsættes elbilen at have et kørselsmønster som gennemsnittet af danske personbiler svarende til ca. 17.000 km om året, eller ca. 46 km om dagen. Det gennemsnitligt daglige opladningsbehov afhænger af elbilens energiforbrug målt i kWh/km. Selv om den enkelte bil i praksis vil have et varierende køremønster, vil et større antal elbiler set fra elnettets side samlet set opføre sig tæt på gennemsnittet.

Som udgangspunkt for analyserne anvendes data for i alt 5 forskellige elbiler. 3 elbiler: Mitsubishi iMiEV, Nissan Leaf og Tesla Roadster findes allerede på markedet i Danmark. Tesla S forventes introduceret i løbet af 2012.

Der er endvidere gennemført beregninger for en avanceret elbil – EV 2010 – som tidligere er

beskrevet i en rapport fra Miljøstyrelsen om "Perspektiver for elbiler i Danmark", Orientering 1 fra Miljøstyrelsen, 1997.

Der er tale om en elbil, der ud fra realistiske forventninger om den teknologiske udvikling frem til 2010 om energieffektivitet og batteriteknologi blev vurderet som en optimal elbil ud fra en samlet vurdering af energiforbrug pr. km, batterikapacitet og omkostninger.

Elbilens rækkevidde i forhold til det daglige kørselsbehov er den helt afgørende faktor for mulighederne for fleksibel opladning. En lang rækkevidde opnås gennem en kombination af et lavt specifikt energiforbrug og en stor batterikapacitet.

Opladningsstrategier

Den forudsatte hurtige udbygning af vindkapaciteten i Danmark må alt andet lige forventes at forstærke vindkraftens negative prisprofil og øge balanceomkostningerne. Elbiler kan derfor blive et meget interessant fleksibelt elforbrug, fordi opladningen fra elnettet sker afkoblet fra selve brugen af elbilen.

Da personbiler i gennemsnit anvendes under 1 time om dagen, er der derfor en betydelig fleksibilitet i valg af opladningsperiode. I rapporten er analyseret og sammenlignet 3 forskellige opladningsstrategier.

ELBIL SPECIFIKATIONER TIL SIMULERING AF VINDOPTIMERET OPLADNING

Reference elbil	Svarer til Elbil model	Batteri vol kWh	Elforbrug Wh/km	Elforbrug Km/kWh	Rækkevidde Km/opl
Elbil 16/130	Mitsubishi iMiEV	16	130	7,7	123
Elbil 24/160	Nissan Leaf	24	160	6,3	150
Elbil 25/100	EV 2010	25	100	10	250
Elbil 53/180	Tesla Roadster	53	180	5,6	294
Elbil 90/186	Tesla S 2012	90	186	5,4	483

IKKE-STYRET OPLADNING

Erfaringer viser, at de fleste elbilbrugere i dag sætter bilen til opladning, når de kommer hjem om eftermiddagen efter arbejde, og lader den fuldt op i løbet af aftenen og natten.

Denne fremgangsmåde er den enkleste og afspejler, at forbrugeren med ens elpriser i alle døgnets timer ikke har noget incitament til at understøtte elsystemet med et mere fleksibelt forbrug. Afregningen kan ske med eksisterende elmålere, og for den enkelte elbilejer er prisen blot proportional med elbilens forbrug.

IKKE-STYRET OPLADNING kan med et større antal elbiler betyde behov for øget kraftværkskapacitet og behov for dyre forstærkninger af især eldistributionsnettet. Det supplerende elforbrug til elbilerne vil som hovedregel blive produceret på kulkraftværker og elbilerne vil kun i uvæsentligt omfang kunne bidrage til at forbedre vindkraftens negative prisprofil.

INTELLIGENT OPLADNING

Ved INTELLIGENT OPLADNING forstås en strategi, hvor forbruget afregnes til en variabel tarif på basis af elpriserne på spotmarkedet, og opladningen udskydes til den eller de timer i rådighedsperioden, hvor spotprisen er lavest. Opladningen sker hver dag, indtil batteriet er fuldt opladet.

INTELLIGENT OPLADNING i spotmarkedet forudsætter timeaflyste forbrugsmålere og vil være relativt enkelt at realisere. Spotpriserne for de enkelte timer i det kommende døgn fastsættes på spotmarkedet kl. 12.00 dagen før og er tilgængelig for alle. Elbilejeren kan principielt styre opladningen med en timer, og der kan udvikles enkle automatiske løsninger.

Beregninger baseret på timepriserne i Vestdanmark i 2010 viser, at der målt på grossistprisen på spotmarkedet kan spares ca. 40 % af

eludgifterne sammenlignet med IKKE-STYRET OPLADNING. Inklusiv afgifter med den nuværende afgiftsstruktur er forskellen imidlertid kun ca. 10 % og vil næppe udgøre tilstrækkeligt incitament for den enkelte elbilejer.

Lave elpriser forekommer typisk, når forbruget er lavt og andelen af el fra vindmøller er høj, og INTELLIGENT OPLADNING vil dermed kunne bidrage til at forbedre vindkraftens negative prisprofil.

Med INTELLIGENT OPLADNING vil et betydeligt antal elbiler kunne oplades, uden at der bliver behov for at øge kraftværkskapaciteten ligesom det som regel ikke vil blive nødvendigt at udbygge det lokale distributionsnet.

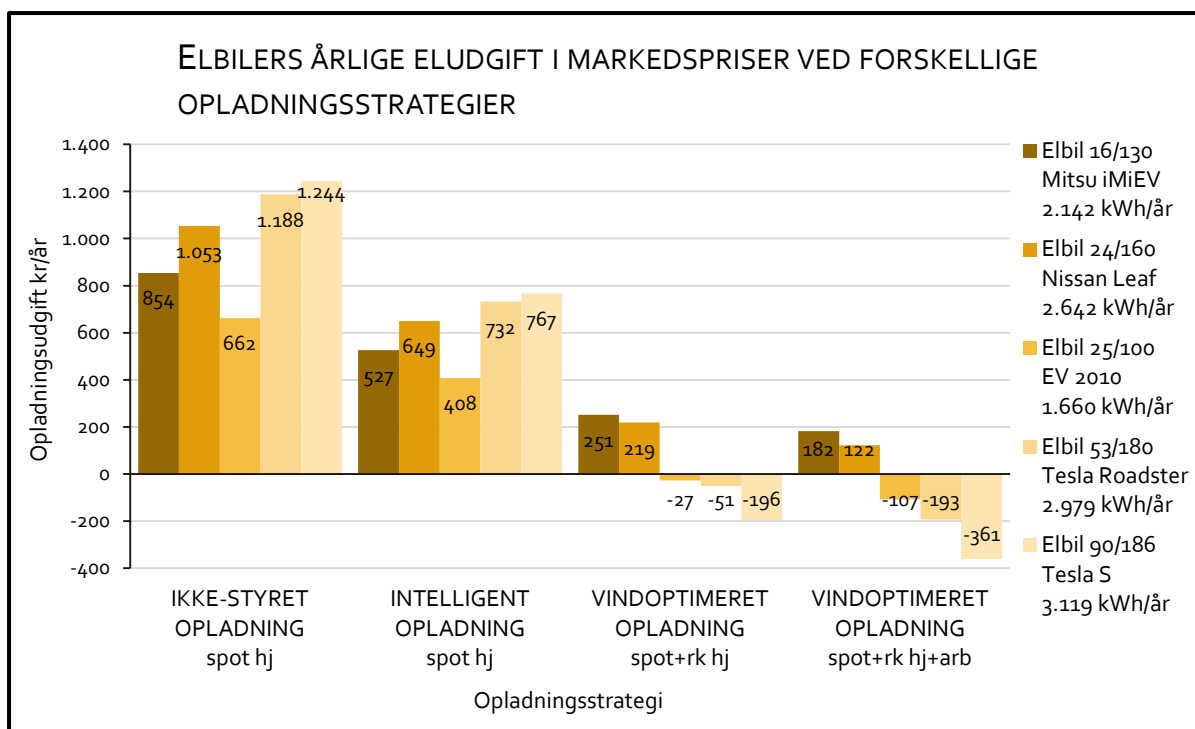
VINDOPTIMERET OPLADNING

VINDOPTIMERET OPLADNING er i denne rapport udviklet som en opladningsstrategi, hvor den nødvendige opladning til næste dags kørsel sker i spotmarkedet til de lavest mulige timepriser. Herudover oplades elbilens overskydende batterikapacitet på regulerkraftmarkedet, men kun hvis prisen er under en fastsat værdi, f.eks. nul eller negativ.

Disse lave priser optræder typisk i situationer, hvor vindproduktionen er høj og ikke kan afsættes til indenlandsk forbrug eller eksporteres som følge af begrænsninger i transmissionskapaciteten.

I disse situationer vil der som oftest ske et stop for en del af vindproduktionen, og opladningen vil i vidt omfang kunne ske med vindmøllestrøm, der ellers ville gå tabt.

Elbilers opladning i regulerkraftmarkedet vil udover timeaflyste forbrugsmålere kræve ændringer i de nuværende markedsregler samt investeringer i ny kommunikations- og styringsteknik.



Analyserne viser, at VINDOPTIMERET OPLADNING af elbiler har en række fordele. Eludgiften til opladning bliver for alle biltyper markant lavere end ved IKKE-STYRET og INTELLIGENT OPLADNING.

Fordele opnås primært, fordi opladningsstrategien udnytter de store prisvariationer for el på regulerkraftmarkedet og primært oplader, når priserne er lave, f.eks. negative.

Fordele ved VINDOPTIMERET OPLADNING kan især udnyttes af elbiler, der har en lang rækkevidde i forhold til det daglige kørselsbehov. Analyserne viser, at jo længere elbilens rækkevidde er, jo større del af opladningen kan ske på regulerkraftmarkedet til nul eller negative priser.

For elbilerne med en rækkevidde på 250 km eller mere viser beregningerne, at det i praksis bliver muligt at oplade elbilen til en samlet årlig pris, der er eksklusiv afgifter bliver negativ, dvs. bliver en indtægt for elbilejeren. Dette afspejler, at elbilen primært oplades med strøm fra vindmøller med negativ markedsværdi, der ofte ellers ville gå tabt.

To eksempler med forskellige elbiler illustrerer disse forhold. En Tesla S, der er udstyret med en stor batteripakke, kan oplades til at dække 10 dages kørsel. Det gør den så fleksibel, at den effektivt kan udnytte de relativt hyppige perioder, hvor prisen på regulerkraft falder til under nul kroner.

VINDOPTIMERET OPLADNING af en Tesla S placerer næsten 80 pct. af opladningen i regulerkraftmarkedet, og de gennemførte simuleringer viser, at det årlige elforbrug i markedspriser bliver til en indtægt på 361 kr.

En Mitsubishi iMiEV, der er udstyret med en lille batteripakke, er mindre forbrugsfleksibel, og det gør den relativt dyrere at oplade til samme kørselsbehov. I VINDOPTIMERET OPLADNING af en Mitsubishi iMiEV placerer simuleringen ca. 20 pct. af opladningen på regulerkraftmarkedet. Den beregnede udgift til elkøb bliver på årsbasis 182 kr.

Det er interessant, at Mitsubishi iMiEV har den største udgift til elkøb, selv om Tesla S har et energiforbrug på årsbasis, der er næsten 50 % højere ved det samme kørselsbehov.

De lave og - for elbiler med lang rækkevidde – negative samlede udgifter på årsbasis til elkøb er udtryk for, at elbilerne primært oplades el fra vindmøller og i vid udstrækning med vindmøllestrøm, som ikke kan udnyttes i elsystemet og derfor afregnes til en negativ markedsværdi.

Omkostningerne i tilknytning til de negative priser for vindmøllestrøm betales i dag af vindmøllejerne. Samlet set betalte vindkraftproducenterne i 2010 for en overflødig elproduktion, der svarer til ca. 75.000 elbilers årsforbrug. Med regeringens målsætning om en fordobling af elproduktionen fra vindmøller frem til 2020 vil den elmængde, som vindkraftproducenterne skal betale for at få afsat, kunne blive væsentlig større. Det er ikke urealistisk, at den vil overstige samtlige elbilers årsforbrug i 2020.

Et fleksibelt elforbrug fra elbiler, der med avancerede opladningsstrategier i videst omfang tilpasses variationen i vindmøllernes produktion, vil være et centralt element i det fremtidige elsystem.

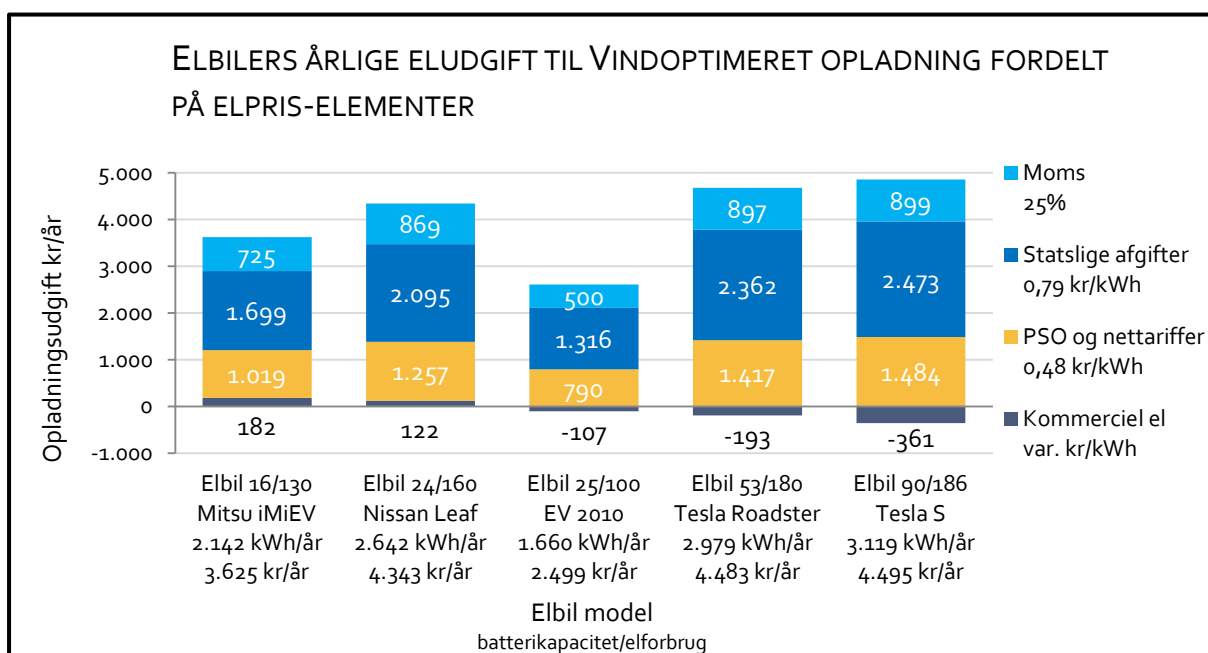
Samlet set vil en avanceret elbil kunne erstatte en konventionel bil med et årligt forbrug på ca. 1000 l benzin og med et CO₂-udslip på ca. 2,4

ton. Benyttes primært vindoptimeret opladning, vil dette kunne forhindre at strømmen går tabt, når møllerne stoppes.

Tariffer og afgifter

En elbiler vil med de rammevilkår, der i dag gælder for elforsyning, skulle betale det samme for nettransport, offentlig forpligtelse (PSO) og statslige afgifter, uanset hvilken opladningsstrategi der benyttes. Eftersom disse priselementer udgør over tre fjerdedele af den forbrugerelpris, som elbileren betaler, fremmer denne prisstruktur ikke udbredelsen af avancerede opladningsstrategier som VINDOPTIMERET OPLADNING.

Beregninger af den årlige eludgift til vindoptimeret opladning af de analyserede elbiler viser, at udgiften til markedsel er helt ubetydelig i forhold til afgifterne, der direkte følger elforbruget. De årlige udgifter for den enkelte elbil bestemmes primært af elbilens energieffektivitet. Der er ikke noget væsentligt incitament til at udvikle de avancerede opladningsstrategier, som vil blive helt afgørende for udnyttelsen af vindkraften i elsystemet selv om engrosmarkedspriserne i fremtiden slår igennem overfor forbrugerne.



På denne baggrund er der beregnet et eksempel, der belyser effekten af en dynamisk betaling, hvor tariffer, der inkluderer netomkostninger, PSO og transmissionsomkostninger, samt statslige afgifter og moms beregnes som en fast procentvis andel af elmarkedsprisen på engrosmarkedet. Procentsatsen er fastsat således, at det samlede provenu for elforbruget i Vestdanmark i 2010 bliver det samme, som med den nuværende tarif- og afgiftsstruktur. Ved negative elpriser beregnes ikke betaling.

Figurerne viser opladningsudgifter for den avancerede elbil EV 2010 for de tre opladningsstrategier med de nuværende tariffer og afgifter og med dynamiske tariffer og afgifter.

Som figurerne viser, betyder den skitserede dynamiske betaling for tariffer og afgifter:

- en *mindre* stigning i udgifterne ved IKKE-STYRET OPLADNING
- en *mærkbar* reduktion af udgifterne ved INTELLIGENT OPLADNING
- en *væsentlig* reduktion af udgifterne ved VINDOPTIMERET OPLADNING

De analyserede dynamiske tariffer og afgifter afspejler på en hensigtsmæssig måde de samfundsøkonomiske fordele ved de undersøgte opladningsstrategier og vil kunne være et aktivt incitament til fremme af et optimalt samspil mellem elbilers opladning og indpasning af en høj vindkraft andel i elsystemet.

Anbefalinger

For at muliggøre og skabe incitament til at udvikle avancerede opladningssystemer til fremme af et optimalt samspil mellem elbilers opladning og indpasning af en høj andel af el fra vindmøller i elsystemet anbefales, at:

- alle elmålere skal fremover være time-aflæste
- alle forbrugere skal kunne spotafregnes uden meromkostninger
- der indføres dynamiske tariffer og afgifter, der skaber incitament til i højere grad at forbruge i de timer, hvor markedsprisen er lav
- der åbnes for lettere adgang for elbiler til at deltage i regulerkraftmarkedet

