

# Toveislading i Norge – forutsetninger, erfaringer og veien videre



## Forord

Dette prosjektet er et forsknings- og utviklingsarbeid (FoU) om toveislading (V2X), gjennomført som et samarbeid mellom Rejlers og CICERO Senter for klimaforskning. Formålet har blant annet vært å undersøke de tekniske, regulatoriske og markedsmessige forutsetningene for å ta i bruk toveislading i Norge, samt å teste en praktisk pilotløsning i Oslo. Prosjektet har fått økonomisk støtte fra Oslo kommune gjennom Klima- og energifondet der Trond Moengen har vært kontaktperson.

Rejlers har hatt hovedansvaret for prosjektet og for utarbeidelsen av rapporten, med støtte fra CICERO. Kapittel 6, om holdninger til toveislading i tidligere forskning og blant byggeiere i Oslo-området, er utarbeidet av CICERO, mens øvrige kapitler er skrevet av Rejlers med faglig innspill fra begge parter.

Prosjektgruppen ønsker å rette en stor takk til alle som har bidratt, blant annet Oslo kommune, DSB, NTNU og SurplusMap. En særlig takk går til Oslobygg, NAF (Norges Automobil-Forbund), Zaptec og Ørnulf Wiig Installasjon AS, som har deltatt aktivt i pilotarbeidet og bidratt med verdifull erfaring og teknisk innsikt.

### Revisjonshistorikk

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Forfattere	Kvalitetssikret av
0	2025-11-07	Utkast sluttrapport	L. Jonsson M. Vindegg N. Bruvik Westberg	J.C. Hovde J.T. Gjøby S. Broomé K. Braut F. Hegland F. Friis Nielsen M. Holt K. Solberg
1	2025-11-28	Innsendt sluttrapport	L. Jonsson M. Vindegg N. Bruvik Westberg	
2	2026-01-26	Godkjent og publisert sluttrapport	L. Jonsson M. Vindegg N. Bruvik Westberg	

**Innhold**

1. Innledning .....	8
1.1. Formål med prosjektet.....	9
1.2. Avgrensninger .....	9
1.3. Metode .....	9
1.4. Leseveiledning .....	10
2. En innføring i toveislading: grunnbegreper og tidligere studier .....	11
2.1. Ulike definisjoner og nivåer av smart lading .....	11
2.2. Toveislading av et elektrisk kjøretøy .....	13
2.3. Tidligere studier om toveislading .....	15
3. Forutsetninger og utfordringer for toveislading.....	18
3.1. Tekniske forutsetninger og utfordringer .....	18
3.2. Regulatoriske forutsetninger og utfordringer .....	19
3.3. Markedsmessige og andre forutsetninger og utfordringer .....	22
3.4. Det kan være at V2H/V2B blir realisert først .....	24
4. Teknisk og regulatorisk vurdering av V2H/V2B i Norge .....	25
4.1. Toveislading bak strømmåleren .....	25
4.2. Standarder for lading .....	26
4.3. Strømleveransekjeden og relevante standarder i systemet.....	27
5. Pilotprosjekt: Erfaringer fra testing .....	33
5.1. Valg av lokasjon og deltakende aktører .....	33
5.2. Gjennomføring.....	33
5.3. Resultat .....	35
6. Holdninger til toveislading .....	39
6.1. Holdninger i litteraturen: primært basert på hypotetiske spørsmål .....	39
6.2. Holdninger til V2B/V2G i Oslo-området .....	42
6.3. Veien videre for toveislading i Norge .....	44
Vedlegg A. Forskning og utvikling i Europa .....	46
Vedlegg B. Regulatoriske rammeverk .....	50
Vedlegg C. Relevante standarder for toveislading bak strømmåleren .....	55
Vedlegg D. Bilder og flerlinjeskjema av installasjon.....	56
Vedlegg E. Resultat kommunikasjonsflyt.....	59

## Sammendrag

Dette prosjektet har undersøkt mulighetene og utfordringene knyttet til toveislading (V2X) i Norge, med særlig søkelys på AC-baserte løsninger bak strømmåleren (V2H/V2B). Det pågår i dag en parallell utvikling av løsninger for toveislading der kraftelektronikken enten er plassert i bilen (AC-lading) eller i ladestasjonen (DC-lading). Målet har vært å teste AC-teknologien i praksis, vurdere regulatoriske og tekniske rammebetingelser, og identifisere hva som må på plass for at toveislading skal kunne tas i bruk i større skala.

### ***Elbilflåten i Norge – stort utnyttet fleksibilitetspotensial, men begrenset erfaring***

Norge har et stort utnyttet potensial for å bruke elektriske kjøretøy som en fleksibilitetsressurs i kraftsystemet, gitt den høye andelen av bilflåten og godt utbygd ladeinfrastruktur. Batterikapasiteten har et teoretisk potensial som overstiger Norges årlige toppplastbehov. Erfaringen med toveislading (V2X) er imidlertid begrenset, og publiserte norske prosjekter ser ut til å ha benyttet CHAdeMO-standarden for DC-lading. Så langt ser det ikke ut til at norske prosjekter har testet AC-baserte løsninger eller tatt i bruk den europeiske CCS-standarden for toveis DC-lading.

### ***Flere forutsetninger må på plass for å realisere toveislading***

Teknologien for toveislading er i stor grad tilgjengelig, men ennå ikke kommersialisert. AC- og DC-lading har sine respektive fordeler og ulemper når det gjelder kostnad, styring og informasjonsflyt. Bil- og ladeprodusenter har ulike syn på hvilken løsning som er mest hensiktsmessig, og mange av produktene på markedet er derfor oftest teknisk forberedt for toveislading basert på én av disse tilnærmingene. Utviklingen hemmes imidlertid av manglende interoperabilitet og felles standarder. Dagens regelverk er i hovedsak tilpasset enveislading, og det er behov for harmoniserte krav til kommunikasjon, måling, prising og til nye aktører som aggregatorer. Flere EU-direktiver og forordninger, blant annet elmarkedsdirektivet, AFIR og bygningsenergidirektivet, støtter innføring av smart- og toveislading, men disse er foreløpig ikke fullt implementert i norsk lovgivning.

For å realisere toveislading må det gis tydelige økonomiske insentiver til både husholdninger og næringsaktører. Dette krever prissignaler som gjenspeiler belastningen i nettet, dynamiske strømværdier og fleksibilitetsmarkeder der energi og lagringskapasitet kan omsettes, blant annet gjennom aggregatorer som samler mange små ressurser. Dagens ladeinfrastruktur er fortsatt kostbar og lite tilpasset toveislading. Lønnsomheten ved toveislading påvirkes i tillegg av batterislitasje, muligheten for prisarbitrasje og brukernes praktiske mulighetsrom for fleksibel strømbruk. Strømstøtteordninger, som «Norgespris», kan redusere insentivene til å ta del i toveislading, mens kapasitetsbaserte nettpriser og plusskundeordningen bidrar i positiv retning.

### ***V2H/V2B - en teknisk og regulatorisk vurdering av toveislading bak strømmåleren***

Prosjektet fokuserte særlig på toveislading bak strømmåleren (V2H og V2B), der strøm går mellom bil og bygning uten utveksling med strømmettet. Disse løsningene vurderes som mest realistiske på kort sikt, ettersom de er enklere, involverer færre aktører og krever mindre regulering enn Vehicle-to-Grid (V2G). V2H/V2B kan blant annet redusere effektbehov, flytte forbruk til gunstige tider, øke bruken av lokal solkraft og sikre strøm ved avbrudd.

Analysene viser at AC-basert V2H/V2B forutsetter tett samspill mellomfordeling, ladestasjon, bilens ombordlader og energistyringssystem (HEMS). Standardene IEC 61851 og ISO 15118-20 regulerer kommunikasjon og sikkerhet, men mangler fortsatt bred implementering. Et særnorsk hinder er IT-nettet, som skiller seg fra de europeiske TN-systemene dagens

standarder bygger på. Dette skaper usikkerhet for installatører og viser et behov for klare og oppdaterte installasjonsveiledere for å ivareta elsikkerheten. Teknologien kan i prinsippet tas i bruk i dag, men manglende interoperabilitet mellom bil, ladeutstyr og styringssystemer, samt uferdige standarder, brukbarheten i praksis og begrenser dermed utrulling.

### ***Praktiske tester viser utfordringer i kommunikasjonen mellom bil og ladestasjon***

I pilotprosjektet ved Fyrstikkalléen skole i Oslo, gjennomført i samarbeid med Oslo kommune, Zaptec og NAF, ble det testet en løsning for AC-basert toveislading. Målet var å etablere reell energiflyt og kommunikasjon mellom bil og ladestasjon i tråd med ISO 15118-standarden. Testene avdekket at teknologien foreløpig ikke er moden for drift. Kommunikasjonen mellom bilens batteristyringssystem og ladestasjon var ustabil, og det lyktes derfor ikke å etablere toveis strømflyt. Hovedutfordringene ligger i manglende støtte for ISO 15118-20 hos både biler og ladestasjoner, utilstrekkelig testverktøy for standardene, og fravær av verifiserte interoperabilitetsprosedyrer. Resultatet understreker at AC-basert toveislading i praksis fortsatt befinner seg på pilotstadiet. For å ta teknologien i bruk trengs standardisering, testing på tvers av produsenter og tydeligere krav i regelverk og installasjonspraksis.

Selv om prosjektet ikke lyktes med å etablere full energiflyt mellom bil og bygg, har det gitt verdifulle innsikter og bidratt til å bygge nødvendig infrastruktur og forståelse for videre utvikling. Installasjonen er gjennomført med nødvendige sikkerhetstiltak og tekniske forutsetninger, som gjør det mulig å teste energiflyt i begge retninger når kjøretøyene er klare for det.

### ***Brukerbehov og forutsetninger for storskala bruk***

Brukerbehov knyttet til toveislading er sammensatte og varierer mellom aktører. Videre utvikling vil avhenge av organisatorisk og markedsmessig utvikling, i tillegg til teknologisk modenhet. Tidligere forskning viser at bekymringer om batterilevetid og rekkevidde er sentrale, mens økonomisk kompensasjon øker viljen til å ta i bruk toveislading. Intervjuene i Oslo-området viser at aktører må tilpasse teknologien til driftsmønstre, energibehov og eksisterende infrastruktur. For større bygg kreves koordinering mellom aktører, interoperabilitet mellom biler og ladestasjoner, og tilpasning til kjøretøylogistikk, ellers blir V2B mindre attraktivt. Hensiktsmessige forretningsmodeller og insentivstrukturer er avgjørende, særlig der flere aktører må samarbeide om eierskap og drift av kjøretøy, bygg og ladeinfrastruktur. Utvidet energifokus i virksomheter kan øke relevansen for byggeiere å ta i bruk toveislading. For å realisere dette kreves imidlertid bedre koordinering av aktører innen verdikjeden, inkludert interoperabilitet mellom en gitt ladestasjonsmodell og ulike biler fra ulike produsenter, men også for eksempel i den totale kjøretøylogistikken til en byggeier som drifter en kjøretøysflåte. I tillegg gjenstår det ulike juridiske avklaringer og økonomiske insentiver som gjør teknologien attraktiv. Toveislading må framstå økonomisk hensiktsmessig, men også enkel å implementere for å oppnå rask og bred utrulling av teknologien.

### ***Veien videre for toveislading i Norge***

Generelt sett virker forutsetningene relativt gode for å utnytte toveislading i Norge. Landet har et betydelig teoretisk potensial og det pågår en rekke europeiske initiativer for å utvikle regelverk som skal fremme og muliggjøre V2X. Samtidig gjenstår flere utfordringer før teknologien kan tas i bruk i stor skala. De største hindringene handler ikke kun om ny forskning eller teknologi, men også praktiske forhold knyttet til insentiver og forretningsmodeller, regelverk og storskala integrasjon.

Dette prosjektet har hatt hovedfokus på AC-lading, som er mest utbredt for bygg og boliger. AC-lading ble valgt fordi den så langt ikke ser ut til å være testet i tidligere norske prosjekter. Flere andre pilotprosjekter har lykket med toveis DC-lading, særlig ved bruk av den japanske CHAdeMO-standarden, og har dermed kommet lenger i praktisk gjennomføring. I videre arbeid kan det være aktuelt å undersøke toveis DC-lading basert på den europeiske CCS-standarden, som også kan være bedre egnet for det norske IT-nettet. En overgang til DC-lading vil imidlertid kreve større investeringer, og innebærer utskifting av eksisterende AC-basert infrastruktur.

Uavhengig av valgt teknologi er det tydelig at kompatibiliteten mellom kjøretøy og ladestasjoner fortsatt er begrenset. Enkelte bilmodeller fungerer kun med spesifikke ladestasjoner, og systemet kan ikke uten videre kobles opp. For fremtidige prosjekter vil det derfor være en stor fordel å involvere bilprodusenter tidlig, slik at kjøretøyene kan konfigureres og åpnes for testformål.

## Definisjoner

Ord	Beskrivelse
V2X (Vehicle-to-Everything)	Ett samlebegrep for overføring av strøm fra bilen til andre systemer og informasjonsutveksling med smart infrastruktur. Inkluderer V2H, V2B, V2L blant annet.
V2L (Vehicle-to-Load)	Teknologi som lar elektriske kjøretøy forsyne eksternt utstyr eller apparater med strøm, for eksempel verktøy, varmeovner, campingutstyr eller husholdningsapparater. Strømmen leveres ofte via en 230 V-kontakt eller adapter, og gjør bilen til en mobil strømkilde ved behov eller i nødsituasjoner.
V2G (Vehicle-to-Grid)	Teknologi der bilen kan levere strøm tilbake til det offentlige strømmettet. Dette gjør bilen til en distribuert energikilde som kan bidra til lastutjevning, frekvensregulering eller støtte i perioder med høy etterspørsel.
V2B (Vehicle-to-Building)	Energideling mellom bil og en bygning, der bilen kan forsyne bygget med strøm i perioder med høyt forbruk eller som backup ved strømbrudd. Løsningen brukes ofte i næringsbygg, skoler eller energifleksible bygg for å redusere effektkostnader og forbedre energistyringen.
V2H (Vehicle-to-Home)	En variant av V2B tilpasset husholdninger, der bilen kan drive hele eller deler av et hjem. Bilen kan redusere strømregningen ved å levere energi når strømprisen er høy, eller fungere som nødstrømsaggregat under utfall.
Ladestasjon	Den stasjonære delen av ladeutstyr koblet til en elektrisk installasjon, brukt for å lade elektriske kjøretøy.
AC-lading	Lading av et elektriske kjøretøy med vekselstrøm (AC = Alternating Current). Dette er den vanligste ladeformen for hjemmelading og på offentlige normalladere. Strømmen konverteres til likestrøm (DC) inne i bilens ombordlader før den lagres i batteriet. Vekselstrøm er den strømformen man har i stikkkontakten hjemme.
DC-lading	Lading av et elektriske kjøretøy med likestrøm (DC = Direct Current). Her sendes strømmen direkte inn i bilens batteri uten å gå gjennom bilens ombordlader. Dette gir mye raskere lading og brukes på hurtig- og lynladestasjoner. Alle batterier går på likestrøm.
Ombordlader (OBC)	En komponent i bilen som konverterer vekselstrøm (AC) fra ladestasjonen til likestrøm (DC), slik at batteriet kan lades. Kapasiteten på ombordladeren (for eksempel 7,4 kW, 11 kW eller 22 kW) avgjør hvor raskt bilen kan lade via AC-lading.
BMS (Battery Management System)	BMS er en enhet mellom batteriet og PCUen (Power Control Unit) som gir effekt til bilen. BMS består av sensorer, en enhet for strømfordeling og kommunikasjonsprotokoller som sammen reduserer belastningen på batteriet under lading og utlading. BMS har også ansvar for cellebalansering, beregning av ladetilstand (SoC) (State of charge), estimering av kjørelengde og drift av ulike støttesystemer.
Kraftomformere	Elektroniske enheter som konverterer strøm mellom vekselstrøm (AC) og likestrøm (DC) og tilpasser spenningsnivået til batteriet. Ved AC-lading sitter omformerne i bilens ombordlader (OBC), mens de ved DC-lading er plassert i ladestasjonen. Systemet består vanligvis av en AC/DC-omformer, som likeretting og effektfaktorkorreksjon (PFC), og en DC/DC-omformer, som regulerer spenning og strøm til riktig nivå for batteriet. For å muliggjøre toveislading må begge omformerne kunne håndtere energiflyt i begge retninger.

Enfase- og trefaselading	Viser til hvor mange strømfaser som brukes ved AC-lading. Enfaselading bruker én strømfase (230 V) og gir lavere ladeeffekt, vanligvis opptil 7,4 kW. Trefaselading bruker tre faser (400 V) og kan gi høyere ladeeffekt, opptil 11–22 kW. Trefaselading krever både en bil og en ladeinstallasjon som støtter tre faser
Type 2- kontakt	Standard ladekontakt for vekselstrømlading (AC) i Europa. Den brukes på de fleste biler og ladestasjoner, både til normallading hjemme og på offentlige ladestasjoner. Type 2-kontakten støtter enfase- og trefaselading og er standardisert etter EU-regelverk.
CHAdeMO	En japansk standard for lading av et elektriske kjøretøy med likestrøm (DC). Standarden har vært mye brukt i pilotprosjekter fordi den støtter toveislading, men er nå i ferd med å bli erstattet av CCS-standardens i Europa.
CCS (Combined Charging System)	Europeisk standard for lading av elektriske kjøretøy med likestrøm (DC) og brukes ofte vid hurtig- og lynlading. Den kombinerer Type 2-kontakten for vekselstrøm (AC) med to ekstra pinner for likestrøm, slik at samme kontakt kan brukes til både AC- og DC-lading. CCS er nå den dominerende standarden i Europa og støttes av de fleste nyere biler.
SoC (State of Charge)	Angir hvor mye energi som er lagret i et batteri, vanligvis uttrykt i prosent (%). SoC brukes ofte i bil- og energisystemer for å overvåke og styre batteribruk.
Plug & Charge	En teknologi som lar bilen automatisk identifisere seg og starte lading når ladekabelen kobles til, uten behov for ladebrikke, app eller kort. Informasjonen om bruker og betaling er lagret sikkert i bilen, og autentiseringen skjer via standarden ISO 15118. Dette gjør ladeopplevelsen raskere og mer brukervennlig.

# 1. Innledning

For å nå målet om et lavutslippssamfunn må Norge gjennom en omfattende omstilling, der elektrifisering spiller en nøkkelrolle i utfasing av fossile brensler. Dette vil bidra til en betydelig økning i strømforbruk mot 2050<sup>1</sup> og innebærer en omfattende endring i hele kraftsystemet – fra produksjon og distribusjon til forbruk. En av sektorene der strømforbruket forventes å øke mest er innen transportsektoren, deriblant som følge av en økende andel elektriske kjøretøy. I 2024 var omtrent 90 prosent av alle nyregistrerte biler i Norge elektriske kjøretøy og disse utgjør nå rundt 30 prosent av den totale bilparken, se Figur 1.<sup>2</sup> Ingen andre land i verden er i nærheten av en så høy andel elektriske kjøretøy.<sup>3</sup> Denne bilflåten tilsvarer en teoretisk batterikapasitet på omtrent 56 GW<sup>4</sup>. Til sammenligning var Norges strømbehov rundt 25 GW<sup>5</sup> under toppplasttimene i 2024.<sup>6</sup> For å møte veksten i elektriske kjøretøy må ladeinfrastrukturen bygges ut i takt med behovet, noe som krever både strømtilgang og nettkapasitet.

I dag finnes det allerede kapasitetsutfordringer, både der etterspørselen vokser raskere enn nettet bygges ut, og der strømproduksjonen overstiger nettets evne til å levere energien dit den trengs. Dette kan i sin tur skape flaskehalser, forsinkelser i tilknytning av ny kraft og bidra til prisforskjeller mellom områder. For å møte disse utfordringene er det nødvendig med større fleksibilitet i kraftsystemet. Ved å flytte forbruk til tider med høy produksjon og lagre energi når det er overskudd, kan effekttopper reduseres og balansen mellom produksjon og forbruk forbedres. Dette gjør det også enklere å integrere sol- og vindkraft, samtidig som det åpner for nye forretningsmuligheter.

Elektriske kjøretøy spiller en viktig rolle i denne utviklingen. Selv om lading øker belastningen på nettet, gir elektriske kjøretøy et stort potensial for fleksibel lagret energi. Gjennom smart lading er det mulig å flytte ladingen til tider med lav belastning eller bruke bilen som en aktiv energikilde, også kalt toveislading. Gitt prisforskjeller gjennom døgnet, kan en bileier dermed redusere sine strømkostnader ved å bruke bilen som et fleksibelt energilager når den ikke er i bruk. Dette gir bedre utnyttelse av eksisterende nettkapasitet og kan redusere behovet for nye investeringer i strømmettet, samtidig som stabilitet og kostnadseffektivitet i energisystemet opprettholdes. Det er derfor viktig å integrere transportsektoren med kraftsystemet, slik at elektriske kjøretøy blir en del av løsningen, ikke problemet.

---

<sup>1</sup> Strømforbruket ventes å øke fra dagens 130 TWh til mellom 180 og 260 TWh innen 2050 Statnett, *Langsiktig markedsanalyse – Norge, Norden og Europa 2024-2050*. (2025). Tilgjengelig: [langsiktig-markedsanalyse-2024-50 \(1\).pdf](#)

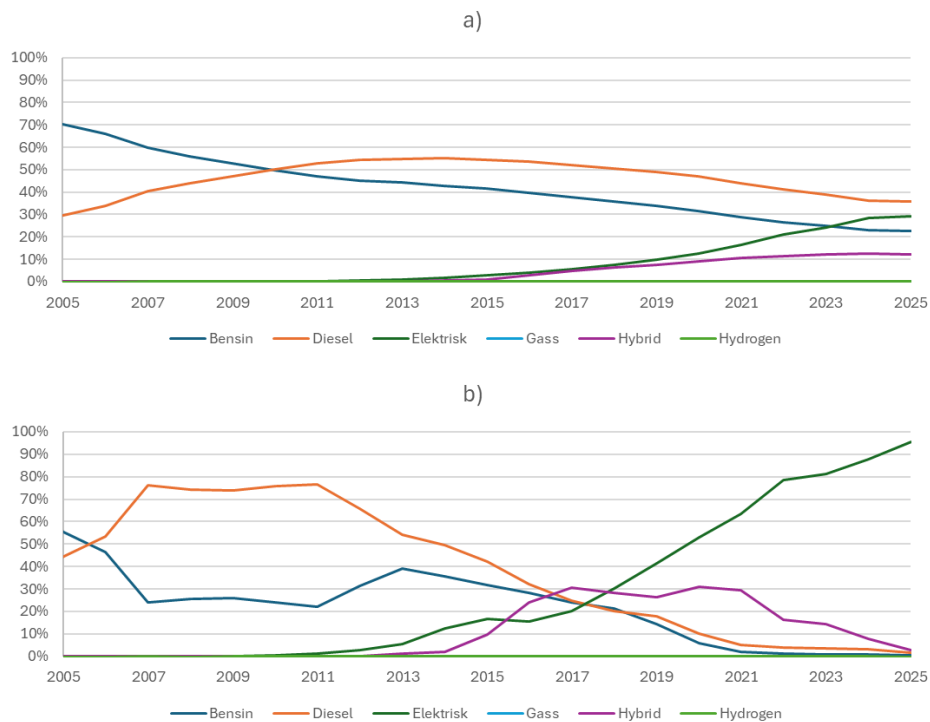
<sup>2</sup> Statens vegvesen, *Oppdatert status på nullutslippskjøretøy*. Tilgjengelig: [Kjøretøy fordelt på drivstofftype](#) (Hentet 2025-02-12)

<sup>3</sup> OFV, *Historisk skifte: Nå er det flere elektriske kjøretøy enn bensinbiler på norske veier*. (2024). [Historisk skifte: Nå er det flere... | Opplysningsrådet for veitrafikken](#) (Hentet 2025-01-16)

<sup>4</sup> Basert på rundt 814 000 registrerte elbiler i Norge og en gjennomsnittlig batterikapasitet på ca. 70 kWh (utfra de vanligste modellene), utgjør den samlede batterikapasiteten om lag 56 GWh. Dette tilsvarer en teoretisk effekt på 56 GW i én time – omtrent dobbelt så høyt som Norges maksimale strømforbruk (ca. 25 GW) i toppplastimen 2024.

<sup>5</sup> Statnett, *Tall og data fra kraftsystemet*. Tilgjengelig: [Tall og data fra kraftsystemet | Statnett](#). (Hentet 2025-02-12)

<sup>6</sup> OFV, *Historisk skifte: Nå er det flere elektriske kjøretøy enn bensinbiler på norske veier*. (2024). [Historisk skifte: Nå er det flere... | Opplysningsrådet for veitrafikken](#) (Hentet 2025-01-16)



Figur 1. a) Total bestand og b) nyregistrerte biler fordelt på drivstofftype per år (2005-2025). Kilde: Statens vegvesen.

## 1.1. Formål med prosjektet

Formålet med dette prosjektet var å demonstrere og vurdere gjennomførbarheten av toveislading. Arbeidet baseres på tidligere forskning og egne analyser, og omfatter både tekniske og regulatoriske vurderinger, samt kartlegging av holdninger, motivasjon og barrierer blant relevante brukergrupper. I tillegg ble en fysisk pilotplattform utviklet og testet i Oslo kommune for å demonstrere toveislading i praksis.

## 1.2. Avgrensninger

Prosjektet har i stor grad fokusert på toveislading mellom biler og bygninger, såkalt V2H (Vehicle-to-Home) eller V2B (Vehicle-to-Building), for henholdsvis husholdninger og kontor- og næringsbygg. Energiutvekslingen her foregår "bak strømmåleren" fordi det ikke skjer informasjonsutveksling til og fra strømmettet, noe som ellers kalles V2G (Vehicle-to-Grid). Denne implementeringen av toveislading fremstår som den mest nærliggende å realisere i dette pilotprosjektet, på grunn av lavere kompleksitet og færre regulatoriske krav, og fremstår dermed som en hensiktsmessig avgrensning for prosjektet. Den tekniske og regulatoriske vurderingen, samt den fysiske testplattformen, tok også utgangspunkt i lading med vekselstrøm (AC-lading). De fleste tidligere prosjekter har vært basert på likestrømslading (DC), og ingen prosjekter i Norge har så langt blitt gjennomført med AC-lading.

## 1.3. Metode

Informasjonen i denne rapporten er delvis hentet fra tidligere studier og forskning innen relevante fagområder. I tillegg er det gjennomført en rekke møter med ulike relevante aktører, inkludert ladestasjonsprodusenter, teknologiselskaper innen styringssystemer, aktører med erfaring fra tidligere prosjekter, universiteter og offentlige myndigheter.

Prosjektet har hatt en referansegruppe med en bred sammensetning av aktører, og Rejlers har deltatt aktivt i relevante forum for å få innspill til arbeidet.

For kapittel 6 ble det også gjennomført intervjuer med et utvalg aktører i Oslo-området. Disse omfatter både offentlige og private byggeiere og -utviklere, transportleverandører, nettselskaper og Oslo kommune. Som en del av prosjektet ble det også gjennomført en bacheloroppgave ved NTNU, med fokus på fordeler og ulemper ved toveis AC- og DC-lading i det norske IT-nettet. Rejlers hadde veilederansvar for denne oppgaven.

#### **1.4. Leseveiledning**

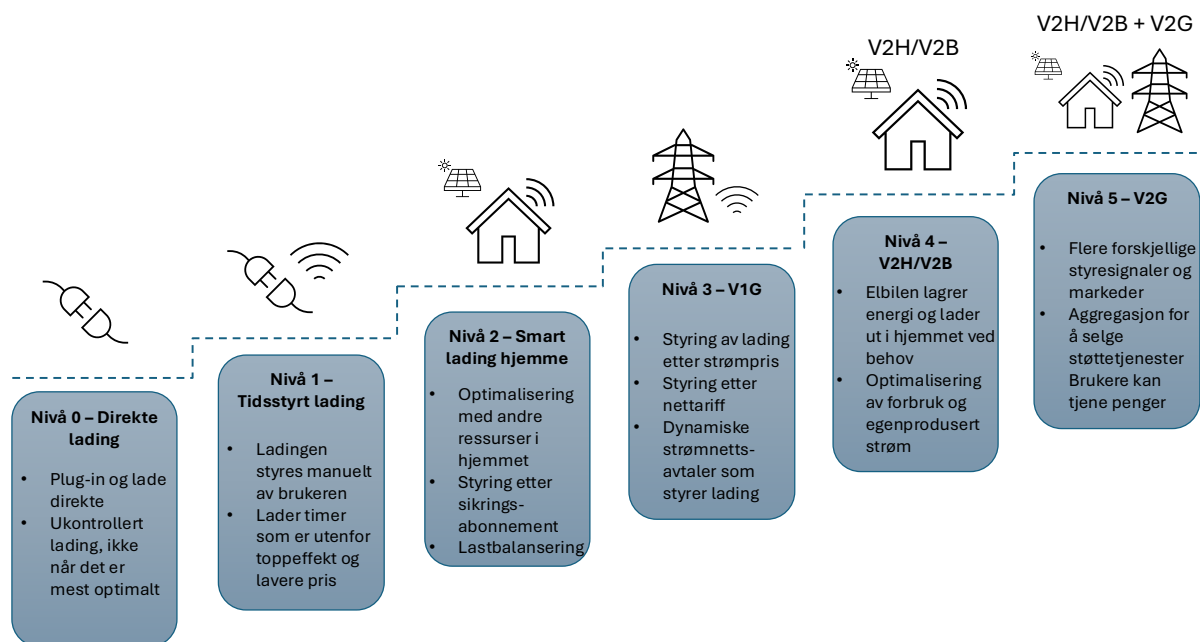
Kapittel 2 beskriver sentrale definisjoner knyttet til toveislading, hvordan toveislading fungerer, forskjellen mellom lading med vekselstrøm og likestrøm, samt oppsummerer tidligere forskning og studier på området. Kapittel 3 beskriver nødvendige forutsetninger og nåværende utfordringer for å realisere toveislading. Kapittel 4 gir en mer detaljert teknisk og regulatorisk vurdering av toveislading bak strømmåleren (V2H/V2B), med beskrivelse av hele kraftleveransekjeden samt hvilke standarder og regelverk som er relevante. Kapittel 5 presenterer erfaringer og resultater fra testingen av den fysiske plattformen. Kapittel 6 oppsummerer funn fra intervjuer blant ulike aktører i Oslo-området med vekt på kunnskapsstatus, motivasjon og barrierer i denne brukergruppen. I tillegg gir kapitlet en oversikt over tidligere forskning på holdninger til toveislading.

## 2. En innføring i toveislading: grunnbegreper og tidligere studier

Dette kapitlet gir en bakgrunn til toveislading ved å presentere ulike definisjoner og nivåer av smart lading samt en overordnet beskrivelse av forskningsprosjekter både i Europa og resten av verden.

### 2.1. Ulike definisjoner og nivåer av smart lading

Smart lading bygger på at ladingen av kjøretøy kan utsettes eller fordeles over tid og muliggjør at batteriet og kraftelektronikk kan ha flere bruksområder enn bare å drive bilen. Innenfor brukerens behov kan ladingen tilpasses kraftsystemet, blant annet gjennom muligheten til å levere strøm tilbake til nettet. Smart lading kan deles inn i to hovedkategorier: unidireksjonale og bidireksjonale teknologier. Unidireksjonale teknologier styrer når og hvor mye kjøretøyene lades, mens bidireksjonale teknologier, også kjent som toveislading, tillater strøm å gå både til og fra bilen. Begge typer teknologier kan bidra til å redusere belastningen på strømmettet og tilby tjenester til kraftsystemet. Figur 2 beskriver forskjellige nivåer av smart elbillading, etterfulgt av beskrivelser av de respektive nivåene.



Figur 2. Ulike nivåer av smart lading. Figur inspirert av Power Circle.<sup>7</sup>

#### 2.1.1. Tidsstyrt lading og V1G

Unidireksjonale teknologier innebærer at energien flyter kun én vei og omfatter tidsstyrt lading og "Vehicle-One-Grid" (V1G). Tidsstyrt lading tilpasser ladingen til ulike tider på døgnet, som for eksempel nattlading styrt manuelt av brukeren. Dette er den enkleste formen for smart lading. Neste nivå, V1G, justerer ladingen basert på eiendommens behov ved hjelp av systemer som effektivt eller energistyring, noe som kan redusere kostnader og øke

<sup>7</sup> Power Circle, *Vad är smart laddning?*, 2021. Tilgjengelig: [210217 Smart laddning faktablad](#)

bruken av egenprodusert strøm. V1G innebærer kontrollert lading styrt av signaler fra nettoperatoren, som krever elektronisk kommunikasjon mellom lade- og nettoperatoren.<sup>8</sup>

### 2.1.2. V2X

Bidireksjonale teknologier, heretter kalt toveislading, omfatter smart lading som tillater energiflyt i to retninger og er mer komplekse enn unidireksjonale teknologier. Ett samlebegrep for overføring av strøm fra bilen til andre systemer og informasjonsutveksling med smart infrastruktur er V2X (Vehicle-to-Everything). Begrepet dekker ulike løsninger, som V2G (Vehicle-To-Grid), V2H (Vehicle-to-Home), og V2B (Vehicle-to-Building).<sup>9</sup>

**V2H** og **V2B** er to lignende anvendelser der bilens batteri kobles til en ladestasjon bak strømmåleren.<sup>10</sup> Ved V2H kobles bilen til en husholdnings elektriske system og ved V2B er bilen koblet til det elektriske anlegget i et industri- eller kontorbygg.<sup>11</sup> Ved tilkobling bak måleren kan bilens batteri fungere som et fleksibelt energilager.<sup>12</sup> Dette kan bidra til å redusere energikostnadene ved blant annet å forskyve lastkurven og øke bruken av egenprodusert strøm. Overskuddsstrøm fra solceller kan lagres i bilen når produksjonen er høy og strømprisene lave, og senere brukes når produksjonen er lav eller prisene stiger. Gjennom styringsalgoritmer kan batteriet i bilen benyttes til spesifikke formål som oppvarming, belysning eller husholdningsapparater, og til å forskyve last ved å unngå forbruk når strømprisen er høy. Dette gjør det mulig å kutte effekttopper og redusere strømkostnadene. Bilen kan også gi strømforsyning ved strømbrudd, det kreves imidlertid riktig teknisk utstyr for at dette skal være mulig.<sup>13</sup>

Til forskjell fra V2H og V2B innebærer **V2G** at kjøretøyet også er integrert med strømmettet og kan levere ulike typer tjenester til aktører i kraftsystemet.<sup>14</sup> Dette gir brukeren mulighet til å tjene penger, ikke bare spare. Det styrker også mulighetene for effektiv styring og balansering av strømmettet.<sup>15</sup> Gjennom V2G kan elektriske kjøretøy for eksempel bistå lokale og regionale nettselskaper (DSO) med kapasitetsutfordringer, tilby tjenester til systemoperatører (TSO), samt delta i energihandel sammen med balanseansvarlige aktører (BRP).<sup>16</sup>

**V2V (Vehicle-to-Vehicle)** og **V2L (Vehicle-to-Load)** tillater et kjøretøy å lade et annet kjøretøy eller last uten nettforbindelse. Gjennom et uttak eller en adapter kan bilen levere vanlig 230V strøm, og kan brukes ved camping, ved strømbrudd eller på arbeidsplasser uten tilgang til strøm. Selv om det inngår i begrepet V2X, er teknologien unidireksjonal, da strømmen kun går ut fra bilen, i motsetning til V2G og V2H/V2B. Teknologien er enklere å

<sup>8</sup> Power Circle, *Vad är smart laddning?*, 2021. Tilgjengelig: [210217 Smart laddning faktablad](#)

<sup>9</sup> IRENA. Innovation landscape brief: Electric-vehicle smart charging. Abu Dhabi: 2019. Tilgjengelig: [Electric-vehicle smart charging](#)

<sup>10</sup> C. Corchero, M. Sanmartí, S. González-Villafranca och N. Chapman, *V2X ROADMAP*, IEA, 2019.

<sup>11</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>12</sup> Tuttle, D.P., Fares, R.L., Baldick, R., and Webber, M.E. (2013). Plug-in vehicle to home (V2H) duration and power output capability. *2013 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC)*, pp. 17. <https://doi.org/10.1109/ITEC.2013.6574527>.

<sup>13</sup> C. Corchero, M. Sanmartí, S. González-Villafranca och N. Chapman, *V2X ROADMAP*, IEA, 2019.

<sup>14</sup> L. Jones, K. Lucas-Healey, B. Sturmberg, H. Temby och M. Islam, *The A-Z of V2G A comprehensive analysis of vehicle-to-grid technology worldwide*, Januari 2021. [V2G a Comprehensive Analysis of Vehicle-To-Grid Technology Worldwide - DocsLib](#)

<sup>15</sup> ENTSO-E, *ENTSO-E Position Paper Electric Vehicle Integration into Power Grids*, 2021.

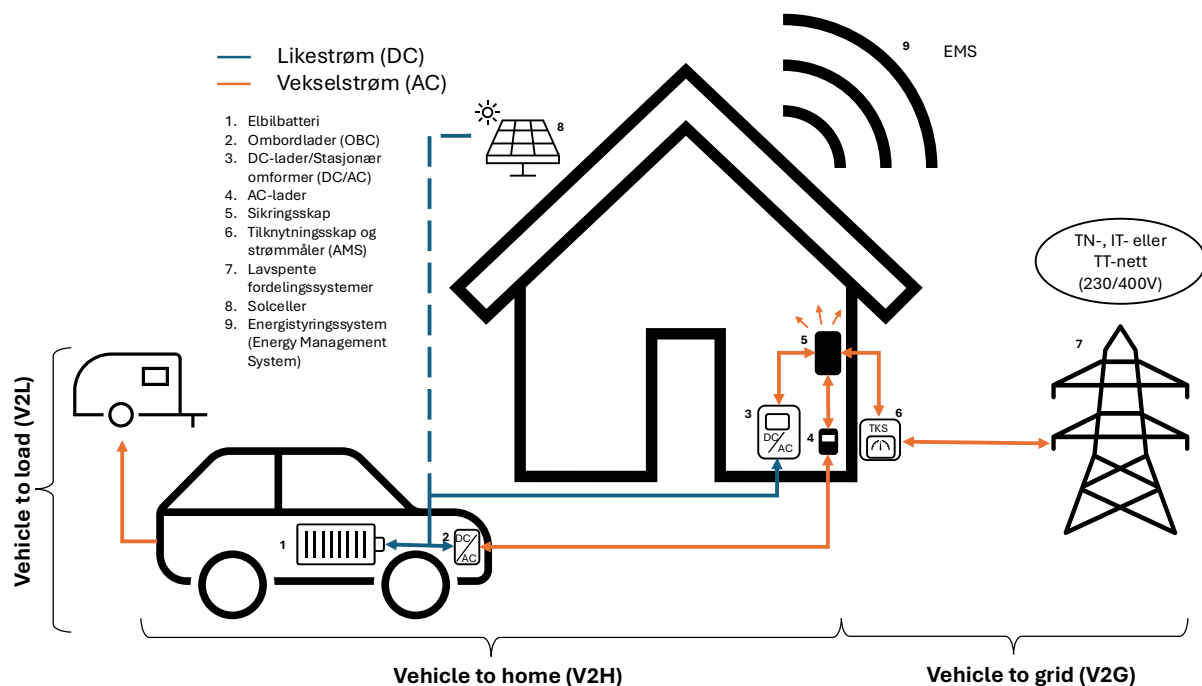
Tilgjengelig: [ENTSO-E Position Paper on Electric Vehicle Integration into Power Grids](#)

<sup>16</sup> C. Corchero, M. Sanmartí, S. González-Villafranca och N. Chapman, "V2X ROADMAP," IEA, 2019.

implementere, basert på bilens innebygde kraftelektronikk, og krever ingen eksterne systemer.<sup>17</sup>

## 2.2. Toveislading av et elektrisk kjøretøy

I Figur 3 gis en overordnet beskrivelse av hvordan et system for toveislading kan se ut og de ulike applikasjonene innen V2X. Energilagringssystemet i elektriske kjøretøy består av ett eller flere batterier som lagrer strøm som likestrøm (DC). Siden det offentlige strømmettet leverer vekselstrøm (AC), må strømmen konverteres via en kraftomformer: ved lading omformes AC til DC (likeretter), og ved utlading – når strøm skal sendes tilbake – fra DC til AC (vekselretter). Denne omformingen kan enten skje i bilen (AC-lading) via ombordladeren (OBC) som finnes i de fleste elektriske kjøretøy i dag, eller via en ekstern omformer som typisk er en del av ladestasjonen (DC-lading).



Figur 3. Beskrivelse av forskjellen mellom de ulike V2X-teknologier samt AC- og DC-lading.

Både ved AC- og DC-lading styrer ladestasjonen om bilen skal lades opp eller ut, hvor mye, og måler batteriets ladestatus over tid (State of Charge, SoC). Ladestasjonen er i sin tur koblet til et sikringsskap i huset eller bygningen, hvor også alle laster i husholdningen er tilkoblet. Det innebærer at dersom bilen leverer strøm fra batteriet og det finnes laster i huset som etterspør energi, vil strømmen flyte dit (V2H/V2B). Dersom alle laster i huset allerede er dekket, vil strømmen i stedet eksporteres til strømmettet (V2G) gjennom strømmåleren (AMS).

For å aktivt styre hvordan strømmen skal flyte i systemet og dermed enten optimalisere egen strømbruk (og produksjon) (V2H) og/eller maksimere inntjeningsnivåen (V2G), trengs også en programvareplattform som kan samle inn data og sende styringssignaler. For V2H kan dette være et energistyringsystem for hjemmet (Home Energy Management System, HEMS) som alle styrbare enheter kobles til. Systemet sender deretter styringssignaler som avgjør om kjøretøyet skal motta eller levere energi, basert på variabler som strømpris og

<sup>17</sup> Power Circle, *Vad är smart laddning?*, 2021. Tilgjengelig: [210217 Smart laddning faktablad](#)

belastning i nettet. En mer detaljert beskrivelse av strømleveransekjeden og ulike kommunikasjonsflyt gis i kapittel 4.

### 2.2.1. AC eller DC?

AC-lading er den vanligste og mest brukte ladeformen, særlig til hjemmebruk. Ved AC-lading er det altså ikke selve ladestasjonen som omformer strømmen, noe som innebærer at det er ombordladeren i bilen som begrenser kjøretøyets maksimale ladeeffekt. Ved DC-lading kan man oppnå betydelig høyere ladeeffekter fordi omformingen til likestrøm skjer i selve ladestasjonen, ikke i bilen.<sup>18</sup> Denne løsningen har hittil vært vanlig på hurtigladere langs veien, men sjelden brukt hjemme på grunn av høye kostnader. Utviklingen av kompakte og rimeligere DC-ladestasjoner kan imidlertid endre dette. På sikt kan kostnadene reduseres ved å flytte omformerfunksjonen fra bilen til ladepunktet, noe som også gir lavere vekt i kjøretøyet og enklere implementering. Det er også teknisk mulig å bruke en felles AC/DC-omformer for både et husholds solcelleanlegg og en V2G-kompatibel ladestasjon.<sup>19</sup> DC-teknologien er godt etablert innen V2X-løsninger, særlig gjennom den tidlig utviklede CHAdeMo-standarden i Japan, og har blitt benyttet i en rekke pilotprosjekter.<sup>20</sup> I henhold til europeisk ladestandard skal derimot DC-lading skje med en CCS-kontakt.<sup>21</sup> Det finnes flere fordeler og ulemper med respektive lade-teknologi, sammenfattet i Tabell . Oppsummert gir AC-lading kostnadsfordeler og fleksibilitet, mens DC-lading gir høyere ytelse og bedre systemintegrasjon – men krever større investeringer.

Tabell 1. Fordeler og ulemper med AC- og DC-lading.

Ladetype	Fordeler	Ulemper
<b>AC-lading</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vanligst og mest brukt, særlig hjemme</li> <li>➤ Rimelig og enkel å installere - Teknologi allerede innebygd i mange elektriske kjøretøy</li> <li>➤ Kan støtte toveislading (dersom bilen er kompatibel), men dette krever som regel at selve ladestasjonen er V2X-klar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ladehastigheten begrenses av bilens ombordlader</li> <li>➤ Mindre kontroll på støy og spenningskvalitet</li> <li>➤ Generelt tregere og mindre energieffektiv (konverteringstap i bilen)</li> <li>➤ Selv om bilen støtter toveislading, må ladestasjonen også være V2X-kompatibel. Mange eksisterende AC-ladere er ikke forberedt for dette og må derfor byttes ut</li> <li>➤ Toveislading krever at bilen oppfyller nasjonale krav og nettkoder, noe som kan være krevende</li> <li>➤ Kan være vanskelig å implementere på det norske IT- og TT-nettet hvis ikke kjøretøyene spesialtilpasses for dette.</li> </ul>
<b>DC-lading</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Muliggjør høyere effekter og raskere lading - typisk brukt ved hurtigladestasjoner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dyrere og plasskrevende ladestasjoner</li> </ul>

<sup>18</sup> Power Circle, *Vad är V2G - Vehicle to Grid?*, 2024. Tilgjengelig: <https://www.powercircle.org/v2g.pdf>

<sup>19</sup> Samtale og Powerpointpresentasjon av Joel Valdemarsson ferroamp, *smart electricity control*, 2025-02-26.

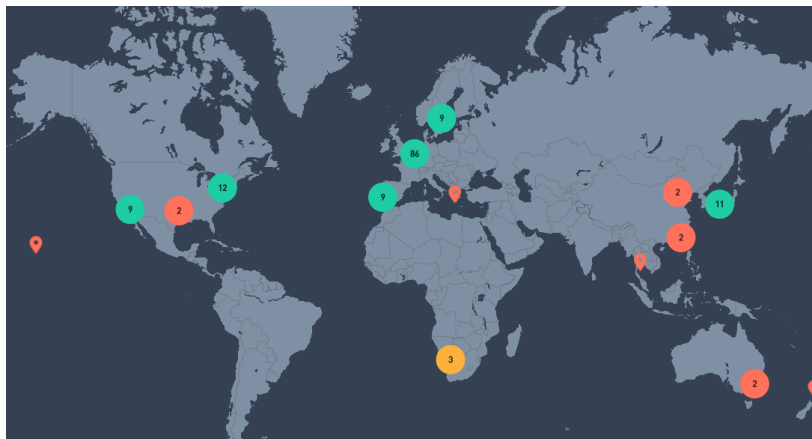
<sup>20</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>21</sup> J. S. Hanstad, *Lading av elektriske biler*, NELFO, Jul. 2015. [Elbil installatoer.pdf](#)

- |   |   |
|---|---|
| ➤ Bedre kontroll og enklere håndtering av nettkoder           | ➤ Krever spesifikke tilkoblinger og kommunikasjonsprotokoller |
| ➤ Godt egnet for integrasjon med solenergi                    | ➤ Generelt mindre utbredt teknologi i dag                     |
| ➤ Mer etablert innen V2X-løsninger, med flere pilotprosjekter |   |

### 2.3. Tidligere studier om toveislading

Konseptet med å bruke et elbilbatteri til både å kunne motta og levere strøm til tilkoblede systemer ble diskutert i litteraturen allerede på slutten av 1990-tallet.<sup>22</sup> Likevel kan V2X ses som et relativt nytt område innen forskningen, der de fleste prosjektene rundt dette har startet opp de siste årene. Den geografiske spredningen av gjennomførte eller pågående V2X-prosjekt vises i Figur . De fleste prosjektene er konsentrert i USA, Europa og Japan.<sup>23</sup> Imidlertid ser det ut til at ulike teknologier driver utviklingen av V2X i forskjellige deler av verden.<sup>24</sup>



Figur 4. Kart over ulike V2X-pilotprosjekter i verden. Kilde: V2G Hub<sup>25</sup>

Både USA og Japan var tidlig ute med å teste og lansere ulike V2X-teknologier. Japan var blant de første til å teste V2X med Nissan Leaf i 2012 med CHAdeMO-standarden, som siden 2014 har støttet V2G. Det er interessant å merke seg at de fleste prosjektene i begge landene omhandler V2H og V2L. Denne utviklingen drives av behovet for å beredskap ved strømbrydd, noe som har blitt spesielt relevant etter naturkatastrofer og andre hendelser som har etterlatt mange husholdninger uten strøm. En annen mulig årsak kan være landenes

<sup>22</sup> W. Kempton och S. E. Letendre, "Electric Vehicles as a new power source for electric utilities," *Transportation Research part D: transport and Environment*, pp. Volume 2, Issue 3, 157-175, 1997.

<sup>23</sup> V2G Hub, *Insights*. 2025. [V2G Hub | V2G Around the world: V2G Hub | V2G Around the world](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>24</sup> Power Circle, *Forskning og utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>25</sup> V2G Hub, *Insights*. 2025. [V2G Hub | V2G Around the world: V2G Hub | V2G Around the world](#) (Hentet 2025-03-04)

søkelys på selvforsyning og autonomi. I USA markedsfører bilprodusenter nå elbilenes evne til å forsyne hjem, verktøy eller campingutstyr med strøm som et salgsargument.<sup>26,27</sup>

I Europa, derimot, har systemutfordringer i strømmettet vært den viktigste drivkraften, noe som har ført til at de fleste prosjekter og studier setter søkelys på V2G-teknologi og dens kapasitet til å levere tjenester til strømmettet.<sup>28</sup>

### 2.3.1. Prosjekt i Europa

Omtrent to tredjedeler av pågående V2X-prosjekter er lokalisert i Europa.<sup>29</sup> De europeiske prosjektene har hatt et bredt fokus på å utvikle, teste og forberede teknologien for toveisladning av elektriske kjøretøy for storskala bruk. Arbeidet har omfattet både tekniske løsninger, forretningsmodeller, brukeradferd, standardisering og politikkutforming. Land som Nederland, Storbritannia og Danmark ledet an gjennom å gjennomføre konkrete pilotprosjekter, demonstrasjoner og større programmer med mål om å integrere elektriske kjøretøy som aktive ressurser i energisystemet.<sup>30</sup> I en internasjonal sammenheng fremstår også Sverige som relativt langt fremme innen teknologisk utvikling rundt V2X.

Det er også flere felles prosjekter mellom ulike land gjennom satsinger innen EU. Ett eksempel er INTERREG-prosjektet SEEV4-City (2016–2020), der byer i fire land – inkludert Oslo, Amsterdam og Leicester – samarbeidet om å integrere elektriske kjøretøy, fornybar energi og IKT.<sup>31</sup> Flere prosjekter om V2X og smartlading, blant annet Drive2X, EV4EU, FLOW, XL-Connect og SCALE, er også finansiert gjennom utlysningen 2ZERO som fokuserte på smartlading og V2G-fleksibilitet innen forskningsprogrammet Horizon Europe (2021–2027).<sup>32,33</sup> Disse har fokusert på å løse utfordringer knyttet til interoperabilitet, teknisk standardisering, brukeraksept og forretningsmodeller for å muliggjøre storskala implementering.

Oppsummert har de europeiske prosjektene ikke bare bidratt til teknologisk utvikling, men også til å bygge praktisk kunnskap og samarbeidsmodeller. De viser at V2X har stort potensial til å bidra til et fleksibelt og bærekraftig energisystem, men at videre innsats kreves for å realisere teknologien i full skala. Se Vedlegg A for mer informasjon om de ulike europeiske prosjektene.

---

<sup>26</sup> Ford Motor, "Enhanced Pro Power Onboard," 2023. [Online]. Tilgjengelig: [2024 Ford Lightning® | Electric Truck | Ford.com](#). (Hentet 2025-03-04)

<sup>27</sup> M. J. Coren, "Electric vehicles can now power your home for three days," Washington Post, 7 februar 2023. [Online]. Tilgjengelig: [Your EV battery can now power your home, yes really. - The Washington Post](#). (Hentet 2025-03-04)

<sup>28</sup> Power Circle, *Forskning og utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>29</sup> V2G Hub, *Insights*. 2025. Tilgjengelig: [V2G Hub | V2G Around the world: V2G Hub | V2G Around the world](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>30</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>31</sup> Interreg, SEEV4-City – Smart, clean Energy and Electric Vehicles for the City. [SEEV4-City, Interreg VB North Sea Region Programme](#)

<sup>32</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>33</sup> Europeiska rådet och Europeiska unionens råd, *Horisont Europa: innovations- och forskningsinvesteringar med effekt*. [Horisont Europa - Consilium](#)

### 2.3.2. Prosjekt i Norge

Selv om Norge ligger i front når det gjelder elektrifisering av kjøretøyparken og utbygging av ladeinfrastruktur, har landet hatt en mer begrenset rolle innen forskning og utvikling av toveislading. Informasjonen om norske V2X-pilotprosjekter er ofte begrenset, noe som gjør det utfordrende å vurdere konkret hva som er blitt gjennomført. Prosjektene har i hovedsak hatt som mål å teste tekniske løsninger og vurdere deres økonomiske nytte. Flere av prosjektene har vært praktiske piloter med fokus på hvordan elektriske kjøretøy kan brukes som energiressurs – for eksempel ved å støtte strømmettet, lagre fornybar energi eller levere strøm tilbake til bygninger. Mer informasjon om de norske prosjektene finnes i Vedlegg A, sammen med en beskrivelse av prosjekter i Sverige.

I tillegg deltar norske representanter i ulike EU-prosjekter i samarbeid med andre land, blant annet AHEAD<sup>34</sup> og SCALE<sup>35</sup>. Alle prosjektene som er blitt dokumentert gjennomført i Norge har brukt toveis DC-lading i henhold til CHAdeMO-ladestandarden med Nissan Leaf biler, siden dette har vært den mest tilgjengelige og pålitelige teknologien. Som følge av dette har ingen av prosjektene testet løsninger basert toveis AC-lading eller DC-lading i henhold til CCS-standard, som i dag er den dominerende ladestandarden i Europa.

---

<sup>34</sup> AHEAD, *AI-informed Holistic Electric Vehicles Integration Approaches for Distribution Grids*.

Tilgjengelig: [AHEAD](#) (Hentet 2025-03-06)

<sup>35</sup> SCALE, *SCALE – Smart Charging Alignment for Europe*. Tilgjengelig: [Home - SCALE](#) (Hentet 2025-03-11)

### 3. Forutsetninger og utfordringer for toveislading

For at toveislading skal kunne tas i bruk og utløse mulige gevinster for ulike aktører, må visse forutsetninger innen teknologi, regelverk og markedsstruktur være på plass. Basert på en litteraturgjennomgang av tidligere forskning og studier, gir dette kapitlet en beskrivelse av forutsetninger, samt hvilke utfordringer som må håndteres, for å realisere toveislading.

#### 3.1. Tekniske forutsetninger og utfordringer

De tekniske forutsetningene inkluderer egnet teknisk infrastruktur, både for maskin- og programvare. Bilen må kunne både motta strøm og levere den tilbake til bygningen eller strømmettet, og ladestasjonen må støtte denne toveis strømflyten. Dette krever ekstra kraftelektronikk som konverterer bilens likestrøm (DC) til vekselstrøm (AC).<sup>36</sup> Maskinvaren kan som nevnt enten være integrert i bilen eller plassert i ladestasjonen, avhengig av om bilen lades med vekselstrømsladere (AC-lading) eller likestrømsladere (DC-lading). Valget av plassering har betydning for både kostnadsbildet, forretningsmodeller og hvilken informasjon som må deles med energisystemet. Når styringsystemet er i bilen, kreves mer avansert teknologi i kjøretøyet, og systemet må blant annet vite hvor bilen befinner seg for å styre lading og utladning. Er kraftelektronikken i ladestasjonen, må systemet kunne identifisere hvilken bil som er tilkoblet.<sup>37</sup> Dette påvirker også hvordan informasjon om strømmettet håndteres, enten via ladestasjonen eller gjennom geografisk merket informasjon i bilen. Begge løsningene utvikles parallelt i dag og flere bilprodusenter er positive til begge teknologiene og mener de kan sameksistere, avhengig av bruksområde.<sup>38 39</sup>

I tillegg til maskinvaren kreves avansert programvare for å muliggjøre pålitelig datakommunikasjon mellom bilen, ladestasjonen og eksterne systemer, ofte i sanntid. Dette kan omfatte informasjon knyttet til strømvtaler, strømpriser, nettariffer, SoC, etterspørsel, tilgang på lokalt produsert energi og andre relevante parametere.<sup>40</sup> Blant de tekniske utfordringene finnes det også et behov for å undersøke nærmere hvordan toveislading påvirker elkvalitet, elsikkerhet og batterislitasje. Det er i dag usikkerhet rundt hvordan toveislading påvirker elbilbatterier, noe som gjør både bileiere og produsenter tilbakeholdne med å bruke batteriet til annet enn transport, siden det utgjør en betydelig kostnad i bilen.<sup>41 42</sup> Selv om enkelte studier<sup>43</sup>, antyder at toveislading ikke nødvendigvis øker batterislitasje,

---

<sup>36</sup> EV Energy, *Drivers Power the Grid: Unlocking barriers to vehicle-to-everything (V2X) energy flexibility*, 2023. Tilgjengelig: [V2X White Paper](#)

<sup>37</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023

<sup>38</sup> J. Meersmans, *Analysis of hard- and software requirements*, 2023. [Publications - SCALE](#)

<sup>39</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>40</sup> Power Circle, *Vad är smart laddning?*, 2021. Tilgjengelig: [210217 Smart laddning faktablad](#)

<sup>41</sup> R. Khezri, D. Steen och L. A. Tuan, *A Review on Implementation of Vehicle to Everything (V2X): Benefits, Barriers and Measures*, i *2022 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe)*, Novi Sad, Serbia, 2022, Side 1-6, doi: 10.1109/ISGT-Europe54678.2022.9960673.

<sup>42</sup> C. Gschwendtner, S. R. Sinsel och A. Stephan, *Vehicle-to-X (V2X) implementation: An overview of predominate trial configurations and technical, social and regulatory challenges*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 145, Juli 2021, ISSN 1364-0321.

<sup>43</sup> C. Gschwendtner, S. R. Sinsel och A. Stephan, *Vehicle-to-X (V2X) implementation: An overview of predominate trial configurations and technical, social and regulatory challenges*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 145, Juli 2021, ISSN 1364-0321.

etterlyses det mer praktisk data fremfor teoretiske modeller.<sup>44</sup> Det er også bekymring for at kommersielle aktører kan sette profitt foran hensynet til batterihelse, spesielt siden mange bileiere har begrenset kunnskap om batteribruk. Det er derfor behov for mer forskning, langtidsstudier og formidling av kunnskap om hvordan batterier bør benyttes for å redusere slitasje.<sup>45</sup> Manglende forskning på dette er også en hindring for regelverksutvikling.<sup>46</sup>

Tross de ovennevnte faktorene er det i dag ikke primært de tekniske forholdene som hemmer utviklingen, men snarere mangelen på bilmodeller og ladestasjoner som støtter toveislading.

### 3.1.1. Flere bilprodusenter sier at de er "forberedt" for toveislading

I dag finnes det flere bilprodusenter som sier at de er "klare/forberedte" for toveislading. I Tabell 2 presenteres et utvalg av forskjellige bilprodusenter og om det er for toveis DC- eller AC-lading som bilene er forberedt. Årsaken til at bilprodusentene sier at de er "forberedte" for toveislading, er at bilen er teknisk utstyrt for dette. Det gjenstår imidlertid utfordringer med hensyn til blant annet felles regelverk og standarder for å fullt ut oppnå interoperabilitet og muliggjøre applikasjonen, se neste delkapittel og kapittel 4.

Tabell 2. Et utvalg av bilprodusenter som sier at deres biler er "forberedt" for toveislading fordelt på DC- og AC-lading og hvilken bilmodell som støtter dette. Kilde: Ny Teknik<sup>47</sup>

Toveis DC-lading	Toveis AC-lading
Nissan - Nissan Leaf	Renault - Renault 5, Alpine A290
Volkswagen - ID3, 4, 5, 7, ID Buzz	Volvo - EX90
Skoda - Enyaq/Elroq	Polestar - Polestar 3
Audi - Q4 E-tron	Kia - EV9, EV6, EV3
Cupra - Cupra Born	Hyundai - Ioniq 5, 6, 7
Kia - EV9	
Lucid - Lucid Air	

### 3.2. Regulatoriske forutsetninger og utfordringer

For at V2X-teknologi skal kunne tas i bruk, må teknisk infrastruktur støttes av juridiske og regulatoriske rammer. Innføringen av V2X-teknologi er i stor grad avhengig av et felles regelverk særlig knyttet til datadeling, betalingsløsninger og interoperabilitet. EU kan fastsette overordnede mål og retningslinjer for dette, men er det opp til hvert enkelt medlemsland å tilpasse og gjennomføre disse innenfor nasjonal lovgivning. Dette vil også

<sup>44</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>45</sup> Ibid

<sup>46</sup> J. Meersmans, *Analysis of hard- and software requirements*, 2023. [Publications - SCALE](#)

<sup>47</sup> NyTeknik, *Lista: Här är elbilarna som har framtidstekniken V2G – redan nu*, 2024-10-12.

Tilgjengelig: [Lista: Här är elbilarna som har framtidstekniken V2G – redan nu](#) (Hentet 2025-03-11)

gjelde Norge, dersom regelverket anses som EØS-relevant. Derfor spiller nasjonal politikk en viktig rolle i hvordan V2X-markedet utvikles.<sup>48</sup>

Det trengs et regelverk som tydelig definerer roller og ansvar for nye aktører i V2X-markedet, og som regulerer samspillet mellom disse og de etablerte aktørene.<sup>49</sup> I tillegg må det innføres klare regler for måling, godtgjørelse og beskatning av strøm som leveres fra kjøretøy tilbake til strømmettet. For å sikre effektiv samhandling mellom kjøretøy, ladestasjon og eksterne aktører som nettselskaper, er høy grad av interoperabilitet avgjørende. Dette krever felles standarder og kommunikasjonsprotokoller, støttet av tydelige retningslinjer som legger til rette for teknologisk harmonisering på tvers av systemene.<sup>50</sup> En av de største barrierene for storskala integrering av V2X er mangelen på interoperabilitet og standardisering mellom ulike systemer og teknologier, noe som igjen kan føre til kompatibilitetsproblemer mellom forskjellige leverandører.<sup>51</sup> Dagens standarder er hovedsakelig tilpasset enveislading, noe som gjør at nye og oppdaterte standarder samt tydelige krav til kommunikasjonsprotokoller er nødvendige.<sup>52</sup> Selv om det pågår mye arbeid med standardisering er standarder i dag ofte ulike eller ufullstendige, noe som gjør kommunikasjonen vanskelig og skaper risiko for teknologisk innlåsing.<sup>53</sup> Det finnes også en uro for at utviklingen av standarder går for sakte i forhold til hvor raskt markedet utvikler seg.<sup>54</sup>

Det er også ubesvarte spørsmål om hvordan ulike markeder (lokale, nasjonale) skal prioriteres og samhandle, samt hvordan styringssignaler kan utformes for å unngå overbelastning i strømmettet. Nettselskaper ser et behov for å ta i bruk styringssignaler for å håndtere nettet effektivt, men dagens regelverk tillater dem ikke å styre effektuttak eller innmating fra batterier. Det er derfor behov for regelendringer for at systemet skal fungere smidig.<sup>55</sup> Det har også blitt påpekt at lovgivning rundt uavhengige aggregatorer må videreutvikles, ettersom disse aktørene er sentrale i fleksibilitetskjeden.<sup>56</sup> Per i dag mangler det også klare regelverk for sertifisering når kraftelektronikken for konvertering (AC-lading) er installert i bilen, spesielt ved endringer i nettkodene. EU arbeider for tiden med å revidere nettkodene – noe som kan påvirke fremtidige krav.<sup>57</sup>

---

<sup>48</sup> SmartEN & DNV, *V2X ENABLERS AND BARRIERS - Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe*. 2022

<sup>49</sup> S. Langenhuizen, H. van Sambeek, M. Zweistra, S. van der Wilt och W. Christiaens, *Stakeholder analysis Project deliverable D1*, 2022. [Publications - SCALE](#)

<sup>50</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>51</sup> T. Horschig, O. Özgün och F. Jones, *How vehicle-to-everything (V2X) can turbocharge the energy transition*, DNV, 2023. <https://www.dnv.com/energy-transition-outlook/v2x/>

<sup>52</sup> R. Khezri, D. Steen och L. A. Tuan, *Vehicle to Everything (V2X) - A Survey on Standards and Operational Strategies*, i 2022 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2022 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Prag, Tjeckien, 2022, sida 1-6, doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope54979.2022.9854561.

<sup>53</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>54</sup> Ibid

<sup>55</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>56</sup> S. Langenhuizen, H. van Sambeek, M. Zweistra, S. van der Wilt och W. Christiaens, *Stakeholder analysis Project deliverable D1*, 2022. [Publications - SCALE](#)

<sup>57</sup> ACER, *ACER will consult on the amendments to the electricity grid connection network codes*, 2025. [ACER will consult on the amendments to the electricity grid connection network codes | www.acer.europa.eu](http://www.acer.europa.eu)

En hindring for regelverksutvikling er også manglende forskning på hvordan toveislading påvirker elkvaliteten og batterienes levetid.<sup>58</sup> Til slutt er cybersikkerhet avgjørende – systemet må beskyttes mot falske data og styringssignaler, samtidig som bileiernes data må håndteres sikkert og korrekt. Det er også usikkerhet rundt hvilken data som skal deles, hvor ofte og med hvem, ettersom data har høy verdi for aktørene.

### 3.2.1. Det finnes flere initiativ på europeisk nivå for å fremme V2X

EU-reguleringer vil ha sentral påvirkning på utviklingen av V2X framover, for eksempel gjennom ulike policy-pakker, som "Clean Energy for All Europeans"<sup>59</sup> og "Fit for 55"<sup>60</sup>-pakkene, har EU har satt opp overordnede mål for V2X. Disse inneholder direktiver og forordninger som fastsetter mål og gir en styringsramme for medlemsstatene (se Tabell 3). EU utvikler også felles regler, som nettkoder og retningslinjer, for å skape et enhetlig energimarked. Tidligere var elektriske kjøretøy og batterilagring unntatt fra slike regler, men et nytt forslag til nettkode for etterspørselsfleksibilitet er nå fremmet av europeiske systemoperatører<sup>61</sup> og ACER.<sup>62</sup> Målet er å gjøre det lettere å bruke løsninger som V2X i fleksibilitetsmarkedet.<sup>63</sup> I tillegg finnes europeiske initiativer som **E-mobility Europe**<sup>64</sup>, **ChargeUp Europe**<sup>65</sup> og **Task 53**<sup>66</sup> som støtter utviklingen av V2X. Mer om de ulike europeiske insentivene finnes i Vedlegg A.

Tabell 3. Ulike direktiv og forordninger som påvirker V2X.

Direktiv eller forordning	Betydning for V2X
<b>Elmarkedsdirektivet – artikkel 4 og 15 &amp; Elektrisitetsforordningen – artikkel 7, 19 &amp; 64</b>	Begge ble revidert 2024 og tilrettelegger for V2X ved å fremme fleksibilitet, rettferdig markedstilgang, forbrukerinnflytelse og støtte uavhengige aggregatorer. Direktivet styrker forbrukerrettigheter, muliggjør flere strømvtaler og åpner for energideling, som er viktige elementer for V2X-integrasjon. Forordningen stiller krav til måling, vurdering og støtte for fleksibilitetsressurser som V2X, samt bedre datatilgang om fleksibilitetsbehov.
<b>EU-forordning 2023/1804 (AFIR) – artikkel 15</b>	Støtter V2X ved å kreve at medlemsland vurderer hvordan ladestasjoner bidrar til fleksibilitet og fornybar energi gjennom smart og toveislading. Toveisladingens effekt på kostnader og grønn energi skal også vurderes og rapporteres offentlig.
<b>Bygningsdirektivet (EPBD, 2024/1275) – artikkel 14</b>	Støtter V2X ved å kreve at ladepunkter muliggjør smart og toveislading med interoperable og ikke-diskriminerende kommunikasjonsprotokoller og standarder, i samsvar med europeiske standarder og delegerte rettsakter.

<sup>58</sup> J. Meersmans, *Analysis of hard- and software requirements*, 2023. [Publications - SCALE](#)

<sup>59</sup> European Union, *Clean energy for all Europeans*, 2019. [Clean energy for all Europeans - Publications Office of the EU](#)

<sup>60</sup> Regjeringen, *Eus klimapakke Klar for 55 (Fit for 55)*, 2021. [EUs klimapakke Klar for 55 \(Fit for 55\) - regjeringen.no](#)

<sup>61</sup> ENTSO-E og DSO Entity

<sup>62</sup> The European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators

<sup>63</sup> Energimarknadsinspektionen, *Acer bjuder in till digitalt seminarium om ny flexibilitetsförordning*, 04-03-2025. [Acer bjuder in till digitalt seminarium om ny flexibilitetsförordning - Energimarknadsinspektionen](#)

<sup>64</sup> [Overview & history - E-Mobility Europe](#)

<sup>65</sup> [ChargeUp Europe](#)

<sup>66</sup> [Task 53: Interoperability of Bidirectional Charging \(INBID\) – EV TCP](#)

**Fornybardirektivet (RED, 2023/2413) – artikkel 15** Støtter V2X ved å oppfordre til smart- og toveislading i bygg for å øke bruk av fornybar energi, lokal lagring og fleksibilitetstjenester.

### 3.3. Markedsmessige og andre forutsetninger og utfordringer

I tillegg til tekniske og regulatoriske forutsetninger er en velfungerende markedsmodell avgjørende for å realisere toveislading, der ulike aktører ser økonomisk gevinst i å delta.<sup>67</sup> Dette krever at bileiere har insentiv til å tilgjengeliggjøre kapasitet til strømmettet. Markedsmessige faktorer som påvirker dette inkluderer prissignaler som strømpriser og nettariffer, tilgang til relevante markeder, samt måle- og styresystemer som kan levere nødvendig informasjon for å muliggjøre bærekraftige forretningsmodeller.<sup>68</sup>

Strømpriser og nettariffer må reflektere faktisk belastning på nettet, slik at fleksibilitet belønnes. Tidsdifferensierte strømpriser og nettariffer, der prisen varierer gjennom døgnet, gir et viktig insentiv til å tilpasse forbruk og levering av strøm. For at dette skal fungere, må forbrukerne ha dynamiske strømvtaler, som for eksempel timebasert prising. Videre kreves tilgang til relevante markeder der fleksibilitet og energitjenester faktisk kan omsettes. For å koordinere mange kjøretøy og representere dem som en samlet ressurs i kraftmarkedet, kreves det etablering og integrering av aggregatorer. Aggregatorer gjør det mulig å delta i markeder som ellers er utilgjengelige for enkeltkunder, og spiller en nøkkelrolle i å optimalisere energiflyten mellom bilflåter, strømmett og markedsaktører.<sup>69,70</sup>

Som nevnt tidligere er dagens ladeinfrastruktur i begrenset grad tilrettelagt for toveislading. Flertallet av offentlige ladestasjoner må enten oppgraderes eller erstattes for å støtte teknologien, noe som medfører betydelige investeringskostnader da ladestasjoner som støtter toveislading fortsatt er kostbare. I tillegg kan bilene bli dyrere dersom styringsutstyret er plassert i bilen. For at dette skal være en lønnsom eller attraktiv investering, er utformingen av forretningsmodeller en sentral del ved implementeringen av teknologien. Kunnskapen om hvordan forretningsmodeller påvirker teknologisk utvikling og forbrukeradferd må styrkes. Det handler blant annet om å forstå om drivkreftene er økonomisk gevinst, resiliens (off-grid), eller noe annet. Den økte etterspørselen etter løsninger som reduserer effekttopper, maksimerer bruken av egenprodusert strøm og muliggjør avbruddsfri kraft, har gjort elektriske kjøretøy med toveislading (V2X) mer interessante. Noen brukere vil se bilen som et inntektsbringende batteri, mens andre kun vil bruke den som et transportmiddel.<sup>71</sup>

Tidligere har teknologien vært kostbar, men med fallende kostnader og flere leverandører endres forutsetningene. Et viktig spørsmål fremover er om nytten overstiger kostnadene for teknologien og slitasjen på batteriet. Det trengs modeller som gjør det økonomisk attraktivt å bruke bilen som en ressurs, selv ved mindre behov enn ved ekstrem kapasitetsmangel. Forretningsmodellene vil i sin tur bli påvirket av hvordan fremtidens kraftmarkeder utformes –

<sup>67</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>68</sup> SmartEN & DNV, *V2X ENABLERS AND BARRIERS - Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe*. 2022

<sup>69</sup> R. Khezri, D. Steen och L. A. Tuan, *A Review on Implementation of Vehicle to Everything (V2X): Benefits, Barriers and Measures*, i *2022 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe)*, Novi Sad, Serbia, 2022, Side 1-6, doi: 10.1109/ISGT-Europe54678.2022.9960673.

<sup>70</sup> C. Corchero, M. Sanmartí, S. González-Villafranca och N. Chapman, *V2X ROADMAP*, IEA, 2019.

<sup>71</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

inkludert balanse-, støtte- og fleksibilitetsmarkeder. Det er behov for langsiktige analyser av inntektsstrømmer, prioriterte markeder, styring av batteribruk og internasjonal bruk av modellene.<sup>72</sup>

Til slutt er brukernes interesse og forståelse helt sentral. Bileiere må ha kunnskap om hvordan teknologien fungerer, hvilken innvirkning den kan ha på batteriets levetid, og hvordan de selv kan påvirke når bilen skal lades eller levere strøm tilbake til nettet. Det kreves med andre ord ikke bare teknologi, men også opplæring, brukervennlige grensesnitt og åpenhet rundt hvordan energiflyten styres og kompenseres. Samtidig gir det at V2X er en relativt ny teknologi en tilhørende utfordring med tanke på interesse og innsikt i befolkningen. I kapittel 6 oppsummeres funn fra forskningslitteraturen og intervjuer gjennomført med norske aktører.

### 3.3.1. Norges markedsmessige forutsetninger kan forbedres

Det finnes flere faktorer som påvirker de markedsmessige forutsetningene for at toveislading skal kunne realiseres i Norge. Historisk sett har strømprisene vært relativt stabile på grunn av en høy andel regulerbar vannkraft, noe som reduserer insentivene for V2X. Den europeiske energikrisa medførte imidlertid økt strømpriser i Norge fra høsten 2021, særlig i de tre sørligste prisområdene. Innføringen av en strømstøtteordning<sup>73</sup>, reduserte husholdningers eksponering for økte priser, og fra og med 1. oktober 2025 ble det innført en ny støtteordning, «Norgespris». Denne ordningen innebærer at husholdninger får tilbud om strøm til en fast pris på 40 øre per kilowattime eksklusive merverdiavgift. Ordningen omfatter boliger og fritidsboliger.<sup>74</sup> Begge støtteordningene reduserer insentiv for strømsparing, og potensialet for gevinster ved toveislading. Samtidig ble kapasitetsbaserte nettariffer innført i 2022, noe som innebærer at husholdninger betaler mer ved høyt samtidig forbruk over en time.<sup>75</sup> Ved å lade bilen når belastningen er lav, for eksempel om natten, reduseres kostnadene. Dette gir insentiver for smart lading og bruk av toveislading. I tillegg finnes «plusskundeordningen», som gir prosumenter<sup>76</sup> fritak for innmatingstariff og nettavgift for eget strømforbruk opptil 100 kW.<sup>77</sup>

Når det gjelder tilgang til markeder, må regelverket for uavhengige aggregatorer utvikles innen nasjonal lovgivning for å muliggjøre at flere forbrukere kan delta.<sup>78</sup> I enkelte pilotprosjekter for lokal fleksibilitet (f.eks. Euroflex-prosjektet) tillates noen former for aggregering som kan minne om uavhengig aggregering uten kompensasjonsmodell (såkalt «ukorrigert modell»). Akkurat nå finnes det ingen konkrete planer om å utarbeide spesifikke regler for uavhengig aggregering.<sup>79</sup> Generelt er flere av de europeiske direktivene og forordninger som nevnes oven fremdeles ikke innlemmet i EØS-avtalen, men vurderes som

<sup>72</sup> Ibid

<sup>73</sup> Gjennom systemet får et hushold støtte for strømforbruk opp til 5 000 kilowattimer per måned per målepunkt.

<sup>74</sup> Regjeringen, *Spørsmål og svar om Norgespris*, 2025.

<https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/strom/sporsmal-og-svar-om-norgespris/id3089310/>

<sup>75</sup> Industri- og næringsliv med forbruk over 100.000kWh årlig har dette en slik tariff i lengre tid. For detaljer om nettariffer, se:

<https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/regulering/nettvirksomhet/nettleie/nettleie-for-forbruk/>

<sup>76</sup> En aktør som både forbruker og produserer energi, for eksempel en husholdning med solceller som bruker deler av strømmen selv og leverer overskuddet tilbake til strømmettet.

<sup>77</sup> Om plusskundeordningen, se:

<https://www.nve.no/reguleringsmyndigheten/kunde/stroemnett/prosumenter-og-plusskunder/>

<sup>78</sup> SmartEN & DNV, *V2X ENABLERS AND BARRIERS - Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe*. 2022

<sup>79</sup> Mailkorr. Alexander Kellerer, Seniorrådgiver NVE. 2025-03-03

EØS-relevante. Mer om dette står i Vedlegg A. Dersom disse implementeres i norsk lovgivning kan dette vesentlig forbedre de markedsmessige forutsetningene for toveislading.

### 3.4. Det kan være at V2H/V2B blir realisert først

Toveislading er mulig når biler står stille, noe privatbiler gjør omtrent 90-96% av tiden, oftest hjemme eller på arbeidsplassen.<sup>80,81</sup> Fordelene ved toveislading er derfor generelt sett størst der kjøretøy står parkert over lengre tid: i bygninger, boliger med gateparkering, på arbeidsplasser og på langtidsparkeringsplasser. Selv om både V2H/V2B og V2G baserer seg på samme grunnleggende teknologi, nemlig toveislading, finnes det indikasjoner på at V2H/V2B kan være enklere å realisere på kort sikt. Samtidig kan utviklingen påvirkes av flere faktorer, og det er derfor usikkert hvilken løsning som vil bli tatt i bruk først.

Den største forskjellen ligger i kompleksiteten i tilkoblingen og antall involverte aktører. Ettersom V2H/V2B kun innebærer toveis strømflyt mellom bilen og bygningen den er koblet til, gir det en enklere forretningsmodell, færre krav til godkjenning og mindre regulatorisk kompleksitet enn det som kreves ved tilkobling til det overordnede strømmettet.<sup>82</sup> Er bygningen også brukers hjem betyr det at brukeren selv har kontroll over både bil og bygning, og dermed over hele energisystemet. Den som drar nytte av teknologien er også eieren av kjøretøyet.<sup>83</sup> For at V2G skal fungere, må det kobles til strømmettet og godkjennes av nettselskapene, med strenge krav til sikkerhet, styring og standarder. Det krever også fellesløsninger på tvers av ladeplattformer, noe som fortsatt er under utvikling.<sup>84</sup>

Smart energistyring og bruk av avanserte algoritmer blir også stadig mer utbredt både i strømmettet og i bygninger. Slike systemer gjør det mulig å optimalisere energibruken ved å håndtere belastning fra husholdningsapparater, elektriske kjøretøy (EV) og energilagring, samtidig som fornybare energikilder som solceller integreres.<sup>85</sup> En viktig anvendelse er V2H/V2B, hvor bilens batteri fungerer som et fleksibelt energilager.<sup>86</sup>

Som følge av færre tekniske og regulatoriske barrierer og den enklere kravkjeden er det rimelig å først undersøke gjennomførbarheten for V2H/V2B i stedet for V2G. Ettersom V2G og V2H/V2B krever lignende systemer og utrustning, så som maskinvare og kommunikasjon, kan også resultatene være nyttige og overførbare til å senere undersøke gjennomførbarheten for V2G.

---

<sup>80</sup> ENTSO-E, *ENTSO-E Position Paper Electric Vehicle Integration into Power Grids*, 2021.

Tilgjengelig: [ENTSO-E Position Paper on Electric Vehicle Integration into Power Grids/](#)

<sup>81</sup> C. Gschwendtner, S. R. Sinsel och A. Stephan, *Vehicle-to-X (V2X) implementation: An overview of predominate trial configurations and technical, social and regulatory challenges*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 145, Juli 2021, ISSN 1364-0321.

<sup>82</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>83</sup> Ibid

<sup>84</sup> Mitra et al., *Electric Vehicles as Smart Appliances for Residential Energy Management* (2023). *IEEE PRESS*. <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=10154023>

<sup>85</sup> Hou, X., Wang, J., Huang, T. et al. (2019). Smart home energy management optimization method considering energy storage and electric vehicle. *IEEE Access* 7: 144010–144020. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2944878>.

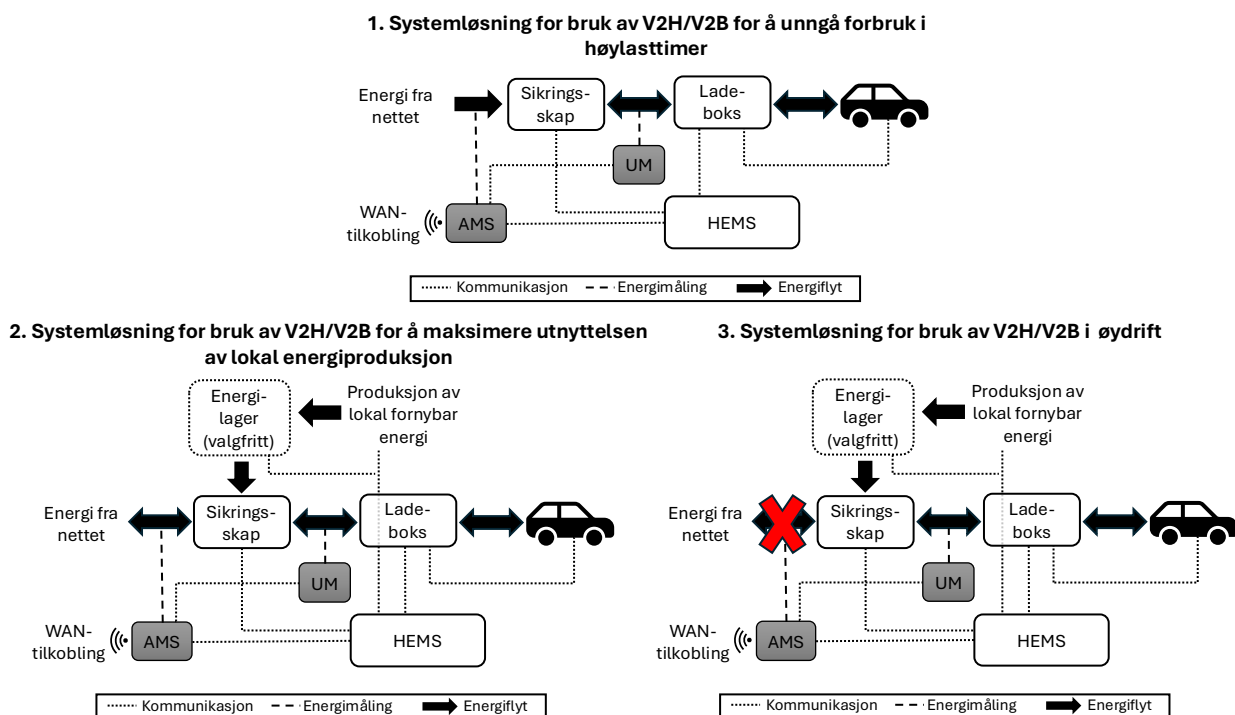
<sup>86</sup> Tuttle, D.P., Fares, R.L., Baldick, R., and Webber, M.E. (2013). Plug-in vehicle to home (V2H) duration and power output capability. *2013 IEEE Transportation Electrification Conference and Expo (ITEC)*, pp. 17. <https://doi.org/10.1109/ITEC.2013.6574527>.

## 4. Teknisk og regulatorisk vurdering av V2H/V2B i Norge

Dette kapitlet presenterer en mer inngående teknisk og regulatorisk vurdering av toveislading i Norge, med hovedvekt på AC-løsninger bak strømmåleren (V2H/V2B). Vurderingene bygger på dokumentanalyse av gjeldende regelverk og standarder, intern kompetanse i Rejlers samt innspill fra eksterne aktører.

### 4.1. Toveislading bak strømmåleren

V2H/V2B har flere mulige anvendelser (jf. avsnitt 2.1), og systemets tekniske utforming vil endre seg etter behov. Som vist i Figur 5, består arkitekturen i de ulike løsningene ikke bare av selve energiflyten mellom forskjellige komponenter, men også av kommunikasjonsstrømmer og energimåling som bidrar med data. Jo mer avansert styringen blir, desto høyere blir kravene til at kommunikasjonen mellom alle aktører fungerer. For at dette skal være mulig, kreves interoperabilitet – evnen til at systemer kan kommunisere med hverandre – mellom alle aktører i verdikjeden. Som nevnt i avsnitt 3.2 er dette en av de største barrierene for storskala integrering av toveislading i dag.



Figur 5. Ulike systemløsninger for V2H/V2B avhengig bruksområde. Figur inspirert av Angshu Nath<sup>87</sup>

I det første eksemplet brukes V2H/V2B for å redusere forbruk under høylasttimer. Bilen lades når strømprisen er lav og energien brukes i huset/bygningen når prisen er høyere. Integrasjonen av en smart strømmåler med ett avansert energistyringsystem gjør at ladingen og utladingen kan planlegges automatisk i henhold til tidsbaserte tariffer<sup>88</sup>. Brukeren

<sup>87</sup> Mitra et al., Electric Vehicles as Smart Appliances for Residential Energy Management (2023). IEEE PRESS. <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=10154023>

<sup>88</sup> For eksempel tid på dagen, brukstid eller realtidpriser.

må oppgi når bilen skal benyttes, ellers er det risiko for at kjøretøyet har for lavt batterinivå (SoC) når det er behov for å bruke den. Bilen kan også fungere som en «energibærer», det vil si at den lades på ett sted der strømmen er billigere og brukes på et annet sted med høyere priser. Denne løsningen kan også utvides til å dekke større effektbehov enn det som er avtalt med nettselskapet. Da vil nettet levere strøm opp til den avtalte effekten, mens bilen dekker det resterende effektbehovet, såkalt «peak shaving». Når huset får strøm fra både nettet og bilen, må bilen kunne operere parallelt med nettleveransen.<sup>89</sup>

Eksempel 2 viser en løsning der bilen brukes for å øke utnyttelsen av lokal energiproduksjon. I dette tilfellet gis lokal energiproduksjon, typisk fra solceller på taket, prioritert fremfor strøm fra nettet, særlig i perioder med høye tariffes. Dette bidrar til redusert nettavhengighet og lavere strømkostnader. Energistyringssystemet overvåker den lokale produksjonen og lagrer overskuddsstrøm i bilbatteriet. Denne strømmen kan senere anvendes til eget forbruk eller selges når prisene er høyere (V2G).

V2H/V2B kan også levere reservekraft til boligen dersom strømmettet faller ut. Dette omtales som øydrift og kan oppstå i to situasjoner:

- Ved strømbrudd.
- Når systemet er konstruert for å være helt selvstendig.

Eksempel 3 viser hvordan et elektrisk kjøretøy kan fungere som energilager under øydrift. Energien som er lagret i bilen, sammen med eventuell lokal produksjon, brukes da til å forsyne huset når det ordinære strømmettet er frakoblet. I noen tilfeller kan dette kreve to separate kurser: én som normalt mates fra strømmettet og én som mates fra bilen, med eller uten ekstra stasjonær energilagring. Når nettet er i normal drift, forsyner det hele anlegget. Ved strømbrudd åpner energistyringssystemet automatisk en bryter som isolerer bilens kurs fra strømmettet, slik at kjøretøyet ikke risikerer å mate effekt ut på nettet. Tilsvarende prinsipper brukes allerede i hybridsolcelleinvertere, der automatisk frakobling fra nettet og styresignal til en kontaktor som etablerer nødvendig nullpunkt- og jordingsreferanse for anlegget under øydrift. Disse løsningene illustrerer hvilken type forarbeid og teknologi som også kan være relevant ved implementering av V2H-systemer.

## 4.2. Standarder for lading

Standardisering bidrar til interoperabilitet som gir sikkerhet og effektiv drift av V2X-løsninger. Europeisk lovgivning har så langt hovedsakelig fokusert på å standardisere maskinvare, for eksempel at AC-lading skal bruke Type 2-kontakt og DC-lading CCS-kontakt. Med dagens standarder er smart lading allerede mulig, men for å realisere fordelene med toveislading (V2X) må fremfor alt kommunikasjonsinfrastrukturen mellom ulike systemer videreutvikles. En utfordring er at varierende el-installasjonsstandarder i Europa krever markedsstilpassede løsninger, noe som risikerer at forsinke innføringen av teknologien.<sup>90</sup> I Norge forvalter Norsk Elektroteknisk Komité (NEK) de elektrotekniske standardene i Norge, basert på internasjonalt arbeid i IEC og europeisk standardisering i CENELEC, se Vedlegg B for mer info.

---

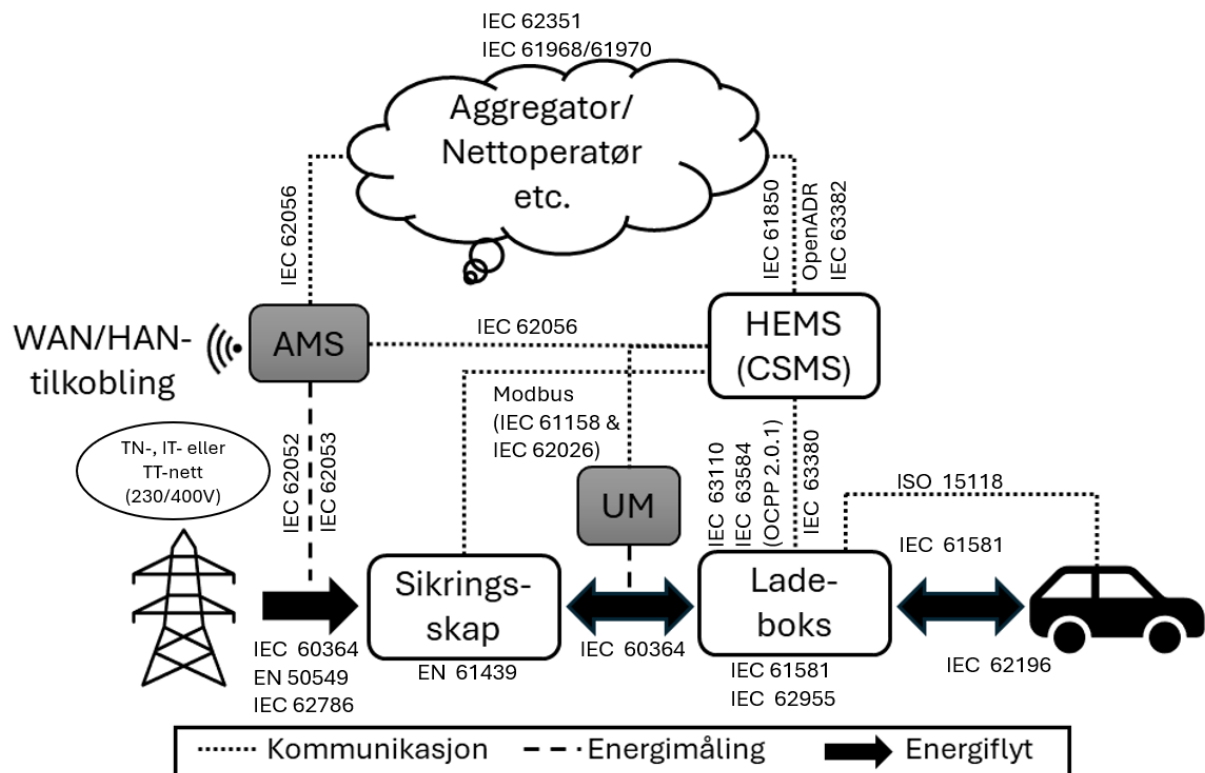
<sup>89</sup> Mitra et al., Electric Vehicles as Smart Appliances for Residential Energy Management (2023). *IEEE PRESS*. <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=10154023>

<sup>90</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

### 4.3. Strømløseleveransekjeden og relevante standarder i systemet

I et V2H- eller V2B-system skjer energiflyten gjennom flere grensesnitt, der hvert ledd stiller spesifikke krav til både standarder og funksjoner for å sikre en trygg, effektiv og interoperabel overføring av elektrisitet, se Figur . Ved AC-basert toveislading innebærer dette at bilens ombordlader (OBC) ikke bare må kunne håndtere selve ladingen, men også utlading tilbake til bygningen, samtidig som grensesnittene mot strømmettet, fordeling, ladestasjonen og de tilknyttede styringssystemene ivaretar elsikkerhet, kommunikasjon og nettilpasning.

Under følger en grundig gjennomgang av strømløseleveransekjeden med hovedvekt på AC-basert lading. Hensikten er å beskrive hvordan det tekniske systemet er strukturert, identifisere de viktigste utfordringene og synliggjøre hvilke standarder som regulerer de ulike grensesnittene – samt peke på områder der dagens standardverk er mangelfullt eller ufullstendig. Figur gir en helhetlig oversikt over systemet, de relevante standardene og deres plassering i kjeden. En mer detaljert beskrivelse av de ulike standardene finnes i Vedlegg C.



Figur 6. Oversikt av ett system for V2H/V2B, hvilke standarder som er relevante og hvor i systemet de er aktuelle.

#### 4.3.1. Nett – Fordeling

Energiflyten starter i distribusjonsnettet, som i Norge kan være basert på IT-, TT- eller TN-systemer, der betegnelsene angir hvordan systemet er koblet til jord. Lavspenning distribueres fra netteierens transformator frem til byggets tilknytningspunkt, hvor den avanserte måle- og styreenheten (AMS) er plassert. Denne fungerer som grensepunkt mellom bygningen og strømmettet og måler både import og eventuell eksport. Dersom bilen kun forsyner interne laster, reduseres importen, mens eksport først registreres dersom overskuddsenergi mates tilbake til nettet. Kommunikasjonen mellom AMS og netteier skjer i

henhold til **IEC 62056 (DLMS/COSEM)**, som sikrer standardisert og sikker dataoverføring av måleverdier.

Kravene til tilknytning er i dag regulert gjennom standarder som **EN 50549** og **IEC 62786**, som setter grenser for spenning og frekvens, samt krav til anti-øydrift og frakopling ved feil. Formålet er å beskytte kraftnettet mot ustabilitet, men regelverket er i stor grad skrevet med utgangspunkt i større produksjonsenheter snarere enn små distribuerte ressurser, som elektriske kjøretøy. Dette gjør at gjeldende rammeverk kan fungere som en barriere for V2H- og V2B-løsninger, ettersom små, distribuerte enheter ikke alltid passer inn i dagens standarder.

I tillegg til nasjonale reguleringer spiller de europeiske **nettkodene** en sentral rolle i å fastsette tekniske og markedsmessige krav til tilknytning og drift av kraftsystemet. Et viktig spørsmål fremover er hvordan disse kodene skal videreutvikles for å håndtere økt behov for fleksibilitet og etterspørselsrespons. De eksisterende kodene er i stor grad utformet med tanke på store, sentraliserte produksjonsanlegg, mens toveis ladepunkter representerer et stort antall små, distribuerte ressurser med helt andre egenskaper. Dette skaper utfordringer, særlig for AC-basert toveislading, som i motsetning til DC-løsninger innebærer at bilen fungerer som en strømkilde som mater strøm tilbake til nettet. Disse tekniske og regulatoriske forskjellene mellom AC og DC-lading, samt mellom V2H/V2B (som kun påvirker lokal last) og V2G (som innebærer eksport til nettet), bør derfor reflekteres tydeligere i fremtidige nettkoder. Nye initiativer som den europeiske nettkoden for «Demand Response» vil være avgjørende for å muliggjøre en skalerbar og sikker integrasjon av V2H- og V2B-systemer i kraftsystemet.

Fra AMS føres strømmen videre til byggets fordeling, som fungerer som sentralt fordelingspunkt for alle kurser. Her finner vi hovedbryter, sikringer, jordfeilbrytere og øvrige vern. Ifølge **IEC 60364** (lavspenningsinstallasjoner) og **EN 61439** (fordelingsanlegg) skal installasjonen være korrekt dimensjonert, beskytte mot kortslutning og ivareta personsikkerhet. I Norge implementeres dette gjennom **NEK 400**, som er normativ referanse for prosjektering og utførelse. Oppfylles kravene her, anses anlegget å være i samsvar med forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL). NEK 400 har også tilleggskrav og presiseringer for norske forhold, for eksempel IT-nett.

### Utfordringer med toveis AC-lading på IT-nett

I Norge er IT-nett fortsatt utbredt i lavspenningsdistribusjonen. Internasjonale ladestandarder er derimot i hovedsak utviklet for TN-systemer, der nøytrallederen gir et stabilt referansepunkt for måling, styring og returvei ved énfaselaster. I IT-nett finnes det ingen distribuert nøytralleder, og spenningen tas derfor ut som fase-fase. Dette innebærer blant annet at:

- Énfaselading må baseres på fase-fase-tilkobling, ettersom det ikke finnes en definert nøytralreferanse slik TN-systemer benytter.
- 3-fas tilbakemating fra et kjøretøy er ikke er mulig i IT-nettet hvis dagens standarder skal følges. Ombordladere i ulike kjøretøy kan håndtere 3-fas IT på forskjellige måter, noe som gjør at funksjonaliteten kan variere mellom bilmodeller.
- Toveis energiflyt (V2H/V2B/V2G) ekstra krevende, fordi anlegget ikke bare skal ta imot effekt til kjøretøyet, men også levere trygt og stabilt tilbake til bygg eller nett.

Et annet forhold som bør fremheves, er at et betydelig antall installasjoner av ladestasjoner i IT-nett er blitt samsvarserklært i henhold til Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL)

og NEK 400, til tross for at kravene i NEK 400-722.512.1.101 i realiteten ikke nødvendigvis er oppfylt. Dette innebærer at samsvarserklæringer for ladestasjoner i IT-nett ikke nødvendigvis kan anses som pålitelige dokumentasjoner på faktisk forskriftsmessig utførelse.

Selv om det finnes tekniske løsninger, harmonerer de ikke alltid godt med NEK 400, noe som skaper usikkerhet hos installatører og kan bremse utrulling av V2X i praksis. For å lykkes i stor skala bør regelverket oppdateres eller presiseres slik at:

- særlige norske forhold (IT/TT) håndteres eksplisitt,
- krav til måling/referanse, beskyttelse og selektivitet ved toveis drift blir tydelige,
- løsninger kan prosjekteres og verifiseres på en standardisert og sikker måte.

Anbefaling: I anlegg tilknyttet IT- og TT-nett kan det ofte være mer hensiktsmessig å vurdere DC-basert toveislading, som gir bedre kontroll på spenningsreferanse, galvanisk skille og feilstrømsveier og dermed et tryggere og mer robust alternativ enn AC-basert toveislading under dagens rammevilkår.

#### 4.3.2. Fordeling - Ladestasjon

Grensesnittet mellom fordeling og ladestasjon spiller en avgjørende rolle for både sikkerhet, funksjonalitet og effektiv energistyring. I fordelingen føres strømmen videre til ulike kurser, inkludert kursen til ladestasjonen. I NEK 400 finner vi en egen del om forsyning av elektriske kjøretøy, som betegnes med navnet NEK-400-7-722. I henhold til denne skal ladestasjonen tilkobles en egen, dedikert kurs fra fordelingen. Denne kursen skal dimensjoneres etter ladeeffekt og bilens behov, og den skal være beskyttet mot både overstrøm og jordfeil. Ved toveis AC-lading kan også bilens OBC generere likestrømsfeil, noe som krever enten en **jordfeilbryter type B** i fordelingen eller ladestasjonen, eller en innebygd RDC-DD<sup>91</sup> sammen med jordfeilbryter type A eller F i ladestasjonen, i tråd med **IEC 62955**.

Det finnes enkelte utfordringer med å sikre både kompatibilitet og elsikkerhet i dette grensesnittet. Særlig i IT-nett kan harmonisering være krevende, og håndtering av likestrømsfeil stiller nye krav til installasjonen. Dagens rammeverk, primært **NEK 400-7-722**, gir et grunnlag for beskyttelse, men disse er i stor grad utviklet med tanke på enveislading. V2H- og V2B-bruk tilfører nye utfordringer: kursene må dimensjoneres for toveis energiflyt, beskyttelsen må fungere både under lading og utlading, og fordelingen må kunne håndtere flere samtidige energikilder, som solceller i kombinasjon med elektriske kjøretøy. Dette peker på behovet for oppdaterte standarder som tydelig regulerer samspillet mellom fordeling, ladestasjoner og toveis energiflyt.

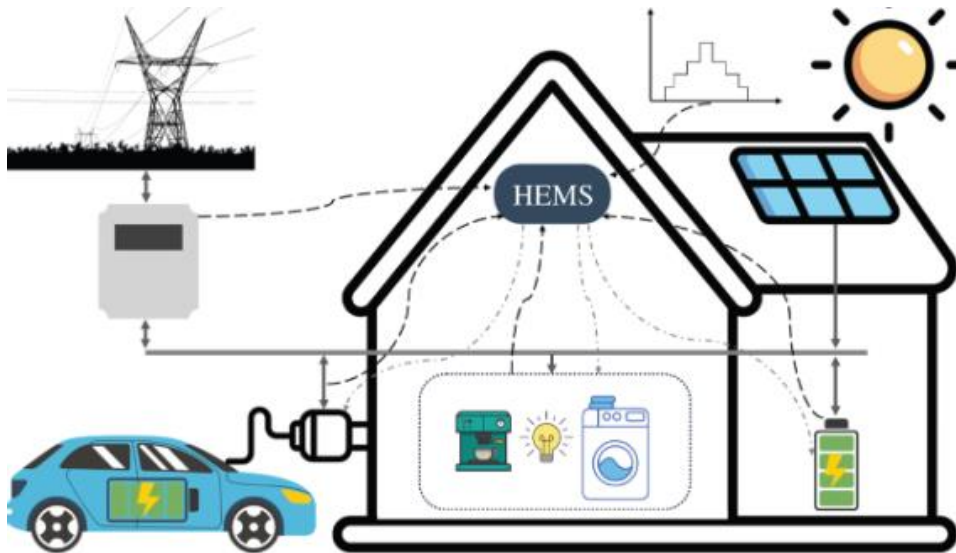
I tillegg til sikkerhet handler dette grensesnittet også om energistyring. Fra sikringsskapet distribueres energien til bygningens laster og hvis bilens leverte effekt tilsvarer eller er mindre enn det interne behovet, brukes energien utelukkende lokalt, og importen fra nettet minsker i tilsvarende grad. For å aktivt kunne styre energiflyten i bygningen og mellom fordeling og ladestasjon så kan, som nevnt i avsnitt 2.2, et Home Energy Management System (HEMS) kobles til.

---

<sup>91</sup> Residual Direct Current Detection Device - En sikkerhetskomponent som brukes i ladestasjoner for å oppdage **likestrømsfeilstrømmer** (DC-feilstrømmer) som kan oppstå ved lading av elbiler.

#### 4.3.2.1. HEMS

Et HEMS fungerer som bygningens intelligente styresystem. Det henter inn data fra ulike enheter, inkludert AMS, fordeling, undermålere og ladestasjon, og bruker denne informasjonen til å optimalisere energiflyten, se Figur 7. På den måten kan HEMS styre når bilen skal lades, når den kan levere tilbake energi, og samtidig balansere laster for å unngå overbelastning.



Figur 7. Beskrivelse av ett HEMS (Home Energy Management System). Kilde: Wiley-IEEE Press<sup>92</sup>

Kommunikasjon mellom AMS og HEMS skjer via målerens HAN-port<sup>93</sup>, også her i henhold til **IEC 62056**. Dermed får HEMS tilgang til måledata som sanntidsforbruk, spennings- og strømverdier per fase, eksport/import og eventuelle effektgrenser. I tillegg kan HEMS hente måledata fra undermålere koblet til kurser i sikringsskapet, typisk via **Modbus** som er en åpen protokoll for kommunikasjon mellom måleutstyr og styresystemer. Dette gjør det mulig å overvåke belastningen per kurs, spesielt viktig for kursen til ladestasjonen som ofte er en stor last. Med denne informasjonen kan HEMS utføre dynamisk lastbalansering og forhindre overbelastning av hovedsikringen<sup>94</sup>. Har bygget solceller eller andre lokale energikilder, kan HEMS koordinere disse med bilens batteri for å øke egenforbruk og redusere belastningen på strømnettet.

For kommunikasjon direkte med ladestasjonen kan HEMS benytte **OCPP 2.0.1 (IEC 63584)** eller **IEC 63380**. OCPP er utviklet for styring av ladestasjoner via et Charging Station Management System (CSMS), men kan også benyttes til kommunikasjon mellom ladestasjon og HEMS. Imidlertid kan OCPP bli en omfattende protokoll for dette formålet, derfor utvikles **IEC 63380** som er en ny standardserie spesielt for å standardisere kommunikasjonen mellom HEMS og ladestasjoner. HEMS, som har oversikt over

<sup>92</sup> A. Trivinio, I. Casaucao & J. Aguado, Distributed Operation of an Electric Vehicle Fleet in a Residential Area (2023). IEEE PRESS. <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=10154023>

<sup>93</sup> Home Area Network - En fysisk kommunikasjonsport på AMS-strømmålere (avanserte måle- og styringssystemer) som gir sluttbrukeren tilgang til sanntidsdata om eget strømforbruk.

<sup>94</sup> Den overstrømsbeskyttelsen som er plassert ved inntaket til en elektrisk installasjon, og som beskytter hele anlegget mot overbelastning og kortslutning. Hovedsikringen er normalt plassert i sikringsskapet eller i tilknytningsskapet, og markerer grensen mellom nettselskapets og installasjonseierens ansvar.

bygningens energibehov, kan bruke IEC 63380 eller API-integrasjon<sup>95</sup> for å styre lading og utlading – enten direkte eller ved å sende signaler til CSMS via IEC 63880.

Til slutt kan også HEMS kommunisere med en aggregator eller mot energimarknaden via **IEC 61850** eller **Open ADR**. HEMS rapporterer status og tar imot styringssignaler i form av strømpriser, effekttariffer. En aggregator kan da integrere bilen som en fleksibel ressurs i større energimarkeder, med HEMS sikkerstiller at styringen tar hensyn til bygningens lokale behov.

Den største barrieren er her **interoperabilitet**. Det finnes mange ulike protokoller, men ingen helhetlig implementering på tvers av leverandører. For eksempel er **IEC 63380** fremdeles under utvikling, og det er usikkert hvordan kommunikasjonen mellom HEMS, ladestasjoner og CSMS vil fungere i praksis. I tillegg er det uklart hvordan HEMS skal håndtere prioritering mellom byggets interne behov og eksterne signaler fra aggregator eller marked. I praksis kan dette føre til at HEMS enten overstyrer byggets behov eller ikke klarer å reagere på markedsimpulser. Standardisering og testing er derfor avgjørende for at HEMS skal fungere som en stabil kobling mellom V2X-systemet og energimarkedene.

### 4.3.3. Ladestasjon – Elektrisk kjøretøy

Den siste delen i strømleveransekjeden er grensesnittet mellom ladestasjon og selve kjøretøyet. Her skjer både energiflyten og den intelligente kommunikasjonen som avgjør når og hvordan bilen skal lades eller levere tilbake energi til bygningen. Ladestasjonen fungerer som en styrings- og verneenhet, mens bilens ombordlader (OBC) konverterer mellom vekselstrøm (AC) og likestrøm (DC).

Konduktiv lading<sup>96</sup> av elektriske kjøretøy i Europa skal skje i henhold til **IEC 61851**.<sup>97</sup> Denne standarden inneholder krav til design av maskinvare, elsikkerhet, EMC og kommunikasjon som kreves ved lading av elektriske kjøretøy. I henhold til **NEK 400-7-722:2022** skal AC-lading skje via modus 3, altså en dedikert ladestasjon med Type 2-kontakt (IEC 62196). IEC 61851 støtter smart lading ved å justere effekten, men mangler fortsatt støtte for toveislading. Derfor må standarden oppdateres for å inkludere støtte for informasjonsutveksling mellom bilen og ladestasjonen, for eksempel batteriets ladestatus.<sup>98</sup> IEC 61851 består av flere deler, og det pågår for øyeblikket arbeid med å oppdatere deler av standarden. Ny utgave av delstandard som beskriver AC lading, IEC 61851-1, er planlagt publisert i 2026.

Kommunikasjonen mellom bilens batteristyringssystem (BMS) og ladestasjonen er definert gjennom standardserien **ISO 15118**, som beskriver hvordan informasjon utveksles mellom kjøretøy og ladestasjon. Standardene regulerer selve kommunikasjonen, altså hvordan bil og ladestasjon forhandler om ladestrøm, autentisering, betaling og energiflyt, ikke den fysiske maskinvaren. Den nyeste versjonen, **ISO 15118-20**, introduserer støtte for toveislading, Plug

---

<sup>95</sup> Forkortelse for *Application Programming Interface*. Et API er et grensesnitt som gjør det mulig for ulike programvarer eller systemer å kommunisere med hverandre. Det definerer hvordan forespørsler og datautveksling skal skje mellom systemer.

<sup>96</sup> En metode for å overføre elektrisk energi til et elektrisk kjøretøy via en fysisk kontakt (kabel og plugg). Strømmen overføres gjennom metalliske ledere mellom ladestasjon og kjøretøyet ladeinntak.

<sup>97</sup> S. Langenhuizen, H. van Sambeek, M. Zweistra, S. van der Wilt och W. Christiaens, "Stakeholder analysis Project deliverable D1.2," 30 11 2022. [Online]. Tilgjengelig: <https://scale-horizon.eu/publications/>.

<sup>98</sup> J. Meersmans, "Analysis of hard- and software requirements," 2023. [Online]. Tilgjengelig: <https://scale-horizon.eu/publications/>.

& Charge, trådløs lading og sikker datakommunikasjon.<sup>99</sup> Likevel er denne versjonen fortsatt lite implementert i markedet, og det finnes få biler og ladestasjoner som støtter den fullt ut. I tillegg mangler det testutstyr og prosedyrer for å verifisere samsvar med standarden, noe som gjør at mange tester må utføres direkte mot kjøretøy. Det er også viktig å merke seg at ISO 15118-20 ikke inneholder sikkerhets- eller funksjonskrav knyttet til selve strømmettet, elanlegget eller ladestasjonen.<sup>100</sup> Dette er særlig relevant ved AC-basert toveislading, hvor strømmen går gjennom bilens ombordlader og tilbake til nettet. I slike tilfeller er det bilen som fungerer som en aktiv strømprodusent, noe som reiser betydelige utfordringer knyttet til elsikkerhet, nettkoder og godkjenning. Overgangen skaper et midlertidig vakuum, ettersom CCS fortsatt mangler bred støtte for V2X-funksjonalitet.

Tidligere har V2G-funksjonalitet i stor grad vært basert på DC-lading via **CHAdeMO - standarden** som støtter toveislading, men denne fases nå ut i Europa til fordel for **CCS (Combined Charging System)**.

For å løse disse utfordringene er det behov for:

- Oppdatering av IEC 61851 med eksplisitt støtte for toveislading, inkludert krav til AC-basert V2X.
- Utvikling av teststandarder og verktøy for å verifisere samsvar med ISO 15118-20.
- Økt markedsadopsjon av kjøretøy og ladestasjoner som støtter V2X-funksjonalitet.
- Harmonisering av CCS-standarder med krav til både AC- og DC-basert toveislading.

Før disse elementene er på plass, vil mulighetene for effektiv og sikker toveis energiflyt mellom bygning og et elektrisk kjøretøy være sterkt begrenset.

---

<sup>99</sup> European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport, Report (Activity 1) of the STF Sub-group on Governance & Standards, "Mapping of the discussion concerning standards and protocols for communication exchange in the electromobility ecosystem," Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022.

<sup>100</sup> Energimyndigheten, "Smart styrning av elanvändning - Analys av tekniska förutsättningar för utrustning samt rekommendationer för ökad efterfrågefleksibilitet," Statens energimyndighet, 2023, ISBN (pdf) 978-91-7993-118-6

## 5. Pilotprosjekt: Erfaringer fra testing

I dette prosjektet er det gjennomført et pilotprosjekt for å teste en teknisk løsning for toveislading i praksis. Formålet var å få ytterligere innsikt i hvor teknologien står i dag, utover det som kommer frem i litteraturen eller i samtaler med ulike aktører. Målet var å kunne demonstrere en teknisk og regulatorisk løsning og legge grunnlaget for en videre skalering. Ved søknad og oppstart av prosjektet var det en oppfatning om at teknologien og standardiseringen hadde kommet lenger enn det som viste seg å være tilfelle i realiteten. Som følge av dette ble omfanget av selve pilotprosjektet justert, og målsettingene tilpasset det som var realistisk å oppnå. Erfaringer fra dette presenteres i dette kapitlet.

Som beskrevet i avsnitt 4.3 oppstår det flere tekniske utfordringer knyttet til å realisere toveislading allerede i grensesnittet mellom bil og ladestasjon, slik dagens europeiske standarder er utformet. Dette grensesnittet er avgjørende for at toveislading skal kunne fungere i praksis, og pilotprosjektet ble derfor avgrenset til å undersøke nettopp denne delen av systemet. Fokus i prosjektet har vært på **toveis AC-lading**, ettersom tidligere pilotprosjekter hovedsakelig har rettet seg mot DC-lading, ofte basert på CHAdeMO-standard. Til nå har ingen norske prosjekter klart å etablere toveis energiflyt med AC-lading, jf. avsnitt 2.4, noe som gjorde dette forsøket spesielt relevant.

### 5.1. Valg av lokasjon og deltakende aktører

I utvelgelsen av testlokasjon ble det fastsatt flere kriterier for hva som skulle anses som en egnet plass. De viktigste kriteriene for valg av lokasjon var:

- Tilgang til en parkeringsplass som kunne benyttes for testbiler
- Tilgang til byggets sikringsskap, samt kort avstand mellom ladestasjon og sikringsskapet for å kunne koble dette til
- Allerede etablert infrastruktur for lading på stedet, helst med jevnlig bruk av både parkering og ladeanlegg
- Tilkoblingspunkt til et 400 V TN-nett (for å unngå mulige komplikasjoner med IT-nett)
- At lokasjonen var et av Oslo kommunes bygg, siden prosjektet ble gjennomført med støtte fra kommunen

Det siste kriteriet viste seg å være blant de mest krevende å oppfylle, men ble likevel vurdert som viktig for å skape merverdi for kommunen. Dette bidro også til at det tok lengre tid å finne en egnet lokasjon enn først planlagt. Etter flere møter med ulike aktører i Oslo kommune ble det til slutt besluttet å gjennomføre piloten i garasjen til Fyrstikkalléen skole, der Oslobygg KF har parkering for en stor del av sine tjenestebiler.

Siden det eksisterende ladeanlegget i garasjen var basert på ladestasjoner fra Zaptec, ble samme leverandør valgt også for dette prosjektet. Ørnulf Wiig Installasjon AS som opprinnelig installerte anlegget, hadde i dette prosjektet ansvar for utvidelsen av anlegget, inkludert nødvendige sikkerhetstiltak for ivaretagelse av FEL. I tillegg til disse to aktørene og Rejlers deltok også NAF (Norges Automobil-Forbund) under selve testingen. Ingen bilprodusent var dessverre aktivt involvert i denne testingen.

### 5.2. Gjennomføring

For å muliggjøre toveislading mellom bil og ladestasjon er det avgjørende å etablere en stabil og pålitelig kommunikasjon mellom de to enhetene. I henhold til standarden **ISO 15118** skal

kommunikasjonen mellom bilens batteristyringssystem (BMS) og ladestasjonen skje digitalt via **Power Line Communication (PLC)**<sup>101</sup>. Formålet med testen var derfor å undersøke hvordan ulike bilmodeller responderer på denne protokollen, og å vurdere om lading kan etableres i tillegg til tradisjonell analog pilotsignalisering (CP/PP). ISO 15118 representerer et viktig steg mot *Plug & Charge* og en mer intelligent og automatisert samhandling mellom kjøretøy og ladeinfrastruktur. Denne testen utgjør dermed et første skritt i å evaluere både modenheten på kjøretøysiden og Zaptec-plattformens evne til å håndtere standarden.

### 5.2.1. Testanlegget

Forsøket ble gjennomført på et dedikert testanlegg spesielt utviklet for å evaluere samspillet mellom bil og ladeinfrastruktur under AC-lading med ISO 15118. Anlegget er basert på et trefases 400 V TN-system og er oppbygd som en fullskala garasjeanlegg med 25 Zaptec Pro-ladestasjoner. Disse er jevnt fordelt på 3 kurser, hver på 40A. Kursene er navngitt LADE 01, LADE 02 og LADE 03. Hver kurs har 22kW til disposisjon og fordeles dynamisk mellom ladestasjonene basert på hvor mange elektriske kjøretøy som lader samtidig. Forankoblet vern for hele installasjonen er 140A, som gir mulighet for utvidelser i fremtiden.

Ladestasjonen som ble brukt i pilotprosjektet er ladestasjon 1.8, tilkoblet kurs LADE 01, se Vedlegg D. I den opprinnelige installasjonen gikk tilførselen direkte fra koblingsboks til ladestasjon. For testformål ble dette endret slik at kablet først føres gjennom en egen lokal fordeling, der det er installert ekstra beskyttelseskomponenter og måleutstyr. Dette inkluderer blant annet beskyttelseselementer for overvåking av strøm, spenning og eventuelle feilkilder, samt loggere for analyse av kommunikasjonskvalitet. Den dedikerte fordelingsenheten gir bedre kontroll på testforholdene og reduserer risikoen for feilstrømmer eller uønskede avbrudd under målingene.

### 5.2.2. Kommunikasjonsoppsett

Kommunikasjonen mellom bil og ladestasjon skjer gjennom et **Type 2-ladekabelgrensesnitt**, der både analog pilotlinje (CP<sup>102</sup>/PP<sup>103</sup>) og digital kommunikasjon via PLC er tilgjengelig. Denne konfigureringen gjør det mulig å sammenligne kjøretøyenes håndtering av både konvensjonell signalering og ISO 15118-basert kommunikasjon.

Zaptec-ladestasjonen som brukes i prosjektet er oppdatert med **beta-firmware** som støtter ISO 15118-kommunikasjon. Dette gjør det mulig å teste etablering av digitalt håndtrykk mellom bil og ladestasjon, samtidig som systemet gir innsikt i hvordan ulike kjøretøymodeller responderer på protokollen. Testene ble utført i et kontrollert miljø med stabil nettspenning (230/400 V), i samsvar med gjeldende forskrifter for sikker tilkobling og jordingssystem.

Ved å integrere testladestasjonen i et reelt og operativt anlegg har prosjektet oppnådd et representativt bilde av hvordan ISO 15118-kommunikasjon fungerer under faktiske driftsforhold. Dette gir et solid grunnlag for å vurdere både teknisk stabilitet og praktiske utfordringer knyttet til implementering av toveis AC-lading i kommersielle anlegg.

---

<sup>101</sup> En teknologi som bruker eksisterende strømledninger til å overføre data. PLC gjør det mulig å kommunisere mellom enheter uten behov for ekstra kommunikationskabler.

<sup>102</sup> CP (Control Pilot) - En analog signalledning i Type 1 og Type 2-ladekontakter som brukes til å kommunisere mellom elbilen og ladestasjonen. CP-linjen sender et PWM-signal (pulsbreddemodulert) som informerer bilen om tilgjengelig strømstyrke og kontrollerer ladeprosessen.

<sup>103</sup> PP (Proximity Pilot) - En annen signalledning som brukes til å detektere om ladekablet er tilkoblet og hvilken strømstyrke kablet er dimensjonert for. Den hindrer også at bilen begynner å kjøre mens kablet er tilkoblet.

For nærmere detaljer om installasjonen henvises det til vedlagte koblingsskjemaer og bilder, Vedlegg D, som viser hvordan beskyttelseskomponenter og målepunkter er integrert i fordelingsskapet. Denne løsningen danner grunnlaget for videre arbeid med å teste og validere Zaptec-systemets evne til å støtte fremtidige funksjoner som *Plug & Charge* og toveis energioverføring mellom bil og strømnnett.

### 5.2.3. Testbiler

Som beskrevet i avsnitt 3.1 finnes det flere bilprodusenter som oppgir at deres kjøretøy allerede er «forberedt» for toveislading. Det varierer imidlertid betydelig mellom modellene hvorvidt denne funksjonaliteten gjelder AC-lading, DC-lading, eller begge deler. For å få et bredt og representativt grunnlag for vurdering, ble det derfor valgt å inkludere biler fra ulike produsenter med forskjellig teknologisk tilnærming og grad av modenhet i implementeringen av ISO 15118.

De kjøretøyene som var tilgjengelige og ble benyttet i testene, var Renault 5, KIA EV6, Tesla Model Y, og Volkswagen ID. Buzz. Disse representerer et relevant utvalg i dagens elbilmarked:

- **Renault 5 (2025):** En ny modell hvor produsenten har uttalt ambisjoner om å støtte toveis energiflyt via AC-lading.<sup>104</sup> Testen ga dermed en mulighet til å undersøke hvor langt Renault har kommet i utviklingen av ISO 15118-integrasjonen. Modellen tilbyr allerede V2L-funksjonalitet.
- **KIA EV6 (2023):** En modell som også tilbyr V2L-funksjonalitet<sup>105</sup>, men hvor andre AC-baserte løsninger fortsatt er under utvikling. Denne bilen ble inkludert for å sammenligne forskjellen mellom eksisterende V2X-funksjoner og faktisk ISO 15118-kommunikasjon ved AC-lading.
- **Tesla Model Y (2023):** En av de mest utbredte modellene på markedet, som i dag primært benytter en egen kommunikasjonsprotokoll. Testen hadde som mål å avdekke i hvilken grad Tesla allerede har teknisk støtte for ISO 15118, eller om dette fortsatt er under utvikling.
- **Volkswagen ID. Buzz (2024):** En bilmodell basert på VW-konsernets MEB-plattform, med støtte for ISO 15118-kommunikasjon ved AC-lading, noe som muliggjør funksjoner som Plug & Charge. Denne modellen fungerte som referansebil for å validere kommunikasjon og lading i tråd med standarden.

Ved å teste biler med ulik programvare, arkitektur og markedsposisjon fikk prosjektet et bredt sammenligningsgrunnlag. Dette gjør det mulig å vurdere hvor langt bilindustrien faktisk har kommet i implementeringen av ISO 15118.

### 5.3. Resultat

De gjennomførte testene viser at støtten for ISO 15118 ved AC-lading fortsatt varierer betydelig mellom ulike bilmodeller, se Tabell 4. Enkelte kjøretøy, som VW ID. Buzz, etablerte

---

<sup>104</sup> [https://media.renault.com/mobilize-v2g-where-the-future-electric-renault-5-becomes-a-source-of-energy/?utm\\_source=chatgpt.com](https://media.renault.com/mobilize-v2g-where-the-future-electric-renault-5-becomes-a-source-of-energy/?utm_source=chatgpt.com)

<sup>105</sup> [Kia Global Media Center : All-new Kia EV6 crossover ushers in new era of electric driving excitement](#)

kommunikasjon og oppnådde vellykket energioverføring, noe som tyder på en moden og stabil implementering av standarden. For øvrige modeller ble kommunikasjonen derimot avbrutt på ulike stadier i prosessen, sannsynligvis som følge av manglende støtte for ISO 15118 eller forskjeller i hvordan produsentene har implementert protokollen.

Resultatene indikerer at ISO 15118 for AC-lading fortsatt er under gradvis innføring hos de fleste bilprodusenter. Samtidig viser testene at utviklingen tydelig går i retning av økt adopsjon av standarden, drevet av behovet for mer intelligent kommunikasjon mellom kjøretøy og ladeinfrastruktur, særlig med tanke på funksjoner som *Plug & Charge* og fremtidig toveislading.

Tabell 4. Testresultat per bilmodell.

Gen	Årsmøll	Resultat
Renault 5	Prototype / 2025	Ingen oppstart av lading
KIA EV6	2023	Ingen oppstart av lading
Tesla Model Y	2023	Ingen oppstart av lading
VW ID. Buzz	2024	Lading startet og ble gjennomført

### 5.3.1. Analyse av kommunikasjonsforløp

Under testene ble bilenes kommunikasjon sammenlignet mot **sekvensdiagrammet for SECC Communication States** (definert i ISO 15118-2, figur 103), se vedlegg E. Prosessen ble logget av Zaptec for hver bilmodell, og Vedlegg E viser hvor i sekvensen de respektive bilene avbrøt kommunikasjonen.

- **Tesla Model Y:** Kommunikasjonsforløpet stoppet etter *SupportedAppProtocolReq* uten at *SessionSetupReq* ble sendt. Dette tyder på at bilen ikke forsøkte å etablere en ISO 15118-sesjon under AC-lading, og dermed baserte seg utelukkende på tradisjonell pilotkommunikasjon.
- **Renault 5:** Fullførte både *SessionSetupReq* og *ServiceDiscoveryReq*, men avbrøt før *PaymentSelectionReq*. Dette indikerer at ISO 15118-støtten i denne modellen ennå ikke er aktivert eller ferdigstilt i programvaren.
- **KIA EV6:** Kom lengst av de tre bilene uten aktiv ISO 15118-lading og nådde *AuthorizationReq*-fasen. Bilen sendte deretter *SessionStopReq* (*chargingSession = Terminate*) etter at autentisering på ladestasjonen var fullført. Dette viser at bilen gjenkjente ladestasjonen som ISO 15118-kompatibel, men valgte å ikke starte energioverføring via denne protokollen.
- **VW ID. Buzz:** Fullførte hele kommunikasjonssekvensen frem til *PowerDeliveryReq*, etablerte faktisk energioverføring og fortsatte gjennom *ChargingStatusReq* og *SessionStopReq* uten feil. Dette demonstrerer at ID. Buzz har full funksjonell støtte for ISO 15118-AC-lading, med stabil kommunikasjon og korrekt håndtering av meldingssekvensen.

### 5.3.2. Oppsummering og vurdering

De foreløpige resultatene viser at kun ett av de testede kjøretøyene, VW ID. Buzz, støttet og gjennomførte ISO 15118-basert AC-lading fullt ut. Kommunikasjonen var stabil gjennom hele ladeforløpet, og samspillet mellom bilens batteristyringssystem (BMS) og ladestasjonen fungerte som forventet. Til tross for dette var funksjonalitet for toveislading over AC ikke tilgjengelig under testperioden, slik at energiflyt fra bilen til anlegget ikke kunne undersøkes. For de øvrige bilene ble kommunikasjonen brutt på ulike nivåer i prosessen, noe som tyder på at ISO 15118-støtte på AC-siden ennå ikke er ferdig implementert hos mange produsenter. Dette underbygger antagelsen om at AC-implementeringen av ISO 15118 befinner seg i en tidlig utrullingsfase, men at det pågår en tydelig bevegelse i retning av økt støtte i fremtidige modeller.

Testene ble gjennomført med en beta-versjon av Zaptecs firmware, og det kan derfor ikke utelukkes at enkelte avbrudd skyldes programvaren. Sannsynligheten for dette vurderes likevel som lav, ettersom én av bilene gjennomførte ladingen uten problemer. Dette indikerer at både maskinvare og kommunikasjonsprotokoll fungerer som tiltenkt.

Det er også verdt å nevne at Zaptec parallelt arbeider med et prosjekt sammen med Polestar i Sverige. Målet i prosjektet er å teste toveislading i praksis, ikke bare som ett teknologisk pilotprosjekt, men med et kommersielt formål. Det var dessverre ikke mulig å få tilgang til en Polestar-bil i Norge innenfor rammene av dette prosjektet. Dette illustrerer hvordan teknologien fortsatt befinner seg på et stadium der enkelte biler fungerer med enkelte ladestasjoner, noe som ikke er ideelt for testing eller bred utrulling.

### 5.3.3. Konklusjoner fra testing og referansegruppe

Testingen og diskusjonene i referansegruppen viser tydelig at toveislading via AC fortsatt er i en tidlig utviklingsfase. Selv om ISO 15118-standarden muliggjør funksjoner som Plug & Charge og toveislading, er støtten i kjøretøyene begrenset og ofte ufullstendig implementert. Status i dag er at kun et fåtall kjøretøy klarer å gjennomføre hele kommunikasjonssekvensen i henhold til ISO 15118, og at toveislading ennå ikke er teknisk eller kommersielt tilgjengelig i praksis. Utdrøiningene ligger både i kjøretøyenes programvare, ladestasjonenes firmware og i mangelen på felles testmiljøer og verifiserte løsninger. Dette bekrefter også det som ble løftet frem i kapittel 4, nemlig behovet for å ferdigstille og implementere sentrale standarder, som ISO 15118 og IEC 61851, samt å etablere testmiljøer der kjøretøy, ladestasjoner og strømnnett kan verifiseres i samspill. Slike helhetlige testoppsett er avgjørende for å sikre at teknologien fungerer på tvers av produsenter og i reelle installasjoner.

Det kommer også tydelig frem at det, sett fra et installatørperspektiv, er et behov for klare og oppdaterte installasjonsveiledere for å ivareta elsikkerheten, særlig i boliginstallasjoner. Uten tydelige retningslinjer risikerer man varierende praksis og potensielt usikre løsninger, spesielt når flere energikilder som solceller, batterier og elektriske kjøretøy kobles sammen i samme anlegg.

Det ble også i referansegruppen løftet frem en klassisk «høna og egget»-problematikk i skjæringspunktet mellom standardisering, teknologi og marked. For å kunne ta i bruk toveislading i praksis kreves det oppdateringer både på kjøretøysiden og i ladeinfrastrukturen, noe som innebærer betydelige investeringer. Samtidig er det få som er villige til å gjøre disse investeringene før teknologien er moden, standardene er på plass, og det finnes et reelt marked. Visse mener at utviklingen kunne gått raskere dersom det fantes tydelige økonomiske insentiver som stimulerte etterspørselen, for eksempel gjennom støtteordninger fra Enova eller nettselskapene. Slike virkemidler kunne senket terskelen for å investere i ny teknologi og dermed akselerert både standardisering og kommersiell utvikling. Samtidig understrekes det at teknologien og regelverket må være tilstrekkelig modent og

robust før etterspørselen øker. Uten klare rammer for sikkerhet, installasjon og drift risikerer man å skape et marked som ikke er bærekraftig på sikt. Det er derfor avgjørende at utviklingen av teknologi, regelverk og marked skjer i takt – og at ingen av delene blir en flaskehals for de andre.

Selv om prosjektet ikke lyktes med å gjennomføre toveislading i praksis, har det gitt verdifulle innsikter og lagt et viktig grunnlag for videre testing. Gjennom installasjonen er det etablert nødvendige tekniske forutsetninger, inkludert riktig type beskyttelse og sikkerhetsfunksjoner, som gjør det mulig å teste energiflyt i begge retninger når kjøretøyene blir klare for det. Dette inkluderer blant annet tiltak som anti-øy-drift, ekstra sikringer og tilpasninger for å håndtere potensielle feilstrømmer ved tilbakelevering av strøm til nettet. Prosjektet har dermed ikke bare avdekket dagens teknologiske begrensninger, men også bidratt til å forberede infrastrukturen for fremtidige løsninger, og vist hvordan slike installasjoner kan gjennomføres på en trygg og forskriftsmessig måte.

## 6. Holdninger til toveislading

Kunnskap om aktørers holdninger er avgjørende for å identifisere mulige barrierer og løsninger for fremtidig bruk av toveislading. Dette kapitlet oppsummerer funn fra relevant forskningslitteratur og egne intervjuer med relevante aktører i Oslo-området. I intervjuene er det lagt særlig vekt på V2B (Vehicle-to-Building), ettersom det er lite forsket på i tidligere studier.

Kort oppsummert viser litteraturen at bekymringer knyttet til batteriets levetid og rekkeviddeangst er sentrale barrierer knyttet til toveislading, både i Norge og i andre land. Personer er generelt mer positive til å ta i bruk toveislading gitt økonomisk kompensasjon. Det finnes ikke et entydig mønster i om bileiere foretrekker spesifikke former for toveislading,<sup>106,107</sup> men motivasjon for å ta i bruk V2H samvarierer for eksempel med å ha solceller eller smartsystemer i hjemmet.<sup>108</sup>

Til forskjell fra tidligere forskning, som fokuserer mest på individuelle brukere, viser våre intervjuer at ulike aktører står overfor komplekse vurderinger, der teknologien må tilpasses driftsmønstre, energibehov og eksisterende infrastruktur. Barrierene for større bygg (og særlig V2B) er ofte bredere enn de tekniske og økonomiske forhold ved det enkelte bygg. Det innebærer også en bredere koordinering av aktører innen verdikjeden, som interoperabilitet mellom en gitt ladestasjonsmodell og ulike biler fra ulike produsenter, men også den totale kjøretøylogistikken til en byggeier som drifter en kjøretøysflåte. Toveislading vil altså bli mindre attraktivt hvis kun noen av kjøretøyene til en byggeier kan kobles til eller hvis behovene for effektbalansering i bygget ikke går overens med når kjøretøyene må brukes.

### 6.1. Holdninger i litteraturen: primært basert på hypotetiske spørsmål

Den begrensede utbredelsen av V2X-teknologi har påvirket hva det er mulig å forske på av holdninger. De fleste studier har hatt hovedvekt på å utvikle og teste teknologi fremfor å studere brukeropplevelser, og forskning på holdninger bygger derfor i hovedsak på hypotetiske spørsmål.<sup>109</sup> Med unntak av noen nyere prosjekter i England og Nederland, er praktisk erfaring stort sett begrenset til mindre pilotprosjekter, hvor én spesifikk privatbil er koblet til en spesifikk ladestasjon.<sup>110</sup> Nedenfor oppsummerer vi relevant forskning fra Norge og sammenlignbare land.

#### 6.1.1. Norske studier

De første studiene om toveislading mellom bil og strømmettet (V2G) i Norge viser at muligheten for V2G øker betalingsvilligheten for elektriske kjøretøy, selv om kjennskapet til

---

<sup>106</sup> Busengdal, H. S., Lorentzen, E., & Zweistra, M. (2022). *Report on consumer behaviour (1st edition)*. Deliverable D1.1. SCALE. [https://scale-horizon.eu/?jet\\_download=5688](https://scale-horizon.eu/?jet_download=5688).

<sup>107</sup> Khezri, R., Steen, D., & Anh Tuan, L. (2024). Willingness to Participate in Vehicle-to-Everything (V2X) in Sweden, 2022—Using an Electric Vehicle's Battery for More Than Transport. *Sustainability*, 16(5), 1792. <https://doi.org/10.3390/su16051792>

<sup>108</sup> Rastad, A. A., Busengdal, H. S., & Hiep, E.. *Report on consumer behaviour (2nd edition)*. Deliverable D1.1. SCALE, 2023. [https://scale-horizon.eu/?jet\\_download=6095](https://scale-horizon.eu/?jet_download=6095).

<sup>109</sup> Sovacool, B. K., Noel, L., Axsen, J., & Kempton, W. (2018). The neglected social dimensions to a vehicle-to-grid (V2G) transition: A critical and systematic review. *Environmental Research Letters*, 13(1), 013001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9c6d>

<sup>110</sup> Waldron, J., Rodrigues, L., Deb, S., Gillott, M., Naylor, S., & Rimmer, C. (2024). Exploring Opportunities for Vehicle-to-Grid Implementation through Demonstration Projects. *Energies*, 17(7), Article 7. <https://doi.org/10.3390/en17071549>

teknologien er lav.<sup>111,112</sup> Samtidig vurderes tilgang til ladestasjoner, batteriets levetid og rekkevidde som relativt viktigere faktorer enn V2G for elbileierskap.<sup>113</sup> Kvinner er generelt mer positive til V2G, noe som blir forklart med referanse til høyere miljøbevissthet.<sup>114</sup> En barrierekartlegging blant eksperter viser at konkurranse fra andre teknologier, forbrukerskepsis og komplekse forretningsmodeller vurderes som hovedutfordringer for V2G framover.<sup>115</sup> Fragmenterte insentiver på tvers av aktører ble også trukket fram som en sentral utfordring.

Nyere forskning<sup>116,117</sup> viser at omtrent en tredjedel av norske elbileiere ville brukt strøm fra bilbatterier til eget strømforbruk (V2H) eller levere tilbake til strømmettet (V2G) hvis de fikk økonomisk kompensasjon for det. Samtidig svarte rundt en tredjedel av respondentene at ingen av de foreslåtte bruksområdene var relevante for dem. Hovedbekymringer knyttet til slik bruk er utilstrekkelig ladenivå når man trenger bilen, batterislitasje, og tap av kontroll over ladeprosessen. Et mindretall uttrykker bekymring for datasikkerhet eller for lav økonomisk kompensasjon.<sup>118</sup> Elbileiere er i gjennomsnitt mer positive enn ikke-elbileiere i sine vurderinger av V2G, inkludert i synet på hvorvidt økonomiske insentiver kan øke interessen for å ta i bruk V2G.<sup>119</sup> Mer positive vurderinger av V2G samvarierer med høyere interesse for fremtidig bruk.

Tidligere studier viser også at ladeangst kan påvirke holdningene til å ta i bruk et elektrisk kjøretøy generelt,<sup>120</sup> men at erfaring med teknologien har gjort brukere mer positive til videre

---

<sup>111</sup> Noel, L., Papu Carrone, A., Jensen, A. F., Zarazua De Rubens, G., Kester, J., & Sovacool, B. K. (2019). Willingness to pay for electric vehicles and vehicle-to-grid applications: A Nordic choice experiment. *Energy Economics*, 78, 525–534. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.12.014>. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109692>

<sup>112</sup> Chen, C., Zarazua De Rubens, G., Noel, L., Kester, J., & Sovacool, B. K. (2020). Assessing the socio-demographic, technical, economic and behavioral factors of Nordic electric vehicle adoption and the influence of vehicle-to-grid preferences. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121, 109692.

<sup>113</sup> Ibid.

<sup>114</sup> Sovacool, B. K., Kester, J., Noel, L., & Zarazua De Rubens, G. (2019). Are electric vehicles masculinized? Gender, identity, and environmental values in Nordic transport practices and vehicle-to-grid (V2G) preferences. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 72, 187–202. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.04.013>

<sup>115</sup> Noel, L., Zarazua De Rubens, G., Kester, J., & Sovacool, B. K. (2019). Navigating expert skepticism and consumer distrust: Rethinking the barriers to vehicle-to-grid (V2G) in the Nordic region. *Transport Policy*, 76, 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.02.002>

<sup>116</sup> Busengdal, H. S., Lorentzen, E., & Zweistra, M. (2022). *Report on consumer behaviour (1st edition)*. Deliverable D1.1. SCALE. [https://scale-horizon.eu/?jet\\_download=5688](https://scale-horizon.eu/?jet_download=5688).

<sup>117</sup> Rastad, A. A., Busengdal, H. S., & Hiep, E.. *Report on consumer behaviour (2nd edition)*. Deliverable D1.1. SCALE, 2023. [https://scale-horizon.eu/?jet\\_download=6095](https://scale-horizon.eu/?jet_download=6095).

<sup>118</sup> Disse funnene er i tråd med en undersøkelse utført av Norstat for NAF (2025): de tre faktorene elbileiere oftest oppgir som nødvendige for at de skal stille elbilbatteriet tilgjengelig for strømmnettstabilisering, er kompensasjon for batteribruken, dekning av kostnader knyttet til tilkobling til strømmettet, og at bruken ikke påvirker batterigarantien.

<sup>119</sup> Mehdizadeh, M., Nordfjærn, T., & Klöckner, C. A. (2023). Estimating financial compensation and minimum guaranteed charge for vehicle-to-grid technology. *Energy Policy*, 180, 113649. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113649>

<sup>120</sup> Zatsarnaja, J., Reiter, K., Mehdizadeh, M., Nayum, A., & Nordfjærn, T. (2025). Charged up with peace in mind: Unraveling the factors of range anxiety among norwegian electric vehicle drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 110, 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2025.02.006>

bruk. Sett i sammenheng med holdninger blant folk med V2G-erfaring i Storbritannia,<sup>121</sup> er det rimelig å anta at en lignende tilvenningsprosess kan skje med toveislading også i Norge, med forbehold om at den større kompleksiteten i systemet kan gi flere barrierer og/eller behov for ytterligere insentiver for toveislading sammenlignet med dagens smartlading.

### 6.1.2. Holdninger til toveislading i andre europeiske land

Studier i andre europeiske land viser at bekymringer for batteriets levetid og rekkeviddeangst også der er sentrale barrierer for deltakelse i toveislading (både for V2G og V2H).<sup>122,123,124</sup> Praktisk erfaring med V2G samvarierer med lavere bekymringer for batterilevetid og rekkeviddeangst.<sup>125</sup> Datasikkerhet er også en bekymring blant et mindretall.<sup>126,127</sup> Videre er økonomiske insentiver, som lavere strømkostnader, avgjørende for ønske om å ta i bruk toveislading.<sup>128,129</sup> Elbileiere og personer som har testet V2G krever høyere kompensasjon enn andre.<sup>130,131</sup>

Holdninger til V2B er mindre undersøkt også i andre land. Økonomiske hensyn står sentralt for arbeidstakeres interesse for å ta i bruk toveislading på arbeidsplassen.<sup>132</sup>

---

<sup>121</sup> Neaimah, M., Crozier, C., & Deakin, M. (2025). Learning by charging: Understanding consumers' changing attitudes towards vehicle-to-grid. *Applied Energy*, 382, 125183. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.125183>. Merk at studien omfatter kun 49 respondenter med V2G-erfaring.

<sup>122</sup> Geske, J., & Schumann, D. (2018). Willing to participate in vehicle-to-grid (V2G)? Why not! *Energy Policy*, 120, 392–401. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.05.004>.

<sup>123</sup> Khezri, R., Steen, D., & Anh Tuan, L. (2024). Willingness to Participate in Vehicle-to-Everything (V2X) in Sweden, 2022—Using an Electric Vehicle's Battery for More Than Transport. *Sustainability*, 16(5), 1792. <https://doi.org/10.3390/su16051792>

<sup>124</sup> Van Heuveln, K., Ghotge, R., Annema, J. A., Van Bergen, E., Van Wee, B., & Pesch, U. (2021). Factors influencing consumer acceptance of vehicle-to-grid by electric vehicle drivers in the Netherlands. *Travel Behaviour and Society*, 24, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.12.008>

<sup>125</sup> Neaimah, M., Crozier, C., & Deakin, M. (2025). Learning by charging: Understanding consumers' changing attitudes towards vehicle-to-grid. *Applied Energy*, 382, 125183. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.125183>.

<sup>126</sup> Ibid.

<sup>127</sup> Helferich, M., Tröger, J., Stephan, A., Preuß, S., Pelka, S., Stute, J., & Plötz, P. (2024). Tariff option preferences for smart and bidirectional charging: Evidence from battery electric vehicle users in Germany. *Energy Policy*, 192, 114240.

<sup>128</sup> Khezri, R., Steen, D., & Anh Tuan, L. (2024). Willingness to Participate in Vehicle-to-Everything (V2X) in Sweden, 2022—Using an Electric Vehicle's Battery for More Than Transport. *Sustainability*, 16(5), 1792. <https://doi.org/10.3390/su16051792>

<sup>129</sup> Helferich, M., Tröger, J., Stephan, A., Preuß, S., Pelka, S., Stute, J., & Plötz, P. (2024). Tariff option preferences for smart and bidirectional charging: Evidence from battery electric vehicle users in Germany. *Energy Policy*, 192, 114240.

<sup>130</sup> Neaimah, M., Crozier, C., & Deakin, M. (2025). Learning by charging: Understanding consumers' changing attitudes towards vehicle-to-grid. *Applied Energy*, 382, 125183. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.125183>

<sup>131</sup> Baumgartner, N., Kellerer, F., Ruppert, M., Hirsch, S., Mang, S., & Fichtner, W. (2022). Does experience matter? Assessing user motivations to accept a vehicle-to-grid charging tariff. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 113, 103528. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103528>

<sup>132</sup> Meyer, D., Kraus, L., Husemann, L., & Proff, H. (2025). Willingness of employees to accept bidirectional charging at the workplace. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 139, 104517. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104517>

Merk også at overføringsverdien av funn varierer mellom land, avhengig av lokale forhold som lademuligheter og nettstabilitet. Studier fra Tyskland og Nederland er mest framtrepende i studiene vi baserer oss på her.

## 6.2. Holdninger til V2B/V2G i Oslo-området

For å fylle ut kunnskapsgrunnlaget har vi gjennomført intervjuer med et utvalg aktører i Oslo-området. Disse omfatter offentlige og private eiendomseiere og -utviklere, transportleverandører, nettselskap, og Oslo kommune. Hovedfokuset i intervjuene har vært kjennskap til og vurderinger av toveislading mellom elektriske kjøretøy og større bygg.

### 6.2.1. Kjennetegn ved aktørene

Aktørene varierer med hensyn til energibehov, bilpark og parkeringsforhold. Noen har høyest energiforbruk på dagtid om sommeren, eksempelvis grunnet kjølebehov og automatiserte prosesser. Andre har størst forbruk på morgen eller ettermiddag/kveld om vinteren, blant annet knyttet til avising. I noen bygg er energibruken jevn gjennom dagen eller døgnet, uten tydelige sesongvariasjoner. Kjøretøybehov og parkeringsforhold er også svært ulike. Noen aktører disponerer store flåter med tunge eller varierte kjøretøytyper, mens andre har en mindre bilpark med personbiler. Andre eier store parkeringsområder med høy trafikk fra besøkende, inkludert langtidsparkering. Flere peker på at bygg i byområder ofte har begrenset parkeringskapasitet og viser til en utvikling der antall plasser reduseres over tid. Noen oppgir også en nedgang i antall egne biler, delvis erstattet av delingsordninger.

Samtlige aktører har et bevisst forhold til energiforbruk i egen virksomhet og har gjennomført eller vurderer tiltak for å redusere energibruk og effektopper. Eksempler inkluderer rute- og ladeplanlegging for å utnytte prisforskjeller gjennom døgnet, bruk av varmepumper og fjernvarme, energikartlegging og tilhørende energieffektiviseringstiltak, samt installasjon av solcelleanlegg. Mange har nylig etablert ladeinfrastruktur og investert i elektriske kjøretøy, noe som forskyver tidshorisonten for når investeringer i V2X kan bli aktuelt.

Kjennskap til og erfaring med toveislading varierer. Noen hadde deltatt i pilotprosjekter knyttet til ladeinfrastruktur for toveislading, men har begrenset praktisk erfaring utover testperioden. Andre kjente til teknologien, uten praktisk erfaring, mens for andre igjen var teknologien helt ny.

### 6.2.2. V2B og V2Gs relevans for aktørene

Reduserte strøm- og effektkostnader trekkes fram som en hovedmotivasjon for å vurdere V2X-løsninger blant bilflåte- og byggeiere. Teknologien vurderes imidlertid kun som relevant dersom den lar seg kombinere med eksisterende driftsbehov, og når tidspunkt for lading og utlading gir mulighet for prisarbitrasje. Der kjøretøy er i bruk på tidspunkt med høyest effektbehov i bygget, eller der lading sammenfaller med størst effektbehov, fremstår teknologien som mindre hensiktsmessig. Én trekker fram at toveislading per i dag fremstår som mest relevant for AC-ladestasjoner, og ikke for DC-ladestasjoner typisk er hurtigladere (med høy effekt) og derfor brukes i kortere tidsrom.<sup>133</sup>

Flere trekker fram at V2B virker særlig relevant for privatpersoner eller aktører som produserer solkraft, dersom de kan utnytte forskjeller i pris. Det trekkes fram at batterier er

---

<sup>133</sup> Merk at DC-ladestasjoner også kan brukes til lading med lavere effekt (altså for langsommere lading). DC er mindre brukt til ladere med lav effekt per i dag på grunn kostnadsforskjeller mellom AC- og DC-ladestasjoner ved lavere effekt.

dyre, og at bilen slik sett kan være et interessant lagringsalternativ (altså framfor å kjøpe dedikerte batterier til lagring).

Økt nettstabilitet trekkes ikke fram som en motivasjon for å ta i bruk toveislading i norsk sammenheng. Flere uttrykker at V2G fremstår mer aktuelt i land med dårligere nettstabilitet. Samtidig peker enkelte på at fremtidig økt elektrifisering, eksempelvis av byggeplasser, kan øke effekttopper og dermed øke relevansen av V2G. En representant fra et nettselskap anser V2G som lite relevant for å redusere det langsiktige behovet for nettutbygging, da dette forutsetter redusert forbruk eller utlading over flere døgn. Samtidig pekes det på at V2G kan være mer interessant der fleksibilitetsbehov er mer kortvarig, eksempelvis i drift av nettet.

En representant fra et annet nettselskap som jobber med nettstabilitet og -drift beskriver også potensialet til toveislading som begrenset. For husholdninger ble en bil med V2G vurdert å kunne behandles likt som en kunde med solceller. Registrering og teknisk oppfølging blir i stor grad det samme, og regulatorisk vil plusskundeordningen dekke innmating av strøm til nettet fra et bilbatteri på samme måte som andre plusskunder. I den grad toveislading kunne ført til utfordringer innen nettselskapene ansvarsområde, kunne det vært for store bedrifter med en stor bilpark som begynner å lade ut sine batterier samtidig, for eksempel med samlet effekt på 5 MW. Det kan gi problemer med for høy spenning inn på nettet. Effekttopper fra oppvarming av bygg ble omtalt som mindre relevant å senke med hjelp av V2B: effekttoppene for oppvarming kommer som regel før ansatte ankommer jobb med privatbil. Firmabiler må ofte være ladet opp til bruk i arbeidstiden, og vil derfor vanskelig kunne lades ut med for å senke effekttopp fra oppvarming like før arbeidstiden begynner. Det mest relevante for V2B ble derfor foreslått å være begrenset til enkelte «gullegg», som visse typer industri som kan trekke på parkerte bilbatterier for å ta ned effekttopper fra industriprosesser i arbeidstiden, eller bedrifter som har mye kjøretøy og stort kjølebehov.

### 6.2.3. utfordringer knyttet til V2B og V2G

Flere aktører peker på behovet for en tydelig forretningsmodell for både byggeier og bileier dersom V2X skal bli aktuelt. For V2G gjelder behovet også nettselskap og eventuelle aggregator-tjenester. Samtlige byggeiere ønsker å redusere effektleddkostnader. Samtidig beskrives dagens prisinsentiver som utilstrekkelige for at bruk av V2B skal være økonomisk lønnsomt, gitt blant annet økte kostnader til ladestasjoner. Enkelte viser til at innføringen av Norgespris vil redusere mulig lønnsomhet ytterligere.<sup>134</sup> Vurderinger fra tidligere piloter er at teknologien først blir økonomisk lønnsom ved tilstrekkelig høye strømpriser. Teknologien vurderes også som mindre aktuell dersom den medfører økte driftskostnader, for eksempel gjennom hyppig flytting av kjøretøy, forsinkelser i vareleveranser, eller nye effekttopper.

I situasjoner der bileier, ladeinfrastruktur og byggeier er ulike aktører, antok intervjudeltagerne at det oppstår flere koordineringsutfordringer. For privatpersoner antas det at kompensasjonsordninger vil være nødvendig for utlading av bil og batterislitasje, dersom de skal selge strømmen til andres bygg. Mange antar at bileiere vil være bekymret for redusert batterilevetid, og flåteeiere påpeker at redusert batterilevetid også vil påvirke restverdien negativt. Investeringer i større elektriske kjøretøy er allerede krevende å forsvare økonomisk og batterilevetid forsterker denne utfordringen. Enkelte trekker også frem at byggeiere og leietakere ofte har ulike insentiver for å investere i energiltak i bygg, som V2B, noe som kan hindre gjennomføring.

---

<sup>134</sup> Merk at dette kun vil gjelde boliger og hytter, slik at prisarbitrasje for andre strømkunder (f.eks. industri- og kontorbygg) vil være like relevant etter innføring av Norgespris.

Selv der en aktør eier både bygg, ladeinfrastruktur og kjøretøypark, kan lokal infrastruktur være en begrensning, for eksempel dersom byggets energibruk og ladeinfrastrukturen er koblet til ulike transformatorer (trafoer). Dette legger tekniske begrensninger på deling av strøm mellom bygg. For eksempel kan en parkeringsplass tilknyttet ett bygg gi større forbruksfleksibilitet fra parkerte biler tilknyttet V2B-ladestasjoner, men nytten begrenses hvis dette ikke er koblet til nabobygget, som har størst behov for å redusere effekttopper (for eksempel fra oppvarming eller kjøling). Andre påpeker at ulike krav i anbudsprosesser internt i en virksomhet kan påvirke hvor lett det er å ta i bruk V2B.

Alle aktørene forutsetter at V2X vil bli teknisk mulig i fremtiden, men understreker samtidig behovet for tekniske forbedringer og at kjøretøyparken blir tilrettelagt for toveislading før teknologien kan tas i bruk. Dagens tekniske utfordringer relateres primært til kommunikasjonsprotokoller for lading, i tillegg til typiske oppstartsproblemer assosiert med nye smarte tekniske systemer. I tillegg er levetiden for etablerte ladestasjoner viktig for avgjørelsen om å bytte til V2X-ladestasjon (det vil sjelden lønne seg så lenge ikke dagens ladestasjoner allerede er over levetid). Enkelte mener også at styringsutfordringer gjør V2B mindre egnet for rask effektreduksjon sammenlignet med batteribanker.

Mens behovet for regulatoriske endringer i liten grad nevnes som et behov for bruk av V2X, anerkjenner flere at endringer i EU-regelverk bidrar til å legge til rette for V2X. Enkelte peker også på behov for juridiske avklaringer, knyttet til utlading fra privatbiler, dersom strømmen skal selges til andre.

### 6.3. Veien videre for toveislading i Norge

Et intervjufunn som bekrefter tidligere forskning, er at kunnskapsnivået om V2X er begrenset, noe som henger sammen med at teknologien fortsatt er ny.<sup>135,136</sup> Samtidig viser tidligere forskning at praktisk erfaring med toveislading reduserer bekymring for batterislitasje<sup>137</sup> og rekkevidde<sup>138</sup>. Lignende trekk kom fram i intervjuene med aktører i Oslo-området. Selv blant intervjudeltagerne med mest konkret erfaring med toveislading, ble ikke skillet mellom «toveislading», V2G og V2B opprettholdt. Begrepene ble ofte brukt synonymt, til tross for at intervjuene var rammet inn med V2B som hovedfokus. Tekniske skiller blir antakelig mindre relevante fordi diskusjonene fortsatt foregår på et overordnet nivå.

Økt kunnskap i befolkningen vil henge tett sammen med teknologisk utvikling, bredere markedsintroduksjon av V2X-ladestasjoner og compatible biler, samt utvikling av forretningsmodeller. Det er blant annet behov for flere bilmodeller med V2X-muligheter, standardisering av ladeprotokoller og billigere ladestasjoner. En innføring av V2X som ny

---

<sup>135</sup> R. Khezri, D. Steen og L. A. Tuan, "A Review on Implementation of Vehicle to Everything (V2X): Benefits, Barriers and Measures", i *2022 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe)*, Novi Sad, Serbia, 2022, side 1-6, doi: 10.1109/ISGT-Europe54678.2022.9960673.

<sup>136</sup> Chen, C., Zarazua De Rubens, G., Noel, L., Kester, J., & Sovacool, B. K. (2020). Assessing the socio-demographic, technical, economic and behavioral factors of Nordic electric vehicle adoption and the influence of vehicle-to-grid preferences. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 121, 109692.

<sup>137</sup> Neaimeh, Myriam, Constance Crozier, og Matthew Deakin. «Learning by Charging: Understanding Consumers' Changing Attitudes towards Vehicle-to-Grid». *Applied Energy* 382: 125183. 2025, side 4. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.125183>.

<sup>138</sup> R. Khezri, D. Steen og L. A. Tuan, "A Review on Implementation of Vehicle to Everything (V2X): Benefits, Barriers and Measures", i *2022 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe)*, Novi Sad, Serbia, 2022, Side 1-6, doi: 10.1109/ISGT-Europe54678.2022.9960673

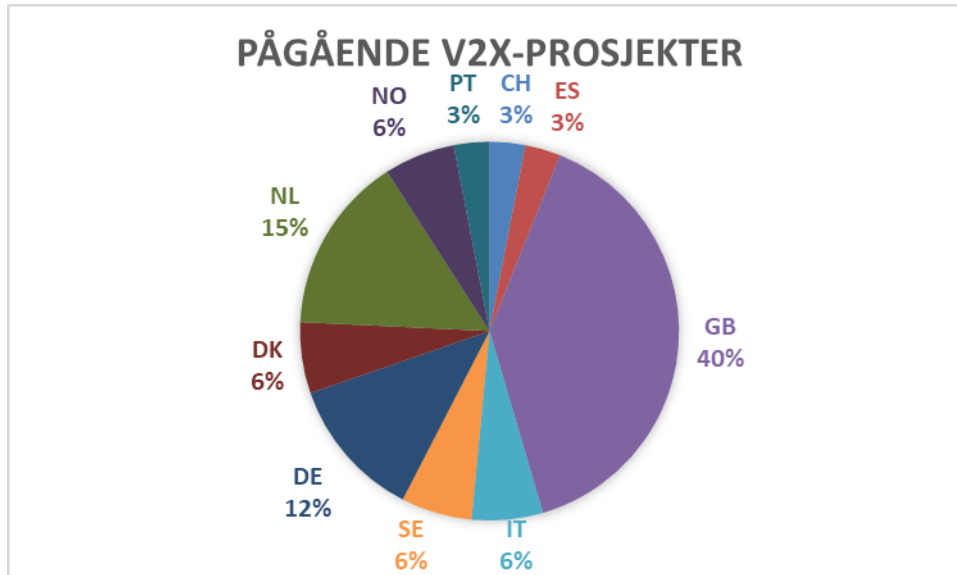
ladestandard kommer etter all sannsynlighet til å skje gradvis på grunn av levetiden til etablerte ladestasjoner. Det er vanskelig å se for seg per i dag at det vil lønne seg å bytte ut en ladestasjon før dens levetid er over for å få tilgang til V2X. Per i dag finnes det ingen etablerte forretningsmodeller knyttet til V2X, utover eksisterende insentiver i strømmarkedet – herunder arbitrasje på strømpriser og mulighet for redusert kapasitetsledd på nettleie. Innføringen av Norgespris kan imidlertid gjøre det førstnevnte, og største, insentivet irrelevant for de fleste husholdninger (ved V2H/V2G).<sup>139</sup> Økonomiske insentiver kan også komme fra et aggregatormarked, hvor man i praksis betaler for å ta i bruk fleksibiliteten til flere mindre aktører og får kompensasjon tilbake for nettbesparinger knyttet til å gjøre denne fleksibiliteten tilgjengelig for andre. Men mye arbeid gjenstår før dette er etablert i Norge (se kap. 3.3). Oppsummert gjenstår det betraktelig utvikling før V2X blir etablert i Norge.

---

<sup>139</sup> Norgespris er frivillig, så man står fritt til å stå utenfor ordningen, men foreløpig er den beregnet til å lønne seg klart for de tre sørligste prisområdene i Norge (NO1, 2 og 5): <https://bedrift.fortum.no/nyheter/hva-er-norgespris-og-pavirker-det-bedrifter>

## Vedlegg A. Forskning og utvikling i Europa

Omtrent 65 prosent av pågående V2X-prosjekter er lokalisert i Europa.<sup>140</sup> Blant disse gjennomføres de fleste prosjektene i Storbritannia, Nederland og Tyskland, se figur A. I en internasjonal kontekst trekkes spesielt Storbritannia, Nederland og Danmark frem som ledende innen storskalatesting av pilotprosjekter og implementering av toveisladning i større skala. En oppsummering av prosjektene i disse tre landene presenteres nedenfor.



Figur A. Beskrivelse av hvilke land i Europa som har pågående pilotprosjekter. Basert på data fra V2G-Hub<sup>141</sup>

### A.1. Danmark

I Danmark har flere V2G-prosjekter blitt gjennomført, blant annet EDISON-prosjektet (2009–2013) på Bornholm<sup>142</sup> og Nikola-prosjektet (2013–2016), som begge la grunnlaget for større satsninger. Et av disse var Parker-prosjektet<sup>143</sup> (2016–2019), finansiert av ForskEL med et budsjett på over 11 millioner DKK. Prosjektet ble gjennomført av et konsortium bestående av ni aktører, inkludert Nissan og Mitsubishi. Formålet var å teste levering av støttetjenester til FCR-D (Frequency Containment Reserve - Disturbance) fra en bilflåte og å validere at serieproduserte elektriske kjøretøy kan støtte operativ drift i flåter. I tillegg ønsket prosjektet å identifisere hindringer knyttet til marked, teknologi og bruk, for å forenkle videre kommersialisering av V2G-teknologien. Som en del av prosjektet ble det gjennomført en pilotstudie i Frederiksberg, hvor verdens første kommersielle pilotprosjekt med V2G-kompatible serieproduserte elektriske kjøretøy ble testet. Parker-prosjektet viste at kjøretøy

<sup>140</sup> V2G Hub, *Insights*. 2025. Tillgänglig: [V2G Hub | V2G Around the world: V2G Hub | V2G Around the world](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>141</sup> V2G Hub, *Insights*. 2025. Tillgänglig: [V2G Hub | V2G Around the world: V2G Hub | V2G Around the world](#) (Hentet 2025-03-04) (Excel-fil)

<sup>142</sup> C. Binding, D. Gantenbein, B. Jansen, O. Sundström, P. Bach Andersen, F. Marra, B. Poulsen och C. Træholt, "Electric vehicle fleet integration in the danish EDISON project - A virtual power plant on the island of Bornholm," i *IEEE PES General Meeting*, Minneapolis USA, 2010, side: 1-8, doi: 10.1109/PES.2010.5589605.

<sup>143</sup> P. B. Andersen, S. H. Toghroljerdi, T. M. Sørensen, B. E. Christensen, J. C. Morell Lodberg Høj och A. Zecchino, "The Parker Project, final report," EUDP, 2019.

kunne levere støttetjenester til strømmettet og identifiserte viktige tekniske og markedsmessige barrierer.<sup>144</sup>

## A.2. Storbritannia

Storbritannia har gjennom Innovate UK og BEIS<sup>145</sup> finansiert flere store demonstrasjonsprosjekter, blant annet Sciurus, e4Future og EVelocity.<sup>146</sup>

Demonstrasjonsprosjektet Sciurus pågikk i 36 måneder, fra april 2018, hvor det ble utviklet og installert både maskinvare og programvare hos over 330 kunder med CHAdeMO-ladere og Nissan Leaf-biler. Prosjektet samlet inn og analyserte data over en periode på 12 måneder, samtidig som brukernes opplevelser ble studert.

En av de viktigste konklusjonene fra prosjektet var at V2G kan gi betydelige økonomiske fordeler for både brukere og strømmettet. Prognoser viser at Storbritannia kan ha nesten 11 millioner elektriske kjøretøy innen 2030, og dersom 50 % av disse bruker V2G, kan dette gi 22 TWh fleksibilitet per år og rundt 16 GW daglig fleksibel kapasitet til strømmettet. Prosjektet identifiserte også flere utfordringer som må løses for en bredere implementering av V2G, inkludert behovet for lavere maskinvare- og installasjonskostnader, flere elektriske kjøretøy med V2G-kompatibilitet, forenklet sertifisering og lokalisering av ladestasjoner, samt enklere tilgang til energimarkedene. Barrierer som rekkeviddeangst, bekymringer rundt batterislitasje og usikkerhet om inntektsmuligheter ble redusert blant deltakerne etter prosjektet.<sup>147</sup>

Innovasjonsbyrået UKRI Innovate UK leder V2X Innovation Programme, et initiativ med et budsjett på £12,6 millioner, som har som mål å håndtere hindringer for toveislading av elektriske kjøretøy.<sup>148</sup> Programmet har finansiert 17 prosjekter innen interoperabilitet, smarte hjem-løsninger, teknologisk utvikling, tariffmodeller, flåtestyring, mikronett, forretningsmodeller, forbrukerbarrierer og batteridegradering. I 2023 ble INFLEXION lansert – verdens første program for toveislading med CCS-teknologi. Dette ble gjort i samarbeid mellom Kaluza, Volkswagen Group UK, OVO Energy og Indra, som en oppfølger til Sciurus-prosjektet.<sup>149</sup>

## A.3. Nederland

Nederland er en av de fremste innen V2X, både i Europa og globalt. Foruten å delta i INTERREG-prosjektet SEEV4-City, har landet flere store V2G-prosjekter i Amsterdam og Utrecht. Innovationshubben ElaadNL fungerer som en kunnskapshub for smart ladinfrastruktur og samarbeider med nederlandske elnettoperatører for å fremme en framtid med høy andel fornybar strøm og elektriske kjøretøy.<sup>150</sup>

---

<sup>144</sup> P. B. Andersen, S. H. Toghroljerdi, T. M. Sørensen, B. E. Christensen, J. C. Morell Lodberg Høj og A. Zecchino, "The Parker Project, final report," EUDP, 2019.

<sup>145</sup> UK Department of Business, Energy, Industry and Science

<sup>146</sup> Innovate UK, *Innovate UK innovation outcomes and impact*, 2023. [Innovate UK innovation outcomes and impact – UKRI](#)

<sup>147</sup> T. Horschig, O. Özgün och F. Jones, *How vehicle-to-everything (V2X) can turbocharge the energy transition*. Tilgjengelig: [V2X](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>148</sup> UK Gov, *V2X Innovation programme*, 24 mars 2022. Tilgjengelig: [\[Withdrawn\] V2X Innovation Programme \(closed to applications\) - GOV.UK](#). (Hentet 2025-03-04)

<sup>149</sup> Kaluza, *Kaluza launches a world-leading vehicle-to-everything trial with Volkswagen Group UK, OVO Energy and Indra*, 19 januar 2023. Tilgjengelig: [Kaluza launches a world-leading vehicle-to-everything trial with Volkswagen Group UK, OVO Energy and Indra - Kaluza](#) (Hentet 2025-03-04).

<sup>150</sup> Elaadnl, *About us*, Tilgjengelig: [About us • ElaadNL](#) (Hentet 2025-03-04)

Utrecht høye ambisjoner om å skape et økosystem for toveislading gjennom sitt pilotområde “Smart Solar Charging”. Byen har over 500 ladestasjoner som støtter bidireksjonal lading og 200 biler. Målet er å øke bruken av solenergi ved å lade byens bilflåte når solen skinner og deretter bruke energien på kvelden for å avlaste strømmettet. Prosjektet “Smart Solar Charging” implementerte et nettverk av 500 toveisladestasjoner og en elbilpool med 200 kjøretøy via organisasjonen “We Drive Solar”. Prosjektet pågikk i fire år og ble finansiert av European Regional Development Fund (ERDF).<sup>151</sup>

Teknologien utvikles videre gjennom lokale prosjekter som IRIS, ROBUST<sup>152</sup> og FLEET<sup>153</sup>, samt det europeiske prosjektet SCALE<sup>154</sup>. Innen FLEET, som samfinansieres av TKI Urban Energy, studeres ladingmønstre. Innen prosjektet IRIS, finansiert av Horizon 2020, implementeres toveislading i distriktet Analeneiland-Zuid i Utrecht<sup>155</sup>. SCALE-prosjektet undersøker muligheten for å støtte strømmettet med en bilpool på 500 Hyundai IONIQ 5 og 3 000 AC-ladepunkter som er kompatible med ISO-15118. Målet er å skape et Virtual Power Plant og undersøke potensialet for å støtte strømmettet via en bilpool.<sup>156 157</sup>

#### A.4. Norge

I NEX2G-prosjektet ved Oslo Lufthavn har man undersøkt hvordan langtidsparkerte elektriske kjøretøy og kommersielle bygg kan bidra til energilagring og nettstabilitet. Med Oslo Lufthavn Gardermoen som casestudie, samles sanntidsdata via fem toveisladestasjoner for å forutsi fleksibilitet ved hjelp av maskinlæring. Prosjektet analyserer også de økonomiske fordelene både for samfunnet og for de involverte aktørene.<sup>158</sup> I Trondheim har det blitt gjennomført tester for å undersøke hvordan elbilbatterier kan fungere som energilagring-løsninger i såkalte «positive energiblokker», som en del av EU-prosjektet *Positive City Exchange*. ABB har installert toveisladestasjoner i bydelene Brattøra og Sluppen, og prosjektet har som mål å vise hvordan elektriske kjøretøy kan støtte strømmettet og bidra til energisikkerhet og bærekraftig byutvikling.<sup>159</sup>

Ved Campus Evenstad, et testområde for nullutslipp-løsninger i regi av FME ZEN, er V2G-teknologi testet for å integreres med et allerede avansert energisystem med solceller og batterilagring. Målet var å forbedre egenforbruket av fornybar energi og redusere

---

<sup>151</sup> FLEET: *Slim laden met flexibele nettarieven*. Tilgjengelig: [Home - Flexibele Nettarieven](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>152</sup> IRIS smart cities, *Utrecht*. Tilgjengelig: [IRIS Smart Cities Showcase – Co-creating smart and sustainable cities](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>153</sup> SCALE, *Vehicle to Public*. Tilgjengelig: [Vehicle to Public - SCALE](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>154</sup> Europeiska rådet och Europeiska unionens råd, *Horisont Europa: innovations- och forskningsinvesteringar med effekt*, 2025-02-03 Tilgjengelig: [Horisont Europa - Consilium](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>155</sup> Europeiska kommissionen, *System approach to achieve optimised Smart EV Charging and V2G flexibility in mass-deployment conditions (2ZERO)*, Tilgjengelig: [Horisont Europa - Consilium](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>156</sup> Europeiska kommissionen, *Delivering Renewal and Innovation to mass Vehicle Electrification enabled by V2X technologies*, 2023-01-17. Tilgjengelig: [Delivering Renewal and Innovation to mass Vehicle Electrification enabled by V2X technologies | Drive2X | Project | Fact sheet | HORIZON | CORDIS | European Commission](#) (Hentet 2025-03-04)

<sup>157</sup> Europeiska kommissionen, *Electric Vehicles Management for carbon neutrality in Europe*, 2022-08-03. Tilgjengelig: [Electric Vehicles Management for carbon neutrality in Europe | EV4EU | Project | Fact sheet | HORIZON | CORDIS | European Commission](#). (Hentet 2025-03-04)

<sup>158</sup> NMBU, *Nettbalansering fra store parkeringsanlegg og næringsbygg - NeX2G*. Tilgjengelig: [NeX2G | NMBU](#) (Hentet 2025-03-05)

<sup>159</sup> +CityxChange, D5.13: *+Trondheim eMaaS Demonstration*, 2022-04-27. Tilgjengelig: [D5.13: +Trondheim eMaaS Demonstration - +CityxChange](#)

belastningen på strømmettet. På grunn av leveranseproblemer ble det først brukt en prototype<sup>160</sup>, men i dag er to 10 kW DC-ladere i drift med CHAdeMO-tilkobling.<sup>161</sup> I Oslo ble det gjennomført en operasjonell pilot som en del av det europeiske SEEV4-City-prosjektet. Ved Vulkan parkeringshus, et av Europas største ladeanlegg for elektriske kjøretøy, har prosjektet testet smart lading og energilagring som verktøy for å balansere strømforbruket og redusere kostnader. V2X-teknologi ble derimot ikke inkludert i testene.<sup>162</sup>

## A.5. Sverige

Den svenske interesseorganisasjonen Power Circle publiserte i 2023 en rapport<sup>163</sup> om forskningsstatus og fremtidige behov innen V2X i Sverige og internasjonalt. Sverige ligger teknologisk langt fremme, mye takket være en sterk industri innen bilproduksjon, batterier og ladeinfrastruktur, med Chalmers, RISE og Uppsala universitet som sentrale aktører. Likevel har landet færre fullskalaer demonstrasjonsprosjekter enn flere andre land. Forskningen i Sverige fokuserer hovedsakelig på fem områder: utvikling av maskin- og programvare for elektriske kjøretøy, ladeinfrastruktur og batterisystemer; elbilens rolle i kraftsystemet og muligheter med toveislading; bruker- og atferdsstudier for å forstå barrierer og incentiver; forretningsmodeller for langsiktig lønnsomhet; samt regelverk og standarder for storskala implementering.<sup>164</sup>

Blant pågående prosjekter finner vi PAVE<sup>165</sup>, som benytter en større flåte Polestar 3-biler for å teste hvordan V2G kan stabilisere strømmettet og skape skalerbare forretningsmodeller. Logging av elbilbruk<sup>166</sup> kartlegger lade- og kjøremønstre for 360 elektriske kjøretøy over hele Sverige og analyserer effektene på lokale strømmett. PEPP<sup>167</sup> undersøker hvordan offentlig toveislading kan implementeres i stor skala gjennom tekniske tester, brukerundersøkelser og utvikling av forretningsmodeller og incentiver. Prosjektet Affärsmodeller för laddning<sup>168</sup> ser på hvordan elektriske kjøretøy kan fungere som en fleksibel ressurs ved kapasitetsbegrensninger i nettet, gjennom løsninger som frekvensregulering og spenningsstyring. Til slutt gjennomfører Volvo Cars og Göteborg Energi<sup>169</sup> en pilot med seks

---

<sup>160</sup> Enova, *Elektriske kjøretøy til nett (V2G) på Campus Evenstad*. Tilgjengelig: [Elektriske kjøretøy til nett \(V2G\) på Campus Evenstad | Enova](#) (Hentet 2025-03-06)

<sup>161</sup> V2G Hub, *Campus Evenstad (FME ZEN pilot)*. Tilgjengelig: [Campus Evenstad \(FME ZEN pilot\): V2G Hub | V2G Around the world](#) (Hentet 2025-03-05)

<sup>162</sup> Interreg North Sea Region – SEEV4-City, *Final report - Oslo Operational Pilot*, 2020-07-29.

Tilgjengelig: (PDF) *Final report- Oslo Operational Pilot*: [https://www.seev4-city.eu/wp-content/uploads/2020/09/SEEV4-City-Oslo-Operational-Pilot\\_Final-Report.pdf](https://www.seev4-city.eu/wp-content/uploads/2020/09/SEEV4-City-Oslo-Operational-Pilot_Final-Report.pdf) (Hentet 2025-03-06)

<sup>163</sup> Power Circle, *Forskning och utveckling av V2X i Sverige- En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov*. 2023.

<sup>164</sup> Ibid

<sup>165</sup> Polestar, *Polestar initiates V2G projects and develops Virtual Power Plant to support large-scale energy transition*, 2023-11-09. Tilgjengelig: [Polestar initiates V2G projects and develops Virtual Power Plant to support large-scale energy transition - Polestar Global Media Newsroom](#) (Hentet 2025-03-05)

<sup>166</sup> Chalmers, *Loggning av elbilsanvändning - karakterisering av kör- och laddmönster och påverkan på elnätet*, 2022-09-21. Tilgjengelig: [Loggning av elbilsanvändning - karakterisering av kör- och laddmönster och påverkan på elnätet](#) (Hentet 2025-03-05)

<sup>167</sup> Chalmers, PEPP - Dubbelriktad laddning i publika miljöer, 2025-02-04. Tilgjengelig: [PEPP - Dubbelriktad laddning i publika miljöer](#) (Hentet 2025-03-05)

<sup>168</sup> Framtidens elsystem, *Affärsmodeller för laddning av elbilar med hänsyn till nätbegränsningar: samspel mellan bilägare, elleverantör och nätägare*. Tilgjengelig: [Affärsmodeller för laddning av elbilar med hänsyn till nätbegränsningar: samspel mellan bilägare, elleverantör och nätägare](#) (Hentet 2025-03-05)

<sup>169</sup> Tidningen Energi- El, varme & kyla, *Därför satsar Göteborg Energi på V2G*, 2024-01-22.

Tilgjengelig: [Därför satsar Göteborg Energi på V2G](#) (Hentet 2025-03-05)

elektriske kjøretøy i private hjem for å studere hvordan husholdninger kan levere effekt tilbake til strømmettet.

## A.6. Spesielle satsninger innen EU

I Europa finnes det også flere felles prosjekter mellom ulike land gjennom spesielle satsninger innen EU. INTERREG finansierte det europeiske samarbeidsprosjektet SEEV4-City (2016–2020), hvor flere regioner samarbeidet for å integrere elektriske kjøretøy, fornybar kraftproduksjon og IKT-løsninger. Prosjektet omfattet seks pilotprosjekter i fire land, med deltakere fra Oslo kommune (Norge), Leicester (Storbritannia), Amsterdam og Johan Cruiff Arena (Nederland) samt KULeuven (Belgia), under ledelse av Amsterdam University of Applied Sciences. Innenfor prosjektet ble det demonstrert fordeler som frekvensregulering, lastforskyvning og energi arbitrasje for hjemmelading, destinasjonslading og offentlig lading med CHAdeMO-teknologi.

HORIZON er EUs rammeprogram for forskning og innovasjon for perioden 2021–2027. Under pilaren *Globale utfordringer og europeisk industriell konkurransekraft* støttes prosjekter innen klima, energi og mobilitet, hvor flere V2X-relaterte prosjekter har fått finansiering. I 2021 ble utlysningen "System approach to achieve optimised Smart EV Charging and V2G flexibility in mass-deployment conditions" (2ZERO) lansert. Målet var å utvikle kontrollerbare ladeløsninger for å unngå effekttopper i strømmettet og undersøke hvordan batterier i parkerte kjøretøy kan avlaste strømmettet. I tabell A presenteres fem prosjekter som fikk finansiering for V2X-studier.

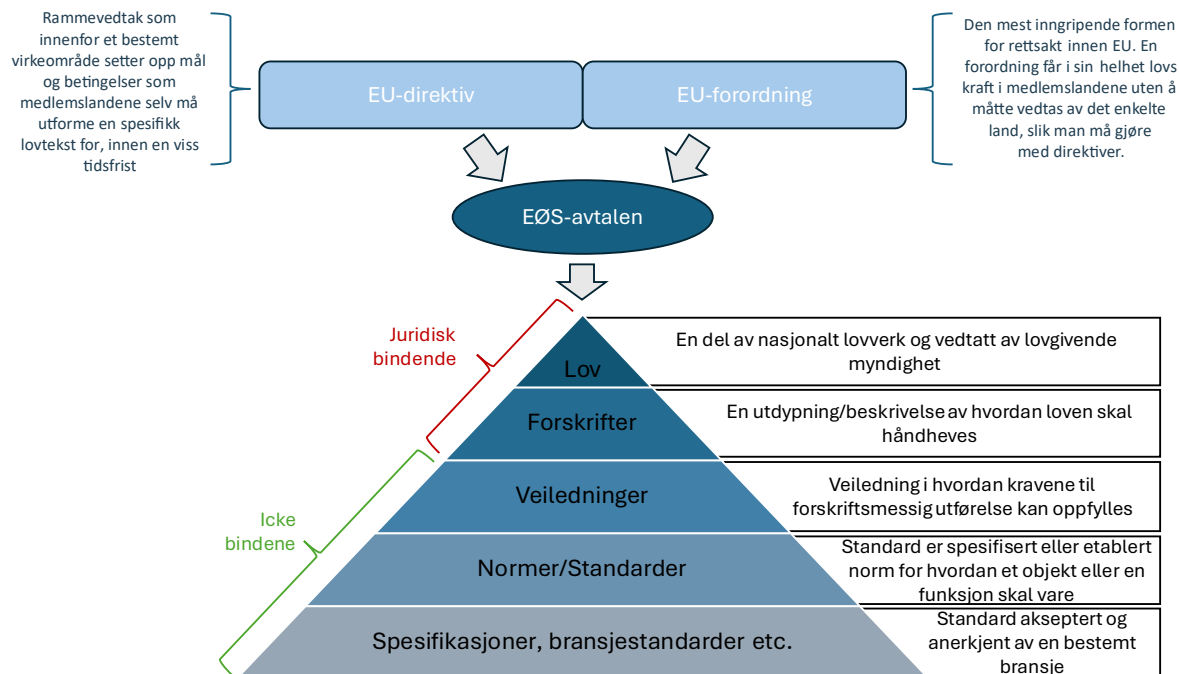
Tabell A. V2X-prosjekt som fått støtte innen EUs rammeprogram Horizon.

Navn	Beskrivelse av prosjekt
<b>DriVe2X</b> (2023–2026)	Et tverrfaglig prosjekt som har som mål å etablere en vitenskapelig plattform og øke bevisstheten rundt V2X. Deltakere fra Finland, Portugal, Nederland, Tyskland, Spania, Italia og Storbritannia.
<b>EV4EU</b> (2022–2025)	Utvikler og implementerer strategier for V2X og storskala innføring av elektriske kjøretøy. Deltakere fra Portugal, Slovenia, Danmark, Hellas og Storbritannia.
<b>FLOW</b> (2022–2026)	Har som mål å øke forståelsen av storskala implementering av smart lading og V2X-løsninger. Deltakere fra Spania, Italia, Tyskland, Danmark, Tsjekkia, Irland, Belgia, Nederland og Sveits.
<b>XL-Connect</b> (2023–2026)	Optimerer hele verdikjeden for lading, fra energiproduksjon til sluttbruker. Deltakere fra Østerrike, Italia, Frankrike, Belgia, Spania, Tsjekkia, Nederland, Portugal og Storbritannia.
<b>SCALE</b> (2022–2025)	Fremmer smart ladinfrastuktur og forenkler implementeringen av elektriske kjøretøy. Deltakere fra Nederland, Belgia, Tyskland, Frankrike, Norge, Sverige, Hellas og Ungarn.

## Vedlegg B. Regulatoriske rammeverk

Dette avsnitt gir en oversikt av det regulatoriske rammeverket i Norge og hva som påvirker utviklingen og bruken av toveislading. Utviklingen og implementeringen av toveislading (V2X) i Norge påvirkes av et samspill mellom nasjonale lover og forskrifter, internasjonale standarder og europeiske regelverk som innlemmes gjennom EØS-avtalen. Rammeverket skal sikre at teknologien tas i bruk på en trygg, effektiv og interoperabel måte, samtidig som

det legger til rette for fleksibilitet og integrasjon av elektriske kjøretøy i kraftsystemet. I figur B beskrives den hierarkiske rekkefølgen for hvordan ulike regulatoriske virkemidler forholder seg til hverandre.



Figur B. Forhold mellom lover, forskrifter, normer etc. i Norge.

## B.1. EU-direktiv og forordninger og europeiske arbeidsgrupper

På europeisk nivå finnes det en rekke direktiver og forordninger som direkte eller indirekte berører V2X. Disse regelverkene setter krav til blant annet forbrukerrettigheter, fleksibilitetsløsninger, energilagring, ladeinfrastruktur og bruk av smarte og toveis ladeløsninger. Hvorvidt disse innlemmes i Norge styres igjen gjennom EØS-avtalen<sup>170</sup>. Gjennom EØS-avtalen<sup>171</sup> er Norge integrert i EUs energimarked, og mange av EUs direktiver og forordninger innen energi, klima og forskning er innlemmet i avtalen.<sup>172</sup> I dag omfatter EØS-avtalen over 80 rettsakter i EØS-avtalens Vedlegg IV om energi og flere rettsakter er under vurdering for innlemmelse i EØS-avtalen. Mange av rettsaktene er ennå ikke innlemmet i EØS-avtalen, men vurderes som EØS-relevante og kan dermed forventes å påvirke norsk regelverk i fremtiden, se tabell A.

<sup>170</sup> EØS-avtalen er en folkerettslig avtale som omfatter EU-landene og Norge, Island og Liechtenstein og som har som hovedmålsetning å utvide EUs indre marked med fri bevegelighet for varer, tjenester, kapital og personer, til de tre ikke-medlemslandene.

<sup>171</sup> EØS-avtalen er en folkerettslig avtale som omfatter EU-landene og Norge, Island og Liechtenstein og som har som hovedmålsetning å utvide EUs indre marked med fri bevegelighet for varer, tjenester, kapital og personer, til de tre ikke-medlemslandene.

<sup>172</sup> Regjeringen, EU- vårt viktigste energimarked, 2021. [EU – vårt viktigste energimarked - regjeringen.no](https://www.regjeringen.no) (Hentet 2025-04-25)

Tabell B. Ulike EU-direktiv og forordninger som påvirker V2X.

Navn	Beskrivelse	Innforlivet i EØS-avtalen
<b>Elmarkedsdirektivet (2019/944) og (2024/1711)</b>	Direktivet inneholder viktige bestemmelser for å utvikle etterspørselsfleksibilitet for V2X, inkludert ikke-diskriminerende tilgang til elektrisitetsmarkeder og anerkjennelse av uavhengige aggregatorer. Et nytt direktiv fra 2024 forbedrer funksjonen til elektrisitetsmarkedet ved å øke fleksibiliteten i kraftsystemet med forbruksfleksibilitet, energilagring og andre ikke-fossile løsninger, samt styrker forbrukernes rettigheter. Artikkel 4 krever at kunder skal kunne ha flere strømvtaler samtidig og tillates å ha flere måle- og faktureringspunkter. Artikkel 15a gir husholdninger, små og mellomstore bedrifter samt offentlige organer rett til å delta i energideling innenfor et elområde eller et begrenset geografisk område.	Direktiv (EU) 2019/944 opphever og erstatter direktiv (EU) 2009/72 som er innlemmet i EØS-avtalens vedlegg IV. Elmarkedsdirektiv 2024/1711 og direktiv (EU) 2019/944 er ikke innlemmet i EØS-avtalen, men er vurdert som EØS-relevante.
<b>Elektrisitetsforordning (2019/943) og (2024/1747)</b>	Forordningen inneholder regler for å oppnå energiunionens mål og klima- og energirammen for 2030 gjennom markedssignaler som fremmer effektivitet, fornybar energi, forsyningsikkerhet, fleksibilitet, bærekraft, utfasing av fossile brenslere og innovasjon. Den fastsetter prinsipper for integrerte og transparente elektrisitetsmarkeder med ikke-diskriminerende tilgang og økt forbrukerinnflytelse. En revisjon i 2024 (2024/1747) inkluderer krav til måleutstyr for fleksibilitetsressurser (artikkel 7b), vurdering av fleksibilitetsbehov (artikkel 19e), mål for etterspørselsfleksibilitet og lagring (artikkel 19f), støttesystemer for fleksibilitet (artikler 19g og 19h) og publisering av data om fremtidige fleksibilitetsbehov (artikkel 64).	Forordning (EU) 2024/1747 endrer forordning (EU) 2019/942 (ACER-forordningen) og forordning (EU) 2019/943 (elektrisitetsforordningen). Forordningene er ikke innlemmet i EØS-avtalen, men er vurdert som EØS-relevante.
<b>Alternative Fuels Infrastructure Regulations (2023/1804) (AFIR)</b>	EU-forordning 2023/1804 om utbygging av infrastruktur for alternative drivstoff (AFIR) trådte i kraft 13. april 2024 og erstattet direktiv 2014/94/EU. AFIR krever at EUs medlemsstater sikrer tilgjengelig infrastruktur for alternative drivstoff. I henhold til artikkel 15.3 skal medlemsstatene hvert tredje år vurdere hvordan ladestasjoner bidrar til energisystemets fleksibilitet og bruk av fornybar energi, inkludert smart og toveislading. Artikkel 15.4 krever at tilsynsmyndigheten vurderer hvordan toveislading kan redusere kostnader og øke fornybar energi. Vurderingene skal gjøres tilgjengelige for offentligheten og inkluderes i nasjonale rapporter.	Forordningen vil erstatte direktiv 2014/94/EU som er gjennomført i norsk rett. Selv om virkeområdet utvides og bestemmelsene er mer omfattende, er hovedinnretningen og hensikten den samme. Rettsakten vurderes som EØS-relevant og akseptabel.
<b>Energy Performance of Buildings Directive (2024/1275) (EPBD)</b>	Den 28. mai 2024 trådte direktiv (EU) 2024/1275 om bygningers energiytelse i kraft, som en del av 55-prosentpakken for å oppnå klimanøytralitet innen 2050. Direktivet inneholder krav til energiytelse, energieffektivisering, solenergi, ladeinfrastruktur, energiklassifisering, energideklarasjoner, renoveringspass, smarthetsindikatorer, finansiering og kompetanseforsyning. Artikkel 14.6 krever at ladepunkter kan bruke smart og toveislading, med interoperable og ikke-diskriminerende kommunikasjonsprotokoller og standarder, i samsvar med europeiske standarder og delegerte rettsakter.	Regjeringen har bestemt at EUs bygningsenergidirektiv fra 2018 skal tas inn i EØS-avtalen men det reviderte direktivet fra 2024 blir ikke vurdert nå. Energidepartementet jobber med å vurdere 2024-direktivet, og dette arbeidet er ikke ferdig.

<b>Fornybardirektivet (2023/2413)</b>	Direktivet oppretter en felles ramme for å fremme energi fra fornybare kilder og fastsetter et bindende mål for andelen fornybar energi i EUs endelige energiforbruk innen 2030. I henhold til endringsdirektivet fra 2023 skal medlemsstatene kartlegge områder med potensial for fornybar energiproduksjon og distribusjon for å nå EUs mål. Artikkel 15a oppfordrer medlemsstatene til å innføre tiltak for å øke bruken av fornybar energi i bygninger, inkludert støtte for egenbruk, lokal energilagring, smart og toveislading, for å fremme fleksibilitetstjenester og energieffektiviseringer.	Fornybardirektivet fra 2018 opphevet direktivet fra 2009, som er innlemmet i EØS-avtalen. Regjeringen har bestemt at direktivet fra 2018 skal tas inn i EØS-avtalen. Endringene som i det reviderte direktivet fra 2023, men endringene vurderes ikke nå
<b>Ny "fleksibilitetsforordning"</b>	EU fastsetter felles kommisjonsforordninger, også kalt nettreger, og retningslinjer for å skape enhetlighet i kraftmarkedet. Et eksempel er retningslinjen for kraftbalansering, som legger til rette for at land kan dele ressurser for å balansere produksjon og etterspørsel, noe som reduserer forbrukerkostnader og fremmer grønn energi. Elektriske kjøretøy og batterienergilagringssystemer var tidligere unntatt fra disse nettregerne, men det er nå identifisert et behov for å oppdatere regelverket for å inkludere V2X-teknologi som en ressurs for fleksibilitetstjenester. Som følge av dette har de europeiske systemoperatørene, ENTSO-E og DSO Entity, i 2024 levert et forslag til en ny kommisjonsforordning – også kalt nettkode – for etterspørselsfleksibilitet. Målet er å gjøre det enklere for aktører å delta i kraftmarkedet gjennom ulike former for fleksibilitet, som energilagring eller å flytte strømforbruk til andre tidspunkter. Forslaget er foreløpig ikke besluttet i EU-kommisjonen.	Icke besluttet i EU-kommisjonen ennå
<b>Europeiske arbeidsgrupper</b>		
<b>E-mobility Europe</b>	Bransjeorganisasjon for det europeiske økosystemet for elektriske kjøretøy med over 70 medlemmer. De fremmer elektrifisert transport og påvirker politiske beslutninger for å lette integrasjonen av elektriske kjøretøy i Europa.	
<b>ChargeUp Europe</b>	Bransjeorganisasjon for leverandører av ladeinfrastruktur for elektriske kjøretøy i Europa. De fremmer utbyggingen og interoperabiliteten av ladeinfrastruktur og støtter EUs mål om nullutslipp innen 2035.	
<b>Task 53</b>	Initiativ som fokuserer på interoperabilitet for toveislading av elektriske kjøretøy. Målet er å sikre effektiv og standardisert energioverføring mellom elektriske kjøretøy og strømmettet.	

## B.2. Lover, forskrifter og standarder

Elsikkerhetsregelverket i Norge består av lover, forskrifter og standarder som styrer prosjektering, installasjon, drift og vedlikehold av elektriske anlegg og utstyr. Den sentrale loven er El-tilsynsloven, som danner grunnlaget for tilsyn utført av blant annet DSB (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap) og DLE (Det lokale eltilsyn). I henhold til el-tilsynsloven skal elektriske anlegg prosjekteres, utføres, drives, vedlikeholdes og kontrolleres på en slik måte at de ikke utgjør fare for liv, helse og materielle verdier. Det

finnes mange forskrifter innen elsikkerhetsområdet og to er særlig relevante for V2X (toveislading).

### B.2.1. FEL og FEK

Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) er en norsk forskrift som regulerer hvem som får utføre, reparere og vedlikeholde elektriske anlegg, og hvordan anleggene og installasjonene skal utføres. Formålet med forskriften er å oppnå forsvarlig elsikkerhet ved prosjektering, utførelse, endringer og vedlikehold av elektriske lavspenningsanlegg og ved bruk av elektrisk utstyr som tilkobles slike anlegg.<sup>173</sup> Etablering av ladestasjoner er regulert i denne forskrift.

Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr (FEK) fastsetter krav til foretak og personer som utfører eller tilbyr å utføre arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr slik at arbeidet ikke fører til skade på liv, helse eller materielle verdier. Med foretak menes også underenheter til et foretak.

### B.2.2. Norsk elektrisk komité (NEK)

FEL henviser til spesifikke normer som beskriver metoder for å oppfylle sikkerhetskravene i forskriftens kapittel V [12, veiledning til § 10]. Innenfor elektroteknikk og telekommunikasjon er det Norsk Elektroteknisk Komité (NEK) som håndterer elektroteknisk standardisering.<sup>174</sup> Innen NEK finnes det flere ulike normkomiteer som er ansvarlig for ulike områder og representerer motsvarende komiteer på internasjonalt nivå. En normkomité er en sammensatt gruppe fageksperter fra norsk næringsliv, myndigheter og forvaltning med ansvar for utvikling vedlikehold og revisjon av standarder, spesifikasjoner og tekniske rapporter. De to mest aktuelle normkomiteene innen NEK, for toveislading, er NK64 og NK69.

#### B.2.2.1. NK 64 og NEK 400

NK 64 er en av NEKs største normkomiteer og behandler nasjonal, europeisk og internasjonal elektroteknisk standardisering og elsikkerhet, relatert til lavspenningsinstallasjoner. NK 64 forvalter blant annet standardsamlingen NEK 400 som er en av de mest sentrale standardene for å oppfylle sikkerhetskravene i FEL. NEK 400, som er basert på den internasjonale IEC 60364-serien, er en samling av i alt 42 enkeltstandarder (delstandarder). Hver delstandard (bortsett fra standardene i NEK 400-8 som er rent nasjonale) er forankret i tilsvarende internasjonal standard fra CENELEC og/eller IEC. Arbeidet internasjonalt foregår i all hovedsak i IEC. NEK 400 har som mål å sikre god funksjon og sikkerhet ved prosjektering og utførelse av lavspenningsinstallasjoner. Den inneholder også metodikk for både verifisering av nye installasjoner og periodisk kontroll. Et anlegg som er utført i samsvar med NEK 400 og har tilhørende dokumentasjon, vil oppfylle myndighetenes krav. NEK 400 oppdateres jevnlig og gis ut i ny versjon hvert fjerde år.<sup>175</sup>

Innen NEK 400 finnes en egen del, kalt NEK 400-7-722, som omhandler tilkobling av elektriske kjøretøy. Denne delen inneholder spesielle krav som gjelder ved etablering av ladestasjoner eller stikkontakter for lading. Kravene i del 722 er tillegg eller endringer til de

---

<sup>173</sup> Lovdata, Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg. [Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg - Lovdata](#)

<sup>174</sup> Norsk Elektroteknisk Komite, *Kort om NEK*. [Kort om NEK - Norsk Elektroteknisk Komite \(NEK\)](#) (Hentet 2025-04-30).

<sup>175</sup> NEK. *NEK400:2022*. (2025). [Elektriske lavspenningsanlegg- NEK 400:2022 - Norsk Elektroteknisk Komite \(NEK\)](#)

generelle bestemmelsene i NEK 400, og må derfor leses i sammenheng med resten av standarden. I tillegg til de tekniske ladeløsningene henviser del 722 til en rekke andre standarder, spesielt innen vern og beskyttelse.

### B.2.2.2. NK 69

NK 69 er den norske speilkomiteen for den internasjonale standardiseringskomiteen IEC TC69 som utarbeider standarder for elektrisk energioverføringssystemer for elektrisk drevne kjøretøyer og industrilastebiler som trekker strøm fra et oppladbart energilagringssystem (RESS). NK69 kommenterer på standarder som er under utarbeidelse i IEC TC69 og medlemmer i NK69 deltar i internasjonale arbeidsgrupper hvor standardene skrives. NK 69 er også ansvarlig for å følge opp arbeidet til systemkomiteen SyC SET, oversatt til Systemkomite for bærekraftig elektrifisert transport. Formålet til SyC SET er å tilrettelegge for ende-til-ende og tverrsektoriell standardisering på systemnivå gjennom samarbeid og veiledning om overordnede systemer og infrastrukuraspekter av bærekraftig elektrifisert transport.

## Vedlegg C. Relevante standarder for toveislading bak strømmåleren

Nedenfor presenteres de standardene som er vurdert som relevante for V2H/V2B, samt en beskrivelse av disse.

Tabell C. Beskrivelse av relevante standarder for toveislading.

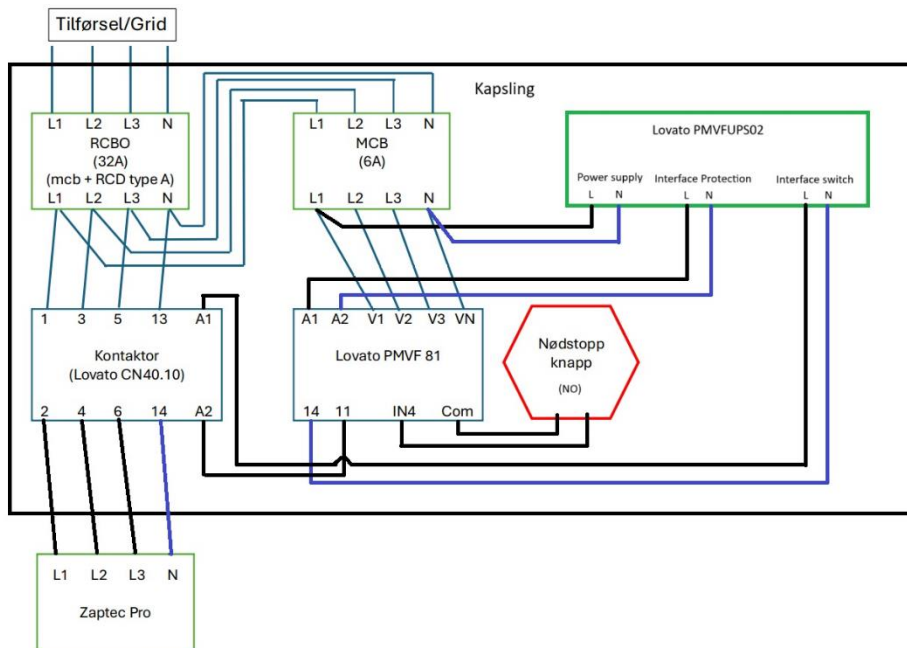
Standard	Beskrivelse, relevans for toveislading og kilder
IEC 62196	Definerer plugg, kontakt og kjøretøysinntak for elektrisk lading (Type 1, Type 2, Combo/CCS). Sikrer mekanisk og elektrisk kompatibilitet mellom bil og ladepunkt for både AC- og DC-lading. Grunnleggende for fysisk grensesnitt ved V2G. <i>Kilde:</i> IEC 62196-1:2022, IEC 62196-2:2022, IEC 62196-3:2023.
IEC 61851	Regulerer elektrisk sikkerhet, kontrollpilotsignalisering (CP/PP) og grunnleggende funksjoner i ladeutstyr. Utgjør basis for konvensjonell AC/DC-lading, men støtter ikke digital toveis kommunikasjon uten ISO 15118. <i>Kilde:</i> IEC 61851-1:2019, IEC 61851-23:2023.
ISO 15118	Angir digital kommunikasjon mellom kjøretøy og ladeinfrastruktur via Power Line Communication (PLC). Muliggjør Plug & Charge, autentisering og toveis energiflyt (V2G/V2H). Nøkkelstandard for intelligent lading. <i>Kilde:</i> ISO 15118-1 – 20:2019 – 2023 (delserie).
IEC 62955	Omhandler deteksjon av DC-feilstrømmer (RDC-DD) i AC-ladere. Viktig for personsikkerhet og korrekt frakobling ved feil under V2G-drift. <i>Kilde:</i> IEC 62955:2018.
IEC 60364	Installasjonsstandard for elektriske lavspenningsanlegg i bygninger. Fastsetter krav til jording, overspenningsvern og kabling i ladeinfrastruktur. Relevans for trygg integrasjon av V2G-systemer i bygg. <i>Kilde:</i> IEC 60364-7-722:2018.
EN 61439	Europeisk standard for lavspenningstavler og fordelingsskap. Angir krav til konstruksjon, vern og test av fordelingsystemer brukt i ladeanlegg. <i>Kilde:</i> EN 61439-1/2:2021 (CENELEC).
EN 50549	Regulerer tilkobling av distribuert produksjon (inkl. V2G) til lavspenningsnett. Definerer krav for spennings- og frekvensgrenser samt frakoblingslogikk. <i>Kilde:</i> EN 50549-1:2019, EN 50549-2:2019.

<b>IEC 62786</b>	Setter generelle tekniske krav til småskala energiprodusenter koblet til distribusjonsnett. Relevant for sikker og koordinert energitilbakelevering fra EV til nett. <i>Kilde:</i> IEC 62786:2023.
<b>IEC 62052</b>	Generelle krav til elektriske energimålere, inkludert miljømessige og elektriske tester. Brukes ved måling av både inn- og utgående energi i V2G-systemer. <i>Kilde:</i> IEC 62052-11:2021.
<b>IEC 62053</b>	Presisjonsstandard for elektriske energimålere (klasse 1, 0.5 S osv.). Sikrer korrekt registrering for fakturering og nettbalanse i toveislading. <i>Kilde:</i> IEC 62053-22:2020.
<b>IEC 62056</b>	Definerer DLMS/COSEM-protokollen for datakommunikasjon med energimålere. Brukes til sanntidsdatautveksling i smarte nett og V2G-systemer. <i>Kilde:</i> IEC 62056-5-3:2022.
<b>IEC 62351</b>	Omhandler cybersikkerhet i kraftsystemkommunikasjon, inkludert autentisering, kryptering og dataintegritet. Nødvendig for sikker ISO 15118- og OCPP-kommunikasjon. <i>Kilde:</i> IEC 62351-1 – 14:2018 – 2023.
<b>IEC 61968/61970</b>	Common Information Model (CIM) for datautveksling mellom distribusjons- og transmisjonssystemer. Brukes for å koble V2G-enheter til nettstyringssystemer (DERMS). <i>Kilde:</i> IEC 61968-1:2021, IEC 61970-301:2022.
<b>IEC 61850</b>	Kommunikasjonsstandard for automatiserte kraftsystemer og stasjonskontroll. Benyttes til integrasjon mellom ladeinfrastruktur og smarte nett for V2G-styring. <i>Kilde:</i> IEC 61850-1 – 10:2023.
<b>OpenADR</b>	Åpen, ikke-IEC-standardisert protokoll for "Automated Demand Response". Brukes til laststyring og prissignal-basert kontroll av lading/utlading. <i>Kilde:</i> OpenADR 2.0b Specification (2020).
<b>Modbus (IEC 61158 &amp; IEC 62026)</b>	Industriell feltbusprotokoll for kommunikasjon mellom enheter som ladestasjon, sensorer og energimålere. Brukes i interne kontrollsystemer for V2G-applikasjoner. <i>Kilde:</i> IEC 61158:2023, IEC 62026-1:2021.
<b>IEC 63110</b>	Angir kommunikasjonsgrensesnitt mellom ladestasjoner og driftssystemer (backend). Støtter energistyring, autentisering og fjernovervåking – viktig for koordinert V2G-drift. <i>Kilde:</i> IEC 63110-1:2023.
<b>IEC 63584 (OCPP 2.0.1)</b>	Internasjonal tilpasning av Open Charge Point Protocol (OCPP). Muliggjør avansert drift, brukerautentisering og V2G-styring mellom ladestasjon og backend. <i>Kilde:</i> IEC 63584:2023 (Draft CDV).
<b>IEC 63380</b>	Ny standard under utvikling for funksjonelle krav til toveis ladestasjoner. Samler sikkerhet, kommunikasjon og styringsfunksjoner for V2G- og V2H-systemer. <i>Kilde:</i> IEC 63380 (under utvikling, IEC TC69 WG9).

## Vedlegg D. Bilder og flerlinjeskjema av installasjon

Nedenfor gis bilder og skjemaer av installasjonen.

### Flerlinjeskjema:



Figur C. Flerlinjeskjema av installasjonen av Zaptec-ladestasjon med ulike komponenter for beskyttelse.

Underfordelingen/kurs LADE 01 der ladestasjon 1.8 er plassert:

Fordeling LADE 01 9 ladestasjoner    Fordeling LADE 02 8 ladestasjoner    Fordeling LADE 03 8 ladestasjoner    + Legg til kurs

Fordeling LADE 01

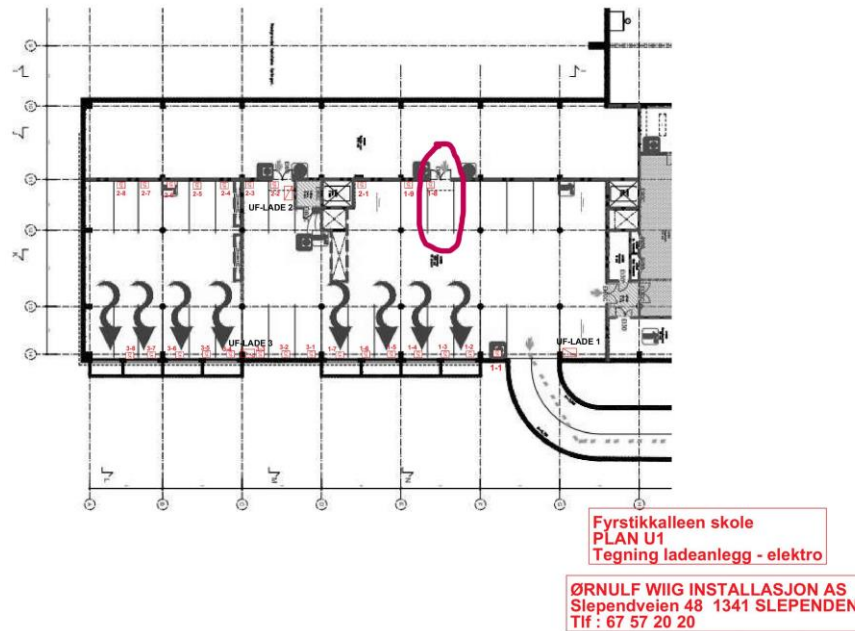
TN 3-fase, 40A

Vis deaktiverte ladepunkt

UF LADE 01-L 1.1 ZPR265721 Kjøretøy stoppet lading	UF LADE 01-L 1.2 ZPR265818 Kjøretøy stoppet lading	UF LADE 01-L 1.3 ZPR265830 Kjøretøy frakoblet	UF LADE 01-L 1.4 ZPR265283 Kjøretøy stoppet lading	UF LADE 01-L 1.5 ZPR264808 Kjøretøy stoppet lading	UF LADE 01-L 1.6 ZPR265809 Kjøretøy stoppet lading
UF LADE 01-L 1.7 ZPR265895 Kjøretøy stoppet lading	UF LADE 01-L 1.8 2-veisladepilot ZPR264919 Kjøretøy stoppet lading	UF LADE 01-L 1.9 ZPR264909 Kjøretøy frakoblet	+		

Figur D. Underfordelingen/kurs LADE 01 der ladestasjon 1.8 er plassert.

Kart over garasjen:



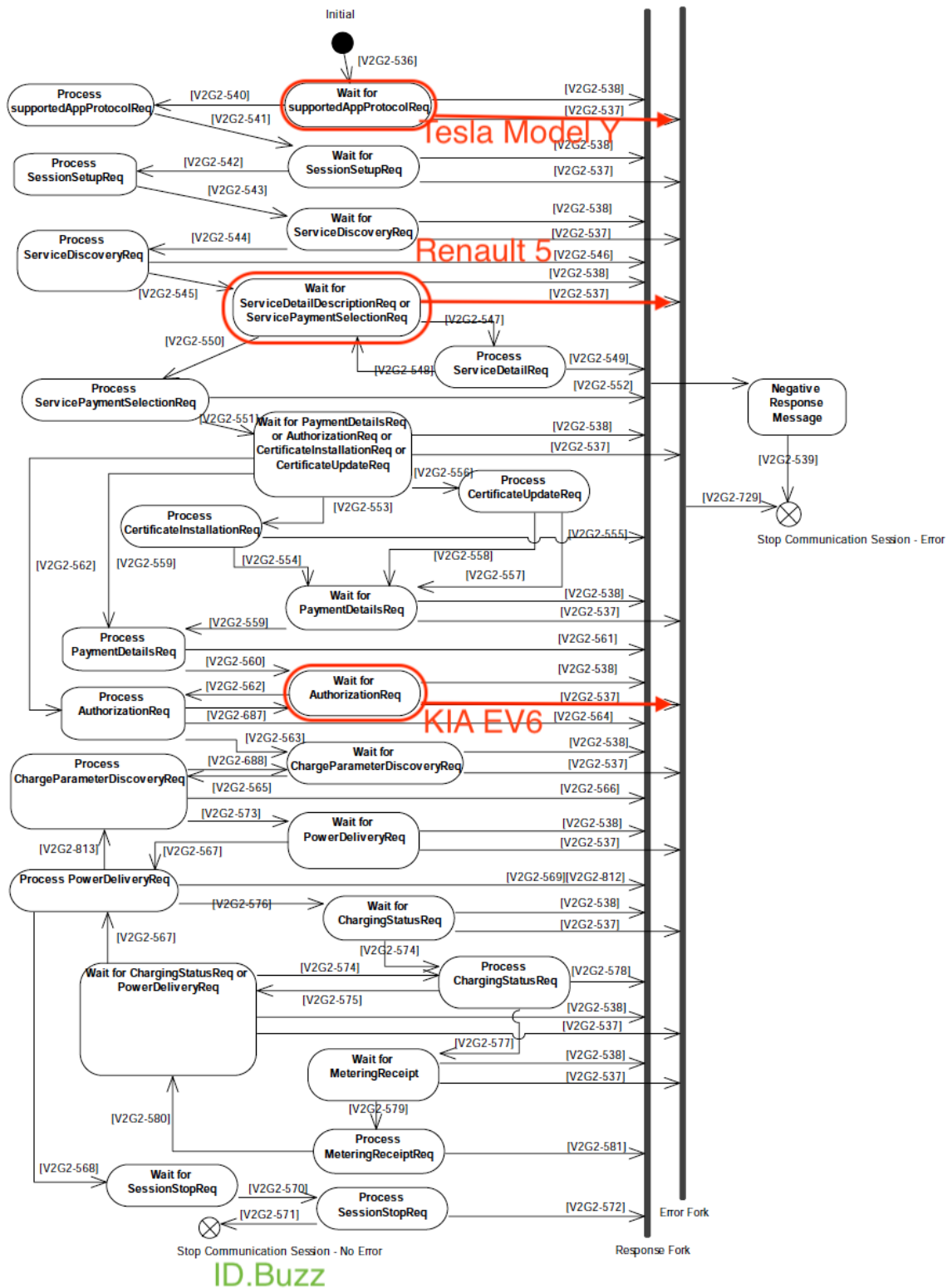
Figur E. Kart over garasjen og hvor ladestasjonen er plassert.

Sikringsskap:



Figur F. Sikringskap for ladestasjon.

Vedlegg E. Resultat kommunikasjonsflyt



Figur G. Kommunikasjon for de ulike bilmodellene sammenlignet mot sekvensdiagrammet for SECC Communication States. Kilde: Definert i ISO/DIS 15118-2:2014, figur 103, side 202.

