

## Smarte ladesystemer og Vehicle-to-Grid

Hallgeir Horne, Magnus Buvik og Jarand Hole

Det er i skrivende stund godt over 200 000 elektriske biler på norske veier, og innen 2030 er det ikke usannsynlig at dette tallet vil ha økt til nærmere 1 500 000. For transportsektoren vil dette føre til lavere CO<sub>2</sub> utslipp og lavere energibruk som følge av de effektive elektriske motorene. Selv om energibruken går ned, er det åpenbart at elektrifiseringen av bilparken vil være en belastning for kraftnettet, spesielt i distribusjonsnettet. 1,5 millioner elbiler vil ifølge NVEs beregninger kreve rundt 4 TWh elektrisitet per år. Dette er ikke mye sammenliknet med det totale norske elforbruket på ca. 130 TWh, men lading av elbiler trekker høy effekt sammenliknet med andre elektriske husholdningsapparater og kan dermed føre til lokale overbelastninger som potensielt vil kreve store investeringer i nettet.

### Smart opplading av elbiler

For kraftnettet kan mye av problematikken unngås med smarte ladesystemer. Elbiler har gjerne store litiumion-batterier som gjør dem til fleksible laster som kan lades på tidspunkter hvor nettet ellers ikke er tungt belastet. Videre kan lading av et større antall kjøretøy koordineres slik at de fungerer som en virtuell batterikapasitet i nettet. Et slikt virtuelt batteri vil kunne yte nettjenester som frekvensregulering og flaskehalshåndtering. Dermed vil elbilene kunne bidra til økt robusthet i kraftnettet fremfor å skape kapasitetsproblemer.

Smartlading defineres som alle ladesystemer hvor opplading av det elektriske kjøretøyet kan styres og automatisk tilpasses kraftsystemet, gjerne basert på prissignaler. De fleste hjemmeladere installert i Norge i dag går ikke innunder kategorien smarte ladesystemer, men begynner å trekke strøm i det kjøretøyet kobles til og slutter ikke før batteriet er fulladet eller bilen kobles fra igjen. I tabellen under oppsummeres fire ulike lademetoder for elektriske kjøretøy.

Lademetode	Forklaring av konsept
Standard lading	Kjøretøyet lader fra den kobles i laderen frem til den kobles fra eller kjøretøyet er fulladet.
Tidsstyrt lading	Kjøretøyet begynner ikke å lade umiddelbart når den tilkobles, men på et predefinert tidspunkt.
Smart lading	Ladingen styres automatisk som respons på ytre signaler. Et slikt signal kan for eksempel være variasjoner i kraftprisen.
Vehicle-to-grid (V2G)	Smart lading hvor energi også kan tilbakeføres fra kjøretøyet til strømmettet.

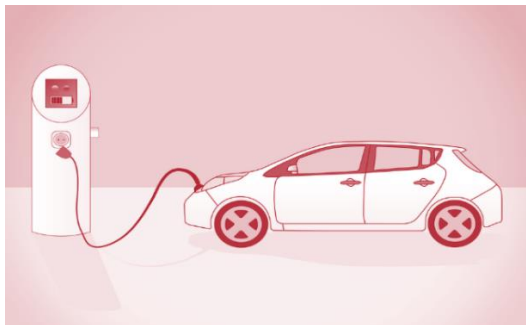
En videreutvikling av smartlading er det mye omtalte konseptet «vehicle-to-grid» (V2G). Dette er løsninger hvor den lagrede kapasiteten i elbilens batteri kan føres tilbake til nettet. Konseptet er spesielt nyttig for elbileiere som har installert solceller. Da kan kjøretøyet batterikapasitet

NVE har ansvar for å forvalte landets vann- og energiresurser, utvikle samfunnets evne til å håndtere flom- og skredfare og varsle om naturfare. NVE har hovedkontor i Oslo og regionkontor i Narvik, Trondheim, Hamar, Førde og Tønsberg. I tillegg har vi senter for fjellskredovervåking i Stranda og Kåfjord.

**NVE hovedkontor**  
Middelthunsgt. 29  
Postboks 5091, Majorstuen  
0301 Oslo  
Telefon: (+47) 22 95 95 95  
nve@nve.no

benyttes som lager for å øke utnyttelsen av egenprodusert elektrisitet. Elbiler kan også bidra til å øke forsyningssikkerheten til bygg og installasjoner dersom strøm kan hentes tilbake fra batteriet når hovedforsyningen svikter.

V2G og endireksjonal smartlading kan tilby mange av de samme tjenestene til strømmettet, men med V2G vil også billig elektrisitet kunne lagres for deretter å brukes på et tidspunkt hvor kostnaden av elektrisk kraft er høyere. Ulempen med V2G er at bilens batteripakke degraderes raskere som følge av de ekstra ladesyklusene som brukes til å levere strøm tilbake til nettet, og V2G er dermed dyrere enn enveis smartlading. Derfor er det nødvendig med store variasjoner i kraftprisen for at V2G skal være lønnsomt som mellomlager i strømmettet.



Figur 1: Lading av elbiler blir smartere.

## Utvalgte pilotprosjekter

Om relativt få år er det ventet at en stor del av den globale bilparken er elektrifisert. Det forskes derfor mye på hvilke ladeinfrastrukturer som skal bygges ut for å møte denne utviklingen, og mange av disse prosjektene fokuserer på V2G. Fire av disse prosjektene er «The Parker Project», «Amsterdam Smart City – City ZEN», OVO Energys «SCIURUS» prosjekt og Renaults V2G-prosjekt med deres Zoe-modell.

The Parker-Project er et dansk forskningsprosjekt som jobber utelukkende med V2G-teknologi, og er et samarbeid mellom flere store aktører innen elektrisk transport. Blant disse aktørene er Nissan, Mitsubishi og PSA. Dette viser at Parker-Project jobber med å analysere og utvikle løsninger på tvers av bilprodusenter. Det italienske energiselskapet Enel leverer ladestasjonene til prosjektet. Denne ladestasjonen tillater en opp- og utladningseffekt på 10 kW, og brukes i flere europeiske V2G-prosjekter. Med dette utstyret håper prosjektet å sikre elbilens rolle som

bidragsytere i et fornybart, økonomisk og pålitelig kraftsystem<sup>1</sup>.

Amsterdam Smart City er et annet prosjekt som benytter seg av Enels bidireksjonale elbilladere. Gjennom dette prosjektet tester det nederlandske selskapet Newmotion V2G-teknologi på offentlige ladepunkter i Amsterdam. Newmotion har spesialisert seg på å levere ladeløsninger på det europeiske kontinentet. Pilotprosjektet i Amsterdam er første gang V2G testes på slike ladepunkter<sup>2</sup>.

SCIURUS-prosjektet fokuserer på V2G med hjemmeladere. Laderne som brukes leveres av OVO Energy, og omtales som den første kommersielle V2G-laderen. Teknologien skal testes på 1000 husstander i Storbritannia over en periode på 2 år. Foreløpig er det kun personer som eier en Nissan Leaf med batterikapasitet over 30 kWh som kan delta i forsøket. Etter forsøksperioden er målet at OVO Energy kan tilby en komplett V2G løsning for alle sine kunder<sup>3</sup>.

Et fjerde prosjekt som er verdt å trekke frem, er V2G-prosjektet til Renault<sup>4</sup>. Dette prosjektet er spesielt interessant siden bilen ikke krever spesielle ladestasjoner for å kunne levere strøm tilbake til nettet. Om bord i bilen sitter en omformer som gjør det mulig for bilen å levere vekselstrøm direkte fra ladeporten. Dersom dette blir vanlig i fremtidens elbiler, vil det bli enklere og dermed mer attraktivt å benytte elbiler som mellomlager for elektrisk energi. Renault vil teste konseptet i syv land, deriblant Sverige og Danmark.

## Status for smarte ladesystemer og V2G

De nevnte pilotprosjektene viser at V2G for tiden prøves ut i flere former, både for offentlige og private ladestasjoner. Selve ladeteknologien er på plass, men systemene er kompliserte og fortsatt i et utviklingsstadium. Kapasiteten til hver tilknyttede bil må aggregeres og opp- og utlading må optimaliseres, slik at kraftnett, bileier og tjenesteleverandør kan ha nytte av teknologien. Det diskuteres spesielt hva det koster bileierne å stille sitt kjøretøy til disposisjon for V2G, og det er knyttet relativt stor usikkerhet til hvor mye de ekstra ladesyklusene vil degradere batteriets levetid.

Denne usikkerheten har ført til at de fleste elbilprodusentene ikke tillater at batteriet kan levere energi tilbake på strømmettet. Så langt er det bare Nissan og Renault som i noen få land aksepterer at deres biler kan

<sup>1</sup> <http://parker-project.com/#about>

<sup>2</sup> <https://newmotion.com/post/newmotion-trials-vehicle-to-grid-technology-in-amsterdam>

<sup>3</sup> <https://www.ovoenergy.com/electric-cars/vehicle-to-grid-charger>

<sup>4</sup> <https://easyelectriclife.groupe.renault.com/en/outlook/cities-planning/renault-tests-its-bi-directional-charging-system-in-utrecht/>

brukes til V2G uten at det går utover garantien. Det er også bare en ladestandard for elbiler, CHAdeMO-standard, som muliggjør V2G i 2019. Denne holdningen fra bilprodusentene viser at det fortsatt kan ta en stund før V2G kommersialiseres.



Figur 2: Kun CHAdeMO-standard(t.v) tillater V2G i 2019. (Kilde : Wikipedia)

Usikkerheten rundt batteridegradering er ikke et problem for endireksjonale smarte ladesystemer. Det finnes allerede kommersielle versjoner, også i Norge, hvor noen få aktører leverer løsninger til privatpersoner og bedrifter i dag. Med disse løsningene optimaliseres ladesyklusen slik at kostnaden holdes lavest mulig. I Norge er dette per i dag kun relevant for bedriftskunder hvor effektbehovet påvirker strømprisen eller privatkunder med spesielle strømvænter som gjør at prisen kan variere over døgnet. Dette begrenser markedets behov for smartlading, spesielt for privathusholdninger. Nå som Elhub<sup>5</sup> er igangsatt vil sannsynligvis flere kraftleverandører tilby timesavregnet spotpris, noe som kan øke etterspørselen fremover.

### Kostnader for bileier med V2G

Som nevnt er batteridegraderingen som følger ved å tilbakeføre energi til strømnettet en betydelig usikkerhet, som potensielt kan føre til store kostnader for bileier. I en forskningsartikkel fra universitetet på Hawaii vises det hvordan levetiden til elbilbatterier kan reduseres med opptil 50% ved bruk for V2G<sup>6</sup>. Regnstykker gjort av NVE bekrefter at disse funnene kan stemme.

Norske personbiler kjører ifølge SSB ca. 12 000 km/år. En Nissan Leaf klarer ca. 6,8 km/kWh. Forbruk er da ca. 1 800 kWh/år. Hvis det antas at en bil tilkoblet en V2G-løsning leverer 5kW til nettet en time hver dag, vil bruken av batteriet øke med litt over 1 800 kWh. Dette viser altså at en elektrisk personbil brukt i V2G kan mer enn doble sin årlige batteribruk. Med dette som forutsetning kan man gjøre en enkel utregning på kostnadene for V2G sammenliknet med endireksjonell smartlading. I

regneeksempelet antas batteridegraderingen som eneste kostnadsdriver for V2G sammenliknet med smartlading. NVE anser dette som en rimelig antakelse siden begge teknologiene har behov for liknende koordineringssystemer og ladeutstyr. Kostnadsutregningene er gjort med både 0% og 15% diskonteringsrate for å danne mulige ytterpunkter for hvordan forbrukeren vil verdsette den ekstra kostnaden ved å tilby kapasitet til V2G-løsninger. Jo høyere diskonteringsrate, jo lavere verdsetter elbileieren fremtidige kostnader og inntekter.

Dersom bilbatteriets levetid halveres vil kostnaden for V2G med NVEs forutsetninger og dagens batteripriser, ligge mellom 82 øre og 41 øre per kilowattime levert tilbake fra kjøretøyet til strømnettet. Som følge av utviklingen i batterikostnader, kan denne kostnaden reduseres til mellom 46 øre og 23 øre i 2030. Gitt disse kostnadene, er det få steder i verden hvor strømprisen varierer nok til at V2G kan bli lønnsomt som et mellomlager for elektrisk energi i 2019. I 2030 kan teknologien derimot bli lønnsom, spesielt der det kombineres med solcellepaneler på taket, men også i land og områder hvor variasjonene i strømprisen er store.

### Konklusjon

Smarte (endireksjonale) ladesystemer for elektriske kjøretøy kan bidra til å unngå overbelastning i distribusjonsnettet, på tross av det økte effektbehovet som kommer med elektrifiseringen av personbiler. Videre er vehicle-to-grid en spennende teknologi, som kan gi elektriske kjøretøy en mer aktiv rolle i fremtidens kraftsystem, som mellomlager av elektrisk energi. Teknologien er fortsatt i et tidlig stadium, og det gjenstår en del forskning og utvikling før V2G blir kommersielt tilgjengelig. Basert på NVEs utregninger er det foreløpig også for høye batterikostnader for at V2G kan være lønnsomt for de som eier en elbil i dag. Dette ser ut til å endre seg frem mot 2030. Da vil V2G mest sannsynlig være lønnsomt for bileiere med egenproduksjon av elektrisitet, og det er mulig at de daglige svingningene i strømprisen overgår kostnaden av å bruke elbilbatteriet som mellomlager for elektrisk energi.

Prosjektet Teknologiovervåking i Energiavdelingen til NVE leverer teknologianalyser og fakta om hvordan modne og nye teknologier kan få innvirkning på energi og kraftsystemet. Kontaktperson: Hallgeir Horne, haho@nve.no

<sup>5</sup> <https://elhub.no/om-elhub/>

<sup>6</sup> Dubarry et al., «Durability and reliability of electric vehicle batteries under electric utility grid operations: Bidirectional charging impact analysis», 2017