



LUND UNIVERSITY

Interaktion mellan elfordon och elnät

Policys, regelverk och aktörer (delrapport 1)

Khan, Jamil; Stelling, Petra; Lantz, Mikael; Wehner, Jessica ; Osman, Mary Catherine

2024

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Khan, J., Stelling, P., Lantz, M., Wehner, J., & Osman, M. C. (2024). *Interaktion mellan elfordon och elnät: Policys, regelverk och aktörer (delrapport 1)*. (Tfem; Nr. 3125). Lund University.

Total number of authors:

5

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Interaktion mellan elfordon och elnät

Policys, regelverk och aktörer (delrapport 1)

Jamil Khan, Petra Stelling, Mikael Lantz, Jessica Wehner, Mary Catherine Osman



LUNDS
UNIVERSITET

Dokumentutgivare, Dokumentet kan erhållas från

LUNDS UNIVERSITET
Avdelningen för Miljö- och Energisystem
Box 118
221 00 Lund, Sweden

Dokumentnamn: Rapport 134**Utgivningsdatum:** 2024-02-15**Författare:** Jamil Khan, Petra Stelling, Mikael Lantz, Jessica Wehner, Mary Catherine Osman**Dokumenttitel och undertitel**

Interaktion mellan elfordon och elnät – Policies, regelverk och aktörer (delrapport 1)

Abstrakt/Abstract

Samhällets omställning till fossilfri energi innebär bland annat en ökad elektrifiering. I sin tur innebär en ökad elektrifiering också en högre efterfrågan på nya anslutningar till och behov av ökad kapacitet i elnätet. Syftet med delrapporten är att beskriva processen för att ansluta laddstationer till elnätet, den reglering som styr detta samt de olika aktörer som kan bli inblandade och vilka roller de kan ha. Beskrivningen baseras på en analys av litteratur och rapporter inom området och samtal med experter från näringslivet. Rapporten presenterar en översikt av det svenska elsystemet och aktörer från el- och transportsektorn som är påverkade av sammankopplingen mellan dessa sektorer. Vidare ger rapporten en beskrivning av nuvarande policies och regelverk i relation till anslutning av laddstationer till elnätet och en internationell utblick. Slutligen sammanfattas de viktigaste slutsatserna och rekommendationer tas upp som kan vidtas för att adressera de identifierade utmaningarna i elsystemet.

Nyckelord

Elfordon, elektrifiering, elnät, EU-regleringar, flexibilitetslösningar, laddstationer, transportsystem.

Omfång: 58 sidor**Språk:** Svenska**ISRN** LUTFD2/TFEM-- 24/3125--SE + (1–58)**ISSN** 1102-3651**ISBN** 978-91-86961-60-2**Intern institutionsbeteckning**

IMES/EESS Rapport nummer 134

Lund 2024

Förord

Denna rapport är en del av projektet "Vehicle-grid interaction from a policy perspective" som finansieras av Swedish Electromobility Centre och genomförs av forskare från Lunds Tekniska Högskola och Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI). Det är den första av två delrapporter med fokus på policys, regelverk och aktörer.

Projektet har också en referensgrupp med representanter från AB Volvo, CEVT, E.ON, Lunds Tekniska Högskola, VTI, Vattenfall och Volvo Cars.

Lund 2024-01-31

Författarna

Innehållsförteckning

Kort sammanfattning	3
Executive summary	5
Ordlista	7
1 Introduktion	9
2 Bakgrund	10
2.1 Det svenska elsystemet	10
2.2 Aktörer	11
2.2.1 Elproducent.....	11
2.2.2 Elhandelsföretag	11
2.2.3 Elnätsbolag	12
2.2.4 Aggregator	12
2.2.5 Myndigheter	12
2.2.6 Laddinfrastrukturägare	13
2.2.7 Laddoperatör.....	13
2.2.8 Fordonstillverkare	14
2.2.9 Bränsleproducenter och distributörer	14
2.2.10 Åkeri och transportföretag	15
2.2.11 Transportköpare	15
2.2.12 Kommuner	15
2.2.13 Fastighetsägare.....	16
2.2.14 Prosumenter	16
3 Reglering och processer	17
3.1 Reglering för etablering av laddstationer.....	17
3.1.1 EU-regleringar.....	17
3.1.2 Regleringar i Sverige	22
3.1.3 Standard för V2G kommunikation	23
3.2 Processen för att etablera publik laddinfrastruktur	24
3.3 Pris som styrmekanism och regelverk för tariffer	25
3.3.1 Elnätstariffer	26
3.3.2 Elhandelspris	27
3.3.3 Nätnyttöersättning	27
3.3.4 Flexibilitet	28
4 Internationell utblick	30
4.1 Norge	30
4.2 Tyskland.....	31
4.3 Nederländerna	34
4.4 Storbritannien.....	36
4.5 USA.....	37
5 Utmaningar och lösningar	40
5.1 Utmaningar för att ansluta laddstationer till elnätet	40
5.1.1 Ledtider	40
5.1.2 Nätkapacitet	41

5.1.3	Informationsbrist	43
5.2	Laddstationer, elfordon och flexibilitetslösningar	43
6	Slutsatser	45
7	Referenser	48

Kort sammanfattning

Samhällets omställning till fossilfri energi innebär bland annat en ökad elektrifiering. Det gäller inte minst för transportsektorn där elektrifieringen har tagit allt större kliv. En ökad elektrifiering innebär också en högre efterfrågan på nya anslutningar till och behov av ökad kapacitet i elnätet. Många aktörer har dock upplevt en tröghet och otydlighet på marknaden för att kunna ansluta önskad effekt vilket riskerar att försena och fördyra transportsektorns omställning. För att undvika detta och utnyttja redan gjorda investeringar så effektivt som möjligt är det viktigt att policys och regelverk utvecklas i takt med den tekniska utvecklingen.

Denna rapport, den första av två delrapporter, ger en beskrivning av nuvarande policys, regelverk och aktörer i relation till anslutning av laddstationer till elnätet. Syftet med delrapporten är att beskriva processen för att ansluta laddstationer till elnätet, den reglering som styr detta samt de olika aktörer som kan bli inblandade och vilka roller de kan ha. Beskrivningen baseras på en litteraturstudie och samtal med experter från näringslivet.

Rapporten presenterar också en översikt av det svenska elsystemet och aktörer från el- och transportsektorn som är påverkade av sammankopplingen mellan dessa sektorer. Genom att sammanställa policys och regelverk, presenteras en tydlig bild av processen för etablering av laddinfrastruktur och dess utmaningar i form av långa ledtider, men också styrmekanismer som pris. Vidare diskuteras utbyggnaden av laddinfrastruktur i Norge, Tyskland, Nederländerna, Storbritannien och USA.

De huvudsakliga slutsatserna i rapporten kan sammanfattas i följande punkter.

- Nya aktörer blir involverade i utbyggnad av laddinfrastruktur och etablerade aktörer kan få nya roller.
- Viktiga utmaningar för utbyggnad av laddinfrastruktur är långa ledtider, bristande nätkapacitet, bristande information och höga kostnader.
- Det sker en snabb utveckling på området vad gäller såväl teknik, regelutveckling och praxis.
- Flexibilitetslösningar är en viktig lösning för att minska behovet av utbyggnad. Många flexibilitetslösningar är dock fortfarande oprövade och det finns osäkerheter kring hur de ska komma till stånd.
- Flera länder står inför liknande utmaningar som Sverige. Det finns lärdomar att dra men inga länder använder avancerade flexibilitetslösningar i någon större omfattning.

Executive summary

Society's transition to fossil-free energy means, among other things, increased electrification. This applies not least to the transport sector, where electrification has taken increasingly large steps. Increased electrification also means a higher demand for new connections to and a need for increased capacity in the electricity grid. However, many actors have experienced inertia and lack of clarity in the market to be able to connect the desired effect, which risks delaying and making the transformation of the transport sector more expensive. In order to avoid this and utilize investments already made as effectively as possible, it is important that policies and regulations develop in step with technological development.

This interim report, the first of two interim reports in the project, provides a description of current policies, regulations and actors in relation to the connection of charging stations to the electricity grid. The purpose of the interim report is to describe the process for connecting charging stations to the electricity grid, the regulation that governs this, as well as the various actors who may be involved and what roles they may have. The description is based on an analysis of literature and reports in the field, and conversations with experts from industry.

The report also presents an overview of the Swedish electricity system and actors from the electricity and transport sectors who are affected by the interconnection between these sectors. By compiling policies and regulations, a clear picture of the process for establishing charging infrastructure and its challenges in the form of long lead times, but also control mechanisms such as price, is presented. Furthermore, the expansion of charging infrastructure in other countries is discussed from an international perspective. Examples taken up in this context are from Norway, Germany, the Netherlands, Great Britain and the United States.

The main conclusions of the report can be summarized in the following points.

- New actors become involved in the expansion of charging infrastructure and established actors can get new roles.
- Important challenges for the expansion of charging infrastructure are long lead times, lack of network capacity, lack of information and high costs.
- There is rapid development in the area in terms of both technology, rule development and practice.

- Flexibility solutions are an important solution to reduce the need for expansion. However, many flexibility solutions are still untested and there are uncertainties about how they will come about.
- Several countries are facing similar challenges as Sweden. There are lessons to be learned, but no countries use advanced flexibility solutions to any great extent.

Ordlista

ATA	American Trucking Association
CACM	EU:s nätkod för kapacitetstilldelning och hantering av överbelastning
DCC	EU:s nätkod för anslutning av förbrukare
DfT	Department for Transport
DNO	Distributionsnätsoperatör
DSGS	Demand Side Grid Support
DVLA	Driver and Vehicle Licensing Agency
EB	EU:s nätkod för balanshållning avseende el
EED	EU:s direktiv för energieffektivisering
Effekt	Den mängd elenergi som ett visst föremål förbrukar eller producerar i varje ögonblick
Ei	Energimarknadsinspektionen
EIFS	Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd om mätning, fakturering och tillhandahållande av information om levererad värmeenergi
Elnät	Ett sammankopplat nät av ledningar för elleverans från producenter till konsumenter.
ER	EU:s nätkod för nödsituationer och återuppbyggnad
EV	Electric Vehicle, dvs. elfordon
EZK	Ministeriet för ekonomi och klimat i Nederländerna
FCA	EU:s nätkod för förhandstilldelning av kapacitet
Flexibilitet	Ett elsystems förmåga att anpassa sig till variationerna i produktions- och konsumtionsmönster och nåttillgänglighet mellan relevanta marknadstidsramar
HVDC	EU:s nätkod för nätanslutning av system för högspänd likström
Interoperabilitet	Förmågan av olika system att fungera tillsammans och kunna kommunicera med varandra

Laddinfrastruktur	Infrastruktur som krävs för att framföra elektriska fordon. I begreppet ingår hela kedjan från elnät till laddpunkt. Ofta används dock begreppet synonymt med enbart laddpunkten. I denna rapport diskuteras stationär laddning, elväg och batteribyte med fokus på vägsektorn.
Laddplats	En plats med en laddningspunkt för laddning
Laddstation	En plats med en eller flera laddningspunkter för laddning
Nätkapacitet	Elnätets överföringsförmåga beror på elnätets fysikaliska egenskaper
OCPI	Open Charge Point Interface
OEM	Original equipment manufacturer
OFGEM	Office of Gas and Electricity Markets
PBL	Plan- och bygglagen
RED	EU:s direktiv för förnybar energi
RFG	EU:s nätkod för nätanslutning av generatorer
RFID	Radio Frequency Identification
SO	EU:s nätkod för drift av elöverföringssystem
TEN-E	Transeuropeiska nät för energi
TEN-T	Transeuropeiska nät för transport
TEN-Telekom	Transeuropeiska nät för telekommunikation
TSO	Transmissionsnätoperatör
V2H	Vehicle-to-home, dvs. att hemmet kan använda el från fordonet
V2G	Vehicle-to-grid, dvs. elfordonens batterier kan överföra ström till elnätet
ZEV	Zero Emissions Vehicle, dvs. nollutsläppsfordon

1 Introduktion

Sveriges riksdag har beslutat att utsläppen av växthusgaser från inrikes transporter ska minskas med 70 % till år 2030 jämfört med år 2010. Utvecklingen går åt rätt håll, bland annat tack vare inblandning av biodrivmedel och en ökad andel elektrifierade fordon. Omställningstakten måste dock öka för att nå målet i tid (Trafikanalys, 2022). I regeringens elektrifieringsstrategi anges också att en ökad elektrifiering av fordonsflottan är avgörande för att Sverige ska nå sina klimatmål (Regeringskansliet, 2022). Andelen laddbara fordon har också ökat stadigt de senaste åren och år 2022 var över 50 % av de nyregistrerade personbilarna och 14 % av de lätta lastbilarna laddbara. Enligt Trafikanalys (2023) bedöms antalet laddbara fordon öka även framöver för att år 2026 uppgå till drygt 20 % av personbilsflottan. Enligt Elbilsstatistik (2023) fanns i juli 2023 cirka 505 000 laddbara personbilar, 1 000 elbussar, 16 500 eldrivna lättlastbilar och 380 tunga laddbara lastbilar i Sverige. På infrastruktursidan fanns cirka 4 300 publika laddstationer med över 28 700 laddpunkter vid samma tidpunkt i Sverige (Elbilsstatistik, 2023).

En fortsatt elektrifiering av fordonsflottan måste dock gå hand i hand med motsvarande utbyggnad av laddinfrastruktur och elnätsanslutningar till dessa laddplatser. Då laddning av elfordon, i synnerhet tyngre fordon, kräver tämligen hög effekt är det inte säkert att det finns tillräcklig nätkapacitet utbyggd på alla platser där det finns intresse av att etablera laddplatser. Detta kan till exempel leda till långa ledtider för att ansluta till elnätet samt höga anslutningsavgifter och driftskostnader för laddstationer. Det finns därför behov av att bygga ut nätkapacitet på ett kostnads- och tidseffektivt sätt men också av att använda befintliga nät på ett så effektivt sätt som möjligt.

Laddinfrastruktur för elfordon är också en ny verksamhet där elnätsföretag och aktörer inom fordonsbranschen möts på ett sätt som inte tidigare skett. Det finns därför ett behov av kunskapsöverföring så att respektive bransch får kännedom om förutsättningarna för att bygga och driva elnät såväl som laddinfrastruktur. Därigenom skapas förutsättningar för att identifiera så effektiva systemlösningar som möjligt.

Syftet med denna delrapport är att beskriva processen för att ansluta laddstationer till elnätet, den reglering som styr detta samt de olika aktörer som kan bli inblandade och vilka roller de kan ha. Syftet är också att beskriva utmaningar som uppstår vid en utbyggnad av laddinfrastruktur och möjliga lösningar för att hantera dessa. Arbetet har ett svenskt fokus men inkluderar också en internationell utblick.

2 Bakgrund

2.1 Det svenska elsystemet

Under 2022 användes cirka 137 TWh elektricitet i Sverige samtidigt som produktion uppgick till cirka 170 TWh. Fördelningen mellan de olika kraftslagen var: 41 % vattenkraft, 29 % kärnkraft, 19 % vindkraft, 9 % värmekraft och 1 % solkraft (Energimyndigheten, 2023b). Det svenska elnätet består av: transmissionsnät (tidigare känt som stamnät), regionnät och lokalnät, varav de två sista kan beskrivas som del av distributionsnätet (Svenska kraftnät, 2022).

1. *Transmissionsnät* – system av högspänningsledningar som transporterar el från kraftverk till regionnät, hög spänning (mellan 220 och 400 kV)
2. *Distributionsnät* – distributionssystem för el till och från transmissionsnätet via
 - a. *Regionnät* – består av ledningar som transporterar el från transmissionsnätet till lokalnätet, spänning mellan 40 och 130 kV
 - b. *Lokalnät* – består av ledningar som transporterar elen till slutanvändaren, med spänning under 40 kV

Sveriges elnät är indelat i fyra elområden (SE1, SE2, SE3 och SE4) vilket möjliggör hantering av överföringsbegränsningar på elmarknaden. På elmarknaden handlas elektricitet för att ha balans mellan produktion och användning. Exempelvis finns ett överskott av elproduktion i norr, samtidigt som förbrukningen är högst i södra Sverige. Om det inte finns balans på marknaden kan det uppkomma elbrist. Enligt Daniels et al. (2022) finns det tre huvudorsaker till elbrist: (1) energibrist, som uppkommer när produktionen inte kan motsvara den efterfrågade elenergin över en längre tidsperiod såsom ett år; (2) effektbrist, när vid ett givet tillfälle, exempelvis en timme, den producerade effekten inte räcker till och (3) nätkapacitetsbrist, när både energi och effekt finns tillgängliga men elnätet inte förmår överföra den efterfrågade elen till rätt plats.

Ett sätt att styra marknaden är via avgifter. En elnätsavgift, även kallad elnätstariff, är den avgift som kunder betalar till sitt elnätsbolag för överföringen av el. Den består ofta av en fast del (abonnemangsavgift) och en rörlig del (elöverföringsavgift) (Ei, 2021a). Elnätsavgiften inkluderar även kostnaderna som elnätsbolaget har för drift och investeringar i distributionsnätet och är elbolagets verktyg att styra kundernas lastprofiler i distributionsnätet.

2.2 Aktörer

I detta avsnitt beskrivs de olika aktörerna som är viktiga för utbyggnaden av laddinfrastruktur och vilka olika roller de kan ha. För att bygga ut en omfattande laddinfrastruktur behöver aktörer från både energisektorn och transportsektorn arbeta tillsammans. Även andra aktörer, som kommuner och fastighetsägare, behöver involveras.

2.2.1 Elproducent

En elproducent är en organisation eller person som genererar el. Det kan vara ett företag som till exempel driver kärnkraftverk, vindkraftverk, vattenkraftverk, kraftvärmeverk eller solkraftverk. Elproducenter är en viktig del av energisystemet eftersom de är ansvariga för att generera den el som levereras till elnätsbolagen och vidare till konsumenterna (Ei, 2021b). Elproducenter kan vara både privata företag och statliga eller kommunala bolag. De tre största elproducenterna i Sverige är Vattenfall, Uniper och Fortum (Energiföretagen, 2023). Men elproducenter kan också vara privata hushåll. Producenter av ett hushåll i huvudsak el för eget behov räknas den som egenproducent. Producenter däremot mer än vad som förbrukas under ett helt kalenderår räknas den som en kommersiell producent (Vattenfall, u.å.). Överskottet säljs till elhandelsföretag.

2.2.2 Elhandelsföretag

Ett elhandelsföretag är en organisation som köper och säljer el på elmarknaden. Elhandelsföretag köper vanligtvis el från elproducenter, på den nordiska elbörsen Nord Pool eller via andra grossister på elmarknaden, och säljer sedan den inköpta elen vidare till sina kunder (Ei, 2021b). De flesta elhandelsföretag är privata företag som konkurrerar på marknaden genom att erbjuda olika priser och avtal till sina kunder. Elhandelsföretag spelar en viktig roll i energisystemet genom att tillhandahålla el till konsumenterna och företagen och kan fungera som en länk mellan elproducenterna och slutanvändarna. Många företag är också både elproducenter och elhandelsföretag på samma gång. Elhandelsföretag kan erbjuda el med olika tariffstrukturer till sina kunder och därigenom tillhandahålla prissignaler till konsumenterna som kan hjälpa att balansera fluktuationer i nätet (Daniels et al., 2022). Elhandelsföretag är reglerade av myndigheter för att se till att de upprätthåller lämpliga standarder för kvalitet och service. Ett elhandelsföretag kan även ha balansansvar vilket innebär att de, genom ett avtal med Svenska kraftnät, har ett ekonomiskt ansvar för att mängden el som tillförs och tas ut är i balans i de inmatnings- och uttagspunkter som omfattas av balansansvaret.

2.2.3 Elnätsbolag

Elnätsbolag är företag som är ansvariga för att bygga och underhålla det fysiska elnätet som transporterar el från produktionsanläggningar till hushåll, företag och offentliga byggnader. Deras huvudsakliga uppgift är att säkerställa att elen levereras från produktionsanläggningarna till kunderna på ett säkert och pålitligt sätt. Myndigheten Energimarknadsinspektionen (Ei) beviljar tillstånd och bedömer skäligheten för intäkterna som elnätsbolaget får ta ut av sina kunder (Ei, 2021b). Elnäten är naturliga monopol och elnätsbolagen har monopol på de geografiska områden där de verkar, och är därför strikt reglerade. Elnätsbolag är en viktig del av energisystemet och spelar en avgörande roll för att möjliggöra en pålitlig elförsörjning. I Sverige finns cirka 170 elnätsbolag som äger och driver distributionsnät (Ei, 2021b). En stor andel av dessa är kommunägda.

För varje nät krävs koncession. Koncessionen kan antingen gälla för ett område eller en linje. Det innebär att det nätbolag som har koncessionen har monopol på området eller linjen.

2.2.4 Aggregator

En aggregator är en aktör på elmarknaden som samlar ihop resurser från mindre kunder och paketerar dessa till större enheter som i sin tur kan säljas på elmarknaden (Ei, 2021c). Genom konsolidering av resurser av småskaliga användare, konsumenter och prosumenter, kan dessa användare få tillgång till marknaden vilket kan bidra till mer konkurrenskraftig prissättning (Kerscher & Arboleya, 2022). Dessutom kan genom användning av aggregatorer och flexibla tjänster användare uppmuntras att minska sin konsumtion eller att minimera topp effekterna. Därigenom kan ett elnätsföretag hantera elsystemet mer effektivt vilket kan leda till en minskning av elproduktion och i sin tur ett mer samhällsekonomiskt elsystem. I nuläget saknas förutsättningar att möjliggöra oberoende aggregering, något som man försöker reglera på EU-nivån (Ei, 2021c).

2.2.5 Myndigheter

Olika myndigheter sätter villkor för energimarknaden och energianvändningen. I det följande beskrivs de viktigaste myndigheterna.

2.2.5.1 *Energimarknadsinspektionen*

Energimarknadsinspektionen (Ei) är den statliga myndighet som har tillsynsansvar över energimarknaderna. Ei:s uppdrag är att arbeta för väl fungerande energimarknader och att utveckla spelreglerna på el-, fjärrvärme- och naturgasmarknaderna. Ei arbetar också för att stärka kundernas ställning och trygga samhällets behov av fungerande energidistribution och handel (Ei, 2020b).

2.2.5.2 Svenska kraftnät

Svenska kraftnät är den myndighet som ansvarar för den svenska elöverföringen. De är ansvariga för att upprätthålla samt utveckla det svenska elnätet, systemansvarig för stamnäten, driver transmissionsnätet och säkerställer att det finns tillräcklig överföringskapacitet för att möta efterfrågan på el (Svenska kraftnät, 2023). I Svenska kraftnäts systemansvar ingår att säkerställa balans i elsystemet och att upp upprätthålla kraftsystemstabilitet i vilket ingår bland annat frekvensstabilitet. Svenska kraftnät fungerar som en länk mellan elproducenter, elnätsbolag och elhandelsföretag och säkerställer att elproduktion och efterfrågan matchas på ett effektivt sätt.

I relation till elektrifieringen av transportsystemet spelar Svenska kraftnät en viktig roll genom att säkerställa att det finns tillräcklig överföringskapacitet för att möta den ökande efterfrågan på el till laddning av elbilar och andra elektriska fordon (Diczfalusy & Widegren, 2022). De arbetar också med att utveckla nya lösningar för att hantera och balansera variationer i elproduktionen från förnybara energikällor, vilket är en viktig faktor för att främja övergången till en renare transportsektor.

2.2.5.3 Energimyndigheten

Energimyndigheten är den myndighet som verkar inom olika samhällssektorer för att skapa villkor för en effektiv och hållbar energianvändning. Energimyndigheten ger stöd till forskning om framtidens fordon och bränslen, förnybara energikällor och grön energiteknik och leder samhällets omställning till ett hållbart energisystem (Energimyndigheten, 2023a).

2.2.6 Laddinfrastrukturägare

En laddinfrastrukturägare är en aktör som äger och driver laddningsstationer för elfordon. Deras huvudsakliga uppgift är att bygga, underhålla och driva laddningsstationerna. Laddinfrastrukturägare kan vara både offentliga och privata organisationer och arbetar ofta i nära samarbete med städer och kommuner för att säkerställa att laddningsstationerna placeras på lämpliga platser och att de är integrerade i stadens infrastruktur. De flesta laddinfrastrukturägare erbjuder olika laddningstyper, som till exempel snabbladdning eller vanlig laddning, och konkurrerar på marknaden genom att erbjuda olika priser och service till sina kunder. Laddinfrastrukturägare spelar en viktig roll för att främja användningen av elfordon och möjliggöra en hållbar transportsektor.

2.2.7 Laddoperatör

En laddoperatör är en organisation eller person som tillhandahåller betalningstjänster och service för elbilsaddning. Ett flertal olika aktörer kan ta på sig rollen som laddoperatör, t.ex. elbolag, drivmedelsbolag, fordonstillverkare, transportföretag, parkeringsföretag, kommuner

eller fastighetsägare som hanterar laddinfrastruktur i sin verksamhet. Ofta är laddinfrastrukturägaren även laddoperatör men detta är inte alltid fallet. Det finns även bolag som är specialiserade på att vara laddoperatörer. Laddoperatörens huvudsakliga uppgift är att hantera betalningar från elbilister som använder laddningsstationer och se till att laddningsstationerna fungerar korrekt. Laddoperatörer kan erbjuda olika tjänster, såsom att ge tillgång till ett nätverk av laddningsstationer, övervaka laddningsprocessen och ge kundsupport för användare som behöver hjälp. De flesta laddoperatörer har en mobilapp eller en webbplats där kunderna kan hantera sina laddningskonton och betalningar. Sidor som till exempel chargefinder.com presenterar en översikt av publika laddstationer från de flesta laddoperatörerna i Sverige. Här listas 27 laddoperatörer för Sverige¹. Laddoperatörer är en viktig del av infrastrukturen för elbilar eftersom de möjliggör en smidig och säker laddning av elbilar för slutanvändare.

2.2.8 Fordonstillverkare

En fordonstillverkare är ett företag som utvecklar, tillverkar och säljer fordon till konsumenter eller andra företag. Dessa fordon kan vara personbilar, lastbilar, bussar, motorcyklar eller andra transportfordon. Fordonstillverkare utvecklar vanligtvis sina fordon från början till slut och ansvarar för alla aspekter av produktionen, inklusive design, ingenjörskonstruktion, tillverkning, marknadsföring och försäljning. De flesta fordonsföretag har också ett stort nätverk av återförsäljare och servicecenter för att erbjuda service och underhåll till kunderna. Omställning till eldrift påverkar hela fordonsindustrin. Fordonstillverkare och deras OEM:er (från engelska *original equipment manufacturer*) behöver designa nya fordon, bygga om tillverkningsanläggningar och etablera nya leveranskedjor för olika typer av delar (Daniels et al., 2022). Eldrivna lastbilar består av färre rörliga delar vilket kan hota en del OEM:er eller ge möjligheten att minska fordonservice. Dessutom behöver fordonstillverkare stötta sina kunder i omställningen.

2.2.9 Bränsleproducenter och distributörer

Bränsleproducenter och distributörer är företag som producerar och distribuerar bränsle till fordon och maskiner. Dessa företag kan producera och distribuera olika typer av bränsle, såsom bensin, diesel, biobränsle eller annat alternativt bränsle. De är ansvariga för hela produktions- och distributionskedjan, inklusive att extrahera råmaterial, raffinera bränslet och transportera det till försäljningsställen. Med övergången till hållbara bränslealternativ kommer bränsleproducenter och distributörer att spela en viktig roll i att stödja övergången till en mer hållbar transportsektor. De kommer behöva anpassa sina affärsmodeller när efterfrågan på olja ersätts med elektricitet. Det återstår att se om dessa handels- och

¹ Se <https://chargefinder.com/se>, datum: 2023-07-07.

distributionsnätverk kommer kunna användas för elbilar (Daniels et al., 2022). Men om elektrifiering baseras på snabbbladdning kommer det behövas laddstationer längs de stora vägarna och befintliga bensinstationer kan då erbjuda en bra tillgång till dessa platser.

2.2.10 Åkeri och transportföretag

Ett åkeri eller transportföretag är ett företag som tillhandahåller transporttjänster för gods eller passagerare. Åkerier kan transportera gods med lastbilar, tåg, flyg eller båt (Karlsson et al., 2021). De erbjuder också olika tjänster som inkluderar logistik, lagring, packning och distribution av varor. Transportföretag är viktiga för att upprätthålla en effektiv och funktionell ekonomi, eftersom de möjliggör transport av varor från producenter till konsumenter och andra företag. De flesta åkerier och transportföretag har specialiserat sig på en viss typ av gods eller transport, såsom livsmedel, farligt gods eller internationell transport. Dessa företag har också en viktig roll i att främja hållbarhet och minska utsläpp genom att använda effektivare fordon och rutiner, samt att införa teknologi som minskar bränsleförbrukning och koldioxidutsläpp. Elektrifiering av godstransporter ställer en rad olika nya krav på dessa företag. Investeringen i elektrifierade fordon är hög, och samtidigt saknas i dagsläget laddinfrastruktur.

2.2.11 Transportköpare

En transportköpare är en person eller ett företag som köper transporttjänster från åkerier och transportföretag för att transportera varor eller passagerare. Transportköpare kan vara tillverkare, distributörer eller återförsäljare av varor som behöver transporteras från en plats till en annan (Karlsson et al., 2021). Transportköpare väljer vanligtvis transportföretag baserat på olika faktorer, såsom pris, tillförlitlighet, snabbhet, säkerhet och hållbarhet. De kan också förhandla om priser och avtal med transportföretag för att säkerställa att deras transportbehov tillgodoses på ett kostnadseffektivt sätt. Transportköpare spelar en viktig roll i att upprätthålla en effektiv och hållbar transportsektor genom att kräva att transportföretag uppfyller höga standarder för kvalitet, säkerhet och hållbarhet. Transportköpare är i dagsläget de aktörer som ställer mest krav på åkeri och transportföretag att elektrifiera sin fordonsflotta.

2.2.12 Kommuner

Kommuner har en viktig roll att spela i elektrifieringen av transportsystemet genom att planera, utveckla och underhålla den nödvändiga infrastrukturen som behövs för att stödja övergången till eldrivna fordon. Kommunerna kan till exempel upprätta planer för att installera fler publika laddstationer för elbilar, samarbeta med privata aktörer för att främja användningen av eldrivna fordon och tillhandahålla incitament för invånare och företag att investera i elfordon. Samtidigt måste de förstås göra avvägningar mellan ytor för

laddparkeringsplatser på gatunivå och utrymme till cykelbanor, buss- eller gånggator (Larsson, 2023). Kommunerna kan också främja samarbete mellan olika aktörer i transportsektorn för att skapa en mer integrerad och hållbar transportinfrastruktur. Från och med år 2024 ska regioner och kommuner tillsammans med elnätsföretagen upprätta en nätutvecklingsplan där man ska lägga upp sina planer för elektrifieringen av samhället för att tillsammans med stora kunder ge elnätsföretagen en möjlighet att skapa prognoser över kommande elnätsutbyggnation samt de effektbehov som kommer att behövas. Sammanfattningsvis kan kommunerna spela en central roll i att underlätta övergången till elektrifierade transportsystem genom att planera, genomföra och stödja en rad åtgärder som främjar en hållbar och effektiv transportsektor.

2.2.13 Fastighetsägare

En fastighetsägare är en person eller organisation som äger och förvaltar fastigheter. Fastighetsägare kan inneha olika typer av fastigheter, såsom bostadshus, kommersiella byggnader eller industrilokaler. Fastighetsägare har en viktig roll i elektrifieringen av transportsystemet då de har möjlighet att påverka vilka laddmöjligheter som finns tillgängliga för invånare och företag i det området där fastigheten ligger. Genom att installera laddstationer på sina fastigheter kan fastighetsägare underlätta övergången till elektriska fordon för både invånare och företag som verkar i området. Fastighetsägare kan också samarbeta med offentliga aktörer och privata företag för att främja användningen av elektriska fordon, till exempel genom att tillhandahålla incitament för invånare att investera i elbilar eller genom att anordna evenemang som fokuserar på hållbar mobilitet.

2.2.14 Prosument

En prosument är en person eller organisation som både producerar och konsumerar el. Detta kan till exempel ske genom användning av förnybara energikällor såsom solceller, vindkraft eller biobränslen. Prosumenter spelar en viktig roll för elektrifieringen av transportsystemet genom att de kan bidra till att öka tillgången på förnybar el, vilket i sin tur kan användas för att ladda elfordon (Daniels et al., 2022). Genom att producera sin egen el kan prosumenter minska sitt beroende av traditionella energikällor och samtidigt minska sina energikostnader. Dessutom kan prosumenter sälja överskottsel till elnätsbolag och därmed bidra till ökad tillgång av förnybar energi i elnätet (Daniels et al., 2022). Prosumenter kan också installera laddstationer för elbilar på sin egendom.

3 Reglering och processer

3.1 Reglering för etablering av laddstationer

Det finns ett antal olika lagar som är aktuella vid etablering av laddinfrastruktur. I detta avsnitt beskrivs både EU-lagstiftningen och den nationella lagstiftningen i Sverige.

3.1.1 EU-regleringar

Elektrifieringen av transportsystemet är en viktig del i att nå EU:s klimatmål och det finns flera EU-förordningar och direktiv som är relevanta för att främja laddinfrastruktur och en elektrifiering av transportsektorn. En förordning är en bindande rättsakt som alla EU-länder måste tillämpa i sin helhet medan ett direktiv sätter upp mål som medlemsländerna själva kan bestämma hur de ska förverkliga (Europeiska kommissionen, u.å.b).

3.1.1.1 Transeuropeiska nät

I omställningen spelar infrastrukturen en stor roll. Inom EU arbetar man med olika transeuropeiska nät för transport (TEN-T), energi (TEN-E) och telekommunikation (TEN-Telekom) (Europaparlamentet, 2022). Näten är av betydelse för att kunna skapa en inre marknad. Varje område regleras av en förordning som syftar till att skapa driftskompatibilitet och en sammanhängande infrastruktur, där EU kan finansiera åtgärder som är av gemensamt intresse. I förordningarna anges vidare villkor för att åtgärder ska vara av gemensamt intresse. I näten finns prioriterade korridorer, i TEN-E handlar det om att länka samman länders elnät i nord-sydlig riktning och över Östersjön och att skapa havsbaserade elnät till havsbaserade förnybara energikällor, medan TEN-T består av nio korridorer, ett stomnät och ett övergripande nät.

3.1.1.2 Reglering av elmarknaden

Inom EU finns det gemensamma regler för den inre marknaden av el.

Elmarknadsförordningen² syftar till att målen för energiunionen uppnås och reglerar elmarknadens övergripande funktion. Förordningen säkerställer att marknadsaktörer och kunder har tillträde utan diskriminering, anger vilka grundläggande principer för integrerade och transparenta elmarknader som gäller, säkrar konsumentinflytande och konkurrenskraft

² EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2019/943 av den 5 juni 2019 om den inre marknaden för el.

på elmarknaderna, samt anger regler för samt harmoniseringsmekanismer för gränsöverskridande elhandel.

Elmarknadsdirektivet³ syftar till att skapa elmarknader i unionen som är integrerade, konkurrensutsatta, konsumentorienterade, flexibla, rättvisa och transparenta. Direktivet innehåller gemensamma regler för produktion, överföring, distribution, energilagring och leverans av el, samt bestämmelser om konsumentskydd. Direktivet reglerar ett öppet tillträde till den integrerade marknaden, tillträde för tredje part till överförings- och distributionsinfrastruktur, samt att tillsynsmyndigheter i medlemsstaterna ska vara åtskilda och oberoende övriga aktörer.

Kommissionsförordningar inom elområdet är EU-lagstiftningar som genom så kallade nätkoder (nätföreskrifter och riktlinjer), definierar vad som är att betrakta som tillräckligt driftssäkert (Ei, 2020a). Nätkoder kan delas in i tre grupper, anslutning, marknad och drift, som presenteras i **Tabell 1**.

Tabell 1. Översikt EU-kommissionsförordningar inom elområdet (nättkoder) (Ei, 2020a).

EU-kommissionsförordningar inom elområden (nättkoder)		
Anslutning	Marknad	Drift
Nätanslutning av generatorer (RFG) Anslutning av förbrukare (DCC) Nätanslutning av system för högspänd likström (HVDC)	Kapacitetstilldelning och hantering av överbelastning (CACM) Förhandstilldelning av kapacitet (FCA) Balanshållning avseende el (EB)	Drift av elöverföringssystem (SO) Nödsituationer och återuppbyggnad (ER)

Nättkoder inom området ”Anslutning” som RFG, DCC och HVDC ska underlätta integrationen av förnybar elproduktion och möjliggöra effektivare användning av befintliga elnät och resurser. Exempelvis gäller de för anslutningar av nya anläggningar till elnät, vissa befintliga anläggningar samt definierar tekniska förmågan av anläggningar att klara variationer i spänning och frekvens samt tåla störningar (Ei, 2020a).

Nätkoderna CACM, FCA och EB inom område ”Marknad” reglerar kapacitet och balans i marknaden (Ei, 2020a). CACM reglerar och ger uppdrag till transmissionsnätföretagen och de nominerade elmarknadsoperatörerna inom EU att ta fram detaljerade metoder och villkor för sammankoppling av marknaden. FCA ska säkerställa att marknadsaktörer har tillräckliga möjligheter att hantera ekonomiska risker vid handel av el. EB sätter ramarna för en gemensam och välfungerande europeisk balansmarknad genom att bestämma villkor och metoder för hur balanstjänster ska upphandlas och aktiveras (Ei, 2020a).

Nättkoder inom området ”Drift” som SO och ER reglerar driften av elöverföringssystem samt hantering av nöddrifttillstånd, nätsammanbrott och återuppbyggnadstillstånd (Ei, 2020a). Nätkoden SO definierar minimikrav på transmissionsnätsföretagen vad gäller driftsäkerhet

³ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (EU) 2019/944 av den 5 juni 2019 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU.

och frekvenskvalitet i elnäten. ER reglerar minimikrav för hur transmissionsnätföretagen ska hantera nöddrifttillstånd, nätsammanbrott och återuppbyggnadstillstånd för att förbygga omfattande störningar i elnätet (Ei, 2020a).

3.1.1.3 Översyn av regelverket

För närvarande har Kommissionen inlett en översyn av regelverket med bakgrund av Ukrainakriget och den därpå följande energikrisen. Denna översyn har bland annat lett till förslag på förändringar i *elmarknadsförordningen* och ändringar i *elmarknadsdirektivet*, samt i *förordningarna som reglerar energitillsynsmyndigheter och marknadsövervakning*. Ändringar i elmarknadsförordningen föreslås till exempel för att underlätta integrering av förnybart i elsystemet genom nya skyldigheter, vilket också ska öka förutsägbarheten för produktionen, i form av krav på transparens för systemansvariga gällande redovisning av tillgänglig kapacitet för nya anslutningar. Ytterligare ett förslag är att det ska vara möjligt att införa en ny icke-frekvensrelaterad stödtjänst där aktörer kan få ersättning för att bidra till förbrukningsminskningar vid effekttoppar. Gällande elnätstariffer föreslår Kommissionen vissa ändringar för att stödja ett mer effektivt nätutnyttjande och öka incitamenten för elnätsföretag att använda flexibilitetstjänster. Samtidigt föreslås att elsystemets behov av flexibilitet ska identifieras av de nationella tillsynsmyndigheterna. Det ska också finnas ett stödsystem för efterfrågefleksibilitet och energilagring för att möjliggöra övergång till fossilfri flexibilitet.⁴

I förslaget ingår även ändringar i elmarknadsdirektivet som förtydligar konsumenträttigheterna. Enligt förslaget ska kunderna vid en och samma anslutningspunkt få rätt till mer än en mät- och faktureringspunkt. Energidelning och ramar för hur denna ska ske föreslås för hushåll, medelstora företag och offentliga organ. Vidare föreslås att nätföretag ska informera kring möjligheten till nyanslutningar samt kontinuerligt publicera tillgänglig nätkapacitet på ett tydligt och transparent vis.⁵

Genomförs Kommissionens ändringsförslag kommer det att påverka svenska regler, såsom Ellagen och Förordning om nätkoncession. Den svenska regeringen är på ett övergripande plan positiv till Kommissionens förslag.⁶

Kommissionen har även gett Byrån för samarbete mellan energitillsynsmyndigheter (ACER⁷) i uppdrag att göra *tillägg i två av nätkodsförordningarna*; Nätanslutning av generatorer (RFG) och Anslutning av förbrukare (DCC). I ACER:s policypaper återfinns bland annat förslag på tillägg beträffande tekniska krav på lagring, mobil lagring (dvs. elfordon) samt laddpunkter

⁴ Regeringskansliet Faktapromemoria 2022/23:FPM73, En reform av EU:s elmarknadsdesign.

⁵ Ibid.

⁶ Ibid.

⁷ The European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators (ACER)

och förslag på tekniska krav för prosumenter med både generering, förbrukning och lagring. (ACER, 2020). Bland annat föreslås att de tekniska kraven sätts i anslutningspunkten av laddparken och att dessa skulle kunna omfatta elfordon och dess utrustning, speciellt gällande utrustning för tvåriktade V2G för att skjuta ut el till nätet och V1G för frekvensstöd.

3.1.1.4 Reglering av alternativa bränslen

Ett av de mest centrala direktiven har varit EU:s alternativa bränsleinfrastrukturdirektiv (AFID), som antogs 2014⁸. Detta direktiv fastställer en ram för utbyggnaden av infrastrukturen för alternativa bränslen, inklusive laddinfrastruktur för elfordon. AFID kräver att medlemsstaterna utvecklar nationella handlingsplaner för att bygga upp ett nätverk av laddstationer längs huvudvägarna, och att dessa laddstationer ska uppfylla vissa minimistandarder för tillgänglighet och interoperabilitet. Under de senaste åren har Kommissionen genomfört en revision av AFID vilket mynnade ut i en övergång till en förordning om infrastruktur för alternativa drivmedel (AFIR), då rådet och Europaparlamentet nyligen (mars 2023) nådde en överenskommelse.⁹

Enligt den nya förordningen åläggs medlemsländerna tvingande mål för utbyggnaden av laddinfrastruktur och tankstationer för vätgas för vägtransporter samt sjö- och luftfart. För varje lätt batterifordon som registreras måste det finnas en uteffekt på 1,3 kW i publik laddinfrastruktur. Vidare måste det finnas snabbaddstationer om minst 150 kW var 60:e km längs det transeuropeiska nätet (TEN-T) till år 2025. För tunga fordon måste det finnas snabbaddare om 350 kW var 60:e km längs stornätet till år 2025. Från 2025 gäller utbyggnaden även var 100:e km längs det övergripande nätet till att ha full teckning år 2030. Laddstationer för tunga fordon måste vidare finnas på säkra uppställningsplatser liksom i urbana knutpunkter för leveransfordon. För vätgas gäller en tankstation var 200:e km längs stornätet till år 2030. För sjöfarten gäller att hamnar med minst 50 passagerarfartygsanlöp eller 100 containeranlöp måste tillhandahålla landanslutning. För luftfarten gäller att flygplatser måste tillhandahålla el till alla stillastående flygplan vid gaten år 2025 och till år 2030 även till de som är parkerade vid andra platser. Slutligen måste operatörer av ladd- och tankstationer ha full pristransparens, erbjuda en gemensam betalningsmetod och göra relevant information tillgänglig elektroniskt.¹⁰

⁸ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2014/94/EU av den 22 oktober 2014 om utbyggnad av infrastrukturen för alternativa bränslen.

⁹ Se Energimyndighetens rapport "Handlingsprogram för laddinfrastruktur och tankinfrastruktur för vätgas" för en detaljerad genomgång av regleringarna i AFIR (Energimyndigheten 2023c).

¹⁰ Europeiska kommissionen, 2023, Pressmeddelande: Den europeiska gröna given: överenskommelse om en ambitiös ny lag om utbyggnad av tillräcklig infrastruktur för alternativa bränslen, Brussels den 28 mars 2023

Ett annat viktigt direktiv är EU:s förnybarhetsdirektiv (RED II), som antogs 2018¹¹. Detta direktiv fastställer en målsättning om att 32 % av EU:s totala energiförbrukning ska komma från förnybara energikällor år 2030. För transportsektorn innebär detta en ökad efterfrågan på förnybara bränslen och el. Genom att främja produktionen av förnybar el kan RED II bidra till att öka tillgänglighet och attraktivitet för laddinfrastruktur. Även detta direktiv har varit under revision de senaste åren och så sent som i mars i år har rådet och Europaparlamentet i trilog med Kommissionen nått en preliminär överenskommelse (RED III). Överenskommelsen innebär en höjning av andelen förnybar energi till 42,5 % (och helst 45 %) senast år 2030. För transportsektorns del kan medlemsländerna välja mellan bindande mål om att minska växthusgasintensiteten med 14 % genom att använda förnybar energi eller att förbinda sig till en andel om 29 % förnybar energi i transportsektorn.¹²

Ytterligare ett viktigt direktiv är EU:s energieffektiviseringsdirektiv (EED), som uppdaterades 2018¹³. Detta direktiv fastställer en ram för att främja energieffektivisering inom EU, inklusive i transportsektorn. EED innebär att medlemsstaterna ska genomföra åtgärder för att minska energianvändningen inom transportsektorn, bland annat genom att främja energieffektiva fordon och laddinfrastruktur.

Utöver dessa direktiv finns det även andra EU-regleringar och initiativ som kan bidra till att främja laddinfrastrukturen och elektrifieringen av transportsystemet, såsom EU:s ramprogram för forskning och innovation (Horizon Europe)¹⁴ och EU:s mekanism för en rättvis omställning (Europeiska kommissionen, u.å.a). Genom att främja utbyggnaden av laddinfrastruktur, produktionen av förnybar el och energieffektivisering inom transportsektorn kan EU-regleringar bidra till att minska utsläppen från transportsektorn och uppnå EU:s klimatmål.

¹¹ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (EU) 2018/2001 av den 11 december 2018 om främjande av användningen av energi från förnybara energikällor.

¹² Europeiska unionens råd, 2023, Pressmeddelande: Rådet och parlamentet når preliminär överenskommelse om direktivet om förnybar energi.

¹³ EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (EU) 2018/2002 av den 11 december 2018 om ändring av direktiv 2012/27/EU om energieffektivitet.

¹⁴ För mer information, se: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en.

3.1.2 Regleringar i Sverige

3.1.2.1 *Ellagen*

Ellagen¹⁵ är den lagstiftning som reglerar anslutning av elektriska anläggningar som till exempel laddinfrastruktur till elnätet. Genom lagen har nätbolagen anslutningsplikt, det vill säga de är skyldiga att ansluta en kund som begär det. Villkor för anslutning till elnätet anges i 4 kap i ellagen. Här står bland annat att nätföretag ska genomföra en anslutning inom skälig tid (5§), att det ska finnas standardiserade rutiner för anslutning (6§) och att en tidsplan för anslutningen ska tas fram (8§). Om ledig kapacitet saknas och förutsättningar för att åtgärda kapacitetsbristen på ett samhällsekonomiskt sätt inte finns utan att förstärka ledningen eller ledningsnätet, eller om det finns andra särskilda skäl medger Ellagen möjlighet att göra avsteg från anslutningsskyldigheten. I det fall ett nätföretag vägrar att ansluta en anläggning med hänvisning till att ledningen eller nätet saknar kapacitet ska företaget mot en skälig kostnad lämna information om vilka åtgärder som krävs för att anslutningen ska kunna genomföras (9§). Det finns här särskilda regler för laddinfrastruktur: ”Om anläggningen är en laddningspunkt, ska nätföretaget utan särskild begäran lämna informationen tillsammans med meddelandet om att anslutning vägras. Nätföretaget ska lämna informationen utan ersättning.”

I 5 kap regleras intäktsramen för nätverksamhet. 1§ handlar om intäktsramens storlek och det står att den inte ska vara större än vad som behövs för att (1) täcka kostnader för driften av nätverksamheten, (2) täcka avskrivningar, och (3) ge en sådan avkastning på kapitalbasen som behövs för att i konkurrens med alternativa placeringar med motsvarande risk få tillgång till kapital för investeringar. I 5 kap finns även skrivningar som möjliggör incitament och flexibilitet när intäktsramen ska fastställas. Detta gäller kvaliteten i nätverksamheten (9§), effektivt utnyttjande av elnätet (11§) och användning av flexibilitetstjänster som förbättrar effektiviteten i nätverksamheten (12a§). Regering eller myndighet ges befogenheter att utfärda föreskrifter för att reglera detta i mer detalj. Nya metoder för att fastställa intäktsramen var planerade att införas år 2024 i och med den nya tillsynsperioden för 2024–2027 (Ei, 2023c), dock har Energimarknadsinspektionen varit tvungen att pausa införandet på grund av att Kammarrätten beslutat att Ei inte får begära in de uppgifter som krävs för att genomföra metodbytet (Ei, 2023g).

¹⁵ Ellag (1997:857).

3.1.2.2 Plan- och bygglagen

Plan- och bygglagen¹⁶ (PBL) reglerar planläggningen av mark, vatten och byggande. Kommunerna har i Sverige ansvar för att planera användningen av mark och vatten. Kommunens översiktsplan redovisar grunddragen för den avsedda användningen av mark- och vattenområden. Detaljplaner, som är juridiskt bindande, används för att reglera hur mark och vattens ska användas och hur bebyggelsen ska se ut inom ett visst område. Bygglov krävs för att bygga en ny byggnad, bygga till eller göra vissa ändringar. När det gäller laddstationer krävs bygglov i vissa fall och det är kommunen som avgör om detta behövs.

Sedan 2020 finns det enligt PBL krav på att nya byggnader ska ha utrustning för laddning av elfordon eller förberedelse för laddning genom ledningsinfrastruktur (Boverket, 2021). Det gäller exempelvis nya bostadshus med fler än 10 parkeringsplatser och byggnader som inte är bostadshus men har fler än 10 parkeringsplatser. Från och med 2025 ställs det även retroaktiva krav på att vissa äldre lokalbyggnader ska förses med laddningspunkter.

3.1.2.3 Miljöbalken

Miljöbalken¹⁷ samordnar svensk miljölagstiftning och har kopplingar till flera andra lagar. Vid anläggande av ny verksamhet som kan ha miljöpåverkan krävs anmälan eller miljötillstånd beroende på verksamhetens storlek. Laddstationer kräver i regel inte miljötillstånd. Detta kan dock vara aktuellt för andra verksamheter kopplat till laddinfrastruktur såsom nya elledningar eller ny elproduktion.

3.1.3 Standard för V2G kommunikation

Utöver regleringar finns också standarder för att säkerställa interoperabilitet av olika system. ISO 15118¹⁸ är en sådan standard som reglerar V2G kommunikationsgränssnitt och som definierar hur utökad kommunikation mellan fordon och laddningsstation ska ske. Bland annat ger ISO 15118 möjlighet för en "Plug & Charge" funktion att identifiera fordonets ägare via laddkabeln innan den börja ladda (Nåbo et al., 2023). Det betyder att ägaren till fordonet inte behöver använda exempelvis ett textmeddelande, app eller RFID-laddningskort för att identifiera sig mot laddstationen för att bekräfta sin identitet men att det sker via V2G gränssnittet. Annan information som kan utbytas mellan fordonet och laddstationen genom kommunikationsgränssnittet ISO 15118 är att laddstationen får möjligheten att läsa av den önskade energin (i kWh) från det elektriska fordonet.

¹⁶ Plan- och bygglag (2010:900).

¹⁷ Miljöbalk (1998:808).

¹⁸ SS-EN ISO 15118-20:2022.

Dessutom finns det Open Charge Point Interface (OCPI) protocol som är en EV-roaming standard och som tillhandahåller transparent information till konsumenterna om laddningsplatser och priser (Nåbo et al., 2023; EVRoaming, 2018).

3.2 Processen för att etablera publik laddinfrastruktur

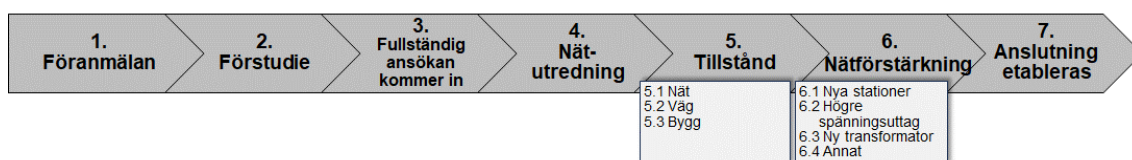
I rapporten ”Ledtider och kostnader för etablering av laddinfrastruktur” (A fry, 2022) ges en noggrann och tydlig beskrivning av processen för att etablera publik laddinfrastruktur vilken sammanfattas här.

Processen för att etablera publik laddinfrastruktur innefattar fem steg, se Figur 1. Det ska betonas att processen inte är helt sekventiell utan att vissa av stegen kan ske parallellt.



Figur 1. Etableringsprocessen för publik laddinfrastruktur (A fry 2022, s. 12).

I steg A skickar laddoperatören in en ansökan om nätanslutning till elnätsägaren. I och med detta påbörjas nätanslutningsprocessen som är en parallell process och som beskrivs närmare nedan. I steg B ansöker laddoperatören om bygglov hos kommunen om detta är nödvändigt. Om laddoperatören inte äger marken där laddstationen ska byggas krävs markanvändningstillstånd från markägaren vilket sker i steg C. I steg D sker design och installation av laddstationen, vilket görs i samverkan mellan laddoperatören och originaltillverkaren av laddinfrastrukturkomponenterna (OEM). Slutligen, i steg E, sker driftsättning av laddstationen vilket görs av en behörig elektriker (A fry, 2022). Nätanslutningsprocessen (steg A) är en separat process som i sig innehåller ett flertal steg. I denna process är elnätsägaren och laddoperatören de huvudsakliga aktörerna. A fry (2022) delar in processen i sju olika steg, se Figur 2.



Figur 2. Nätanslutningsprocessen från att en ansökan kommer in tills att anslutningen etableras (A fry 2022, s. 13).

Första steget är att laddoperatören skickar in en föransökan där de anger förslag på platser där de är intresserade av att installera laddstationer. I steg 2 genomför elnätsägaren en förstudie där de undersöker elnätets status vid de föreslagna placeringarna av laddstationer samt uppskattar kostnaden för en anslutning. I steg 3 skickas en fullständig ansökan in till elnätsägaren för de laddstationer man vill installera. Det fjärde steget är en nätutredning där elnätsägaren utreder hur en anslutning kan genomföras för de olika placeringarna och om det till exempel finns behov att förstärka elnätet. Elnätsägaren skickar en offert till laddoperatören med en uppskattning av kostnaden för anslutningsprocessen. Steg 5 består av de tillståndprocesser som är nödvändiga. Nätstillstånd (eller nätkoncession) är det viktigaste tillståndet och kan sökas för en enskild linje eller ett område. Företag som redan har koncession inom ett område behöver inte ansöka om tillstånd för att bygga en enskild ledning inom området. Andra tillstånd som kan vara aktuella är vägtillstånd (t.ex. för att göra vägväpning) och bygglov (t.ex. för nätstationer). Steg 6 innefattar nätförstärkning om det visar sig vara nödvändigt. Detta kan innebära att bygga nya nätstationer, att möjliggöra högre effektuttag genom att ansluta till regionnätet, att bygga en ny ledning eller andra åtgärder (Afry, 2022). Sista steget är att etablera anslutningen vilket sammanfaller med steg E i etableringsprocessen, se Figur 1.

3.3 Pris som styrmekanism och regelverk för tariffer

De utmaningar som elnätet står inför med ökad efterfrågan på elektricitet och samtidigt en allt större andel av kraftproduktionen som inte är planerbar skapar ett behov av att bättre kunna styra förbrukningen för att utnyttja befintliga resurser på ett så effektivt sätt som möjligt. Pris är en stark styrmekanism varpå elnätstariffer kan ha en styrande effekt om de är rätt utformade. Den information som kunden får genom tariffen ska motsvara kundens faktiska beteende. Genom prissignalen ska kunden kunna styra sitt beteende.

3.3.1 Elnätstariffer

Hur elnätsbolagen får ta ut avgifter bestäms i ”Energimarknadsinspektionens föreskrifter och allmänna råd för utformning av nättariffer för ett effektivt utnyttjande av elnätet”¹⁹, som beslutades i mars 2022. Föreskriften anger vilka kostnader som får ligga till grund för överföringstariffer. Nätbolagen ska fördela sina kostnader mellan inmatning- och uttagsabonnemang på ett sätt som reflekterar de kostnader nätkoncessionshavaren har för respektive abonnemang. Kostnaderna delas in i:

1. *Kortsiktiga rörliga kostnader* – kostnader för nätförluster, både inköp och egen produktion, andra kostnader som påverkas av kundens användning av elnätet på kort sikt och energiavgifter till ett annat ledningsnät.
2. *Kundspecifika kostnader* – är kostnader för mätning, beräkning, rapportering, fakturering, relaterad administration och kundspecifika avgifter till ett annat ledningsnät.
3. *Framåtblickande kostnader* – kostnader som krävs i nätverksamheten för att bidra till ett effektivt nätutnyttjande på lång sikt och effektavgifter till ett annat ledningsnät.
4. *Residualkostnader* – övriga kostnader i verksamheten.

Enligt förordningen ska en nättariff bestå av en fast avgift, en energiavgift, en kundspecifik avgift och en effektavgift. Effektavgiften är ny i och med EIFS 2022:1 och måste vara införd senast 1 januari 2027. År 2022 var det endast ett tjugotal av de runt 150 elnätsbolagen som har infört effekttariffer (Ei, 2022a).

Den fasta avgiften baseras på residualkostnader och fördelas i intervall utifrån kundens abonnerade effekt eller motsvarande. Elnätsbolaget får tillämpa en annan fördelning av residualakostnaderna om fördelningen kan antas leda till ett mer effektivt nyttjande av elnätet.

Energiavgiften ska motsvara de kortsiktiga rörliga kostnaderna och tas ut med en avgift per kilowattimme som får tidsdifferentieras. Den kundspecifika avgiften ska baseras på de kundspecifika kostnaderna och ska bestämmas till ett fast belopp per kund som reflekterar de kostnader nätföretaget har för kunden.

Effektavgiften baseras på de framåtblickande kostnaderna och ska tas ut baserat på kundens användning av elnätet och den sammanlagda belastningen på elnätet och ska vara tidsdifferentierad. Uttagsavgifter till ett annat ledningsnät ska belasta uttagsabonnemang och inmatningsavgifter till ett annat ledningsnät ska belasta inmatningsabonnemang.

¹⁹ EIFS 2022:1.

Nätavgifter får enligt artikel 18.1 i elmarknadsförordningen inte leda till diskriminering av energilagring eller energiaggregering. Nätavgiften får vidare inte verka hämmande på egenproduktion, egenförbrukning eller på deltagande i efterfrågefleksibilitet.

Enligt den nya förordningen EIFS 2023:1 kommer tidsperioden för avräkning att ändras från den idag högsta upplösningen timmätning till att ersättas av kvartsmätning. Ändringen ska vara införd senast vid utgången av 2024. Med en mer högupplöst mätdata finns det bättre förutsättningar att bättre spegla konsumtionen.

I den konsekvensutredning till föreskriften som Energimarknadsinspektionen (Ei, 2021d) gjorde efter att regeringen i oktober 2018 hade beslutat om en ändring i elförordningen^{20,21} diskuterar Energimarknadsinspektionen marginalkostnads-prissättning som det mest effektiva men också om de svårigheter som finns för att kunna få fram marginalkostnaden. Nätets marginalkostnad varierar i tid och rum. Den geografiska variationen är inte tillåten för nätbolagen att inkludera i tariffen.

3.3.2 Elhandelspris

Elhandelspriset sätts på elbörsen mellan de som producerar och de som köper el. För att systemet ska vara i balans och driften säker måste det vid varje tidpunkt produceras lika mycket el som det används. Priset sätts enligt marginalkostnadsprissättning, det vill säga att priset sätts efter den senaste tillkommande produktionen som måste tas i drift för att möta efterfrågan i varje enskild tidsenhet. Eftersom dyrare produktionsalternativ endast tas i bruk när behovet är tillräckligt stort, innebär marginalkostnadsprissättningen att priset sätts efter den momentant dyraste produktionen. Även små förändringar i efterfrågan kan därför få stor inverkan på elpriset. En ökad efterfrågefleksibilitet kan därför bidra till att minska produktionstoppar. Sedan 2017 har kunder rätt att få en mätare som kan mäta elförbrukningen per timme, något som är en förutsättning för att kunna ha ett tidsdifferentierat pris. Senast 1 januari 2025 ska alla elmätare för lågspänningskunder uppfylla nya funktionskrav som möjliggör mätning av elförbrukning i realtid (Ei, 2023d).

3.3.3 Nätnyttoersättning

För att ge incitament till investeringar i elproduktionsanläggningar som bidrar till samhällsnytta och ökar elproduktionen ges en nätnyttoersättning. Elnätsbolagen betalar enligt ellagen automatiskt ut ersättningen till en elproducent som matar in el till nytta för nätet. Ersättningen motsvarar de minskade kostnaderna som elnätsbolaget får till följd av

²⁰ Elförordning (2013:208).

²¹ som innebar att Energimarknadsinspektionen får meddela föreskrifter om hur nättariffer ska utformas för att främja ett effektivt utnyttjande av elnätet.

elinmatningen och beräknas som värdet av de minskade elförluster i nätet som anläggningen bidrar med samt värdet av minskade överföringsavgifter som elnätsbolaget har till annat nät (Ei, 2022c).

3.3.4 Flexibilitet

För att en kund på elmarknaden ska kunna vara flexibel behöver prissignalerna vara de rätta. Idag möts kunder av två prissignaler; dels priset på energi och dels nätavgiften. Det är inte säkert att de två prissignalerna går i samma riktning utan de skulle kunna motverka varandra. Elpriset styrs utifrån elmarknaden medan elnätstariffen styrs utifrån lokala förutsättningar. Om allt fler kunder väljer timpris på sitt elavtal och styr sin förbrukning till tider då elpriset är lågt, så kan det uppstå effekttoppar som leder till sämre frekvens och oväntade obalanser i nätet (Ei, 2023a).

Styrtjänster (till exempel styrning av laddning av elbil) kan erbjudas av elhandelsbolag. Vanligast är att de styrtjänster som erbjuds endast tar hänsyn till spotpriset på elen, mer sällan tar styrtjänster hänsyn till systemeffekter (Ei, 2023a).

Distributionsnätbolagen kan få tillgång till flexibilitet genom hur nättarifferna är utformade, använda marknadsbaserade metoder för att skaffa flexibilitet eller använda icke-marknadsbaserade metoder. Nättariffer diskuteras ovan, utöver detta finns möjlighet för nätbolagen att använda sig av lokaliseringssignaler enligt elmarknadsförordningens artikel 18.3. Enligt Ei är dock lokaliseringssignaler inte förenliga med ellagen och de har därför förslagit en undantagsbestämmelse. Redan idag har dock nätbolagen möjlighet till undantag för pilottariffer. En pilottariff gäller för en begränsad mängd användare och måste meddelas till Energimarknadsinspektionen och får gälla i högst tre år (Ei, 2023b).

Marknadsbaserad anskaffning av flexibilitetstjänster innebär till exempel upphandling eller genom en organiserad marknadsplats. De som tillhandahåller flexibilitetstjänster, flexibilitetsleverantörerna, kan vara elproducenter, förbrukare, energilager eller aggregatorer. Vad som är en flexibilitetstjänst är inte direkt definierat i lag men beskrivs i energimarknadsdirektivet som ”tjänster för hantering av överbelastning i det egna distributionsnätet och/eller tjänster för att förbättra effektiviteten i driften och utvecklingen av distributionssystemet”²². En icke-marknadsbaserad anskaffning skulle kunna vara genom villkorade avtal. Huvudregel enligt elmarknadsförordningen är att marknadsbaserad anskaffning går före icke-marknadsbaserad anskaffning (Ei, 2023b).

²² Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/944 av den 5 juni 2019 om gemensamma regler för den inre marknaden för el och om ändring av direktiv 2012/27/EU (elmarknadsdirektivet).

3.3.4.1 Villkorade avtal

Villkorade avtal innebär att det i avtal om anslutning och tillgång till elnät finns villkor om att nätföretaget under vissa förutsättningar får begränsa kundens uttag eller inmatning ytterligare, utöver den effektnivå som avtalet huvudsakligen avser, det vill säga ett avsteg från en prima anslutning med en fast nivå av elektrisk effekt som kunden alltid har rätt att ta ut eller mata in på elnätet. Sedan våren 2022 har Energimarknadsinspektionen haft ett projekt om villkorade avtal med syfte att vägleda i regelverket (Ei, 2023e). Idag är dock varken det europeiska eller det svenska regelverket tydligt gällande villkorade avtal. ACER har tagit fram ett ramverk för riktlinjer som ska ligga till grund för en kommande förordning. Ei menar att det utifrån skrivningarna från ACER väntas komma förtydliganden om villkorade avtals roll och plats i förhållande till marknadsbaserade lösningar. Idag gör dock Ei bedömningen att villkorade avtal inte uppfyller kraven för marknadsbaserade mekanismer.

Villkorade avtal är en följd av kapacitetsbrister i elnätet, vilket också kan beskrivas som att en ny anslutning skulle kunna leda till överbelastning av nätet. Det finns olika typer av överbelastning, det vill säga överbelastning mellan olika elområden samt överbelastning inom ett elområde, vilket kallas intern överbelastning. Enligt regelverket ska omdirigering användas för att undvika intern överbelastning. Enligt Ei är villkorade avtal en form av omdirigering. För omdirigering ska i första hand marknadsbaserade åtgärder användas, men undantag kan göras om det:

1. inte finns några marknadsbaserade lösningar tillgängliga
2. om de marknadsbaserade lösningarna inte fullt ut täcker behovet,
3. om antalet tillgängliga resurser i området är för få för att säkerställa effektiv konkurrens
4. om överbelastning sker regelbundet på grund av den aktuella nätsituation, varpå det finns risk för strategisk budgivning.

Marknadsbaserade mekanismer kan tex vara bilaterala avtal²³, auktionsförfaranden eller en organiserad marknadsplats. (Ei, 2023e).

²³ Bilaterala avtal måste föregås av en process där samtliga relevanta aktörer tillfrågas och där nätbolaget har angivit specifikt vad som efterfrågas.

4 Internationell utblick

I detta kapitel sammanfattas erfarenheter från ett urval av länder vad gäller planering för, och utveckling av, elfordon och laddinfrastruktur. Länderna har valts utifrån de lärdomar de kan ge för Sverige. Innehållet i genomgången varierar en del beroende på hur långt länderna har kommit och tillgången på information. De länder som inkluderas är Norge, Tyskland, Nederländerna, Storbritannien och USA (främst Kalifornien).

4.1 Norge

Norge är ledande i världen vad gäller utvecklingen av elfordon och laddinfrastruktur. Elbilar utgör drygt 20 % av alla personbilar i Norge vilket är en fördubbling på bara två år. År 2022 utgjorde elbilar mer än 80 % av nybilsförsäljningen. Det finns över 25 000 laddstationer varav cirka 6 000 är snabbladdare. Den norska riksdagen beslutade år 2017 att alla nya bilar som säljs från 2025 ska ha nollutsläpp (dvs. elbilar eller vätgas).

För att stödja utvecklingen av elbilar har styrmedlen i Norge bestått både av stöd till laddinfrastruktur och stöd till inköp av elbilar. Under 2009 införde regeringen bidrag till byggande av laddstationer för såväl normal laddning som snabbladdning. Enligt Springel (2021) utgjorde bidragen 50–125 % av kostnaden för normala laddare och 20–90 % för snabbladdare. Även kommuner har haft egna lokala bidrag (Springel, 2021). Regeringen har sedan 2017 finansierat utbyggnaden av ett nätverk av snabbladdningsstationer var 50:e kilometer längs alla större vägar i Norge (Daniels et al., 2022). Det finns ett stort ägande av egna hus i Norge och många har installerat laddare hemma. Det finns även många publika laddstationer som i huvudsak är privatägda.

Vidare finns det ett paket av ekonomiska styrmedel för att göra det mer gynnsamt att köpa en elbil. Exempelvis har elbilar haft lägre skatt eller helt skattebefriats från flera olika skatter såsom importskatt, moms, registreringskatt, vägskatt och fordonsskatt. Elbilar har även sluppit vägtullar, färjeavgifter och kommunala parkeringsavgifter, samt har haft tillträde till bussfiler (Norsk elbilforening, 2023). Sammantaget har detta gjort att det är lika billigt eller billigare att äga en elbil jämfört med motsvarande bil med förbränningsmotor.

Den stora andelen elbilar och utbyggnaden av laddinfrastruktur har gjort att Norge tidigare behövt hantera de utmaningar som andra länder såsom Sverige också kommer att möta. En utmaning har varit att det norska elnätet är för svagt på många platser vilket kräver förstärkningar i form av nya kablar och transformatorer och kanske även batterilagring (NVE,

2016). I Norge har man använt sig av olika incitament för att minska kostnaderna för nätagarna i samband med kapacitetsbrist (Skotland, u.å.). Dels pågår en utveckling av nättarifferna så att de bättre ska motsvara kostnaderna för kundernas elanvändning (NordReg, 2021). Det finns också en anslutningsavgift där användaren måste betala kostnaden för förstärkning av nätet om det saknas tillräcklig kapacitet. Därutöver används avtal där elnätsägaren har möjlighet att begränsa kundernas elkonsumtion vid tidpunkter när kapacitet saknas. Detta gör det möjligt att ansluta kunder snabbare och minska behovet av kapacitetsförstärkningar. I det längre perspektivet behöver man utveckla en mer koordinerad laddning av elbilarna för att på så sätt undvika effekttoppar och minska behovet av nätförstärkningar (NVE, 2019).

Trots att Norge är ett av de ledande länderna när det gäller omställning till eldrivna fordon, har Norges transportekonomiska institut lyft fram flera utmaningar för laddmarknaden. I en rapport publicerad 2022 dras slutsatsen att laddmarknaden är kaotisk med ett stort antal företag och marknadsmodeller, och inte speciellt användarvänlig. Enligt rapporten kan förbättringar uppnås genom ökad reglering och konsolidering, samt genom nätverk som integrerar olika laddare i ett samlat utbud, eller om teknikjättar ger sig in i marknaden (Wangsness & Figenbaum, 2022).

4.2 Tyskland

Tyskland har stora ambitioner när det gäller omställningen till ett elektrifierat transportsystem och utbyggnaden av laddinfrastruktur. En viktig drivkraft är Tysklands mål att vara klimatneutralt senast år 2050 (BMWK, 2016), vilket bland annat innebär att utsläppen från transportsektorn måste minska.

Utöver detta mål har Tyskland också satt upp ett mål för antalet elbilar på vägarna. Tysklands regering har som mål att ha 15 miljoner elbilar på vägarna senast 2030 (Handelsblatt, 2022). För att nå detta mål har flera stödåtgärder införts, såsom skatteincitament för elbilsägare och finansiellt stöd för inköp av elbilar. Anställda som tillhandahåller en elbil som tjänstebil av sin arbetsgivare får en skatteförmån jämfört med om bilen haft konventionell förbränningsmotor. Exempelvis beskattas elfordon med ett bruttolistpris på maximalt 60 000 Euro månadsvis med 0,25 % av bruttolistpriset som naturaförmån, elfordon med ett bruttolistpris på över 60 000 Euro med 0,5 %. I jämförelse, fordon med förbränningsmotorer beskattas med 1 % av bruttolistpriset. Enligt nuvarande beslut kommer denna skatteförmån upphöra i slutet av 2030 (ADAC, 2022).

Vidare har Tysklands regering också satt upp ett mål om att bygga upp till en miljon publika laddstationer fram till 2030. För att uppnå detta mål har Tyskland infört flera initiativ och regleringar, såsom "Masterplan for Charging Infrastructure" från 2022 (Bundesregierung,

2022) och "Charging Infrastructure Act"²⁴ från 2021. Dessa regleringar ger ekonomiskt stöd till laddinfrastrukturprojekt och reglerar utbyggnaden av laddinfrastrukturen. Tysklands masterplan för laddinfrastruktur syftar till att öka antalet publika laddstationer för elbilar genom exempelvis krav på nybyggnation av laddstationer i parkeringshus och på bensinstationer samt finansiella stöd för installation av laddstationer i kommunal och privat regi (Bundesregierung, 2022). Dock fanns till och med juni 2023 bara 90 000 publika laddstationer i landet (Reuters, 2023). Om utbyggnaden fortsätter i samma takt, kommer det endast finnas cirka 200 000 publika laddstationer år 2030, enligt den tyska föreningen för fordonsindustrin (Tagesschau, 2022), och inte en miljon som målet är. Samtidigt pågår en diskussion om huruvida en miljon publika laddpunkter egentligen behövs eftersom elbilar för det mesta laddas hemma och på jobbet, vilket minskar behovet av publika laddstationer (Tagesschau, 2022) samt att snabbladdning ökar. Den tyska regeringen meddelade i juni 2023 att den kommer att ge upp till 900 miljoner euro i subventioner för att bygga ut laddstationer för elfordon för hushåll och företag varav 500 miljoner euro till privata hushåll som äger elfordon och vill bygga laddstationer och 400 miljoner euro till företag för snabbladdning för eldrivna bilar och lastbilar (Reuters, 2023).

En annan reglering som styr utvecklingen av ett elektrifierat transportsystem är lagen för förnybara energikällor²⁵, som trädde i kraft för första gången år 2000 och som kontinuerligt utvecklats sedan dess. I lagen finns mål för ökad produktion och användning av förnybar energi i Tyskland. Detta har lett till ökade investeringar i förnybar energi och därmed möjliggjort en mer hållbar elektrifiering av transportsystemet.

En lag som också har påverkat utvecklingen av laddinfrastrukturen är Tysklands lag för utsläppskontroll²⁶, som först trädde i kraft år 1974 och som kontinuerligt utvecklats och ändrades senast 2017. Lagen reglerar miljökraven för fordons- och transportinfrastruktur. Enligt lagen måste laddinfrastrukturen uppfylla vissa miljökrav för att minska luftföroreningar och buller, vilket har påverkat dess utformning.

Förutom att transportsektorn ska elektrifieras, står Tyskland också inför en stor omställning av energisektorn. Att ställa om till fossilfri el, betyder också att elnätet behöver byggas ut för att exempelvis transportera vindenergi från landets norra delar till söder. Inom de närmaste åren planeras det för att bygga mer än 10 000 km elnät i Tyskland (Bundesnetzagentur, 2023a). Vart det ska byggas ut och hur långt det har kommit, sammanställs på en karta om nätutbyggnad (Bundesnetzagentur, 2023b).

²⁴ "Gesetz zum Aufbau einer gebäudeintegrierten Lade- und Leitungsinfrastruktur für die Elektromobilität" (GEIG), <https://www.gesetze-im-internet.de/geig/>.

²⁵ "Erneuerbare-Energien-Gesetz" (EEG), <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html>.

²⁶ "Bundesimmissionsschutzgesetz" (BImSchG), <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Gesetze/Energie/BImSchG.html>.

För att påskynda transport- men också värmeövergången i Tyskland och för att stabilisera lågspänningsnätet, införde Tyskland en lagändring under November 2023. Paragraf §14a i den tyska energiindustrilagen (EnWG)²⁷ säkerställer försörjningstryggheten i lågspänningsnätet genom att nätoperatörerna får minska förbrukningen under den specifika överbelastningens varaktighet. I fortsättningen kommer nätoperatören inte längre att få vägra eller fördröja inkoppling av nya värmepumpar eller privata laddpunkter för elbilar med hänvisning till eventuell lokal överbelastning av deras nät. I gengäld, om det finns risk för överbelastning av nätet, kan nätoperatören minska belastningen på nätet genom att tillfälligt ”dämpa” elförbrukningen för styrbara förbrukningsapparater ner till 4,2 kW under maximalt 2 timmer per dag (Bundesnetzagentur, 2023c). Det gör att elbilar kan fortsätta laddas med energi motsvarande 50 kilometer på två timmar. Vanlig hushållsel påverkas inte. I utbyte mot den nätinriktade kontrollen av styrbara förbrukningsapparater betalas en reducerad nätavgift. Tyskland är därmed ett av de första länderna i EU när det gäller att införa frekvens- och nätreglering.

Ett hinder för en snabbare utbyggnad av laddinfrastrukturen är att det saknas en enhetlig standard för dessa och det gör det komplicerat för användaren. Detta innebär att det kan finnas olika typer av kontakter och laddningssystem som inte är kompatibla med varandra, vilket skapar förvirring hos konsumenterna och kan bromsa utbyggnaden. För att öka användarvänligheten har Tyskland antagit den enhetliga standarden ISO 15118, vilken kommer att gälla från år 2024.

En annan utmaning är bristen på laddinfrastruktur på landsbygden och i mindre städer. Detta kan göra det svårt för människor att ladda sina elbilar under längre resor. För att tackla detta problem har regeringen infört initiativ som stöder utbyggnaden av laddinfrastruktur på dessa platser (Tagesschau, 2022).

När det gäller ägande och drift av laddstationer i Tyskland är det en blandning av privata och offentliga aktörer. De stora energibolagen, såsom E.ON, RWE och EnBW, har en betydande närvaro på marknaden. Det finns också ett antal mindre företag som specialiserar sig på att bygga och driva laddstationer.

När det gäller utbyggnaden av publika laddstationer för tunga fordon, har Tyskland lanserat flera program och subventioner för att stödja investeringar i laddinfrastruktur. Ett av dessa program erbjuder finansiellt stöd till företag som investerar i eldrivna fordon och laddinfrastruktur för dessa (BMWK, 2022). Dock är bristen på standardisering och interoperabilitet också ett av hindren för utbyggnaden av publika laddstationer för tunga fordon i Tyskland.

²⁷ "Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (§14a Energiewirtschaftsgesetz - EnWG)", https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/_14a.html.

4.3 Nederländerna

Nederländerna är långt framme gällande e-mobilitet. I april 2023 hade landet cirka 75 000 publika laddplatser, 53 000 semipublika och cirka 500 000 elbilar. Landet har sedan 2019 också en nationell agenda för laddinfrastruktur som en del av ett klimatavtal som tagits fram i samarbete mellan det offentliga och privata aktörer. I Nederländerna är 7 av 10 hushåll beroende av publika parkeringsplatser eller garage, vilket gör att behovet av publika laddplatser är stort (NAL, 2023). Själva utrullningen av laddplatser sker med begränsad nationell inblandning och i stället har kommuner samarbetat i regionala upphandlingar för publik laddinfrastruktur. Den nationella agendans regionala projektorganisationer hjälper till att koordinera och underlätta upphandlingar samt överföra de nationella åtgärderna och målen till regionala och lokala planer (NAL, 2023).

Den nationella agendan för laddinfrastruktur syftar till:

- Ett nätverk med hög täckning av laddinfrastruktur
- Strategisk och datadriven placering av laddinfrastrukturen
- Lättillgänglig information om lokalisering och tillgänglighet av laddpunkter samt laddpriser
- En god balans mellan alla typer av laddinfrastruktur för alla trafikslag
- Framtidssäkrad och både fysiskt och digitalt säker infrastruktur
- Smart laddning för att förhindra överbelastning i elnätet

Inom agendan finns det fem arbetsgrupper; den första arbetar med att accelerera implementeringen av laddinfrastrukturen genom att ta fram regionala kartor och laddinfrastrukturplaner som visualiserar utbud och efterfrågan, initiera samarbeten mellan kommuner, nätoperatörer och laddoperatörer för att minska ledtider, samt initiera regler och lagar som behövs för att accelerera utrullningen.

Den andra arbetsgruppen är inriktad på öppna protokoll och marknader så att en effektiv marknad skapas för elfordonsägare. Öppna protokoll underlättar styrning och informationsutbyte samt är en förutsättning för interoperabilitet.

Den tredje arbetsgruppen sysslar med smart laddning och frågor som hur transportsektorn kan bli en tillgång för energisystemet i balanseringsaspekten, samt hur smart laddning kan bidra till att styra mot billigare och mer hållbar laddning. Målsättningen är att alla destinationsladdsessioner ska vara smarta år 2025. Nätbolagen har i ett partnerskap startat ElaadNL som är ett kunskaps och innovationscenter som är specifikt inriktat på smart laddning.

Genom vägledning, skapande och spridning av kunskap samt arbete med internationella standarder för fysisk säkerhet och cybersäkerhet, är målet för den fjärde arbetsgruppen att skapa säkra e-transporter.

Den femte och sista arbetsgruppen riktar sig till transport och logistiksektorn och fokuserar på att förbereda näringen för att implementera laddinfrastruktur.

Anslutning till elnät

I Nederländerna åligger det nätföretagen en plikt att ansluta alla som begär en anslutning. En nätoperatör förväntas vidta långtgående åtgärder för att uppfylla alla begärda nätanslutningar. En anslutning får endast nekas där nätkapacitet inte finns. Bristen får endast härstamma från fysisk brist och inte från kontraktuell brist, det vill säga nätbolagen måste utgå från den faktiska överförda kapaciteten och inte det maximala kapacitetsuttaget som finns avtal om. Detta övervakas strikt av ACM. Vidare får nätbolagen inte diskriminera mellan kunder, vilket även innefattar likabehandling mellan befintliga och nya kunder. Därmed kan principen om först till kvarn inte tillämpas. (Thema Consulting Group, 2022)

Elnätsutbyggnad i Nederländerna

För projekt som är av nationellt eller europeiskt intresse (innefattar automatiskt all elnätsutbyggnad på 220kV eller högre) finns en särskild beslutsprocess. Det innebär att Ministeriet för Ekonomi (näringsliv) och klimat (EZK) hanterar alla beslut och tillstånd med en given tidsram. Vidare måste nätutbyggnadsbeslut tas inom ramen för den fysiska planeringen. Genom särskilda så kallade integrerade områdesplaner som regeringen fastställer i stället för kommuner kan ledtider kortas. Tillgång till mark hanteras i en separat legal process genom Ministeriet för infrastruktur och miljö.

Stamnätet i Nederländerna ägs och drivs av TenneT (2023a). Myndigheten för konsumenter och marknader är ansvarig tillsynsmyndighet. Distributionsnäten ägs och drivs av ett antal nätföretag Coteq, Enexis, Liander, Rendo, Stedin och Westland Infra.

Branschorganisationen Netbeheer Nederland tillhandahåller en kapacitetskarta som riktar sig till de som har projekt där en anslutning större än 3*80A (Netbeheer Nederland, 2023). För högspänningsprojekt har TenneT en egen kapacitetskarta (TenneT, 2023b).

4.4 Storbritannien

Storbritannien instiftade redan år 2019 en lag som säger att landet ska uppnå netto noll utsläpp av växthusgaser senast år 2050 (UK Government, 2019). För att nå målet har Storbritannien till exempel beslutat att alla bilar som säljs från och med år 2030 ska ha betydande nollemissionskapacitet (till exempel laddhybrider) och att alla nya bilar ska vara nollemissionsfordon senast år 2035 (HM Government, 2020). Dessa mål kommer också kompletteras med krav på att en viss andel av nybilsförsäljningen ska vara nollemissionsfordon redan år 2024. Det kommer också införas krav på att även tunga fordon ska vara nollemissionsfordon år 2035 respektive 2040 beroende på viktklass. Utöver alla dessa mål och policys införs också ett flertal styrmedel som innefattar ekonomiskt stöd till såväl fordon som laddinfrastruktur (DfT, 2022a).

I slutet av det tredje kvartalet år 2022 fanns det närmare en miljon elfordon och laddbara hybrider i Storbritannien vilket motsvarar cirka 2 % av fordonsflottan (DfT, 2022b; DfT, 2023). Den absoluta merparten (cirka 900 000) är personbilar men det finns också cirka 40 000 elektriska lastbilar (DfT, 2023). Antalet elfordon har ökat mycket snabbt och mer än fördubblats på bara två år.

Den 1:a april 2023 fanns det samtidigt drygt 40 000 publika laddpunkter vilket är en ökning med över 30 % på bara ett år. Som jämförelse antas behovet av publika laddpunkter vara minst 300 000 år 2030 och enligt den nationella infrastrukturplanen för elfordon behöver installationstakten öka betydligt för att målet ska nås (HM Government, 2022).

Merparten av laddarna har en effekt på maximalt 22 kW men andelen högeffektladdare ökar kontinuerligt (Official Statistics, 2023). Ungefär hälften av alla publika laddare är så kallade destinationsladdare där föraren typiskt stannar en längre tid som till exempel butiker, skolor och restauranger med mera. Därutöver finns ungefär en tredjedel av alla laddare vid boendeparkering längs med gator. Endast 6 % av de publika laddarna finns längs med motorvägarna, vid bensinstationer och liknande där föraren typiskt stannar och laddar för att därefter fortsätta sin resa (Official Statistics, 2023).

Anslutning av laddstationer till elnätet

Det brittiska elnätet är privatiserat och för att få äga och driva transmissions- och distributionsnät krävs en licens från Ofgem (Office of Gas and Electricity Markets). Totalt finns det fyra företag som äger regionala transmissionsnät och 14 distributionsnätoperatörer som har licens för ett visst geografiskt område (Thomson Reuters practical law, 2023).

För att förbättra konkurrensen har Storbritannien också infört ett system med oberoende distributionsnätoperatörer. Dessa har till exempel rätt att ansluta nya bostadsområden, industrier och andra elkonsumenter till elnätet. Dessa oberoende operatörer är inte bundna till ett visst geografiskt område. De kan också ta betalt för en anslutning över tid i stället för

direkt vid anslutning vilket distributionsnätsoperatörerna inte kan göra (Vattenfall, 2023a; Vattenfall, 2023b).

Den som vill etablera en laddplats kontaktar den lokala nätägaren på ett standardiserat sätt och anger placering och storlek på anslutningen. Nätägaren reserverar den önskade kapaciteten alternativt återkommer med en offert på vad anslutningen kostar. Detta ska ske inom 5–65 arbetsdagar. När det gäller kostnaden för att ansluta till elnätet har Storbritannien justerat sitt regelverk så att den som ansöker om att etablera en laddplats efter den 1:a april 2023 inte längre behöver betala för några eventuella nätförstärkningar utan endast för infrastruktur som uteslutande används för den egna anslutningen.

Även om det finns tydliga regler för hur lång tid en nätoperatör har på sig att lämna ett erbjudande om nätanslutning kan det ibland ta lång tid innan anslutningen är på plats. I synnerhet om nätet behöver förstärkas. I den nationella strategin för laddinfrastruktur rapporteras det till exempel om ledtider på runt två år för att ansluta större depåer (HM Government, 2022).

För att öka utnyttjandegraden av befintlig infrastruktur och minska ledtiderna för att förstärka nätet kan det i vissa fall vara möjligt att teckna flexibla avtal med nätoperatören. Dessa avtal kan till exempel innebära att användningen av laddarna begränsas under en viss del av dagen (ENA, 2023). UK Power networks, som bland annat äger och driver nätet i London, arbetar till exempel med två olika typer av villkorade avtal. Ett där nätutnyttjandet kopplas till en viss tidsperiod där det typiskt finns två till tre olika tidsperioder att avtala om. Alternativt används uttagsprofiler vilket ger en ännu mer flexibel anslutning med upp till 48 olika perioder med olika uttag (UK Power Networks, 2023).

För att ytterligare underlätta utrullningen av laddinfrastruktur redovisar UK Power Networks nätkapaciteten för respektive mät- och reglerstation på en digital karta (UK Power Networks, 2023). Därigenom kan den som planerar för att etablera laddplatser enkelt se vart det finns gott om kapacitet i nätet och vart det är begränsat.

4.5 USA

USA i stort har länge varit långsamt i övergången till fossilfria bränslen. Landet står inför ett flertal utmaningar såsom landets storlek, spridning av befolkning och regeringsstruktur. Regeringen under president Biden försöker driva fram en policy som ska skapa en ekonomi som är mindre beroende av fossila bränslen och erbjuda bättre förutsättningar för en hållbar framtid. USA:s regeringsstruktur mellan riksdag på nationell- och delstatsnivå kan vara en utmaning för att samarbeta. Dessutom finns risker med USA:s två stora politiska partier att ändringar i lagstiftning kan fördröjas eller tas bort efter ett val (Daniels et al., 2022). De flesta amerikanska storstäder är inte uppbyggda med kapacitet för kollektivtrafik (Cage, 2022).

Enligt Daniels et al. (2022) har USA också en kultur fokuserad på användarnas individuella behov snarare än fördelen för samhället i stort.

Regeringen under Biden har progressiva mål för en mer hållbar framtid och industrin i USA. Vita Huset har satt målet att utsläppen ska minska med 50–52 % innan 2030 och att elnätet ska byggas ut. Samtidigt satsar Vita Huset på att hälften av alla nyförsäljningar av vägfordon ska vara eldrivna till år 2030 (The White House, 2022). Bidens ”Inflation Reduction Act” hjälper konsumenter att köpa elfordon och innehåller satsningar på elektrifiering av tunga fordon och infrastruktur. Genom dessa åtgärder från ”Inflation Reduction Act” hoppas regeringen under Biden att elektrifieringen av landets fordonsflotta också ska bli mer jämlik och skapa nya jobb vilket ska förstärka USA:s ekonomi. USA:s transportdepartement hoppas att elektrifiering ska bidra till inkludering av landsbygden samt samhällen av den amerikanska urbefolkningen (U.S. Department of Transportation, 2022). Flera privata företag kommer också stötta elektrifiering, bland annat genom att utöka sina elektriska fordonsflottor (The White House, 2023).

För att samordna laddinfrastrukturen har flera elbilstillverkare beslutat att övergå till Teslas ”North American Charging Standard” (NACS). Fordonstillverkare som ansluter sig till NACS är GM, Ford, Volvo Cars och Polestar. Från och med år 2025 kommer deras elfordon vara utrustade med NACS laddport och därmed kan dessa elfordon använda sig av Teslas laddinfrastruktur i USA men också i Kanada och Mexiko (Karlström, 2023).

Delstater har viss makt och rättigheter att bestämma hur skatteintäkter används, vilket resulterar i variationer vad gäller infrastrukturen mellan delstaterna. Det kan vara ett hinder för landet i helhet att ta fram en gemensam strategi för en framtid med fossilfria bränslen. USA har länge haft ett ekonomiskt beroende av olja och den fossila industrin, vilket kan göra det svårt för delstater, som har en ekonomi grundad i fossila bränslen, att vända sig emot detta. Vissa delstater har börjat förändra lagstiftningen för att skapa bättre förutsättningar för hållbarhet och övergången till fossilfria bränslen på delstatsnivå. För att en mer generell förändring ska ske är det viktigt att även det nationella parlamentet genomför ny lagstiftning.

Kalifornien är en av delstaterna som har kommit längst i övergången till elektrifiering. Kalifornien har en unik position jämfört med andra delstater. Delstaten har en stor befolkning (cirka 39 million invånare) och en stark ekonomi, med samma landyta som Sverige. I vissa beräkningar står Kalifornien som världens femte största ekonomi. De har makten att ställa vissa krav som andra delstater och företag blir tvungna att följa efter (Davenport, 2023). År 2022 antog Kalifornien en lag om att alla nya personbilar och tunga fordon ska vara eldrivna år 2030. Den regleringen lade grunden för det så kallade Zero Emissions Vehicle (ZEV-)programmet. Kalifornien behövde få tillstånd att införa en strängare policy än vad krävs på national nivå. Det ursprungliga syftet med att börja ZEV-programmet var att förbättra luftkvaliteten men det har sedan utvecklats till ett sätt att minska

utsläppen av växthusgaser (Daniels et al., 2022). Sex andra delstater har antagit likande policys och dessa stod för 33,7 % av landets försäljning av nya lätta fordon år 2020. Till 2025 är målet att det ska rulla 1,5 miljon elbilar på Kaliforniens vägar. Delstatens transportmyndigheter har presenterat olika planer och angett vilken andel av fordonsflottan som ska vara eldriven innan 2025. Det finns också villkor för hur biltillverkare ska tänka och planera sin årliga produktion (TransportPolicy.net, u.å.).

Sedan 2015 är ZEV-programmet byggt som ett poängsystem där antalet poäng beror på försäljning av olika typer av fordon. I programmet står det att Original Equipment Manufacturer (OEM) ska utveckla elbilar under en 7-årsperiod och öka försäljningen under en 5-årsperiod. OEM:s är enligt ZEV-programmet förpliktigade att sälja en viss andel ZEV-bilar i Kalifornien och de andra delstaterna som har gått med (Daniels et al., 2022). Detta krav på ökad försäljning gör att både konsumenter och OEM:s hinner vända sitt tankesätt utan att överbelasta produktionen. Planen gör att fler gröna bilar kan tillverkas billigare (Bush, 2022). Industrin stödjer programmet och upplever ekonomisk vinst från ökad efterfrågan och försäljning av elbilar. Alla biltillverkare behöver inte följa ZEV-kravet utan endast de som säljer mer än 4 501 fordon årligen. Där ingår Tesla, Volvo och Ford bland andra. Tesla kan koppla nästan två tredjedelar av sitt totalt finansiella stöd till ZEV-programmet (Bush, 2022). I nuläge finns 87 000 publika och delade privata elfordonsladdpunkter i Kalifornien av vilka 42 % är publika (California Energy Commission, 2023a).

American Trucking Association (ATA) har kritiserat Kaliforniens nya lagstiftning och framförallt försäljningsmålen för eldrivna lastbilar. Enligt en representant för ATA, finns det inte tillräckligt med el för att ladda och leverera som politikerna kräver. Politiker ställer krav på speditörer, åkerier och chaufförer utan att skapa de rätta förutsättningarna. Företagen som ingår i ATA menar att de är engagerade i en grönare framtid men att det måste göras i rätt ordning så att det amerikanska folket inte drabbas av livsmedelsbrist eller ökade leveranspriser. Kalifornien antog lagen utan att visa hänsyn till vad som måste göras från speditörer och åkerier, vilket skapar missnöje och stress. ATA har sagt att marknaden inte är tillräckligt utvecklad för att varje delstat ska kunna sätta egna krav, utan styrningen måste komma från den nationella nivån neråt (ATA, 2023).

För att skapa mer balans i elnätet har Kalifornien lagt upp programmet Demand Side Grid Support (DSGS) som ger incitament till elkunder som tillhandahåller lastminskning och backupgenerering för att stödja statens elnät under extrema händelser (California Energy Commission, 2023b). Detta minskar risken för strömavbrott. En annan lagstiftning ska underlätta anslutning av solenergiproduktion och energilager till elnätet i Kalifornien. Projektutvecklare av distribuerad sol- och energilagring kommer att garanteras transparens och information om de nuvarande förhållandena i nätet vilket ska underlätta anslutningsprocessen (Kennedy, 2022).

5 Utmaningar och lösningar

5.1 Utmaningar för att ansluta laddstationer till elnätet

Utbyggnad av laddstationer är en viktig pusselbit för en elektrifiering av transportsektorn i Sverige. Den förväntade utbyggnaden av laddstationer ger upphov till ett antal utmaningar, på kort och lång sikt, som behöver hanteras.

5.1.1 Ledtider

En utmaning som ofta tas upp är de långa ledtiderna för att ansluta laddstationer till elnätet. Med anledning av detta fick Energimarknadsinspektionen ett regeringsuppdrag att undersöka ledtiderna och komma med förslag på lösningar för att korta dem (Regeringen, 2022a). En konsultstudie som gjordes inom uppdraget kom fram till att ledtiderna för anslutning av laddningspunkter varierar mellan 4 och 36 månader (Afry, 2022). Mindre anläggningar på 100–200 kW har ledtider på 4–13 månader medan större anläggningar på 600–1400 kW kan ha ledtider på upp till 36 månader. I föregående kapitel visades att etableringsprocessen för laddinfrastruktur innehåller flera steg såsom nätanslutning, bygglov, markanvändningstillstånd, design och driftsättning. Handläggningstiden hos elnätsföretagen har identifierats som en viktig flaskhals mycket beroende på ett stort ansökningstryck. Energimarknadsinspektionen diskuterar därför olika möjliga åtgärder för att minska handläggningstiden (Ei, 2022b).

- *Digitalisera handläggningen.* En åtgärd är att digitalisera och automatisera handläggningsprocessen i den grad det är möjligt. Ett verktyg som kan användas är digitala kapacitetskartor där möjliga placeringar för laddstationer redan finns utpekade och där dessa kan väljas av den sökande (Ei, 2022b).
- *Avgift för ansökan.* En annan åtgärd är att elnätsägaren lägger en avgift för ansökningar om elnätsanslutning för att på så sätt minska onödiga eller oseriösa ansökningar och frigöra tid och resurser. Enligt Energimarknadsinspektionen finns det idag inga hinder för att införa sådana avgifter om de kan motiveras utifrån de kostnader elnätsföretagen har för att hantera ansökningar (Ei, 2022b).
- *Prioritet för laddningspunkter.* En åtgärd som förts fram av branschens aktörer är att det ska införas en prioritetsordning för anslutning till elnätet som till exempel kan bygga på samhällsnytta eller klimatnytta där verksamheter med större nytta ska ges prioritet. I dagsläget finns ingen prioritering utan principen är att den som först gör

en ansökan om anslutning är den som först får tillträde. Energimarknadsinspektionen framför i sin utredning att man inte tycker det är motiverat att införa en lagstiftning för att prioritera laddningspunkter, dels för att man menar att det finns andra sätt att korta ledtiderna, dels för att det skulle innebära att andra typer av anslutningar, som också kan ha stor samhällsnytta, nedprioriteras (Ei, 2022b).

- *Lagstiftning om maximal handläggningstid.* Idag finns krav på att en anläggning ska anslutas inom skälig tid men det har framkommit önskemål om att ange en längsta tid i regleringen. Energimarknadsinspektionen menar att detta inte är motiverat eftersom förseningar ofta ligger utanför elnätsägarens kontroll och då man inte menar att det skulle bidra till att korta ledtiderna (Ei, 2022b).
- *Resursförstärkning.* Långa handläggningstider beror också ofta på personalbrist både på anställda som kan handlägga ansökningar och på serviceentreprenörer för att genomföra nätförstärkningar och liknande (Ei, 2022b). I ett annat regeringsuppdrag, fick Energimyndigheten uppdraget att samordna kompetensförsörjning för elektrifiering (Regeringen, 2022b). På lång sikt ska kompetensen och resurserna i sektorn stärkas genom att rekrytera fler med relevanta utbildningar och bättre samverkan mellan myndigheter och branschaktörer.

5.1.2 Nätkapacitet

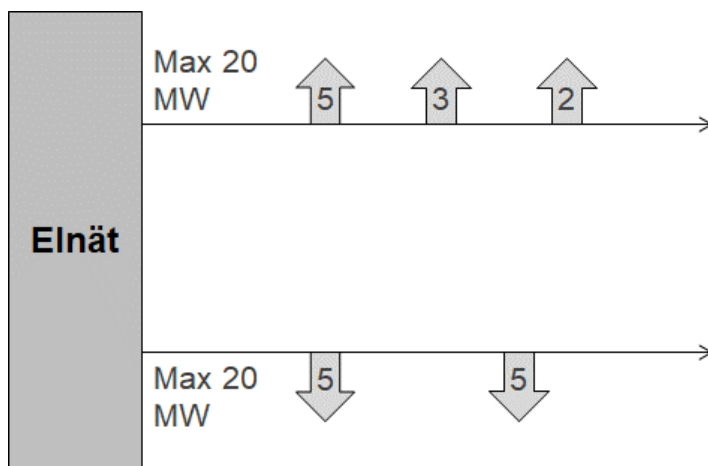
En angränsande problematik handlar om bristande kapacitet i elnätet vilket försvårar utbyggnaden av laddstationer. Bristande nätkapacitet kan hanteras dels genom att bygga ut och förstärka kapaciteten, dels genom att öka användningen av flexibilitetslösningar för att därigenom effektivisera användningen av nätet inom den tillgängliga kapaciteten. I detta avsnitt diskuteras utbyggnad av nätkapacitet med flexibilitetslösningar som introducerades i avsnitt 3.3.

En utmaning med att bygga ut kapaciteten är att det tar lång tid och att det innebär kostnader i form av nya investeringar. Energimarknadsinspektionen diskuterar möjligheterna att underlätta en proaktivitet vid nätutbyggnad genom att utgå från prognoser för kommande behov av nätförstärkningar på kort och lång sikt. Detta gäller inte bara för laddstationer utan för alla verksamheter som kräver anslutning till elnätet. Energimarknadsinspektionen menar att “befintlig lagstiftning innebär att nätföretag har ansvar för en rimlig proaktiv nätutbyggnad och att det är möjligt att använda en prognos för att visa att en ledning är lämplig från allmän synpunkt” (Ei, 2022b, s. 22). Samtidigt konstaterar man att det från branschens aktörer finns “önskemål om förtydligande i ellagen och från Ei om vilken typ av information och underliggande argument som krävs och även ett förtydligande i ellagens bestämmelser kring att bygga på prognos” (Ei, 2022b, s. 22; Stelling & Brunner, 2022).

Ett möjligt verktyg för att bygga utifrån prognos är att använda nätutvecklingsplaner då det sedan juli 2022 finns krav på distributionsnätsföretag att de ska ta fram sådana planer. Enligt Ei (2020c) finns det flera fördelar med nätutvecklingsplaner, varav den största utifrån nätkapacitetsperspektiv är kravet på samordning av nätutvecklingen mellan olika nättaktörer.

Arbetet med nätutvecklingsplaner är nytt och pågående och Energimarknadsinspektionen arbetar med att ta fram föreskrifter om vad dessa ska innehålla och hur de ska användas. En promemoria med utkast på en vägledning publicerades i juni 2023 (Ei, 2023f). Enligt utkastet finns en del där nätföretagen ska redovisa behov av överföringseffekt i nätet vilket inkluderar att redogöra för hur en prognos tas fram samt beräkning för de kommande 10 åren (Ei, 2023h).

En annan springande punkt är hur man definierar kapacitetsbrist. En fråga vilken hänger samman med de funktionskrav som ellagen ställer på överföring av el till förbrukningskunder. Enligt ellagens fjärde kapitel ska överföringen vara av god kvalitet och Ei:s föreskrift anger vad som är god kvalitet. Elavbrott får till exempel inte överstiga 24 h (EIFS 2013:1), vilket gör att det finns höga krav på redundans så att elen kan transporteras via en annan ledning ifall en ledning går sönder och inte kan repareras inom 24 h. Elnätsbolagen dimensionerar sina ledningar givet dessa funktionskrav. Ei ger ett förenklat exempel på hur elnätsbolagen dimensionerar sina elnät som redovisas i Figur 3. Kunderna är fördelade på två ledningar där varje ledning klarar 20MW, men anslutningarna på respektive ledning är maximalt 10 MW för att klara eventuella omledningsbehov om en ledning skulle gå sönder.



Figur 3. Exempel på dimensionering av elnätet (Ei, 2023e).

I verkligheten finns det flera aspekter som kan påverka belastningen på nätet. Det är nätkoncessionsinnehavaren som har bevisbördan ifall denne hävdar kapacitetsbrist. I regelverket är det otydligt hur kapacitetsbrist ska beräknas, men Ei (2020c) menar att det borde vara den fysiska belastningen som ligger till grund för bedömningen snarare än den

avtalade belastningen, vilken kan innehålla så kallade luftbokningar (jämför med hur kapacitetutrymme för anslutning beräknas i Nederländerna i avsnitt 4.3). En luftbokning innebär att det finns ett avtal om en belastning som är högre än vad som utnyttjas eller en anslutning som ännu inte har skett. Aktuell belastning och hur den ska beräknas är bland annat avhängigt vilket tidsperspektiv som tas. Exakt hur de olika nätbolagen har utformat sina dimensioneringsprinciper eller kapacitetsutrymme är okänt.

5.1.3 Informationsbrist

Aktörer som etablerar laddstationer är ofta verksamma över hela landet och då det finns cirka 170 nätbolag är det svårt för aktörerna att veta vem som är nätoperatören samt hur nättarifferna ser ut på grund av den fragmenterade marknaden (Stelling & Brunner, 2022). Informationsbrist om var någonstans i nätet det finns möjlighet till nyanslutning respektive var det är kapacitetsbrist gör att aktörerna är osäkra på om de kan få en anslutning där de önskar. Detta gör att aktörer begär anslutning på fler platser än vad man har behov av, varpå handläggningstiderna ökar än mer (se ovan om ledtider). I den internationella utblicken fanns exempel på olika varianter av digitala kapacitetskartor vilket idag saknas över det svenska elnätet. EU Kommissionen har också tagit fasta på behovet av mer information i förslaget till nytt regelverk (se avsnitt 3.1.1.3). Det förekommer även informationsbrister om var i anslutningsprocessen olika anläggningars potentiella anslutning befinner sig (Regeringen, 2023), vilket leder till luftbokningar i systemet. För att minska utmaningarna som kommer av informationsbrist har regeringen gett Ei i uppdrag att utreda ett utvecklat och effektivt utbyte av information mellan aktörer vid ansökningar om nya anslutningar till elnäten och Svenska kraftnät har fått i uppdrag att dels utveckla sin befintliga vägledning om anslutning till stamnätet, dels att publicera allmänna råd och rekommendationer om utbyte av information mellan berörda nätägare.

5.2 Laddstationer, elfordon och flexibilitetslösningar

Ökad användning av flexibilitetslösningar kommer att ha en viktig roll i framtidens elsystem. Anledningen till detta är att elkonsumenterna förväntas öka betydligt, att konsumtionsmönstren förändras (bland annat inom transportsektorn) och att elen i högre grad kommer att komma från decentraliserade och variabla elkällor (Power Circle, 2022). Flexibilitet kan bidra till att hantera många olika utmaningar i elsystemet såsom frekvensreglering, effektbrist, variationshantering mellan produktion och efterfrågan, samt kapacitetsbrist.²⁸

²⁸ För en översiktlig beskrivning av dessa se Power Circle, 2022, s. 3-8.

Ökad flexibilitet i elsystemet kan uppnås på många sätt och man kan skilja mellan tre former av flexibla resurser: efterfrågefleksibilitet, flexibel produktion och energilagring (Power Circle, 2022). Efterfrågefleksibilitet innebär att elanvändare frivilligt ändrar sin efterfrågan på el, på kort eller lång sikt, för att bidra med nytta i elsystemet. Det finns även möjlighet att bidra med flexibilitet vid elproduktionen genom att reglera produktionen, på kort eller lång sikt, och olika kraftslag har olika förutsättningar gällande detta. Energilagring kan bidra med flexibilitet genom att ta el från elnätet eller en separat kraftkälla vid en given tidpunkt och återföra den till elsystemet vid en annan tidpunkt. Exempel på lagringstekniker som kan användas är batterier, vätgas och pumpkraft. Dessa tre former kan också kombineras för att skapa mer effektiva och robusta system för flexibilitetslösningar.

Elfordon och laddstationer kan bidra med flexibilitetslösningar på ett flertal sätt.

- Laddstationer kan bidra med flexibilitetslösningar genom att elfordon laddas vid olika tidpunkter eller genom att begränsa hur mycket man laddar när det råder effektbrist. Detta kan regleras genom avtal mellan ägare av laddstationer och elnätsägare, alternativt genom olika incitament till elfordonsägare.
- Genom att installera teknik för att skicka tillbaka el från fordon till elnätet (V2G) kan denna flexibilitet ökas ytterligare. Elfordonet kan då fungera som ett batterilager som laddar när tillgången till el är stor och skickar tillbaka el när tillgången är låg (Power Circle, 2023).
- Det går även att förse laddstationer med egen batterilagring för att på så sätt ladda batterierna när det är mest fördelaktigt och sedan ladda elfordonen från batterierna i stället för från elnätet.
- En ytterligare möjlighet är att kombinera laddstationer med egen lokal elproduktion från till exempel solceller så att laddstationen blir en prosumert som både producerar och konsumerar el.

Då elfordon är relativt nytt i elsystemet har dessa olika flexibilitetslösningar endast använts i begränsad omfattning än så länge även om potentialen är stor.

6 Slutsatser

Syftet med denna rapport har varit att beskriva processen för att ansluta laddstationer till elnätet, den reglering som styr detta samt de olika aktörer som kan bli inblandade och vilka roller de kan ha. Syftet har också varit att beskriva utmaningar som uppstår vid en utbyggnad av laddinfrastruktur och möjliga lösningar för att hantera dessa samt att presentera relevanta erfarenheter från ett urval av andra länder. De huvudsakliga slutsatserna kan sammanfattas i följande punkter.

- Nya aktörer blir involverade i utbyggnad av laddinfrastruktur och etablerade aktörer kan få nya roller.
- Viktiga utmaningar för utbyggnad av laddinfrastruktur är långa ledtider, bristande nätkapacitet, bristande information och höga kostnader.
- Det sker en snabb utveckling på området vad gäller såväl teknik, regelutveckling och praxis.
- Flexibilitetslösningar är en viktig lösning för att minska behovet av utbyggnad. Många flexibilitetslösningar är dock fortfarande oprövade och det finns osäkerheter kring hur de ska komma till stånd.
- Flera länder står inför liknande utmaningar som Sverige. Det finns lärdomar att dra men inga länder använder avancerade flexibilitetslösningar i någon större omfattning.

Inledningsvis kan det konstateras att det finns ett stort antal aktörer som är eller skulle kunna vara involverade i utbyggnad och anslutning av laddinfrastruktur. En del etablerade aktörer kan få nya roller samtidigt som det också kan uppstå helt nya aktörer. Till exempel kan fordonstillverkare bli aktörer på elmarknaden liksom producenter och distributörer av drivmedel, åkerier och transportföretag. På motsvarande sätt blir elnätsägare och elproducenter aktörer på transportmarknaden. Enskilda hus- och fordonsägare får också en aktivare roll genom att kunna variera tidpunkt för laddning och på så sätt bidra med flexibilitetstjänster. Aggregatorn är en ny roll som blir viktig i detta sammanhang då de kan samla en stor mängd enskilda hushåll och därigenom göra flexibilitetstjänster lönsamma.

Den snabba elektrifieringen av transportsektorn ställer succesivt allt högre krav på utbyggd laddinfrastruktur och tillgänglig nätkapacitet vilket skapat utmaningar i form av till exempel bristande nätkapacitet, bristande information om huruvida det finns anslutningsmöjligheter, långa anslutningstider för laddstationer till elnätet och höga kostnader för att förstärka elnätet. Det är mycket som händer vad gäller regelutveckling, kunskapsutveckling, praxis och

tekniska lösningar inom EU såväl som nationellt och flera utmaningar med en ökad elektrifiering som identifierats här adresseras i olika lagändringsförslag.

Baserat på den internationella utblicken möter andra länder liknande utmaningar som Sverige. Generellt tycks de här studerade länderna utgå från att en tydlig styrning och reglering är en viktig framgångsfaktor för att elektrifiera vägtrafiken. De har tydliga mål som kombineras med specifika styrmedel för att realisera målen. Mål och styrmedel adresserar både utveckling och spridning av elfordon samt utbyggnad av den nödvändiga laddinfrastrukturen. Eftersom en ökad elektrifiering berör flera områden så som elnät, fysisk planering, transporter och energiproduktion, är det också viktigt med ett samlat helhetsgrepp. Detta tillämpas bland annat i Nederländerna som inrättat en nationell agenda för utbyggnaden av laddinfrastruktur.

En gemensam utmaning för länderna är bristande nätkapacitet och behovet att göra nätförstärkningar eller införa flexibilitetslösningar. I slutet av året 2024 införde Tyskland lagändringen av paragraf §14a i den tyska energiindustrilagen som reglerar att nätoperatörer kan minska kundens effektuttag under en kortare period (maximal två timmar om dagen) för att undvika lokal överbelastning av nätet. I gengäld, får nätoperatören inte längre vägra eller fördröja inkoppling av nya privata laddpunkter för elbilar. Norge, som är det land där elektrifieringen kommit längst, har upplevt problem med bristande nätkapacitet, och hanterar detta främst genom nätförstärkningar och i viss mån flexibla avtal med kunder. I Storbritannien är ansökningsprocessen till laddplatser i teorin begränsad till 5–65 dagar och nätägaren kommer då att antingen reservera den begärda kapaciteten eller återkomma med ett annat svar till den som söker. Det kan dock ändå ta upp till två år för att ansluta större depåer. Även här används flexibla avtal där användningen av laddarna kan begränsas under en viss del av dagen. I USA har man ett särskilt program där det ges incitament till elkunder som tillhandahåller lastminskning och backupgenerering för att stödja statens elnät under extrema händelser. Dock är användning av mer avancerade flexibilitetslösningar nytt för alla och inte särskilt utvecklat inom något land.

Ett annat verktyg som kan underlätta för aktörer och som flera av de studerade länderna har är digitala kartor som i olika detaljgrad anger hur det ser ut med nätkapaciteten i olika delar av nätet. Digitala kartor har också förts fram av EU-kommissionen som en del i att göra elmarknaden mer effektiv.

Den okoordinerade utbyggnaden av laddinfrastruktur har lett till en kaotisk laddmarknad i både Norge och Tyskland, vilket skapar problem för användarna. Detta visar att det är viktigt med ett tydligt användarfokus när laddmarknaden byggs ut och inte bara fokusera på antalet stationer. Dessutom finns i Tyskland problem med tillgång till, och lönsamhet för, laddinfrastruktur på landsbygden vilket har gjort att man infört särskilda incitament för laddinfrastruktur på landsbygden.

I rapporten redovisas ett flertal utmaningar med att ansluta laddstationer till nätet, både på kort och lång sikt. Långa ledtider och bristande nätkapacitet är två huvudutmaningar och de hänger ihop. Långa ledtider kan adresseras genom att effektivisera och förenkla handläggningen, till exempel genom digitala kapacitetskartor, genom att ta en avgift för ansökan, och genom att tillföra resurser till handläggningen. Andra möjliga åtgärder som dock inte tillstyrks av Elmarknadsinspektionen är att ge prioritet åt laddstationer eller lagstifta om en maxgräns för handläggningstiden. Bristande nätkapacitet behöver hanteras genom en kombination av att bygga ut nätkapaciteten och öka användningen av flexibilitetslösningar.

En flexibilitetslösning kan vara att elfordon laddas vid olika tidpunkter eller genom att begränsa hur mycket man laddar när det råder effektbrist. Det kan regleras genom avtal mellan ägare av laddstationer och elnätsägare, eller skötas genom olika incitament till elfordonsägare. Mer avancerade flexibilitetslösningar kan vara genom teknik för V2G, samt genom att förse laddstationer med batterilagring eller egen lokal elproduktion. Dessa lösningar är ännu inte särskilt utbredda och det behövs utveckling av både teknik, regler, affärsmodeller och samverkansformer för att få dem på plats.

Även om det sker mycket utveckling på regelområdet där flera av de identifierade utmaningarna adresseras finns det ett behov av åtgärder som kan öka anslutningstakten och underlätta flexibilitetslösningar. Avslutningsvis identifierar vi ett antal områden och frågeställningar där mer kunskap behövs.

- Frågan om hur kapacitetsutnyttjande beräknas och efter vilka principer nätbolagen dimensionerar nätet liksom vad som är god funktionalitet är intressant att studera vidare.
- Laddstationer kräver ofta anslutningar med hög effekt, speciellt de för tunga fordon. Hur skapas incitament för åtgärder som kan minska laddstationens effektuttag från elnätet, exempelvis lastbalansering mellan laddstationens laddpunkter, installation av batteri och villkorat elnätsavtal?
- Utbyggnad av elnätet är en tidskrävande och kostsam process. Hur skapas incitament till proaktiv utbyggnad och hur kan intäktsramsreglering och nätutvecklingsplaner inverka?
- Aggregatorer är en ny aktör som kan spela en viktig roll som länk mellan kunder och elproducenter och som kan underlätta användningen av flexibilitetslösningar. Vad är förutsättningarna för aggregatorer att verka och hur kan deras roll utvecklas?
- Vilken roll kan laddstationer och V2G ta på flexibilitetsmarknaden?
- Digitala kartor används i flera länder för att effektivisera anslutningsprocessen för laddstationer. Hur kan ett system för digitala kartor införas i Sverige?

7 Referenser

- ACER (2022), "ACER Policy Paper on the revision of the network code on requirements for grid connection of generators and the network code on demand connection", online:
https://acer.europa.eu/Position%20Papers/260908%20ACER%20GCNCs%20Policy%20Paper_final.pdf
- ADAC (2022), "E-Auto als Firmenwagen: Geldwerter Vorteil und Ladekosten", online:
<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/kaufen/elektroauto-firmenwagen-steuern/>.
- Afry (2022), "Ledtider och kostnader för etablering av laddinfrastruktur", Slutrapport för Energimarknadsinspektionen.
- ATA, 2023, "Blog Post: A heavy dose of reality for electric-truck mandates", datum: 2023-04-19, online:
<https://www.trucking.org/news-insights/heavy-dose-reality-electric-truck-mandates>.
- BMWK (2016), "Klimaschutzplan 2050", från: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, online:
https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=1.
- BMWK (2022), "Förderung von elektrisch betriebenen Nutzfahrzeugen und Ladeinfrastruktur", från: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, online:
<https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMVI/nutzfahrzeuge-antriebe-lade-tankinfrastruktur.html#:~:text=Der%20Zuschuss%20f%C3%BCr%20Nutzfahrzeuge%20der,pro%20Fahrzeug%2080%25%20der%20Investitionsmehrausgaben>.
- Boverket (2021), "Boverkets föreskrifter och allmänna råd om utrustning för laddning av elfordon", BFS 2021:2, online: <https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/boverkets-foreskrifter-och-allmanna-rad-20212-om-utrustning-for-laddning-av-elfordon/>.
- Bundesnetzagentur (2023a), „Monitorbericht“, Netzausbau, online:
<https://www.netzausbau.de/Vorhaben/uebersicht/report/de.html;jsessionid=BDF3D012041F3311F72DDBB8D776F9C6>.
- Bundesnetzagentur (2023b), „Status Netzausbau“, online: <https://www.netzausbau.de/Vorhaben/de.html>.
- Bundesnetzagentur (2023c), „Bundesnetzagentur legt Regelungen zur Integration steuerbarer Verbrauchseinrichtungen fest“, datum: 2023-11-27, online:
https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/20231127_14a.html?nn=993170.
- Bundesregierung (2022), "Masterplan Ladeinfrastruktur II – Mehr Tempo beim Ausbau von Ladeinfrastruktur", online: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/masterplan-ladeinfrastruktur-2133696>.
- Bush, C. (2022), "Zero-Emission Vehicle Sales Standards: California And China's Secret Weapon On Transportation Electrification", Forbes, datum: 2022-12-19, online:
<https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2022/12/19/zero-emission-vehicle-sales-standards-california-and-chinas-secret-weapon-on-transportation-electrification/?sh=6d0b4e6732c7>.

- Cage, F. (2022), "The long road to electric cars", online: <https://www.reuters.com/graphics/AUTOS-ELECTRIC/USA/mopanyqxwva/>.
- California Energy Commission (2023a), "Electric Vehicle Chargers in California", online: <https://www.energy.ca.gov/data-reports/energy-almanac/zero-emission-vehicle-and-infrastructure-statistics/electric-vehicle>.
- California Energy Commission (2023b), "Demand Side Grid Support Program", online: <https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/programs/demand-side-grid-support-program>.
- Daniels, D., Danilovic, M., Wehner, J., Käck, S., & Nordin, L. (2022), "Regeringsuppdrag om elektrifieringen av transporter: samspelet mellan energisystemet och transportsystemet". Statens väg-och transportforskningsinstitut, VTI rapport 1128, online: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1661918/FULLTEXT01.pdf>.
- Davenport, C. (2023), "California to Require Half of All Heavy Trucks Sold by 2035 to Be Electric", The New York Times, date: 2023-03-31, online: <https://www.nytimes.com/2023/03/31/climate/california-electric-trucks-emissions.html#:~:text=When%20it%20takes%20effect%20next,have%20to%20be%20all%20Electric>.
- Diczfalusy, B. & Widegren, K. (2022), "Spindlarna i nätet: En kartläggning av kunskaps- och forskningsbehov om elnätsföretagens framtida roll", Energiforsk rapport 2022:844.
- DfT (2022a), "Decarbonising Transport – A better, greener Britain, One year on", Department for Transport.
- DfT (2022b), "Vehicles at the end of the quarter by licence status and body type", reviderad December 2022, Department for Transport (DfT) and Driver and Vehicle Licensing Agency (DVLA).
- DfT (2023) Licensed ultra low emission vehicles (ULEVs) at the end of the quarter by body type and fuel type, including breakdown of generic models [r], reviderad: februari 2023, Department for Transport (DfT) and Driver and Vehicle Licensing Agency (DVLA).
- Elbilsstatistik (2023), "Laddbara fordon i Sverige: Juli 2023", online: <https://www.elbilsstatistik.se/>
- Ei (2020a), "Kommissions-förordningar för el och gas", online: <https://ei.se/bransch/eu-direktiv-och-forordningar/kommissionsforordningar-natkoder>.
- Ei (2020b), "Uppdrag och styrning", <https://ei.se/om-oss/var-verksamhet/uppdrag-och-styrning>.
- Ei (2020c), "Kapacitetsutmaningen i elnäten", Ei R2020:06.
- Ei (2021a), "Nätavgifter -elnät", online: <https://ei.se/om-oss/statistik-och-oppna-data/natavgifter--elnat>
- Ei (2021b), "Aktörerna på energimarknaderna", online: <https://ei.se/konsument/aktorerna-pa-energimarknaderna#h-Elnatsforetag>
- Ei (2021d), "Konsekvensutredning avseende föreskrifter av nya nättariffer"
- Ei (2021c), "Oberoende aggregatorer", online: <https://ei.se/bransch/flexibilitet-i-elsystemet/kundens-bidrag-till-efterfrageflexibilitet/oberoende-aggregatorer#h-Skapaforutsattningarforoberoendeaggregering>.
- Ei (2022a), "Elnätsföretagens effekttariffer", online: <https://ei.se/konsument/el/elnatsforetagens-effekttariffer>.
- Ei (2022b), "Kortare ledtider för anslutning av nya laddningspunkter till elnätet", Ei R2022:08, online: <https://ei.se/download/18.4e2a3b1f184b408adc431ce/1669883762925/Kortare-ledtider-f%C3%B6r-anslutning-av-nya-laddningspunkter-till-eln%C3%A4tet-Ei-R2022-08.pdf>.
- Ei (2022c) "Nätnyttöersättning", online: <https://ei.se/konsument/el/natnyttöersattning>

- Ei (2023a), ”Konsumenter och efterfrågeflexibilitet – en nulägesbeskrivning och åtgärdsförslag för ökad flexibilitet”, Ei R2023:04, online: <https://ei.se/download/18.42d391b41872c3dd1d5636f/1680777626448/Konsumenter-och-efterfr%C3%A5geflexibilitet-en-nul%C3%A4gesbeskrivning-och-%C3%A5tg%C3%A4rdsf%C3%B6rslag-f%C3%B6r-%C3%B6kad-flexibilitet-deluppdrag-2-Ei-R2023-04.pdf>.
- Ei (2023b), ”Flexibilitet i distributionsnäten - Förutsättningar för ett effektivt nätutnyttjande”, Ei R2023:05, online: <https://ei.se/download/18.42d391b41872c3dd1d564e0/1680785760065/Flexibilitet-i-distributionsn%C3%A4ten-deluppdrag-3-Ei-R2023-05.pdf>.
- Ei (2023c), ”Nu finns möjligheter att lämna synpunkter på Ei:s metod för att fastställa elnätsföretagens intäktsramar 2024-2027”, online: <https://ei.se/om-oss/projekt/pagaende/intaktsramar-elnat-2024-2027/intaktsramar-elnat-2024-2027/2023-06-16-nu-finns-mojlighet-att-lamna-synpunkter-pa-eis-metod-for-att-faststalla-elnatsforetagens-intaktsramar-2024-2027>.
- Ei (2023d), ”Funktionskrav elmätare”, online: <https://ei.se/bransch/matning-av-el/funktionskrav-elmatare>.
- Ei (2023e), ”Villkorade avtal”, Ei R2023:08, online: <https://ei.se/om-oss/publikationer/publikationer/rapporter-och-pm/2023/villkorade-avtal-ei-r202308>.
- Ei(2023f), ”Nätutvecklingsplaner – välkommen att lämna synpunkter på kommande inrapportering – Energimarknadsinspektionen” <https://ei.se/om-oss/nyheter/2023/2023-06-14-natutvecklingsplaner---valkommen-att-lamna-synpunkter-pa-kommande-inrapportering>.
- Ei (2023g), ”Ei pausar metodbyte för att bestämma elnätsföretagens intäktsramar”, online: <https://ei.se/om-oss/projekt/pagaende/intaktsramar-elnat-2024-2027/intaktsramar-elnat-2024-2027/2023-06-26-ei-pausar-metodbyte-for-att-bestamma-elnatsforetagens-intaktsramar>.
- Ei (2023h), ”Nätutvecklingsplaner 2025–2034, Vägledning till den första inrapporteringen -UTKAST”.
- Energiföretagen (2023), ”Vem äger elproduktionen?”, online: <https://www.energiforetagen.se/energifakta/elsystemet/produktion/vem-ager-elproduktionen/#:~:text=Den%20helt%20dominerade%20%C3%A4garen%20av,st%C3%B6rsta%20%C3%A4garen%20%C3%A4r%20Sveriges%20kommuner>.
- Energimyndigheten (2023a), ”Hållbar energi för alla”, online: <https://www.energimyndigheten.se/om-oss/>.
- Energimyndigheten (2023b), ”Minskad elanvändning under 2022”, online: <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2023/minskad-elanvandning-under-2022-i-sverige/>.
- Energimyndigheten (2023c), ”Handlingsprogram för laddinfrastruktur och tankinfrastruktur för vätgas”, Slutrapport, ER 2023:23, online: <https://www.energimyndigheten.se/4aa6ed/globalassets/nyheter/2023/ER202323>.
- Europaparlamentet (2022), ”Transeuropeiska nät – riktlinjer“, online: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/sv/sheet/135/transeuropeiska-nat-riktlinjer>.
- Europeiska kommissionen (u.å.a), ”Mekanismen för en rättvis omställning – ingen ska lämnas utanför”, online: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal/just-transition-mechanism_sv.
- Europeiska kommissionen (u.å.b), ”Typer av rättsakter” online: https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/law/types-legislation_sv
- EVRoaming (2018), ”EVRoaming Foundation“, online: <https://evroaming.org/>.

- Handelsblatt (2022), "Studie: Bei Elektroautos gibt es eine Fünf-Millionen-Lücke bis 2030", online: <https://www.handelsblatt.com/mobilitaet/elektromobilitaet/mobilitaet-studie-bei-elektroautos-gibt-es-eine-fuenf-millionen-luecke-bis-2030/28016882.html>.
- HM Government (2020), "The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution", Building back better, supporting green jobs, and accelerating our path to net zero, UK Government.
- HM Government (2022), "Taking Charge: the electric vehicle infrastructure strategy", UK Government
- Karlsson, J., Kjellsdotter Ivert, I. & Brunner S (2021), "Triple F Etableringsprojekt – Omvärldsanalys Logistik", Triple F rapport, online: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1536480/FULLTEXT01.pdf>.
- Karlström, M. (2023), "GM och Ford går över till Teslas "North American Charging Standard", ", omEV nyhetsbrev, datum: 2023-06-19, online: <https://omev.se/2023/06/19/gm-och-ford-gar-over-till-teslas-north-american-charging-standard/>.
- Kennedy, R. (2022), "California ruling simplifies grid connection process for distributed solar and storage", artikel publicerades 2022-07-22, online: <https://pv-magazine-usa.com/2022/06/24/california-ruling-simplifies-grid-connection-process-for-distributed-solar-and-storage/>.
- Kerscher, S., & Arboleya, P. (2022), "The key role of aggregators in the energy transition under the latest European regulatory framework", International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 134, 107361.
- Larsson M.-O. (2023), "Så ser kommuner på sin roll i omställningen till eldriven trafik", omEV nyhetsbrev, datum: 2023-05-29, online: <https://omev.se/2023/05/28/sa-ser-kommuner-pa-sin-roll-i-omstallningen-till-eldriven-trafik/>.
- NAL (2023), "Nationale Agenda Laadinfrastructuur", online: <https://www.agendalaadinfrastructuur.nl/default.aspx>.
- Netbeheer Nederland (2023), "Capaciteitskaart invoeding elektriciteitsnet", datum: 2023-08-17, online: <https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/>.
- NordReg (2021), "Electricity distribution tariffs Report by the NordREG Network Regulation WG", report 2/2021, online: <http://www.nordicenergyregulators.org/wp-content/uploads/2021/05/20210216-NR-WG-Tariff-report.pdf>.
- Norsk elbilforening (2023), "Norwegian EV policy", online: <https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/>.
- NVE (2016), "Hva betyr elbiler for strømmettet?", NVE rapport, Nr. 76/2016, online: https://publikasjoner.nve.no/rapport/2016/rapport2016_74.pdf.
- NVE (2019), "Kostnader i strømmettet - gevinster ved koordinert lading av elbiler", NVE rapport, Nr. 51/2019, online: https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2019/eksternrapport2019_51.pdf.
- Nåbo, A., Nordin, L., Andersson, J., Berglund, M., Bhatti, H. J., Brunner, S., Chakarova Käck, S., Daniels, D., Danilovic, M., Flötteröd, G., Fu, J., Grenander, G., Liu, C., Stelling, P. & Wehner, J. (2023), "Regeringsuppdrag om elektrifieringen av transporter: rekommendationer för att underlätta datadelning och nyttiggörande av data för planering, utveckling och drift av laddinfrastruktur och affärsmodeller", VTI rapport 1158, online: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1725636/FULLTEXT02.pdf>.
- Official Statistics (2023), "Electric Vehicle charging device statistics: April 2023", Department for transport, UK Government, online: <https://www.gov.uk/government/statistics/electric-vehicle-charging-device-statistics-april-2023/electric-vehicle-charging-device-statistics-april-2023#about-this-release>.
- Power Circle (2022), "Flexibilitet för ett mer stabilt och driftsäkert elsystem - en kartläggning av flexibilitetsresurser", online: https://www.powercircle.org/kartlaggning_flexibilitet.pdf.

- Power Circle (2023), "Forskning och utveckling av V2X i Sverige - En syntesrapport om forskningsläget och framtida forskningsbehov", online: https://powercircle.org/syntes_v2x.pdf.
- Regeringen (2022a), "Uppdrag att årsvis avrapportera om genomförandeplan", <https://ei.se/download/18.506734c51817fe18b91656d/1674043320691/2022-102491.pdf>.
- Regeringen (2022b), "Uppdrag att samordna kompetensförsörjning för elektrifieringen", <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2022/09/uppdrag-att-samordna-kompetensforsorjning-for-elektrifieringen/>.
- Regeringen, 2023, "Nya regeringsuppdrag syftar till att korta anslutningstiderna till elnätet", online: <https://www.regeringen.se/artiklar/2023/06/nya-regeringsuppdrag-syftar-till-att-korta-anslutningstiderna-till-elnatet/>.
- Regeringskansliet (2022), "National Electrification Strategy – a secure, competitive and sustainable electricity supply for a historic climate transition. A summary", online: https://www.regeringen.se/contentassets/fe23dccb7384109a5e39de2c8105432/popversion-elstrategi_eng/
- Reuerts (2023), "Germany to earmark 900 million euros in subsidies for e-car charging systems", artikel från 2023-06-29, online: <https://www.reuters.com/business/environment/germany-earmark-900-mln-euros-subsidies-e-car-charging-systems-2023-06-29/>.
- Skotland C. (u.å), "EVs IN NORWAY: Impact on the grid and how to deal with it", NVE presentation, online: https://iea.blob.core.windows.net/assets/606da64a-4c32-4456-b188-b5d3397330b7/ChristerSkotland_EVsinNorwayImpactontheGrid%2Candhowtodealwithit.pdf
- Springel, K. (2021), "It's Not Easy Being "Green": Lessons from Norway's Experience with Incentives for Electric Vehicle Infrastructure", Review of Environmental Economics and Policy, 15(2), 352-359.
- Stelling, P. & Brunner, S. (2022), "Regeringsuppdrag om elektrifieringen av transporter: kunskapsläget hos transportsektorns nyckelaktörer", VTI rapport 1131, online: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1662184/FULLTEXT01.pdf>.
- Svenska kraftnät (2022), "Sveriges elnät", online: <https://www.svk.se/om-kraftsystemet/oversikt-av-kraftsystemet/sveriges-elnat/>.
- Svenska kraftnät (2023), "Vårt uppdrag", online: <https://www.svk.se/om-oss/verksamhet/>.
- Tagesschau (2022), "Sind eine Million Ladesäulen nötig?", datum: 2022-07-12, online <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/elektromobilitaet-ladestationen-ausbau-101.html>.
- TenneT (2023a), „About TenneT“, online: <https://www.tennet.eu/about-tennet>.
- TenneT (2023b), „Netcapaciteitskaart“, online: <https://www.tennet.eu/nl/de-elektriciteitsmarkt/congestiemanagement/netcapaciteitskaart>.
- THEMA Consulting Group (2022), "Conditional grid connections. A literature review", Konsultrapport för Ei.
- The White House (2022), "Fact Sheet: New Innovation Agenda Will Electrify Homes, Businesses, and Transportation to Lower Energy Bills and Achieve Climate Goals; datum: 2022-12-14, online: <https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2022/12/14/fact-sheet-new-innovation-agenda-will-electrify-homes-businesses-and-transportation-to-lower-energy-bills-and-achieve-climate-goals/>.
- The White House (2023), "FACT SHEET: Biden-Harris Administration Announces New Private and Public Sector Investments for Affordable Electric Vehicles; datum: 2023-04-17, online: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/04/17/fact-sheet-biden-harris-administration-announces-new-private-and-public-sector-investments-for-affordable-electric-vehicles/>.

- Thomson Reuters Open law (2023), "Electricity Regulation in the UK: Overview", uppdaterad: 2021-01-01, online: [https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/w-029-0803?transitionType=Default&contextData=\(sc.Default\)&firstPage=true](https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/w-029-0803?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&firstPage=true).
- Trafikanalys (2022) Förslag som leder till transportsektorns klimatomställning – redovisning av regeringssuppdraget att ta fram underlag inom transportområdet inför den kommande klimatpolitiska handlingsplanen, rapport 2022:14, Trafikanalys
- Trafikanalys, 2023, "Nyregistrerade fordon" datum: 2023-07, Sveriges officiella statistik.
- TransportPolicy.net (u.å.), "California: ZEV", online: <https://www.transportpolicy.net/standard/california-zev/>.
- UK Government (2019), "UK becomes first major economy to pass net zero emissions law, publicerad: 2019-06-27, hämtad: 2023-05-30, online: <https://www.gov.uk/government/news/uk-becomes-first-major-economy-to-pass-net-zero-emissions-law>.
- UK Power Network (2023), Timed profile, hämtad 2023-08-10, online: <https://www.ukpowernetworks.co.uk/new-electricity-connections/distributed-energy-resources-der-generation/timed-profile>.
- U.S. Department of Transportation (2022), "Electric Vehicles & Rural Transportation", online: <https://www.transportation.gov/rural/ev>.
- Vattenfall (u.å.), "Skillnaden mellan egen elproducent och kommersiell elproducent", online: <https://www.vattenfalleldistribution.se/kund-i-elnetet/anslutning/anslut-elproduktion/>.
- Vattenfall (2023a), "Distribution network operator – what is DNO", hämtad: 2023-08-10, online: <https://idno.vattenfall.co.uk/news-and-insights/news/distribution-network-operators>,
- Vattenfall (2023b), "Understanding asset adoption values", hämtad: 2023-08-10, online: <https://idno.vattenfall.co.uk/news-and-insights/news/understanding-asset-adoption-values>.
- Wangsness, P. B. & Figenbaum, E. (2022), "The Charging Market-Complex and Dysfunctional or Future Oriented? How Does It Actually Function?", No. 5038, online: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=73856>.