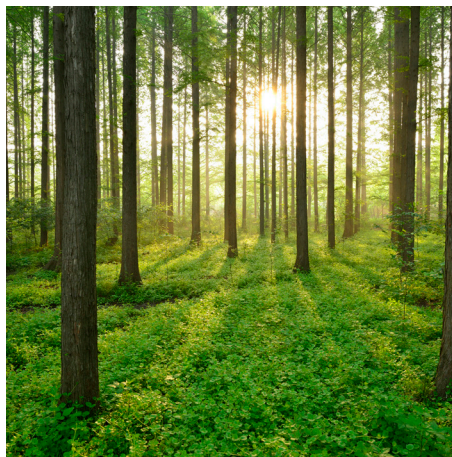


# AFFÄRSMODELLER FÖR LADDINFRASTRUKTUR

RAPPORT 2024:968



ETT ELSYSTEM FÖR ELFORDON



# Affärsmodeller för laddinfrastruktur

Utmaningar och möjligheter för en accelererad  
utbyggnad av publik laddinfrastruktur

JON WILLIAMSSON, GABRIELA SCHAAD & ANDERS SANDOFF, HANDELSHÖGSKOLAN VID  
GÖTEBORGS UNIVERSITET

ISBN 978-91-7673-968-6 | © Energiforsk januari 2024

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: [kontakt@energiforsk.se](mailto:kontakt@energiforsk.se) | [www.energiforsk.se](http://www.energiforsk.se)

## Förord

**Forskningsprojektet *Ett elsystem för elfordon* har som syfte att ta ett helhetsgrepp om den förväntade elektrifieringen av fordonsflottan och dess inverkan på elsystemet. Både på nationell och EU-nivå finns mål att göra transportsektorn oberoende av fossilt bränsle, och detta innebär en omställning som erbjuder både möjligheter och utmaningar. I denna delrapport från projektet redovisas forskningsresultat med fokus på att identifiera affärsmodeller och policyverktyg som kan främja utbyggnaden av laddinfrastruktur i Sverige.**

Totalt består ramprojektet av fem arbetspaket, varav de resultat som presenteras i denna rapport framkommit ur AP4:

- AP1 Prognoser och scenarier
- AP2 Kartläggning och nulägesbeskrivning
- AP3 Elsystem och elnät
- **AP4 Åtgärder och lösningar**
- AP5 Syntes och rekommendationer

Målsättningen med denna delleverans från AP4 var att identifiera: (1) vilka affärsmodeller som kan anses möjliggöra en snabb ökning av andelen elektrifierade transporter inom satta tidsramar, (2) vilka värden som skapas genom dessa affärsmodeller, (3) hur aktörer ser på fördelningen av investering och driftkostnader. Denna delleverans från AP4 har tagits fram av forskare från Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet. Övriga utförare i ramprojektet är Chalmers tekniska högskola, Power Circle, Profu och Sweco. Samtliga utförare bidrar med värdefull feedback och information även i arbetspaket där de inte har huvudansvaret. Även programmets styrgrupp har varit delaktiga med inspel och kommentarer på de resultat som producerats från projektets forskningsaktiviteter. I styrgruppen ingår följande organisationer: Energimyndigheten, Svenska kraftnät, Ellevio, Elinorr, Kraftringen, Region Skåne, Öresundskraft, Göteborg energi, Skellefteå kraft, Tekniska verken, Energiföretagen Sverige, Jönköping energi, Transportföretagen, Volkswagen, Checkwatt, Umeå energi elnät, Volvo Cars, Luleå Energi, Mölndal energi, Nässjö Affärsverk Elnät AB, Oxelösund energi, Skövde energi, Södra Hallands kraft, Trollhättan energi, DEFA, Karlstads el och stadsnät, Krafthem, Siemens, Batteryloop och Einride

**Stockholm, december 2023**  
**Madelene Danielzon Larsson**  
**Programansvarig, Energiforsk**

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.

## Sammanfattning

**Elektrifieringen av transportsektorn förutses kräva en omfattande utbyggnad av publik laddinfrastruktur. Utifrån ett marknadsekonomiskt perspektiv förväntas publik laddinfrastruktur drivas på kommersiella grunder av aktörer med livskraftiga affärsmodeller. På grund av möjligheten att ladda hemma är det svårt för publik laddinfrastruktur att konkurrera prismässigt vilket komplicerar expansionen av laddinfrastrukturen och därmed saktar elektrifieringen av transportsektorn ner. Det är således av central betydelse för elektrifieringen att identifiera och etablera affärsmodeller som kan stödja en resurseffektiv laddinfrastruktur.**

Syftet med rapporten är att identifiera affärsmodeller och policyverktyg som förväntas främja utbyggnaden av laddinfrastruktur i Sverige. I studien identifierades sex huvudsakliga affärsmodeller: kluster, snabbbladdning, parkering, subvention, lockvara och bundling. Dessa modeller löser olika problem kopplade till specifika kundsegment eller användarscenarier och kan därför kombineras på olika sätt. Ingen av dessa modeller utgör dock någon universallösning på laddinfrastrukturens kommersiella svårigheter. Resultaten betonar att ekonomiskt värdeskapande uppnås genom kostnadsreduktion genom skaleffekter, delade investeringar och en ökad kundbas. Utbyggnadstakten begränsas till största delen av totalkostnaden för laddinfrastrukturen och tillgången till effekt. Integration med solceller, batterier och V2G föreslås som möjliga lösningar för effektrelaterade utmaningar. Teknikutveckling och incitamentsstrukturer förväntas således stödja laddinfrastrukturen men dess effekter dröjer. På kort sikt är det istället samarbete och öppen affärsmodellinnovation som anses nödvändigt för att höja takten i byggandet. Exempelvis kan kommuner hjälpa till med att identifiera lämpliga platser för installation samt minska kostnader för byggnation genom att förenkla regelverk. Rapporten betonar således behovet av samarbete och effektivisering för att främja utbyggnaden av laddinfrastrukturen och elektrifierade transporter.

## Nyckelord

Elektrifiering, laddinfrastruktur, elfordon, affärsmodell, styrmedel

## Summary

**The electrification of the transportation sector is anticipated to require a substantial expansion of public charging infrastructure. Public charging infrastructure is expected to be operated on commercial grounds by entities with viable business models. Due to the possibility of home charging, it is challenging for public charging infrastructure to compete on pricing, complicating the expansion of the charging infrastructure and thereby slowing down the electrification of the transportation sector. Therefore, it is crucial for electrification to identify and establish business models that make charging infrastructure financially viable.**

The aim of the report is to identify business models and policy tools that promote the expansion of charging infrastructure in Sweden. The study identifies six main business models: clusters, fast charging, parking, subsidies, enticing offer, and bundling. These models address various issues related to specific customer segments or usage scenarios and can therefore be combined in different ways. However, none of these models constitute a universal solution to the commercial challenges of charging infrastructure. The results emphasize that economic value creation is achieved through cost reduction via economies of scale, shared investments, and an increased customer base. The pace of expansion is largely constrained by the total cost of charging infrastructure and access to power. Integration with solar panels, batteries, and vehicle-to-grid solutions is suggested as possible solutions for power-related challenges. Technology development and incentive structures are thus expected to support charging infrastructure, but their effects take time. In the short term, collaboration and open business model innovation are considered necessary to accelerate expansion. For instance, local authorities can help identify suitable installation locations and reduce construction costs by simplifying regulations. The report thus underscores the need for collaboration and streamlining to promote the expansion of charging infrastructure and electrified transportation.

# Innehåll

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>8</b>
1.1	Studiens syfte	9
1.2	Studiens genomförande	9
1.2.1	Intervjustudiens design och genomförande	9
1.2.2	Datainsamling inom ramen för workshoppar	12
1.2.3	Beskrivning av analysmetod	12
<b>2</b>	<b>Affärsmodeller och laddinfrastruktur</b>	<b>13</b>
2.1	Affärsmodeller för laddinfrastruktur	14
2.2	Kundvärde och prissättning	15
2.3	Laddinfrastrukturens delar	16
2.3.1	Typ av laddning	17
2.3.2	Teknik 18	
2.3.3	Effekt 18	
2.3.4	<i>Tillgänglighet</i>	19
2.3.5	Betalsystem	19
2.3.6	Informationsflöde och identifiering	19
2.3.7	<i>Relationen mellan eMSP och CPO</i>	20
2.3.8	<i>Innehåll i laddtjänsten</i>	20
2.3.9	Laddinfrastrukturens lokala förutsättningar	20
2.4	Affärsekosystem för laddinfrastruktur	21
<b>3</b>	<b>Resultat</b>	<b>22</b>
3.1	Aktörer och aktiviteter	22
3.2	Affärsmodeller för laddinfrastruktur	25
3.3	Barriärer och möjliggörare	28
3.3.1	Elsystemet	28
3.3.2	Vägnätet	31
3.3.3	Laddstationen	33
3.3.4	Laddpunkten	34
3.3.5	Efterfrågan och pris	35
3.3.6	Lagstiftning, reglering och styrmedel	37
3.4	Kommunens roll	39
3.4.1	Ansvar för laddfrågan i kommunen	39
3.4.2	Betydelsen av regionala kommunalförbund	39
3.4.3	Kommunrelaterade hinder och möjliggörare för utbyggnad	40
3.5	Perspektiv på laddinfrastruktur	42
3.6	Utveckling av nya affärsmodeller	43
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>45</b>
4.1	Påskyndande av utbyggnad	45
4.2	Systemperspektivet som utmaning	46

<b>5</b>	<b>Slutsats</b>	<b>48</b>
5.1	Policyverktyg	49
	<b>Referenslista</b>	<b>51</b>
<b>Bilaga A:</b>	<b>Fallstudie Stockholm</b>	<b>55</b>
<b>Bilaga B:</b>	<b>Fallstudie Göteborg</b>	<b>57</b>
<b>Bilaga C:</b>	<b>Fallstudie Örebro</b>	<b>59</b>
<b>Bilaga D:</b>	<b>Fallstudie Helsingborg</b>	<b>61</b>
<b>Bilaga E:</b>	<b>Fallstudie Mölndal</b>	<b>63</b>
<b>Bilaga F:</b>	<b>Fallstudie Skövde</b>	<b>65</b>
<b>Bilaga G:</b>	<b>Fallstudie Strömstad</b>	<b>67</b>
<b>Bilaga H:</b>	<b>Fallstudie Åmål</b>	<b>68</b>
<b>Bilaga I:</b>	<b>Fallstudie Sotenäs</b>	<b>70</b>
<b>Bilaga J:</b>	<b>Fallstudie Sölvesborg</b>	<b>71</b>
<b>Bilaga K:</b>	<b>Resultat från workshop om "Öppen affärsmodellutveckling"</b>	<b>72</b>

# 1 Introduktion

Elektrifiering har identifierats som ett huvudspår för att minimera utsläpp från transportsektorn. Specifikt vägbundna transporter utgör en betydande källa till utsläpp av så väl växthusgaser som partiklar, och baserat på nationella och internationella miljöpolitiska mål förväntas elektrifieringen av den svenska transportsektorn accelerera. Elektrifieringen utgör en betydande utmaning både för fordonsindustrin och för de aktörer som förväntas etablera den infrastruktur som ska möjliggöra ett kostnadseffektivt användande av en framtida elektrifierad fordonsflotta. Ur ett marknadsekonomiskt perspektiv består utmaningen i bågfallen av en svårighet för nyckelaktörer att hitta lämpliga affärsmodeller för de teknologiska lösningar som de besitter. En affärsmodell förklarar hur ett företag som befinner sig på en konkurrensutsatt marknad producerar, levererar och omvandlar kundvärde till ekonomiska värden [1]. Trots att ett flertal värden kan knytas till elektrifiering bygger denna teknologiska omdaning på lösningar som jämfört med existerande alternativ dras med betydande kostnadsmässiga nackdelar. Den jämförelsevis höga kostnadsnivån har historiskt sett lett till att efterfrågan på elfordon till stor del uppstått i nischsegment eller byggt på kostsamma miljöpolitiska styrmedel. Utifrån ett företagsekonomiskt perspektiv innebär en accelererad elektrifiering således att det skyndsamt måste utvecklas och implementeras affärsmodeller som möjliggör attraktivt värdeskapande genom en kostnadseffektiv implementering av befintlig teknologi.

Laddinfrastrukturen, dvs. de nätverk av hård- och mjukvara som behövs för att kunna hålla fordonsflottan elektrifierad, har pekats ut som en avgörande bit i det pussel av produkter och tjänster som ska attrahera fordonsägare att elektrifiera. Prismässigt konkurrenskraftig och tillgänglig laddning är nödvändigt för att elektrifierade fordon ska vara attraktiva ur både totalkostnads- och ur bekvämlighetsperspektiv. Baserat på användningsmönster som observerats för fordon med förbränningsmotorer har en grundläggande premiss för elfordon blivit att själva laddningen ska påverka fordonets användning så lite som möjligt. Därmed bör laddning ske när fordonet inte används, alternativt ska fordonet kunna laddas tillräckligt snabbt för att erbjuda en attraktiv räckvidd under den tid som fordonet ska användas. För att kunna tillfredsställa ett transportbehov behöver en laddinfrastruktur därmed både möjliggöra för laddning där fordon förväntas stå still under längre perioder och vid platser där fordon förväntas vara i behov av laddning. Laddbehov kan dock inte allenarådande bestämma placering och dimensionering av laddinfrastruktur. Kostnaden för installation och drift av laddinfrastruktur begränsar både antalet och mångfalden av laddlösningar som en elektrifierad fordonsflotta rimligen kan förväntas bära. Laddinfrastrukturens expansion måste därtill ske utan att övriga delar av elnätet och andra elberoende aktiviteter påverkas negativt. Elektrifieringstrenden och en ökad efterfrågan på laddning har gjort att tidigare prognoser om tillgång och pris på elektricitet kommit att ifrågasättas. Därtill har den växande andelen intermittent produktion tillsammans med en ökad efterfrågan på allt snabbare laddning gjort att tillgången till effekt har kommit att bli ett potentiellt hinder för satsningar på laddinfrastruktur. Utifrån denna problembeskrivning finns det uppenbara utmaningar med att skyndsamt etablera en laddinfrastruktur som möjliggör elektrifiering av



den svenska fordonsflottan utan att samtidigt göra avkall på andra systemmässiga och ekonomiska krav. Samhällsekonomiskt finns det således ett värde i att skapa förutsättningar för smarta lösningar som kan exempelvis styra fordonsladdning i fråga om både tid och rum för att på så sätt minska behovet av investeringar i exempelvis nätförstärkningar.

## 1.1 STUDIENS SYFTE

Ambitionen i denna rapport är att, med affärsmodellen i fokus, belysa hur elektrifieringen av transportsektorn kan genomföras på ett resurseffektivt sätt med hänsyn tagen till de systemaspekter som identifierats i de andra arbetspaketen och med minsta möjliga friktion mellan berörda aktörer. Avsikten är att identifiera vilka affärsmodeller som kan anses möjliggöra en snabb ökning av andelen elektrifierade transporter inom satta tidsramar, samt förstå hur aktörer ser på fördelningen av kostnader och värden som skapas genom dessa affärsmodeller. Ett mål är även att skapa insikt om hur dessa modeller kan stödjas kostnadseffektivt genom existerande och nya policyverktyg på lokal, regional och nationell nivå. Baserat på problematiseringen ovan har arbetet som ligger till grund för denna rapport utgått från tre syften.

- Att identifiera affärsmodeller som möjliggör en snabb ökning av andelen elektrifierade transporter.
- Att skapa förståelse för hur aktörer ser på fördelningen av investeringar, driftkostnader och värden som skapas.
- Att skapa insikt om hur modellerna kan stödjas kostnadseffektivt genom policyverktyg på lokal, regional och nationell nivå.

Arbetet som ligger till grund för rapporten fokuserade på publik laddinfrastruktur då den anses utgöra den största kommersiella utmaningen för berörda aktörer.

## 1.2 STUDIENS GENOMFÖRANDE

Introduktionen av elektromobilitet kan betraktas som etableringen av ett komplext affärsekosystem [2] [3] där ett stort antal aktörer intar olika roller kopplade till utbyggnaden av laddinfrastrukturen för elfordon. Fokus har legat på den publika laddinfrastrukturen som nod och möjliggörare för en ökad elbilsanvändning samt de aktörer som är centrala för fortsatt etablering av publik laddinfrastruktur.

I denna studie har en kvalitativ forskningsansats använts för att belysa aktörers tillvägagångssätt, affärsmodeller och förståelse relaterad till uppskalning av publik laddinfrastruktur. Datainsamlingen genomfördes med hjälp av en omfattande intervjustudie med centrala aktörer i ekosystemet samt workshoppar med deltagare inom projektet "*Ett elsystem för elfordon*".

### 1.2.1 Intervjustudiens design och genomförande

En inledande kartläggning av ekosystemet gav en översikt över vilka aktörer som potentiellt kan bidra med en snabb utbyggnad av laddinfrastrukturen för elfordon. Kommuner, laddoperatörer, laddtjänsteleverantörer, energibolag, samt nätägare bedömdes vara mest centrala för utvecklingen, men även andra aktörer ansågs

kunna bidra med värdefulla insikter och erfarenheter. För att uppnå en tillfredställande täckning av relevanta aktörer utifrån deras roller och geografiska faktorer har ett strategiskt urval av respondenter legat till grund för studien. Inom ramen för intervjustudien genomfördes semistrukturerade intervjuer med representanter för laddoperatörer, energibolag, kommuner, regioner, nätägare samt ytterligare aktörer som kan bidra med förståelse kring, eller är betydelsefulla för, utbyggnaden av laddinfrastruktur för elfordon. För att fördjupa studien genomfördes dessutom ett antal fallstudier. Fallstudiekommunerna valdes ut baserat på tillgänglighet och på förhand identifierade framträdande aspekter. Inför valet har medierapportering bevakats och styrdokument på kommuners webbplatser studerats, vilket underlättade att urskilja intressanta angreppssätt och centrala roller inom respektive kommun. En bra fördelning mellan större städer och landsbygdskommuner eftersträvades för att spegla olika lokala eller kontextuella förutsättningar.

I påföljande steg identifierades och kontaktades respondenter med koppling till hantering av och beslutsfattande kring publik laddinfrastruktur. För de som önskade delta i studien utformades en intervjuguide som skickades till respondenten i förväg. Frågorna utgick från respondentens roll i energisystemet och behandlade ett antal olika intresseområden där huvudfokus låg på affärsmodeller samt hinder och möjligheter kopplat till etablering av laddinfrastruktur. Intervjuerna genomfördes i de flesta fall av två forskare med hjälp av det digitala mötesverktyget Teams. Samtliga intervjuer spelades in samtidigt som en av forskarna tog anteckningar. De flesta intervjuerna varade i ungefär en timme. Intervjuerna resulterade ofta i ledtrådar på ytterligare lämpliga respondenter, vilket kallas för snöbollsteknik [4]. Dessa följdes upp och resulterade i kompletterande intervjuer, vilket möjliggjorde en mer fullständig bild och fördjupad förståelse för olika aktörers förutsättningar och tillvägagångssätt. Materialet som samlades in genom fallstudierna kopplades sedan till aktörernas strategier och affärsmodeller.

I Tabell 1 ges en översikt över aktörskategorier och antal genomförda intervjuer i varje kategori. Totalt genomfördes 43 intervjuer.

**Tabell 1.** Genomförda intervjuer.

Kategori	Antal respondenter
Batteriteknologi	1
Energibolag	8
Fastighetsägare	3
Fordonstillverkare	1
Hamn	1
Intresseorganisation	2
Kommun	6
Komponenttillverkare	1
Laddtjänsteleverantör och laddoperatör	7

Kategori	Antal respondenter
Media	1
Myndighet	1
Nätägare	3
Parkeringsbolag	2
Region	4
Universitet	2
Totalt	43

I Tabell 2 nedan presenteras de kommuner som har undersökts närmare inom ramen för fallstudierna. Tabellen innehåller kommunstorlek och antal publika laddplatser vilka inhämtats från sajten Newsworthy under augusti 2023. Sammanställningen ger en indikation om de olika förutsättningar som fallstudierna bygger på. Sammanlagt har tio fallstudier genomförts. Vilka aktörer som intervjuades för fallstudierna avgjordes av hur kommunen har valt att lösa laddfrågan och vilka kommunala bolag eller roller i förvaltningen som har fått ansvaret för utbyggnad av laddinfrastrukturen. Beskrivningarna av fallstudierna återfinns i bilagorna A-K.

**Tabell 2.** Genomförda fallstudier med antal invånare och publika laddplatser.

Kommun	Antal invånare	Antal publika laddplatser (2022)
Stockholms stad	987 000	2363 <sup>(2021)</sup>
Göteborgs stad	601 000	1600
Örebro	158 000	58
Helsingborg	150 000	563
Mölndal	70 000	476
Skövde	57 000	227
Strömstad	13 000	343
Åmål	12 000	22
Sotenäs	9 000	40
Sölvesborg	9 000	34
Totalt	2 066 000	5 726

Två av fallstudierna, Göteborg stad och Skövde kommun, valdes ut för att studeras mer intensivt än de övriga kommunerna. Göteborg stad har, genom det kommunala bolaget Göteborg Energi, arbetat aktivt med laddinfrastruktur under

en längre period och erhöll Laddguld 2021 av 2030-sekretariatet. Göteborg stad har förankrat arbetet med elektrifiering i hela kommunen genom en så kallad elektrifieringsplan. Fallstudien beskrivs mer i detalj i Bilaga B. Skövde kommun tog 2019 beslut om en plan för laddinfrastruktur och satsade parallellt med detta på en centralt placerad snabbaddare.

Valet av de två kommunerna stöddes även av att representanter från bägge kommuner önskade utföra innovations- och utvecklingsarbete tillsammans med forskargruppen. I bägge fallstudierna intervjuades representanter från kommunen och det kommunala energibolaget. I fallstudien av Göteborg gjordes ytterligare intervjuer av representanter från andra kommunala organisationer. Därtill genomfördes ett tiotal arbetsmöten med representanter från Göteborg Energi, varav flertalet i samarbete med representanter från projektet V2X-MAS, ett utvecklingsprojekt med fokus på "fordon-till-allt" (eng. vehicle-to-everything eller V2X) vilket finansieras av Energimyndigheten och drivs av Chalmers, CTEK Sweden AB, Göteborg Energi AB, Polestar Performance AB och Ferroamp Elektronik AB. För fallstudien med Skövde kommun utfördes ett arbetsmöte där kommunens elektrifieringsarbete diskuterades. Som i de övriga fallstudierna analyserades kommunala styrdokument och dokument från de organisationer som deltog i studien.

### 1.2.2 Datainsamling inom ramen för workshoppar

Som en kompletterande metod för insamling av data genomfördes kortare workshoppar med projektdeltagare inom ramen för regelbundna projekträffar och i samband med de fördjupade fallstudierna av Göteborg och Skövde. Syftet med workshopparna har varit att fånga ytterligare infallsvinklar på affärsmodellernas aspekter från en blandad grupp av organisationer med nära koppling till laddinfrastrukturfrågan. En workshop med ämnet *Öppen affärsmodellutveckling* genomfördes i Stockholm i Energiforsks lokaler i maj 2023 för att tillsammans med branschaktörer identifiera möjliga åtgärder som kan underlätta utvecklingen av innovativa affärsmodeller. Resultatet från denna workshop återfinns i Bilaga K.

### 1.2.3 Beskrivning av analysmetod

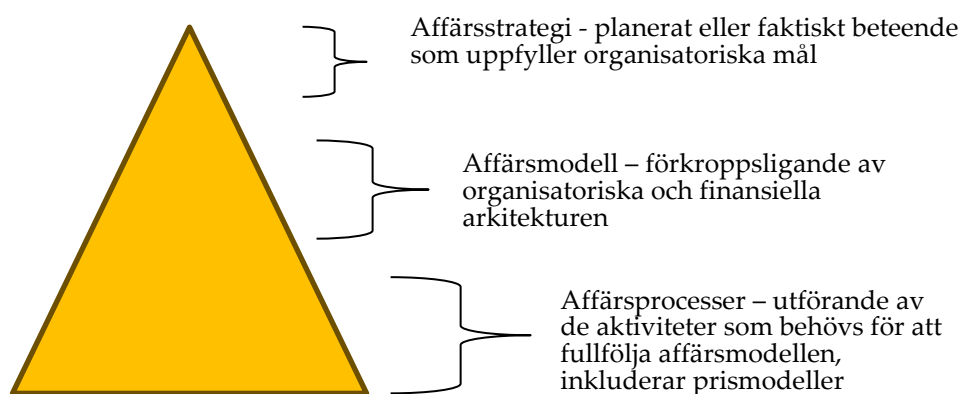
Dataanalysen baserades på transkriberingar och forskarnas anteckningar från intervjuer och workshoppar. Intervjumaterialet kodades i programmet NVIVO som är särskilt lämpad för analys av kvalitativa data. Särskilt vikt lades vid att fånga affärsmodeller, möjliggörare och barriärer kopplat till utbyggnad av publik laddinfrastruktur. Analyskategorier skapades utifrån aktörsroller och relationer aktörer emellan. Koderna omfattade dessutom möjliggörare och barriärer kopplat till laddinfrastrukturens olika dimensioner (elsystemet, vägnätet, laddstationen, laddpunkten och kundefterfrågan). En tematisk analys fångade ytterligare aspekter som identifierades som väsentliga under studiens gång.

## 2 Affärsmodeller och laddinfrastruktur

Affärsmodellbegreppet används för att förklara den affärsmässiga logik som ligger till grund för ett företags existens [5]. En affärsmodell förväntas vara ekonomiskt hållbar. Allt annat lika ska därmed en affärsmodell möjliggöra för en kontinuerlig extraktion av ekonomiskt värde ur det kundvärde som företaget genererar. Affärsmodellen förklarar således hur och varför ett företag presenterar ett kunderbjudande på en specifik marknad samt vad det är som får företagets olika intressenter att tro att företaget kommer att kunna fortsätta med detta [1]. För att lyckas med detta behöver affärsmodellen beskriva kostnader, värden och därtill associerade finansiella flöden. Affärsmodeller behöver således tydliggöra vilka antaganden som görs om nyckelaktörers drivkrafter bakom deras interaktion med företaget i fråga [6].

De nyckelaktörer som är av central betydelse för en affärsmodell är kunder och leverantörer. Affärsmodellbegreppet förutsätter dock inte att företag svarar på efterfrågan från kunder, det vill säga att en marknad existerar innan ett kunderbjudande framställs och presenteras. Istället antas det att företag kan skapa nya typer av kundvärde och därmed ge upphov till nya marknader och marknadssegment [7]. Affärsmodellens kapacitet att på företagsnivå skildra värde- och marknadsskapande har gjort att begreppet ofta används för att förstå hur företag kan dra nytta av teknologiska innovationer, särskilt innovationer som kopplas till hållbar utveckling [8]. Med anledning av kopplingen till hållbarhet har konceptet ofta använts i studier av kommersialiseringen av elfordon [9].

Affärsmodeller är konkreta på så sätt att de går att beskriva och studera men affärsmodeller är inte något som företagets intressenter, alltså de aktörer som företaget är beroende av för sin existens, interagerar med på ett direkt sätt [10]. Istället är det de affärsprocesser, exempelvis produktions-, leverans- eller betalprocesser, som ligger till grund för affärsmodellen som företagets intressenter interagerar med. Följaktligen stipulerar affärsmodellen vilka affärsprocesser som ett företag befattar sig med och vilka som förväntas hanteras av externa aktörer [11]. Affärsmodeller kan variera betydligt i utformning beroende på det kundvärde som företaget siktar på och den resursbas företaget kontrollerar. Det är även möjligt för företag att använda sig av flera affärsmodeller samtidigt, men ett sådant upplägg bygger på förhoppningar om att affärsmodellerna genererar synergieffekter som företaget kan dra nytta av [18]. Valet av affärsmodell är ett strategiskt beslut som fattas av företagets ledning. Det anses därför att affärsmodeller bör ses som resultatet av implementerad strategi [19]. Utifrån teorin är det möjligt att som i Figur 1 beskriva företagsbaserat värdeskapande som en pyramid där affärsprocesserna utgör basen för värdeskapandet, medan affärsmodellen utgör mittsektionen vilken ger strukturen för affärsprocesserna och toppen består av affärsstrategin vilken styr affärsmodellens inriktning.



**Figur 1.** Konceptualisering av bidraget av affärsstrategi, affärsmodell och affärsprocesser till företagsbaserat värdeskapande (jmf. Osterwalder et al., 2005).

Affärsmodeller behöver utvecklas över tid men då strategi är långsiktig och affärsprocesser kan vara svåra att förbättra tenderar affärsmodeller vara svåra att förändra när de väl implementerats [12] [13]. Affärsmodellens utveckling påverkas av företagsinterna kulturella och institutionella aspekter [14]. Affärsmodeller skapas och implementeras genom en kontinuerlig och iterativ process där företaget behöver bygga starka relationer med nyckelintressenter så som kunder och underleverantörer. En viktig del i relationsbyggandet är att utveckla en gemensam vision av vad affärsmodellen förväntas generera och varför företaget är en relevant aktör i den transaktion som sker parterna emellan. Affärsmodellens utveckling försvåras av kontextuella faktorer så som regelverk och sociala institutioner, företagsinterna faktorer så som företagskultur och organisationsstruktur, samt individuella faktorer så som humankapital och attityder [15]. Barriärer till affärsmodellens innovation tenderar dock att överlappa de tre nivåerna och associeras på ett övergripande plan med bristande resurssättning, svårigheter att definiera och besluta om lämpliga målbilder samt kommunikationssvårigheter [16] [17]. Principiellt sett kopplas barriärer för affärsmodellens utveckling således till resurssättning, kognition (organisatorisk och individuell) och kommunikation.

## 2.1 AFFÄRSMODELLER FÖR LADDINFRASTRUKTUR

Generellt sett beskrivs affärsmodeller för laddinfrastruktur baserat på platsen där laddningen sker och hastigheten med vilken laddningen genomförs. Utifrån dessa två aspekter har följande affärsmodeller identifierats [20]: hemmaladdning, depåladdning, destinations- (parkerings-) laddning, snabbaddning, batteribyte, laddning under färd och laddningsassistans. Det är även möjligt att analysera laddinfrastrukturaffären utifrån de värden som presenteras till den som laddar. Utifrån detta identifieras fyra generella affärsmodeller för publik laddinfrastruktur [21]: försäljning av elektricitet med konkurrensfyllt prispremium, laddning som en lockvara för att attrahera merförsäljning av tjänster eller produkter i laddstationens närområde, reklamintäkter kopplade till laddningen, och slutligen bundling av laddningen med andra produkter eller tjänster (ex. Teslas erbjudande om 'gratis' laddning via Supercharger-nätverk).

Laddinfrastruktur är dyr att sätta upp och driva samtidigt som de miljömässiga fördelarna som elektrifiering ger upphov till inte fångas av prissignaler som riktas mot fordonsägare. Det är således oklart vilka aktörer som ska sätta upp och driva laddinfrastruktur [22]. Det innebär även att laddinfrastruktur är beroende av ekonomiska incitament för att vara finansiellt attraktivt i områden där marknaden är omogen och nyttjandegraden är låg [23]. På grund av svårigheten att skapa lönsamma affärsmodeller har det i Storbritannien identifierats tre huvudsakliga modeller för att skala upp laddinfrastruktur [24]. En bidragsberoende offentlig modell där staten bär hela eller delar av de kostnader som privata aktörer så som laddoperatörer tar på sig för att sätta upp stationer. En modell baserad på att energibolag installerar och driver laddstationer på kommersiella villkor. Samt en integrerad modell där övriga aktörer så som fordonstillverkare, drivmedelsbolag och tillverkare av komponenter för laddinfrastruktur ensamma eller tillsammans sätter upp stationer.

Det bör här påpekas att de affärsmodeller som identifierats i tidigare forskning speglar historiska marknadsförhållanden och att detta delvis förklarar skillnaderna som kan skönjas mellan studierna.

## 2.2 KUNDVÄRDE OCH PRISSÄTTNING

Som antytts är det ofta svårt för kunder att förstå hur den affärsmodell som finns bakom en specifik produkt eller tjänst fungerar. Det är heller inte orimligt att anta att flertalet kunder är ointresserade av hur en affärsmodell fungerar. Istället är det värde och pris som potentiella kunder fokuserar på vid ett köp. Värden som slutkunder premierar är bekvämlighet (närhet till och enkelhet att ladda), pålitlighet (ex. att tjänsten är tillgänglig när den erbjuds) och pris [24]. På konkurrensutsatta marknader fokuserar företag därför på att kommunicera med kunder genom att formulera ett värdeerbjudande som kopplas till en specifik prisnivå. Priset bestäms genom en prismodell vilket är ett begrepp som kan anses vara synonymt med termen prissättningsstrategi. Prismodeller går generellt sett att kategorisera som kostnads- eller värdebaserade. Med en kostnadsbaserad prismodell sätts priset utifrån företagets kostnader och avkastningskrav. En värdebaserad prismodell bygger istället på att priset bestäms av kundens betalningsvilja. För nätverkstjänster så som el eller värme har produktens homogenitet och reglering historiskt sett gjort det svårt att använda värdebaserad prissättning. Det har således varit svårt att knyta elektricitet till värden som sedan kan användas för kundsegmentering. Ursprungsmärkning av el och teknologisk utveckling på distributionssidan med kraftigt ökad effekt har möjliggjort för differentiering och skapat potential för att ta ut en värdebaserad premie för elektriciteten. Faktorer så som laddstationens utformning, mjukvarans olika funktioner och laddpunktens tillgänglighet möjliggör för ytterligare differentiering av laddningen utifrån värden så som bekvämlighet, pålitlighet och pris [24].

Prismodellens utformning kan påverka efterfrågan, kundbeteende, affärsmodellens lönsamhet och därmed möjligheten att uppfylla strategiska mål. Som beskrivits ovan är det därför av stor vikt att uppmärksamma samspelet mellan prismodellen, som omfattar debitering och olika avtalsformer, affärsmodellen, vilken klargör hur värde genereras och fångas av ett företag, samt

affärsstrategin, som utgör de mål som affärsmodellen strävar efter att uppfylla. Dessa tre faktorer är tätt sammanflätade och påverkar därför varandra.

Att förstå hur prismodellen samverkar med affärsmodellen och hur båda stödjer den övergripande affärsstrategin är avgörande för ett företags framgång. Ur ett undersökningsperspektiv är det svårt att fånga hur olika aktörer ser på detta samspel. Detta speciellt då företagsstrategi ofta är företagshemligheter och därför svårligen kan urskiljas av externa aktörer innan den implementerats. I denna rapport vill vi dock peka på ett antal observationer av möjliga kombinationer av strategi, affärs- och prismodell.

Priset är även en viktig kommunikationskanal vilket gör att prismodeller kan konstrueras för att signalera önskat kundbeteende. I Sverige förekommer det fyra vanliga prismodeller för laddning [25]: gratis laddning, en schablonkostnad som inkluderar kostnaden för elen, att ta betalt för tid, och att ta betalt per kWh. I energisektorn har prismodeller fått en betydande roll då det finns ett växande behov av att påverka hur kunder använder energi och effekt. Här behövs påpekas att prismodell skiljer sig från så kallad betalningsmodell. Det senare är en lösning på hur kunden betalar medan prismodellen förklarar varför kunden betalar ett specifikt pris. Då prismodeller i energibranschen kan vara komplexa är det viktigt att informera kunden om hur prismodellen bör tolkas och hur kunden kan ändra sitt beteende för att påverka sitt pris.

På företagsnivå förväntas det ske ett samspel mellan affärsmodell, affärsprocesser, strategi och övriga funktioner så som pris- och betalningsmodell. En pris- eller betalningsmodell bör således passa den affärsmodell som implementerats och stödja företaget i att uppnå de strategiska mål som satts. För laddinfrastruktur har det identifierats en rad framgångsfaktorer så som lokal efterfrågan, tillgång till tillräcklig effekt i nätet, laddstationens placering i förhållande till kundpreferenser, samt en hög nyttjandegrad [24]. Dessa aspekter samspelar med varandra vilket komplicerar affärsmodellutvecklandet och ökar värdet av tydliga mål för aktiviteter så som prissättning och kundsegmentering.

### 2.3 LADDINFRASTRUKTURENS DELAR

Laddinfrastruktur är ett frekvent använt men ofta otydligt definierat begrepp. Boverket definierar laddinfrastruktur som den fasta utrustning som behövs för laddning av elfordon och delar in laddinfrastrukturen i ledningsinfrastruktur och laddningspunkter [26]. I och med den teknologiska utveckling som skett på området har även andra aspekter så som mjukvara och parallella system för telekommunikation och geografisk lokalisering kommit att bli betydande komponenter i det som i vardagstal kallas för laddinfrastruktur. Därtill förväntas innovationer kopplat till exempelvis styrning av laddning komma att minska behovet av effekt samt möjliggöra för användningen av den energi som finns i fordonen [27]. Dessa innovationer möjliggör att fordon med batterikapacitet blir en aktiv del av energisystemets effekt- och energireserv vilket kan leda till att laddinfrastrukturen dimensioneras och byggs ut på ett mer kostnadseffektivt sätt. Således kan laddinfrastruktur betraktas som det nätverk av hård- och mjukvara



som sammankopplar fordonsflottan med energisystemet och håller fordonsflottan elektrifierad.

Teknologisk utveckling, kraftig reglering och skiftande kundbeteende gör att aktörer som arbetar med laddinfrastruktur möter en växande komplexitet i fråga om affärsmodellrelaterade valmöjligheter [28]. I Tabell 3 exemplifieras de aspekter som en laddoperatör behöver ta ställning till [29]. På grund av den tekniska utvecklingen är innehållet något daterat men tabellen illustrerar den komplexitet som aktörer står inför när de utformar en affärsmodell för laddtjänster. Alternativen är inte kopplade till varandra på ett vertikalt plan. I tabellen är alternativ med lägre komplexitet placerade till vänster och mer komplexa eller serviceberoende alternativ står till höger. Således förväntas de alternativ som hittas till höger i tabellen vara mer kostnadskrävande. Nedan förklaras tabellinnehållet.

### 2.3.1 Typ av laddning

Laddning kan ske på olika sätt och alternativa lösningar så som induktion och batteribyte har testats av ett flertal aktörer. Exempelvis har det kinesiska bolaget NIO satt upp sju stationer för batteribyte i Sverige och 16 stationer i norra Europa [30]. På grund av teknologiska och affärsmässiga utmaningar förväntas det krävas omfattande utveckling innan alternativa lösningar spelar någon avgörande roll i laddinfrastrukturen [31].

**Tabell 3.** Faktorer som påverkar laddtjänstens komplexitet (Madina et al., 2016:286), författarnas bearbetning.

	Grad av komplexitet från låg (vänster) till hög (höger).			
Typ av laddning	Konduktiv (sladd)	Induktiv (sladdlös)	Batteribyte	
Teknik	1-fas (Mode 1)	1-/3-fas (Mode 2)	Specifik (Mode 3)	DC (Mode 4)
Effekt	Låg <3,7 kW	Medium 3,7-22 kW	Hög 22-50 kW	Mycket hög >50 kW
Tillgänglighet	Privat på privat mark	Semi-publik på privat mark	Publik på privat mark	Publik på offentligt ägd mark
Betalsystem	Inget / Gratis	Fast pris (ex. månads-avgift)	Per ladd-tillfälle	Per använd resursenhet (ex. tid eller kWh)
Informationsflöde	Inget	Enkelriktat	Dubbelriktat	
Identifiering	Ingen / gratis tillgänglighet	Privat lokalisering, ingen specifik identifiering	Specifik användar-identitet	
Relationen mellan eMSP och CPO	Ingen roaming-tjänst	Bilateralt avtal	Central clearing agent för avtal	
Innehåll i laddtjänsten	Laddning + elektricitet	Enbart laddning		

Möjligheten att ladda under färd på så kallade elvägar är inte inkluderad i tabellen. Elvägar förväntas sänka behovet när det gäller batteristorleken i fordonen och på så

sätt minska både kostnaden för fordonet och behovet av laddning. Elvägar skulle kräva specifika fordonslösningar och investeringar i vägnätet men kan stödja en betydande utsläppsreduktion från transportsektorn och vara ekonomiskt försvarbar på högtrafikerade sträckor [32].

### 2.3.2 Teknik

Val av teknik för själva laddpunkten samspelar med valet av effekt för laddningen och driver på kostnaden för såväl enstaka laddstationer som laddinfrastrukturen i stort [33]. Kostnaden för att etablera och driva en laddstation avgörs av typ och antal av laddpunkter, installationskostnaden, hyran för ytan, underhåll, anslutningskostnaden, samt avtalsstrukturen kopplat till elektriciteten, dvs. priset för el och effekt [28]. I scenarier där fordon laddas till stor del med snabbbladdning kommer kostnaden för snabbbladdningen att öka den totala kostnaden för fordonet men minska tiden som behövs för laddning och därmed öka fordonets tillgänglighet, vilket skapar ett värde för fordonsägaren. Således kan snabbbladdning vara värdefullt för förare som kör mycket och ofta [34]. Laddstationer kombineras även ofta med andra typer av produktions- och lagringsteknik så som solceller och stationära batterier för att på så sätt öka miljöprofilen eller minska belastningen som laddstationen innebär för elnätet [35].

Kopplat till teknikvalet finns även möjligheten att fordon agerar som energikälla för någon form av belastning, exempelvis ett verktyg (vehicle-to-load, V2L), hem (vehicle-to-home, V2H), fastighet (vehicle-to-building, V2B), fordon (vehicle-to-vehicle, V2V), nätet (V2G) eller alla former (vehicle-to-all, V2X) [36] [37]. I dagsläget stödjer enbart ett fåtal fordon denna typ av tjänster [36] men ett växande antal fordonstillverkare tittar på möjligheten att erbjuda denna typ av tjänster [38]. Fordonets flexibilitet möjliggör således för olika tjänster så som virtuella kraftverk vilka stöttar energisystemet [27]. Det finns förhoppningar om att fordon ska ge ett avgörande stöd för ett framtida elsystem med en stor mängd intermittent elproduktion, men framtida scenarier är beroende av fordonsägarnas villighet att delta och möjligheten att använda uttjänta fordonsbatterier [39]. Erfarenheter från Norge indikerar att tekniska lösningar som passar med existerande affärsmodeller för etablerade aktörer så som nätbolag är relevanta på kort sikt medan radikala lösningar för V2G inte tenderar att passa med etablerade aktörers modeller. Introduktionen av innovativa lösningar kan därmed komma att dröja [40]. V2G är speciellt attraktivt för aktörer som kontrollerar ett större antal fordon. Med en större fordonsflotta under sin kontroll kan dessa aktörer agera på olika flexibilitetsmarknader och fånga nya intäktströmmar från användandet av fordonens batterier [41]. Mer om olika aspekter av V2G går att läsa i avsnitt 3.5 i delrapport för AP4.

### 2.3.3 Effekt

Ett flertal olika beslutsmetoder har lanserats för att optimera placering och dimensionering av laddstationer som erbjuder snabbbladdning, men teknikutvecklingen går fort och det bör därför noteras att det idag vanligen finns tillgång till snabbbladdare med långt mer än 50 kW effekt samt att utvecklingen rör sig mot effektuttag i närheten av 1 MW för tunga fordon [42]. Kombinationen av en fordonsflotta som är kapabel att ladda snabbt och ett kundkollektiv med

betalningsvilja skulle därför kunna utgöra underlaget för en lönsam affärsmodell för snabbladdning förutsatt att laddarna placeras strategiskt så att de når en hög nyttjandegrad [43]. För normal och semi-snabb laddning är kostnaderna så låga att alternativa intäktsströmmar så som reklamintäkter kan möjliggöra en etablering, men i fallet med snabbladdare är kostnaden så hög att en laddoperatör bör fokusera på att säkra tillgång till effekt och arbeta för att pressa kostnader för att på så sätt garantera ett attraktivt pris gentemot kund [24].

#### 2.3.4 Tillgänglighet

Laddinfrastruktur behöver placeras så att den kan användas ändamålsenligt och för att detta ska ske behöver tillgängligheten anpassas efter syftet med laddstationen. Utifrån ett planeringsperspektiv innebär detta att modeller för transport- och energisystem måste kombineras för att skapa ett systemmässigt optimalt utfall [44]. I praktiken avgörs placeringen av laddstationer av praktiska aspekter så som reglering, tillgång till effekt, mark, och syfte bakom laddstationens uppförande. Tabell 3 visar kombinationer av tillgänglighet till stationen för den som laddar baserat på vilken typ av användare som laddstationen riktar sig mot (privat, semi-publik och publik) och placeringen i fråga om markägande (privat eller offentligt ägd mark). En publik laddinfrastruktur som erbjuder laddning med låg effekt utgör endast ett substitut för hemmaladdning, dvs. om hemmaladdning är möjlig kommer kunder att föredra den framför publik laddning med låg effekt [45]. En aktör som prioriterar tillgänglighet framför nyttjandegrad, exempelvis ett åkeri som vill ha omedelbar tillgång till laddning utan behov av framförhållning, kommer inte att vilja öppna upp för andra att använda laddaren medan aktörer med intresse av att samarbeta kan hitta lösningar för att dela laddinfrastruktur [46].

#### 2.3.5 Betalsystem

Betalsystemet påverkar möjligheten att knyta kassaflöden till aktiviteter så som laddningen och kan kopplas till den prismodell som laddoperatören implementerar. Då studien som tabellen baseras på är något daterad finns det idag en större variation i fråga om betalsystem. Trots separeringen mellan alternativen i tabellen går det att kombinera de olika alternativen, exempelvis genom att ta betalt per kWh och ha en fast månadsavgift för ett kundmedlemskap. Värt att nämna i detta sammanhang är att Energimarknadsinspektionen har kommit med föreskrifter (EIFS 2022:1) för tariffutformning som skapar möjligheter att bättre jämma ut belastningen på nätet.

#### 2.3.6 Informationsflöde och identifiering

Utvecklingen på systemsidan har lett till en ökad möjlighet till kommunikation mellan laddoperatör, laddstation, fordon och kund. Kommunikationen mellan nätet, laddstationen och fordonet kan möjliggöra för smart styrning av laddningen, vilket kan användas för att minska investeringsbehovet i nät, laddstation och elproduktion [47]. Således har även behovet av identifiering ökat och moderna system kopplar samman debiterings- och affärssystem, vilket möjliggör för

fordonsägare att inte bara se hur och var ett fordon laddas utan även kontrollera laddningen på distans samt hantera fakturering.

### 2.3.7 Relationen mellan eMSP och CPO

Då behovet av betalningsalternativ och uppdaterad information om laddstationens tillgänglighet har ökat har aktörer så som e-mobilitetstjänsteleverantörer (eMSP), även kallad laddtjänsteleverantör eller laddleverantör, blivit viktigare för att skapa en smidig affärslösning för laddning [29]. Laddtjänsteleverantören kopplar samman förare med laddinfrastrukturen. Den senare sköts i sin tur av så kallade ladd- eller laddpunktsoperatörer, (engelska Charge Point Operators, CPO). Mellan dessa aktörer kan det i huvudsak arrangeras två typer av avtal (bilaterala avtal eller avtal med en central clearing agent) för de roamingtjänster som tillhandahålls [29].

### 2.3.8 Innehåll i laddtjänsten

På sista raden i Tabell 3 delas laddtjänsten upp i två kategorier baserat på innehållet. Den första kategorin nyttjar separata avtal för laddning (exempelvis en avgift för parkering etc.) och för den el som förbrukas. Den andra typen slår samman alla kostnader i ett avtal som presenteras till kund av den aktör som tillhandahåller tjänsten (exempelvis eMSP eller CPO).

### 2.3.9 Laddinfrastrukturens lokala förutsättningar

I Sverige skiljer sig laddinfrastrukturens utformning och kapacitet åt mellan olika kommuner och regioner. Den historiska utvecklingen av laddinfrastruktur bygger därmed på ett samspel mellan den fysiska miljön, existerande ledningsinfrastruktur, tillgänglig teknologi (vilken har skiftat betydande över tid), regelverk och tolkningar av regelverk, applicerade affärsmodeller samt beteende kopplat till både laddning och fordonsanvändning. Dessa olika aspekter samspelar således i utvecklingen av laddinfrastruktur och lokala förutsättningar påverkar möjligheten att nyttja en specifik affärsmodell eller teknologisk lösning. Exempelvis kan lokala eller kontextuella faktorer göra att det krävs anpassning av prisnivå eller prismodell. Sådana faktorer kan vara exempelvis effektbrist, hög prisvolatilitet, eller bristande efterfrågan.

Utifrån den komplexitet som finns kopplad till utmaningen att på ett affärsmässigt hållbart sätt tillgodose ett framtida laddbehov bör en affärsmodellsanalys av laddinfrastrukturen ta in de viktigaste dimensionerna som påverkar värdeskapandet. I denna text beskrivs därför laddinfrastrukturen utifrån principiella *dimensioner* vilka omfattar fysiska egenskaper och sociala aspekter vilka aktörer kan använda för att bygga konkurrenskraftiga affärsmodeller. De principiella dimensioner som vi identifierat är följande: *elsystemet*, *vägnätet*, *laddstationen*, *laddpunkten* och *den potentiella efterfrågan*. I *elsystemet* inkluderas produktion, distribution och lagring av elektricitet och elsystemet kan därmed summeras som det som Boverket kallar ledningsinfrastruktur. Kopplat till elsystemet knyts således frågor så som tillgång till effekt, avstånd till ledningar, elpris och liknande. *Vägnätet* består av trafikleder, vägar och gator som kanaliserar trafikflöden samt parkeringsytor som utgör en avgörande komponent i själva

laddningen. Placering av laddinfrastruktur nära större trafikleder ökar möjligheten att uppnå en hög nyttjandegrad. Allokeringen av gaturum till parkeringar där det finns access till laddning är därmed ett viktigt kommunalt stöd för utbyggnaden av laddinfrastruktur. *Laddstationen* är den plats där laddningen erbjuds och omfattar den närmiljö, så som en fastighet eller parkeringsyta, som påverkar de förutsättningar som finns för att sätta upp en eller flera laddpunkter [48]. Just *laddpunkten* utgörs av en kontakt som möjliggör anslutning, aktiviteten att ladda, samt de eventuella gränssnitt så som en applikation eller betalsystem vilka möjliggör debitering. Laddpunkten associeras även med kundens beteende, exempelvis laddetikett. Den potentiella *kundefterfrågan* är den sista dimensionen och utgör en viktig bas för kundsegmentering. Kundefterfrågan baseras på fordons- och kundunderlag vilket estimeras utifrån exempelvis lokal ägarstatistik, körvanor och generella trafikflöden.

## 2.4 AFFÄRSEKOSYSTEM FÖR LADDINFRASTRUKTUR

Etablering och drift av laddinfrastruktur bygger på samverkan mellan en mängd företag som koordinerar utveckling och produktion av ett stort antal olika resurser, komponenter och produkter. Dessa nätverk av företag beskrivs med begrepp så som värde- eller leverantörskedjor, värdenätverk, [49] [50] eller affärsekosystem [51]. Begreppen betonar det faktum att enstaka företag enbart utgör delar i ett komplext och globalt marknadsekonomiskt produktionssystem, samt att de företag som vill vara en del av detta system måste konkurrera om fördelningen av de aktiviteter som behövs för att skapa och leverera kundvärde. Utvecklingen av nya affärsmodeller påverkas således av de roller som företaget axlar i de marknader som företaget siktar på, och de marknadsaktiviteter som företaget internaliserar i sin affärsmodell. För att laddinfrastruktur ska komma på plats behövs värdekedjor för exempelvis batterier [52] [53], fordon [2] [9], laddinfrastruktur [54] [55], nätinфраstruktur och produktion av elektricitet. Tillsammans skapar dessa aktörer överlappande värdenätverk vilka möjliggör skapandet av affärsmodeller kopplade till aktiviteten att ladda elfordon. Allt eftersom affärsmodellerna i dessa värdenätverk mognar kommer det att utvecklas ett affärsekosystem specifikt runt laddinfrastrukturen [56] [3]. I affärsekosystemet kommer det att finnas aktörer som enbart är beroende av affärer kopplade till laddinfrastrukturen för att hålla igång sin affärsmodell, exempelvis laddleverantör, och aktörer som ser laddinfrastrukturen som enbart en av många affärer som de behöver ha en affärsmodell för, exempelvis nätägare.

Denna beskrivning av den företagsekonomiska begreppsapparaten och tidigare forskning om affärsmässiga sidor på laddinfrastruktur visar att även om affärsmodeller spelar en viktig roll för kommersialisering är det fler aspekter som ett företag har rådighet över som måste samspela för att ett erbjudande ska attrahera kunder. Således, även om fokus i denna rapport ligger på affärsmodellen kommer andra aspekter att behandlas vid behov.

## 3 Resultat

### 3.1 AKTÖRER OCH AKTIVITETER

I arbetet som ligger till grund för denna rapport identifierades ett antal aktörer och aktiviteter (se Tabell 4) som direkt eller indirekt associeras med de funktioner som behövs för att etablera och driva laddinfrastruktur. Terminologin som används för att beskriva dessa aktörer och aktiviteter går i linje med det som rekommenderas av Power Circle. Ansvar för de aktiviteter och resurser som behövs för en fungerande laddinfrastruktur varierar beroende på de affärsmodeller som nyckelaktörer anammat i olika kontexter. Denna komplexitet förväntas öka i framtiden på grund av introduktionen av teknik så som V2G och utvecklingen av flexibilitetsmarknader.

Fundamentalt bygger laddinfrastruktur på ett elsystem som knyter ihop produktion och användning av el för fordon med ett större lokalt, regionalt och nationellt nät. Den lokala nätägaren ansvarar för ledningsinfrastrukturen närmast laddstationen, men även regionnätägare och Svenska Kraftnät (SVK) påverkar förhållandena till denna del av laddinfrastrukturen. Exempelvis genom att påverka den ledningskapacitet och effekt som är tillgänglig för det lokala nätet. I studien har det förekommit exempel där aktörer arbetat med scenarier där deras lokala elsystem ska klara att stödja laddning utan att vara beroende av koppling till ett regionalt eller nationellt nät. Även om detta skulle innebära en möjlig fränkoppling från övrig ledningsinfrastruktur har det ansetts som fortsatt viktigt att vara sammankopplad även i framtiden för att kunna handla med elektricitet, effekt och olika stödtjänster på elmarknadens olika delmarknader. Således spelar elleverantörernas villighet till att erbjuda avtal för olika produkter och existensen av flexmarknader en viktig roll i att skapa incitament till andra aktörer att vara en del av den övergripande ledningsinfrastrukturen.

Vägburna transporter är beroende av ett välfungerande vägnät och lämpliga uppställningsytor. En framtida elektrifierat fordonsflotta kommer vara beroende av en väl placerad laddinfrastruktur. Den laddinfrastrukturen som associeras med vägtransporter behöver därför placeras strategiskt i förhållande till fordonsflöden och uppställningsplatser, det vill säga parkeringsytor.

Tabell 4. Aktiviteter och aktörer kopplade till laddinfrastrukturens olika dimensioner.

Dimension	Elsystemet	Vägnätet	Laddstationen	Laddpunkten	Efterfrågan
Aktiviteter kopplade till laddinfrastruktur	Byggnation och underhåll av ledningsinfrastruktur.  Produktion och handel med energi och effekt.	Byggnation och underhåll av trafik- och parkeringsytor.	Byggnation och underhåll av laddstation.	Laddning	Preferens för laddlösning
				Mätning	Val av laddlösning
				Uppföljning	Betalning
				Debitering	Laddetikett
Direkt berörda aktörer	Nätägare  Elleverantör	Väghållare (stat, kommun el. privat markägare)	Fastighetsägare (privat eller offentlig)	Laddpunktsoperatör (CPO)	Laddtjänsteleverantör (eMSP)
			Parkeringsbolag		Förare
			Kommunal förvaltning		Kunder
Indirekt berörda aktörer	Regionnätägare  Svenska kraftnät  Flexibilitetsmarknader		Entreprenad	Hård- och mjukvaru-tillverkare	Försäkringsbolag
			Komponent- och stations-tillverkare	Standardiseringsorgan	Fordonstillverkare
			SKR		
			Regionala kommunalförbund		
			MSB		
			Räddningstjänsten Branschorganisationer		

Ansvar för underhållande av vägnätet och därmed tillgängligheten till de ytor där laddning kommer att erbjudas avgörs därmed av väghållare så som stat, kommun och privata markägare. Denna iakttagelse kan te sig banal men i intervjuerna med olika aktörer har det påpekats att placeringen av laddinfrastrukturen och därmed möjligheten att skapa värde ur själva laddningen, både genom stationär laddning och genom laddning under färd via elvägar, påverkas av de juridiska förutsättningar som finns för att använda vägnätet och parkeringsytor för kommersiell laddning.

Laddstationen är den fysiska plats där laddningen sker av en eller flera fordon via en eller flera laddare som erbjuder laddpunkter. En laddstation kan således omfatta en eller flera parkeringsplatser och därtill tillhörande faciliteter så som väderskydd eller teknologisk infrastruktur. Laddstationen kan också innehålla laddpunkter som erbjuds av flera olika laddoperatörer. Det finns ofta specifika bestämmelser och rekommendationer om hur en laddstation ska utformas. Eventuella föreskrifter bestäms av kommunen medan andra typer av avtalsstyrda begränsningar definieras av aktörer så som fastighetsägare, laddoperatör eller laddleverantör. Kommunen definierar platsspecifika kriterier som ska harmonisera laddstationen med omgivande miljö och andra aktörers behov av tillgång till platsen. Därmed bedöms laddstationen utifrån dess samspel med övriga delar av den byggda miljön. Laddinfrastrukturen är därför beroende av aktörer som ansvarar för den yta där laddstationen placeras och detta är ofta en fastighetsägare vilket även kan vara exempelvis ett parkeringsbolag eller en kommun som arrenderar ut platsen till en laddoperatör. Föreskrifter och regler påverkas av rekommendationer från aktörer med specifika ansvarsområden kopplade till laddinfrastrukturen. Således har Räddningstjänsten och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) utfärdat rekommendationer som kan påverka utformningen och därmed kostnaden för laddstationer. Andra aktörer så som Sveriges Kommuner och Regioner (SKR) och regionala kommunförbund sammanställer information och rekommendationer som påverkar förutsättningarna för designval. Det finns därtill en mängd komponent- och stationstillverkare samt branschorganisationer som påverkar och påverkas av laddstationens utformning. Affärsekosystemet kopplat till laddinfrastrukturen ter sig således vara inne i en expansionsfas där många viljor ska samsas. Detta komplicerar diskussionen om hur laddinfrastruktur ska drivas affärsmässigt.

Vid laddstation finns en eller flera laddare med en eller flera laddpunkter som utgör interface mellan fordon och laddinfrastrukturen. Kopplat till laddaren och laddpunkten sker en mängd aktiviteter som är associerade till själva upprätthållandet av laddningstjänsten. Exempelvis behövs underhåll och drift av eventuella betalningssystem. För publik laddning sköts laddpunkten av en aktör som tar på sig rollen som laddpunktsoperatör (CPO). Detta är i många fall ett energibolag men kan även vara en laddtjänstleverantör (eMSP). Möjligheten att styra laddningsmomentet har skapat utrymme för hård- och mjukvaruutveckling som i sin tur kräver standardisering och spridning för att möjliggöra olika affärsmodellsupplägg. Utvecklingen i laddpunkten påverkar således möjligheten för att designa både laddare och laddstation. Därtill driver denna utveckling efterfrågan på laddning genom att exempelvis skapa förutsättningar för smarta



laddtjänster och olika prismodeller gentemot kund. Laddaren och laddpunkten är således knutpunkten mellan laddpunktsoperatören och laddtjänsteleverantören.

Bortom laddpunkten finns den potentiella efterfrågan på laddning samt beteendet som andra förare har i förhållande till laddstationen. Förståelsen för efterfrågan är avgörande för lönsamheten i laddinfrastrukturen. För att nå fram till den potentiella kunden använder sig laddtjänsteleverantörer av olika applikationer och nätverkstjänster. Precis som i fallet av andra typer av nätverkstjänster avgör storleken på nätverket, det vill säga antalet kunder, utrymmet för att extrahera ekonomiskt värde ur laddtjänsten. Värdet för slutkund, det vill säga den som laddar, skapas genom en kombination av pålitlighet, bekvämlighet och pris. Att skapa regler och förståelse för laddning är viktigt inte enbart för att påverka kund, utan även för att undvika situationer där förare som inte har ett laddbart fordon hindrar laddning genom att på olika sätt blockera laddplatsen. Kopplat till efterfrågan finns därtill indirekt berörda aktörer som påverkar slutkundens beteende så som fordonstillverkare och försäkringsbolag. Dessa kan direkt påverka förutsättningarna för att skapa affärsmodeller kopplade till laddinfrastrukturen genom att ge föreskrifter för hur laddning ska ske. Vi uppmuntrar även läsaren till att ta del av avsnitt 3.5 och 3.6 i delrapporten för AP4 för att få en ytterligare förståelse för komplexiteten runt de olika möjliga roller som behövs för att producera olika laddtjänster.

### 3.2 AFFÄRSMODELLER FÖR LADDINFRASTRUKTUR

Under analysen av den insamlade empirin identifierades sex generiska affärsmodeller: kluster, snabbladdning, parkering, subvention, lockvara och bundling. Dessa affärsmodeller gestaltar antingen existerande affärsmodeller, bygger på visioner av framtida affärsmodeller eller bygger på delar av affärsmodeller som aktörerna förväntar sig vara betydelsefulla för expansionen av svensk laddinfrastruktur. Affärsmodellerna beskrivs nedan i Tabell 5.

**Tabell 5.** Affärsmodeller för uppskalning av laddinfrastruktur.

Affärsmodell	Beskrivning
Kluster	För att minimera kostnaden per laddpunkt placeras och dimensioneras laddstationen utifrån det minsta antal laddpunkter som förväntas göra investeringen ekonomiskt hållbar. Beräkningar baseras på ett förväntat områdespecifikt kundunderlag och i studien har antalen varierat mellan 6 och 20 laddpunkter. På detta sätt skapas skalfördelar i både planering, byggnation och administration av laddinfrastrukturen. Modellen förenklar även för kunder i och med att de vet att det finns fler laddare på en plats och det därmed är lättare att få tillgång till en ledig laddpunkt. Modellen kan kombineras med snabbare laddning förutsatt att utnyttjandegraden hålls hög genom exempelvis bokningssystem. Denna modell återfinns bland annat i Helsingborg (laddoaser), Örebro, och Strömstad.
Snabb-laddning	Erbjuder en hög laddeffekt och god tillgänglighet till laddtjänsten. Den höga laddeffekten erbjuds till ett prisprenium och möjliggör betjänande av fler kunder om dessa laddar på korrekt sätt, det vill säga inte blockerar laddpunkten när de inte laddar. Snabbladdare är ofta kostsamma vilket gör att nyttjandegraden är avgörande för lönsamheten. Erbjudandet riktar sig främst mot specifika kundsegment så som verksamhetskunder, långfärdsresenärer och mindre priskänsliga kunder utan möjlighet till hemmaladdning. Modellen minimerar antalet laddare som behövs för att betjäna dessa segment men snabbladdning uppfattas som dyrt och befaras orsaka högre förslitning på batterier jämfört med annan typ av laddning.
Parkering	Denna modell lägger fokus på parkeringstjänsten och bygger på delning av intäkterna från parkeringsavgiften mellan inblandade aktörer och en tilläggsavgift för eventuell laddning. Laddningen blir därmed en extratjänst kopplad till parkeringen. För att vara kostnadseffektiv erbjuder modellen ofta en lägre laddeffekt under en längre tidsperiod så som ett dygn. Laddoperatören behöver vara noggrann med vad syftet är med denna typ av modell då det finns en risk att icke-laddande fordon upptar parkeringsplatsen i sådan omfattning att efterfrågan på laddning försvinner.
Kors-subvention	Denna modell bygger på att intäktsflöden från andra aktiviteter subventionerar laddningstjänsten. Exempelvis kan solceller eller batterilager kombineras med en laddstation för att korssubventionera varandra och på så sätt skapa bättre förutsättningar för laddtjänsten. När flera system kopplas samman ökar dock kravet på kompetens hos laddoperatören och därtill innebär komplexiteten att driftsmässiga, teknologiska och affärsmässiga risker ökar. Även förväntade V2G-modeller hamnar i denna kategori då det är handeln med tjänster som batteriet erbjuder som ska täcka de ökade kostnaderna och subventionera både laddinfrastruktur och elfordon.  Det finns även exempel där laddtjänsten subventionerats genom reklam vid laddplatsen eller genom höjda parkeringsavgifter. Dessa enklare modeller har historiskt sett inte skapat ekonomiskt utrymme för att erbjuda snabbladdnings-tjänster utan har istället kombinerats med laddare med lägre effekt.

Affärsmodell	Beskrivning
Lockvara	Då snabbaddning innebär att kunden måste befinna sig på eller i närheten av laddstationen utgör laddningen en möjlighet att locka kunder till en specifik plats så som en bensinmack eller ett varuhus för att få kunden att konsumera andra varor eller tjänster, dvs. locka till merförsäljning. Att locka kunden till platsen genom laddtjänsten sätter dock press på aspekter så som pris och tillgänglighet. Utan attraktivt pris eller lediga laddplatser kommer lockvaru-modellen inte att fungera. Aktörer har därför valt att utforma sina ladderbjudanden olika beroende på hur länge de förväntar sig att kunderna ska uppehålla sig på platsen. Aktörer med kunder som gör kortare besök (ex. en bensinmack) jobbar med snabbare laddning vid ett fåtal platser medan exempelvis varuhus eller restauranger erbjuder lägre effekt fast vid fler platser.
Bundling	Genom att slå ihop laddtjänsten med andra typer av tjänster (eng. bundling) kan laddningen erbjudas till kund som en del av ett paket, exempelvis när fordonet köps, under en specifik period. Denna modell erbjuds av aktörer så som fordonstillverkare och återförsäljare. Modellen bygger på att antingen fordonstillverkaren eller någon annan aktör tillhandahåller laddinfrastrukturen. Tesla är ett känt exempel på en fordonstillverkare som använt sig av denna modell för att erbjuda en högkvalitativ helhetsupplevelse för elbilsägandet.

Affärsmodellerna bygger på grundläggande företagsekonomiska principer så som kostnadsreduktion genom stordriftsfördelar både i produktionsfasen och driftsfasen, spridning av kostnader mellan olika aktörer genom att dela investeringar och driftkostnader, samt spridning av kostnader över kundkollektivet genom ökad användning av tjänsten. Dessutom vilar modellerna på antagandet att det finns två typer av värde som är viktiga. Den första typen är ett diversifierat kundvärde som är direkt kopplat till laddprocessen. Detta kan exempelvis innebära att en laddoperatör siktar på att erbjuda laddning med hög effekt och tillgänglighet. Den andra typen av värde är nätverksbaserat värde, där kundens värde bygger på laddnätverkets storlek och tillgänglighet. En laddtjänsteleverantör locka därmed kunder genom att erbjuda tillgång till ett omfattande och lättillgängligt nätverk med en standardiserad pris- och betalstruktur. Dessa värden kompletterar varandra på ett gynnsamt sätt.

Ingen av de generella affärsmodeller utgör en universallösning för laddinfrastrukturen utan är snarare olika lämpliga beroende på vilken aktör som tar på sig rollen som laddoperatör och hur kunderna uppfattar det värde som riktas mot dem. Det är således viktigt att förstå kundernas behov och beteende samt skatta och utvärdera det marknadsunderlag som målsegmenten utgör. Det är även rimligt att nya affärsmodeller uppstår för att dessa bättre möjliggör för bakomliggande aktörer att kostnadseffektivt erbjuda en attraktiv laddningstjänst. Alla modellerna står således inför utmaningar men stöds även av möjliggörande faktorer som kan underlätta för laddoperatörer att skapa en ekonomiskt hållbar affärsmodell. Det är därför viktigt att förstå aktörernas syn på investeringar, driftkostnader och värden och hur dessa gestaltas som barriärer och möjliggörare för en uppskalning av laddinfrastruktur.

### 3.3 BARRIÄRER OCH MÖJLIGGÖRARE

Laddinfrastrukturen utgör en spelplan på vilken ett stort antal aktörer ser möjligheten att driva affärer. För publik laddning finns det en rad faktorer som påverkar möjligheten att expandera laddinfrastruktur och attrahera aktörer till att elektrifiera. Dessa barriärer och möjliggörare är knutna till de dimensioner som beskrivits i Tabell 4 och presenteras nedan.

#### 3.3.1 Elsystemet

En komplicerande faktor för laddoperatörer är att det inom en kommun kan finnas flera elnätsägare vilka har olika arbetsrutiner och olika väl uppbyggda relationer till kommunen. För en laddoperatör som önskar etablera sig lokalt kan det därför vara gynnsamt om kommunen erbjuder kontaktinformation till nätbolag kopplade till de fastigheter eller platser där laddstationen ska placeras. Kommunen kan tillsammans med nätbolagen utforma kravspecifikationer för grävning eller dragning av kablar vilket underlättar för utbyggnaden av laddinfrastruktur. Detta får dock inte innebära att likabehandlingsprincipen frångås i kommunens och nätbolagens arbete. Lokala regler för grävningsarbeten ansågs av elnätsbolag och laddoperatörer dock ofta vara onödigt stränga vilket fördyrar utbyggnaden av laddinfrastruktur. Det finns därmed möjlighet att både standardisera och förenkla regelverk kopplat till byggnation.

#### *Utmaningar vid nätanslutning*

Nätanslutning skapar frustration bland laddoperatörer dels på grund av hur ansökningsprocessen ser ut, dels på grund av nätägarnas prissättning. Administrativt sett skiljer sig nätägarnas arbetsrutiner åt vilket skapar merarbete för laddoperatörer som jobbar mot flera nätägare. Samtidigt finns det utmaningar kopplat till ledtiderna för nätanslutningar. Trots att en laddstation kan byggas på relativt kort tid kan beslutsprocessen leda till att det dröjer länge innan stationen är i drift. Flera laddoperatörer vittnar om processer med ledtider som beroende på komplexitet och effektbehov kan ta allt från ett till två och ett halvt år att avsluta. Laddoperatörer beskrev att det i extremfall kunde ta mer än ett halvår att få en kontaktperson hos nätbolaget och att det kunde ta upp till två år att få en offert på en anslutning. De långsamma processerna skadar laddoperatörens kundrelation och om processerna inte kortas kommer elektrifieringen att försenas ytterligare. Förhoppningen bland laddoperatörer och laddtjänsteleverantörer är att processen blir mer transparent och förutsägbar. Detta skulle kunna ske genom exempelvis tydligare information om anslutningsprocessens tidsramar samt bekräftelser vid viktiga skeenden. Behovet av bygglov vid större installationer saktar därtill ned processen och kan introducera en oförutsägbarhet i fråga om den totala tidsåtgången för processen. Det är därför viktigt att meddela kunden att bygglovshandling inlett, vilket ofta försummas. Därtill kan kunderna ha en bristfällig förståelse av det faktiska effektbehovet för den planerade anläggningen samt för samspelet mellan effektbehov och utredningsarbetets komplexitet. Genom att välja lösningar som inte behöver så stor kapacitet eller effekt kan processen snabbas på.

Elektrifieringen av transportsektorn ses som en stor utmaning då infrastrukturen inte hänger med i utvecklingen. Det är både en bildnings- och ingenjörsmässig utmaning att se till att inte alla kunder använder samma ledning samtidigt, utan gör det vid en lämplig tidpunkt eller möjligtvis nyttjar en annan lösning. Utmaningarna förväntas växa och för att möta dessa ser nätbolagen ett behov av innovativa lösningar så som V2G eller stationära batterier. V2G ses fortfarande som tekniskt omogen och därmed långt borta. Trots att tekniken för batterilösningar är mogen är det svårt att hitta lämpliga platser för större batterier. Samtidigt kan en eventuell batterilösning kräva parallella investeringar i mottagningsstationen vilken annars skulle utgöra en potentiell begränsning för batteriet.

#### *Prissättning och anslutningskostnader*

Beträffande prissättning påpekar laddoperatörer och laddtjänsteleverantörer att det finns betydande skillnader mellan olika nätbolag både i fråga om avtalsstrukturer och abonnemangstyper för el. I större städer som Stockholm och Göteborg finns det exempelvis effektdebitering medan det i mindre städer används säkringsavgift. Samtidigt ses effekttariffer som ett effektivt sätt att hjälpa nätbolagen att möta de utmaningar som de står inför. Därtill anses det finnas kapacitet i vissa nät då kunder inte utnyttjar den effekt som tillgängliggjorts. Detta utrymme skulle därmed kunna utnyttjas på ett effektivare sätt.

Kostnaden för en anslutning anses svår att förstå då den kan fluktuera med tusentals procent mellan geografiska områden och nätägare. Bristande information från nätbolaget gör att laddoperatörerna uttrycker frustration över kostnader som de inte får förklarade för sig. En förbättrad kommunikation av kalkylunderlag skulle hjälpa aktörerna att förstå hur de kan påverka kostnaden. Kritik mot nätbolagen har bemötts med argument om kapacitets- och personalbrist vilket sänker hastigheten i utredningsarbetet och kvalitén på kommunikationen till laddoperatörerna. De långa ledtiderna kopplat till offertförfarande gör att laddoperatörer måste vänta med strategiskt viktiga beslut kopplade till placeringen och dimensioneringen av laddstationer.

Nätbolagen är medvetna om de utmaningar som finns kopplade till att kommunicera och motivera pris för anslutning men anger samtidigt att de under de senaste åren har erfarit en hög arbetsbelastning på grund av en kraftig ökning i antalet ansökningar. Kostnadsbesparande åtgärder, så som att undvika byggnation under delar av året där det föreligger vintertaxa eller att tidigt hitta platser eller dragningar med gynnsamma markförhållanden, kan sänka totalkostnaden och snabba på processen, men kräver en bättre medvetenhet och kunskapsnivå hos beställaren.

Kostnadsfördelningen vid anslutning uppfattas även som otydlig och orättvis då laddoperatörer upplevt att de blivit straffade när de är först ut, särskilt om det är fler som senare ska koppla in sig på nätet. Det ansågs därför att kalkylen bör formuleras efter hur det ser ut vid etablerandet av en transformatorstation. Elnätsägarna ansåg dock att anslutningsavgiften utformas på ett rättvist sätt utifrån de lagar och föreskrifter som finns, och det påpekades samtidigt att det ska

kosta att ansluta effekt i och med att det är en resurs som det finns hög efterfrågan på.

#### *Elnätbolagens roll*

Nätbolagen hanterar anslutningsprocessen utifrån principen först in först ut men det höga söktrycket har lett till ett behov av att kapa längden på utredningsprocessen och öka transparensen gentemot kund. Samtidigt kan ansökningar med större laster eller vid utmanande platser kräva mer utredningsarbete, vilket gör att det finns skillnader i tidsåtgång mellan ansökningar. Övriga aktörer är medvetna om att elektrifieringen av transportsektorn inte är den enda utmaningen som elsystemet står inför men det finns ändå en uttryckt frustration med nätbolagen. Elnätet och tillgången till effekt identifieras som begränsande faktorer samtidigt som nätbolagen uppfattas som långsamma och reaktiva. Erfarenheterna skiljer sig dock åt mellan olika nätbolag och geografiska områden, så den generella kritiken kan ibland vara missvisande. Elnätsbolagen har en stark drivkraft till att bidra till det lokala samhället och detta anses saknas i mediedebatten. Därtill kan nätbolagen själva begränsas av regionnätägare vilka kan säga nej till expansion på grund av för höga kostnader och för låg tillgänglig effekt. Viljan att bygga, utveckla och möjliggöra för både laddinfrastruktur, energilager och solceller finns ofta men intäktsreglering, föreskrifter, ekonomi och ägarstyrning sätter gränser för vad bolagen kan göra. Exempelvis finns det i många städer planer på förtätning och nybyggnation, vilket leder till att just frågan om laddinfrastruktur blir en i mängden av frågor kopplade till stadsutveckling. Därtill uppfattas elnätbolagens lida av resurs-, kompetens- och personalbrist. Övriga aktörer är villiga att stödja elnätsbolagen i åtgärder som snabbar på arbetet och det finns en förståelse att det i många fall behövs politiska åtgärder för att förbättra situationen.

#### *Energibolag*

Energibolagen som deltagit eller beskrivits i studien har haft olika inställning till laddinfrastrukturfrågan. Från energibolagens sida har engagemanget i laddinfrastrukturen härletts till politisk styrning och individuella eldsjälur som drivit frågan internt. Detta då utbyggnaden av laddinfrastrukturen har av vissa uppfattats som något som legat bortom energibolagets uppdrag. De energibolag som har valt att satsa på laddinfrastruktur genom att stödja hemmaladdning eller installera publika laddare har således haft en proaktiv attityd angående deras egen roll i förhållande till elektrifieringen. De som gett sig i kast med att driva publik laddinfrastruktur har, på grund av den publika laddinfrastrukturens dåliga lönsamhet, många gånger behövt tåla att under en längre tid se höga kostnader utan nämnvärda intäkter. Det har för dessa bolag varit viktigt att ha en ägardialog som bygger på tålmod och som möjliggjort för både kunskapsutveckling och kontinuerliga investeringar i en mognande marknad. Kommunala energibolags engagemang i laddinfrastrukturen ses dock som problematisk av flera aktörer och medvetenheten om denna kritik finns bland de kommunala bolagen. Kritiken bemöts med argumenten att marknaden har varit för senfärdig med att bygga ut laddinfrastruktur och att det speciellt i glesbygden saknas bärkraftiga affärsmodeller på grund av för tillfället bristande kundunderlag.

### *Flexibilitetsmarknader*

Flexibilitetsmarknader har dykt upp som en viktig komponent i visionen om en välfungerande framtida laddinfrastruktur. Samtidigt verkar det råda osäkerhet huruvida dessa marknader kommer att existera över en längre tidshorisont. Både viljan och möjligheten att dra nytta av denna typ av potentiella tjänster verkar därmed variera betydligt mellan aktörer. Från nätbolagens sida finns en frustration över att regleringen inte hänger med teknikutvecklingen och branschens behov, speciellt intäktregleringen anses släpa efter. Genom förtydliganden av rådande regelverk skulle aktörer kunna ta på sig fler aktiviteter och stödja utbyggnaden av laddinfrastruktur på ett mer kreativt sätt. Det finns även ett behov av att kommunicera bättre med de aktörer som är intresserade att agera på flexmarknaderna. Den till synes enkla processen med föransökan eller intresseanmälan är inte tillräcklig utan aktörerna behöver visa att de skapar nytta för varandra. Nätägaren behöver därför arrangera sina avtal tillsammans med aktörerna så att de tillsammans bidrar mer till nätet på ett sätt som tar in samhällsperspektivet i affären. Det handlar således om att ta relativt nya aktörer och nätbolagen på en förändringsresa vilket inte är en traditionell modell för att bygga ny infrastruktur. Tillsammans behöver aktörerna skapa sig en gemensam förståelse för elnätet på lokalt och regionalt plan samt utveckla reglering och standarder som möjliggör en kostnadseffektiv utvecklingsresa. Detta anses speciellt viktigt då debatten på nationell nivå ofta landar i slutsatsen att problemen enbart löses genom att bygga mer produktion istället för att kapa förbrukning eller använda flexibilitet. Marknader och automation förväntas därför erbjuda omfattande möjligheter att komplettera utbyggnaden av kraftproduktionen och på så sätt ge upphov till resurseffektivitet både i energi- och transportsektorn. Ytterligare erfarenheter från flexibilitetsmarknader beskrivs i avsnitt 3.6 i delrapporten för AP 4.

### **3.3.2 Vägnätet**

Laddinfrastrukturens utbyggnad sker nödvändigtvis med vägnätet och lämpliga uppställningsytor i åtanke. Förutom att placeringen av laddstationer måste ta hänsyn till fordonsflöden och potentiellt kundunderlag, innebär byggnationen av laddinfrastruktur ofta tillfälliga störningar i tillgängligheten till vägnätet. För att öka nyttan av laddinfrastrukturen och minska störningarna som orsakas av dess utbyggnad, förväntas arbetet styras utifrån regelverk och föreskrifter som formas av kommun och stat.

Samspelet mellan vägnätet och laddinfrastrukturen ter sig som mest utmanande för elektrifieringen av tung trafik. Laddning av tung trafik kommer att ske under speciella förutsättningar och ska, på grund av förväntad tillväxt i antal fordonsrörelser samt batterirelaterade begränsningar, tillgodose behov som förväntas skilja sig markant från dagens.

Som framgår i fallstudien av Göteborg förväntas tunga fordon ladda på tre platser: i den egna depån, med stödladdning vid destination, samt laddning på tillfartsvägar runt viktiga knutpunkter. Laddning av tung trafik är därmed mer inriktad mot hubbar än persontrafiken. Detta innebär att effektbehoven för tunga transporter kommer att påverkas av trafikflödenas mönster, och det förväntas

därför krävas flexibla lösningar för att möta de utmaningar som är kopplade till de höga effektbehoven som förväntas i samband med tunga transporter. På grund av en bristande förståelse för framtida lokala transportrörelser är det dock i nuläget svårt att identifiera långsiktigt attraktiva och därmed ekonomiskt hållbara platser för publik laddning av tunga fordon. Platser som idag upplevs som oattraktiva på grund av långa avstånd eller bristande tillgång till kapacitet och effekt kan bli betydelsefulla i framtiden när antalet eldrivna fordon ökar och laddtekniken mognar.

Kapacitetskartor för elnätet har lanserats som en möjliggörare för utbyggnaden av laddinfrastrukturen, men en sådan insats ansågs inte nödvändigtvis vara så nyttig för exempelvis laddoperatörer, då dessa bygger efter trafikunderlaget snarare än baserat på tillgången till effekt. För publik laddinfrastruktur behövs istället visualiserings-verktyg som erbjuder en helhetsbild, inklusive både den byggda miljön, fordonsrörelser och potentiell efterfrågan baserat på boende och besökare. Samtidigt kan ett sådant verktyg leda till att fastighetsägare höjer priset på mark som pekats ut som attraktiv.

#### *Marktyper*

En stötesten kopplat till vägnätet är reglerna för parkeringsplatser vilka är kopplade till regelverket som styr markanvändningen. Enligt Plan och bygglagen (PBL, 4 kap 13 §) får kommunen i detaljplanen ställa krav på placering och utformning av parkeringsytor samt att viss mark eller vissa fastigheter inte får användas för parkeringsändamål. Detta inkluderar parkering både på allmän platsmark och kvartersmark. Allmän platsmark är avsedd för gemensamma behov, vilket gör det ibland svårt att hitta lämpliga platser för laddning av privata fordon. Då det ofta är en utmaning att få laddstationen att passa in är det svårt och dyrt att bygga på allmän platsmark. Kommuner kan även ha preferenser när det gäller skala och utformning av laddstationer. I studien har behoven varierat från enstaka laddplatser till större satsningar som laddgator och laddoaser. Kommuner ställer därtill specifika krav för byggandet, vilket enligt laddoperatörer kan fördyra etableringen betydligt. Entreprenadkostnader för grävning och återställningsarbeten kan i vissa fall utgöra mer än halva kostnaden för att sätta upp en laddstation. Särskilt kostnadsdrivande är krav på grävdjup vilket kan variera kommuner emellan och mellan olika geografiska lägen. Såväl nätbolag som laddoperatörer förespråkar att undantag görs i kravställningen för att möjliggöra kostnadseffektivare lösningar. De önskar även att kraven harmoniseras mellan olika kommuner och att det införs en standardiserad process för byggandet av laddinfrastruktur.

Regelverk och föreskrifter har således en stor påverkan på byggkostnader för laddinfrastruktur. Utöver det kan marktypen där laddoperatören etablerar laddinfrastrukturen även påverka affärsmodellen. Tabell 6 förtydligar skillnaderna mellan allmän platsmark och kvartersmark och visar hur reglerna kring parkeringsavgifter skiljer sig åt mellan marktyperna.



Tabell 6. Marktyper och konsekvenser för affärsmodell.

	Allmän platsmark	Kvartersmark
Beskrivning	Även kallad gatumark. Är avsett för gemensamma behov. Marken består främst av gator, trottoarer och närliggande ytor. Är oftast kommunägd. Allmän platsmark styrs av offentligrättslig lag	Även kallad tomtmark. Användning av kvartersmark kan vara bostäder, detaljhandel eller industri. Det finns även kvartersmark för allmänt ändamål, avsedd för att etablera allmänna samhällsfunktioner såsom skolor, vårdcentraler, transformatorstationer etc. Det ska framgå i detaljplanen vilken användning som är tillåten. Tomtmark styrs av civilrättslig lag.
Konsekvenser för affärsmodellen	Strikt reglerat vem som får ta ut parkeringsavgift, enbart kommunen eller staten. En laddoperatör kan därmed inte erhålla kassaflöden i form av en parkeringsavgift.	Laddoperatören kan komma överens med markägaren om att ingå i deras parkeringslösning, vilket kan innebära ytterligare kassaflöden

### 3.3.3 Laddstationen

Laddstationens design och lokalisering påverkas i många fall av lokala föreskrifter. Samtidigt avgör laddstationens placering, innehåll och utformning kraven som ställs på nätanslutningen och kostnaden för själva anslutningsarbete. Allt eftersom associerade teknologiska lösningar så som stationära batterier och solceller har fallit i pris har dessa även blivit attraktiva lösningar vilka kan kombineras med laddstationen. Sådana komplement skapar dock en ökad komplexitet, inte enbart för design och byggnation av själva stationen, utan även i förhållande till nätanslutningen och bedömningen av hur laddstationen kommer att påverka nätet. En laddstation kan designas och etableras utifrån en standardiserad mall, men för att få fram smarta och systemoptimerade lösningar som tar vara på de lokala förutsättningarna och behoven krävs det mer av aktörerna. Antingen behöver laddoperatören besitta en god förståelse för elsystemets och laddinfrastrukturens förutsättningar eller så måste aktörerna besluta sig för att i ett tidigt stadium samarbeta runt de designelement som interagerar. Exempel på det förstnämnda kan hittas i fallstudien av Örebro där bostadsbolaget ÖBOs laddinfrastruktur ska fungera som en möjliggörare för optimeringsarbetet i det lokala el- och energisystemet. Den senare typen av samarbeten kräver framförhållning och tydliga kontaktytor hos nyckelaktörer så som kommun och lokala nätbolag, men systemmässigt smarta lösningar går att få till även i utmanande aktörskonstellationer. Komplexiteten i att hitta lösningar förväntas därtill att öka när väl V2G blir en realistisk komponent att kombinera med publik laddning.

Laddstationer som placeras i komplexa miljöer så som bilmackar, där det finns en blandning av tunga och lätta fordon eller en blandning av olika bränsletyper påverkas särskilt av säkerhetsföreskrifter. Men som nämnts ovan finns det även

allmänna råd kopplade till säkerhetsaspekten som kan få inverkan på kostnaden för att etablera en laddstation. För att minimera denna kostnad och skynda på designarbetet kan berörda aktörer förtydliga eventuella föreskrifter och exemplifiera designlösningar från lyckade etableringar.

Laddstationer designas efter de ändamål som de förväntas uppfylla. Detta kan betyda att en station innehåller olika typer av laddpunkter och erbjuder olika effekt till olika typer av kunder. Exempelvis kan det gå att kombinera publika och icke-publika laddare i en och samma laddstation (se exempelvis fallstudien av Örebro). Kombinationen av valmöjligheter förväntas öka attraktionskraften hos laddstationen. Samtidigt ter det sig från studien att det finns potentiella kundsegment så som hyresgäster i små och mellanstora städer gentemot vilka det riktas ytterst få erbjudanden. Kostnaden för att etablera ett stort antal laddstationer vilka kan erbjuda laddning till samma pris som det som en villaägare får när den laddar hemma skulle vara svåröverkomlig. Hyresgäster med bil utgör således ett kundsegment vars tillgång till laddinfrastruktur diskuteras utifrån ett rättviseperspektiv.

#### 3.3.4 Laddpunkten

I intervjuerna har det funnits en gemensam nämnare i uppfattningen att laddning behöver vara enkel. Detta till trots uppfattades laddning fortfarande som en jämförelsevis krånglig aktivitet. Det beskrevs hur det finns ett gytter av olika laddlösningar vilket sänker igenkänningsgraden och förvirrar konsumenten. Samtidigt har teknikutvecklingen inneburit att laddpunkten numera innehåller allt mer teknik och kan kräva betydande service. Även om servicearbete numera allt oftare kan skötas på distans påverkar det kundens intryck negativt och sänker potentiellt nyttjandegraden. Detta till trots framförs det kritik mot bristen på funktionaliteter i många av de laddlösningar som erbjuds på marknaden. En önskan har exempelvis varit att göra laddare semi-publika vilket inte gått att lösa på via laddpunkten utan fick skötas med skyltning. Äldre laddare saknar dessutom många av de funktioner som förväntas förenkla laddningen och det förväntas därför behövas en uppgradering av den äldre delen av beståndet av laddpunkter. Samtidigt kan en harmonisering av kundkraven kopplade till laddpunkterna möjliggöra för framtida kostnadssänkningar. För fastighetsägare kan nyttjandegraden ofta vara en besvikelse och göra att det är svårt att få en affär i laddningen. Det är därför viktigt att minimera kostnaden per laddpunkt och dimensionera systemet efter den faktiska efterfrågan. Detta speciellt med tanke på slitaget och service, vilket trots en ökad möjlighet till avhjälpning av fel på distans, är betydande kostnadsposter. Investeringar i laddstolpar skrivs därför av under fem till sju år.

Aktörer som varit tidigt ute att etablera laddstationer och designat sina laddpunkter efter en kostnadsbild som varit hög på grund av att de var först ut, konkurrerar nu med andra aktörer som har fått en lägre etableringskostnad och en bättre förståelse för kundunderlaget. De aktörer som kommit efter pionjärerna har därför kunnat designa sin tjänst på ett annat sätt och kan antas få en bättre lönsamhet i sin investeringskalkyl.

Laddpunktens tillgänglighet avgörs av såväl teknologiska som sociala aspekter. Råder det brist på parkeringar i området uppstår risken att bilister parkerar med sin elbil vid laddpunkten utan att ladda och finns det möjlighet för andra fordon att parkera vid laddstationen ökar risken att laddpunkten blockeras. Lokalt kan det därför behövas en förbättrad laddetikett för att höja nyttjandegraden.

Laddning av tunga fordon utgör en speciell utmaning på grund av de effekt- och utrymmeskrav som ställs. Dessa förutsättningar ökar kraven på placering och drift av laddpunkter. Laddningen måste därtill ske när föraren inte har något annat för sig, vilket innebär att det behövs effektiva och smarta bokningssystem så att köer undviks.

### 3.3.5 Efterfrågan och pris

Respondenterna ansåg det överlag vara utmanande att få lönsamhet i publika laddare för personbilar. Betalningsviljan är ofta låg och på grund av att stora delar av det existerande kundkollektivet mestadels laddar hemma är även nyttjandegraden förhållandevis låg för publik laddinfrastruktur.

Bristen på standardisering av betalsystem ansågs vara ett av de större hindren kopplade till laddningsaktiviteten. Det förväntades vara lika lätt att betala med alla etablerade betalningsmetoder och appar. Under projektets gång har betalningsproblematiken delvis åtgärdats via EU-krav och branschsamarbeten. Lösningar som Swish har valts av många aktörer men även denna typ av lösning har nackdelar exempelvis i form av att betalningen sker i förhand och i form av ett fast belopp. Kopplat till betalsystem diskuterades även prissättning och prismodeller. Fast pris ansågs utgöra en hög risk, men många äldre laddstationer saknar fortfarande uppkopplade mätare. Vissa stationer har dålig uppkoppling eller är svåra att koppla upp på grund av att de är placerade i byggnader eller skyddsrum. Sådana stationer behöver mer kostsamma åtgärder och utgör därför en huvudvärk för laddoperatörer.

Med tanke på elprisets rörlighet har det förväntats att priset för laddning också skulle variera i en större utsträckning. För stationer med låg effekt har sådana prisrörelser inte slagit igenom till fullo. För snabbaddare uppvisar priserna större variation och detta förväntas vara något som sprider sig till andra segment. Utvecklingen till trots uppfattas prissättningen gentemot laddkunden vara förhållandevis stel. Laddoperatörer och laddtjänsteleverantörer anser att ett stabilt och enhetligt pris gentemot kund är attraktivt. Ett rörligare pris ansågs leda till missnöje och illojalitet. Samtidigt har den dramatiska utvecklingen på energimarknaden skapat en ökad förståelse för de faktorer som ligger bakom prisbildningen. Därmed förväntas kunder framöver tolerera större variationer i pris förutsatt att prisjusteringarna förklaras.

Prismodeller väljs utifrån det kundbeteende som förväntas. Ett fast pris per kWh är okomplicerat och möjliggör för kunden att enkelt jämföra olika alternativ. Andra typer av tilläggsavgifter så som tröskelavgifter efter en specifik tidsperiod eller en separering av priser per prisområden används för att uppmuntra högre nyttjandegrad och möta kostnadsprofilen i olika nätområden. Alternativt kan tidsramarna för parkeringen begränsas för att få upp nyttjandegraden.

Aktörer som använder icke-publik laddinfrastruktur har speciella behov och det finns i denna sektor en större kreativitet i fråga om hur debiteringen sker. Aktörer med icke-publik laddinfrastruktur är i vissa fall intresserade att erbjuda laddning även publikt förutsatt att ersättningen fungerar smidigt och den egna verksamhetens laddbehov inte kompromissas med. Således finns det aktörer som är villiga att erbjuda semi-publik laddning, förutsatt att reglering och betalningsmodeller fungerar smidigt nog.

Det fanns en uppfattning att det förekommer en icke obetydlig mängd laddning via vanligt eluttag vilket kan vara en brandfara. Intresset att driva utvecklingen av säkerhetsföreskrifter och få konsumenter att anamma säkrare sätt att ladda på uppfattades ligga hos försäkringsbranschen snarare än hos Elsäkerhetsverket och Energimyndigheten. Samtidigt ansågs MSB och Räddningstjänsten brista i koordination och tydlighet. Laddoperatörer ser därför gärna att aktörer från energimarknaden, som besitter god kunskap om elsystem, tar en mer aktiv roll i utvecklingen av föreskrifter och regler. För att nå de som laddar på ett osäkert eller ur elsystemperspektiv problematiskt sätt rekommenderas incitament så som sänkt moms eller energiskatt vid laddning på en laddstation. En minskad prisskillnad mellan publik laddning och hemmaladdning skulle även gynna affärsmodeller för publik laddinfrastruktur.

En utmaning för aktörer som erbjuder laddning är de stora skillnader som finns kunderna emellan i fråga om kunskapsnivå. Kundens bristande förståelse för tekniken och korrekt beteende vid laddning kan påverka laddningsprocessen negativt. Marknaden för bränslen är diversifierad men för den enskilda föraren har kunskapskraven kopplat till tankning inte varit högt. Med fler valmöjligheter vid laddning skapas en mer komplex situation både för kund och för den som tillhandahåller laddning. En stor variation i förståelse och erfarenhet skapar både möjligheter och utmaningar för så väl kundkontakten som skapandet av kundvärde. En snabb teknologisk utveckling har gjort att det behövs en nära och mångfacetterad kundkontakt över olika kommunikationskanaler för att förstå var och hur kunder önskar ladda. Pris, prismodell, och tillgänglighet är det som kunderna huvudsakligen söker efter i kommunikationen med laddoperatören och information har tidigare skötts med relativt enkla medel så som skyltar, hemsidor och en kundsupport. I och med det ökande användartalet blir det vanligare med kunder som kräver bättre och snabbare information för att lösa eventuella fel och åtnjuta en smidig laddupplevelse. Utvecklingen med hög volatilitet för priset på elektricitet har gjort att laddoperatörer behövt anpassa sig och utveckla applikationer och lösningar samt vara närvarande på olika plattformar såsom sociala medier för att kunna informera om ändringar och bemöta missförstånd. Denna mångfald av olika kanaler genom vilka kunder kan mötas skapar möjligheter att både nå en bredare publik och skapa skraddarsydda kundanpassade lösningar. Dock innebär utvecklingen också en komplexitet och belastning i fråga om resurs- och utbildningsbehov som kan vara utmanande att hantera.

#### *Tunga fordon*

Jämfört med en laddstation för personbilar ansågs laddning av tunga fordon kunna utföras något längre bort från leder eller destinationer så länge inte arbetstid

gick åt specifikt till laddning. Placeringen skulle kunna minska stationens nyttjandegrad, men kan samtidigt öka fordonens räckvidd och på så sätt möjliggöra nya användningsområden för elfordon. Detta då de kommersiella aktörerna måste ha tillgång till laddinfrastruktur under specifika tider vilket kan ge upphov till ett behov av överkapacitet. Det ansågs därför vara motiverat att stödja vissa laddstationer för tung trafik som inte förväntas vara initialt lönsamma på grund av låg efterfrågan.

Trots att viloreglerna har identifierats som en möjliggörande faktor för elektrifieringen av lastbilstransporter fanns det en oro att yrkesförare fastnar vid laddpunkten på grund av reglerna. Något som kan visa sig vara ett stort problem är att när en förare tar sitt 45-minuters avbrott [57]. Lastbilen måste då stå still men det förväntades att en snabbbladdning för stödsyfte bara kommer att ta 10-15 minuter. Det finns därmed en risk att förare tvingas stå kvar vid laddpunkten för att vilotiderna säger att fordonet inte får flyttas av föraren. Fler liknande problem förväntades dyka upp när volymen av lastbilar ökar.

En respondent identifierade två huvudsakliga utmaningar för elektrifieringen av lastbilsflottan. Först och främst saknas det tillgång till lämpliga fordon. Därtill är de ekonomiska utmaningarna för åkeriföretagen stora i och med att de ofta opererar med tunna marginaler. Vissa aktörer har välfungerande affärsmodeller men tvingas ändå avstå på grund av otillräckligt kundintresse och höga priser på fordon. Om det enbart hade varit brist på kapital hade detta kunnat åtgärdas relativt enkel. Istället ansågs lösningen vara att fler aktörer delar på bördan. Samarbete kan leda till kostnadsreduceringar, men på kort sikt innebär det utmaningar för aktörer med etablerade affärsmodeller.

### 3.3.6 Lagstiftning, reglering och styrmedel

Kopplat till barriärer och möjliggörare diskuterades aspekter så som lagstiftning, reglering och utformning av styrmedel. Under senare tid har EU-reglering höjt ambitionsnivån och för att möta nya mål kommer det att krävas en snabb omställningstakt och ett omfattande kollektivt lärande. Tillägg i plan- och bygglagen (PBL) har gjort att laddning av elfordon har blivit ett nytt egenskapskrav. Speciellt de retroaktiva kraven på en laddningspunkt vid fler än 20 parkeringsplatser har satt press på speciellt kommuner att hitta kostnadseffektiva lösningar. Samtidigt har avskaffandet av bonus-delen i bonus-malus systemet skadat marknadstillväxten då mängden sålda elbilar hamnat under förväntan. Laddoperatörerna har således erfarit flera tvära kast vilket skapat oro inför framtiden.

Utvecklingen till trots finns det oklarheter som sätter käppar i hjulen för aktörer som vill driva laddinfrastruktur. Exempelvis uppfattas reglerna runt nätkoncession fortfarande som otydlig när det gäller möjligheten att erbjuda laddning från en fastighet. Därtill råder det oklarheter om hur framtida V2G lösningar ska regleras.

De regionala pilotprojekten utformades med strikta krav, inklusive kort ansökningstid, men åtföljdes av generös finansiering. Resultatet av detta var en påtaglig förstärkning av laddinfrastrukturen för tunga fordon. Det kan hävdas att

det i det initiala skedet har varit avgörande för utvecklingen, men ur ett samhällsekonomiskt perspektiv ses det som korrekt att stödet successivt trappas ned. Kritik framfördes mot Klimatklivet. Betoningen på att maximera CO2-reduktion per satsad krona gjorde att enkla åtgärder som gav störst uppväxling på medlen fick stöd medan mer komplexa projekt såsom elektrifiering av fartyg blev svåra att motivera inom Klimatklivets ramverk. Historiska stödinsatser kritiserades således för ryckighet, kortsiktighet och systemmässigt suboptimal styrning som ledde till symbolsatsningar istället för utvecklingen av systemmässigt bättre, och därmed mer komplexa och tidskrävande, lösningar.

#### *Vita fläckar*

Existensen av vita fläckar nämndes som ett starkt motiv till stöd av utbyggnaden av laddinfrastruktur, speciellt i glesbygder. Begreppet vita fläckar ifrågasattes av näringslivsaktörer som menade att expansionen till dessa områden i många fall var på gång. Ett riktat stöd till utbyggnaden i vita fläckar ansågs snedvrida marknaden och istället motverka utbyggnaden av laddinfrastruktur. Erfarenheter från exempelvis Norge visar att även med ett 100 % etableringsstöd kan driften i flera scenarier vara så kostsam att det inte finns en långsiktig bärkraftig affärsmodell. Historiskt har stöd även varit problematiska ur rättviseperspektiv då de oproportionerligt gynnat höginkomsttagare. Den generella ståndpunkten bland näringslivsaktörerna i studien var således att marknaden bör avregleras och att eventuella regler bör harmoniseras med EU.

Eventuellt stöd ansågs därför göra störst nytta om det riktades mot innovationsarbete, laddinfrastruktur för tunga fordon och till subventionering av fordonsinköp, både personbilar och tunga fordon. Detta då komponenterna i laddinfrastrukturen redan är standardiserade och till skillnad från elfordon inte förväntas gynnas till en så stor grad av ytterligare marknadstillväxt. Laddoperatörer föreslog att nät- och parkeringsbolags intäkter skulle kunna användas för att stötta publik laddinfrastruktur.

Det påpekades även att stöd till laddinfrastrukturens utbyggnad inte nödvändigtvis behöver vara av monetär form. Fordons-klassificeringar, förenklade och standardiserade regelverk för nätkoncessioner och markanvändning, samt förtydligad ansvarsfördelning mellan myndigheter kan användas för att pressa kostnaden och minska tiden som krävs för att få laddinfrastruktur på plats. Policymakare uppmanas att tänka pragmatiskt och angripa regleringen av laddinfrastrukturen utifrån ett helhetsperspektiv. På grund av de tidsramar som satts för elektrifieringen är ledtiderna speciellt problematiska. Policyändringar bör därför göras med minskandet av ledtider i åtanke. För att åstadkomma detta behövs samarbete och anpassbarhet, vilket policyändringar behöver ta fasta på.

#### *Styrmedel och nätägarens roll*

Då nätägarna spelar en central roll i möjliggörandet av en expanderad laddinfrastruktur bör eventuella styrmedel formas så att de stöder nätägarna i deras arbete med att möta efterfrågan på laddinfrastruktur. Speciellt intäktsregleringen ses som problematisk. På kort sikt ser nätägarna att laddinfrastrukturen skulle gynnas av att det skapas tydliga, långsiktiga och starka

incitament kopplat till flexibilitet. Dessa incitament bör även kombineras med flexibilitet i fråga om vilka som kan erbjuda flexibilitet och hur aktörerna kan agera på flexibilitetsmarknader. Därtill behövs det en möjlighet att fånga in aktörers innovationskraft i fråga om att hitta nya sätt att bidra med flexibilitet. Centralt är dock att det måste finnas ekonomi i aktiviteter kopplade till erbjudandet av flexibilitet. Samspelet mellan de olika nivåerna i nätet måste därtill uppmärksammas så att incitamenten drar åt samma håll och aktörernas insatser skapar synergieffekter. Kopplat till detta nämns intresseområden så som intäcksreglering, regionnätsavgifter, samt skapandet av strukturer för styrning av enskilda kunder i lokalnätet. Oavsett område anser nätägarna att den höga utvecklingshastigheten som råder i branschen sätter press på deras förutsättningar att agera. Detta innebär att tempot i regleringsarbete måste höjas och att regleringen av elsystemet behöver vara mer proaktiv.

### 3.4 KOMMUNENS ROLL

Frågan om vem som ska ansvara för utbyggnaden av laddinfrastrukturen för elfordon är komplex. Kommunen ansvarar för mycket av samhällsservicen som erbjuds åt invånarna och utbyggnad av laddinfrastruktur anses vara en allmän angelägenhet. Kommunen har därför blivit en nyckelaktör i arbetet med att möjliggöra etablering av laddinfrastruktur. Hur kommuner tar sig an laddfrågan och vem som äger frågan i kommunen varierar kraftigt, samtidigt saknas en samlad bild över kommuners hantering av frågan. Vår studie visar på en mångfald av lösningar, men även ett antal hinder som kommuner behöver hantera.

#### 3.4.1 Ansvar för laddfrågan i kommunen

De fallstudier som gjorts inom projektet visar att det ofta finns osäkerhet och ibland till och med frustration inom den kommunala organisationen angående vem som ska äga laddfrågan och hur den bör lösas. Exempelvis råder osäkerhet om ansvaret ska ligga inom förvaltningen eller delegeras till kommunala bolag. Andra frågor som kommunerna tampas med är om kommunen bör sätta upp laddstationer i egen regi eller utlysa lämpliga platser som kan användas av privata laddoperatörer.

I fallstudierna och intervjuerna har det framkommit att laddinfrastrukturella frågor ofta hanteras av kommunala bolag så som energi-, parkerings- eller fastighetsbolaget. Frågans komplexitet gör dock att ett flertal aktörer involveras vilket kan leda till att ansvarsfördelningen blir otydlig. Valet av lösning beror mycket på kommunens förutsättningar såsom storlek, geografiska förhållanden, organisering, resurser och kompetens, samt hur prioriterad laddfrågan är. I vissa fall kan kommunala bolag ligga ett steg före förvaltningen och politiken, exempelvis då de redan behövt utveckla kompetens kring laddinfrastruktur på grund av elektrifiering av den egna fordonsflottan.

#### 3.4.2 Betydelsen av regionala kommunalförbund

Baserat på den ambition som kommunen har behöver politik, förvaltning och bolag fundera kring vilken roll de ska spela i arbetet med att bygga ut

laddinfrastruktur. För mindre kommuner kan etablering av laddinfrastruktur te sig som en betydande utmaning. Situationen grundas i en brist på förståelse för vilken roll kommunen kan eller bör ta för att underlätta etablering av laddinfrastruktur. Det kan saknas en ansvarig för laddfrågan och det är därmed oklart vem som ska leda det interna arbetet och agera kontaktperson gentemot externa intressenter. Därtill kan kommunen redan vara pressad resursmässigt och därför sakna både kapacitet och kompetens att ta sig an laddfrågan. Således kan en kommun sakna möjlighet att själv inhämta den kunskap som behövs för att initiera och styra arbetet med lokal laddinfrastruktur.

Ett flertal regioner har drivit projekt där syftet har varit att stödja medlemskommuner med kunskap om laddinfrastruktur och elektrifiering. Exempel på detta finns i det arbete som Boråsregionen Sjuhärads kommunalförbund och Fyrbodals kommunförbund har genomfört. I båda fallen gjordes ett grundligt förarbete för att möjliggöra för medlemskommunerna att vara en del i utbyggnaden av laddinfrastrukturen. Baserat på studier av utvalda föregångskommuner har Boråsregionen utarbetat en vägledning för laddinfrastrukturella satsningar. Utifrån en behovsinventering togs kartmaterial fram där möjliga laddplatser pekades ut och en workshop genomfördes med kommunerna för att sprida och verifiera resultaten. Några av kommunerna valde då att gå vidare och utveckla lokala planer för utbyggnad av laddinfrastruktur. En generell plan togs då fram som sedan kunde anpassade efter lokala behov. Även Fyrbodals kommunförbund tog fram en vägledning för publik infrastruktur vilket möjliggjorde en strategisk diskussion kring laddinfrastruktur i kommunerna. Dessa exempel belyser hur regionala och nationella nätverk kan stödja kompetensutvecklingen på kommunal nivå genom konkreta åtgärder, så som att tillhandahålla generella vägledningsdokument så som avtalsmallar och fallstudier.

### 3.4.3 Kommunrelaterade hinder och möjliggörare för utbyggnad

Genom studien identifierades generiska hinder för kommunalt arbete med laddinfrastruktur. Sammanfattningsvis är dessa hinder associerade med fem områden: rådighet, kompetens, resursbrist, samverkan och styrmedel.

Kommunens rådighet är begränsat i flera aspekter när det gäller laddinfrastruktur. Till exempel har kommunen få möjligheter att påverka etableringen av laddinfrastruktur på privat mark. Att locka kommersiella laddoperatörer kan vara en utmaning, och graden av intresse från dessa aktörer varierar betydligt beroende på marknadsunderlaget. Det är därför viktigt att identifiera var samarbete behövs för att kunna överkomma bristande rådighet under utbyggnadsarbetet. Kommunen kan även utöva inflytande genom kommunikation och rådgivning. Att inleda en dialog med privata aktörer är därför en lämplig strategi för att påverka och adressera behovet av laddinfrastruktur. Genom att aktivt kommunicera och samarbeta med privata intressenter kan kommunen således påverka utvecklingen av den lokala laddinfrastrukturen.

Kommuner kan behöva bygga upp kompetens inom ett flertal områden för att kunna vara en möjliggörare för utbyggnad av laddinfrastruktur. En viktig potentiell roll som kommunen har är att upplåta eller identifiera mark för laddstationer i attraktiva lägen. I förhållande till det upplevs det finnas kompetensbrist kring hur ett nyttjanderättsavtal bör utformas. Avtalskonstruktion,



betalningsmodeller och ersättningsnivå är aspekter som behöver utredas. Föregångskommuner agerar då som exempel för hur dessa frågor kan lösas. Stockholm har exempelvis publicerat en mall som andra kommuner använder flitigt.

En annan fråga som har lyfts är kompetensbrist kopplad till olika steg i etableringsprocessen samt utformningen av själva processen i sig. Privata aktörer vänder sig gärna direkt till kommunen för att få svar på om och var de får bygga laddstationer. Beroende på situationen kan det behövas en upphandling innan arbetet fortskrider. På grund av den snabba utvecklingen och komplexiteten runt kravställningen är det därför viktigt att kommunen har tillgång till god kompetens om laddinfrastrukturella frågor i upphandlingsarbetet. Ett hinder som har identifierats av respondenterna är att privata aktör är helt ovilliga att bygga i vissa kommuner. Detta gör att det blir en balansgång angående vilka krav som kommunen vill och kan ställa på aktörer vid en upphandling. Förutsatt att fler aktörer har bjudits in och dessa aktörer avböjer beskrevs det hur avtal kan skrivas med en proaktiv aktör. Det finns olika tillvägagångssätt för val av aktör när kommunen får in flera intresseanmälningar för utbyggnad. I fallstudierna har det identifierats två huvudsakliga strategier: först till kvarn och budgivning.

Resursbrist är ett vidare hinder som behöver undanröjas för att underlätta utbyggnaden av laddinfrastruktur. Det har påtalats av laddoperatörer att det kan vara tids- och resurskrävande att ens komma fram till byggfasen. Exempelvis kan det handla om att få bygglov för en transformatorstation. Utöver långa ledtider hos elnätsägare tillkommer således långa och ibland svårförutsägbara handläggningstider hos kommunen. Kommunen har även i vissa fall haft svårt att hantera det stora antal ärenden som inkommit. Processen drar därför ut på tiden trots att det finns riktlinjer om att kommunen måste svara inom vissa tidsramar. Det är därför viktigt att se över de processer som är kopplade till etableringen av laddinfrastruktur för att se hur de kan rationaliseras. Förenklade processer kan även mildra resursbristen internt i kommunen. Exempelvis kan kommunen publicera platser som är förgodkända av kommunens nämnder så att laddoperatören kan börja bygga så snart som möjligt.

Kommunen bör även bygga upp kunskap om elnäts- och kapacitetsfrågor. Detta underlättas av samverkan mellan kommunen och lokala energi- och elnätsbolag. Relationen till de berörda elnätsbolagen är central för att få en god förståelse av möjligheterna för utbyggnad av laddinfrastrukturen. Ett proaktivt arbete från kommunens sida kan innebära att lämpliga platser för laddstationer utreds i förväg tillsammans med nätägaren. Kommunen kan även sammanställa information om vad som gäller för grävning och dragning av elledningar för att underlätta för laddoperatörer. Vidare kan kommunen stötta genom att förmedla information om hantering av bygglov och hur de tecknar avtal om markarrende. Kommuner med ett kommunalt energibolag anses överlag ha större möjlighet att stötta etablering av laddinfrastruktur. I fallstudierna framgick dock att det kan uppstå spänningar mellan kommun och energi- eller nätbolag, vilket leder till att de lokala bolagen upplevs som bromsklossar.

Brist på korrekt utformade styrmedel sågs också som ett hinder. Detta eftersom historiska och existerande styrmedel inte alltid har underlättat kommunens arbete.

Exempelvis har det i fallet Klimatklivet varit oklart vad som definieras som en publik laddare, vilket har försvårat arbetet. Ibland kan det krävas att en laddstation erbjuder både publik och icke-publik laddning för att få tillgång till de ekonomiska stöd som behövs för att få den ekonomiska kalkylen att gå runt. Kommuner har dock inte kunnat erhålla stöd för semi-publika laddare trots att det i vissa fall anses vara den bästa lösningen. Klimatklivet har även upplevts som något oförutsägbart och på grund av korta ansökningsperioder lämpade sig endast projekt som redan låg i rätt fas. Detta gjorde det svårt att kunna söka stöd för komplexa projekt. Rådande klassificeringssystem och kravställning i stödssystem upplevdes därmed som hinder.

### 3.5 PERSPEKTIV PÅ LADDINFRASTRUKTUR

Företaget, eller organisationen, bakom laddinfrastrukturen behöver en trovärdig och kommunicerbar logik bakom sin satsning på laddinfrastruktur. Logiken bakom engagemanget i laddinfrastruktur är även viktig internt för att guida den egna organisationen i strategiskt viktiga beslut. Logiken färgar och färgas av organisationskulturen och är det som organisationsmedlemmar kan falla tillbaka på när de söker efter lösningar och behöver motivera beslut. I studien identifierades fem huvudsakliga logiker bakom arbetet med att ta fram lösningar till utmaningar kopplade till laddinfrastruktur. De fem kategorierna är: lönsamhet, hållbarhet, rättvisa, säkerhet och totalförsvår.

Lönsamhetsperspektivet är grundat i det företagsekonomiska behovet av att driva verksamheten med ett vinstsyfte. Lönsamhetsperspektivet kan förenklat ses som överordnat de övriga perspektiven, men lönsamhet diskuterades utifrån en förväntad hög elektrifieringstakt och marknadspenetrations. Om den förväntade marknadstillväxten uteblir är det således troligt att lönsamhetskraven kommer att stoppa ytterligare satsningar på laddinfrastruktur bland aktörer som främst drivs av ett lönsamhetsperspektiv.

Elektrifieringen kopplas starkt till en strävan efter att minimera transportsektorns miljöpåverkan. Således är hållbarhetsperspektivet något som driver flertalet aktörer som engagerar sig i elektrifieringen. Det uttrycks att hållbarhetsfrågan är central och att arbetet med utbyggnaden av laddinfrastrukturen är avgörande för att Sverige ska nå nationella klimatåtaganden.

Ur ett socialt och demokratiperspektiv bör rättviseaspekter i relation till laddinfrastrukturen tas hänsyn till. Olika grupper i befolkningen ska ha lika möjligheter att vara en del i omställningen till en elektrifierad fordonsflotta, oavsett var och i vilken typ av bostad de bor. Dels kan det handla om vita fläckar i glesbygden. Det bär sig inte att sätta upp laddstationer i glesbygden och frågan är vem som ska ta ansvar för utbyggnaden när det blir mer av en samhällsservice. Kommuner har svårt att få privat laddoperatörer intresserad av att bygga laddstationer i mindre tätorter i glesbygden. En annan grupp som inte har samma förutsättningar att ladda sin elbil är hyresgäster. Hyresgäster har ofta parkering på allmän mark och behöver ta sig till en publik laddstation för att ladda sin elbil. Detta är betydligt dyrare än hemmaladdning som har billigare el. Hyresgäster känner sig bortglömda. Det är inte rättvis när det blir en dyrare omställning för

vissa och billigare för andra. En följd kan vara att det fördröjer elektrifieringen. Personer med funktionsvariationer utgör ytterligare en grupp som har särskilda behov vid laddning. Bland annat behövs det tillräckligt utrymme för att en rullstol ska kunna röra sig fritt runt fordonet. Display och kontakt får inte sitta för högt upp och inga kantstenar och höjdskillnader får finnas mellan fordon och laddstation. Tillgänglighetsanpassning vid utformning av laddplatser glöms dock ibland bort.

Elfordon utgör en annan typ av säkerhetsrisk än traditionella fordon. Vid en eventuell brand kan litiumjonbatterier alstra höga temperaturer och stora mängder hälsovådlig rök. Räddningstjänsten kan därför ha synpunkter på placeringen av laddstolpar, främst då i parkeringsgarage och tätbebyggda områden. I parkeringsgarage är ventilationen många gånger bristfällig. Inga specifika regler gäller för placeringen av laddpunkter i garage och även om Boverket har rekommendationer finns det ännu få riktlinjer angående laddning utöver elsäkerhetsregler. Det finns dock rekommendation om placering av laddplatser primärt utomhus och i andra hand vid in- och utfarter för att på så sätt möjliggöra att fordonet enkelt avlägsnas från platsen [58]. Vid en större utbyggnad i exempelvis ett garage är det därför angeläget att ha en dialog med räddningstjänsten.

Sveriges elnät är en samhällskritisk infrastruktur som i och med en ökad hotbild behöver svara för försörjningssäkerheten genom motståndskraft mot exempelvis cyberattacker och redundans för essentiella system vid såväl väpnade attacker som naturkatastrofer. Totalförsvarsperspektivet är därmed något som dykt upp i flertalet diskussioner om utmaningar för ledningsinfrastrukturen och potentiella värden med batteri- och V2G lösningar. Historiskt har viss information om nätet varit säkerhetsklassad men i och med nätutvecklingsplanerna kommer bättre information kunna ges till intressenter. En nätutvecklingsplan är en prognos över investeringar under kommande 5–10 år. Nätägaren måste identifiera och kommunicera var i kedjan som det blir viktigt att fortsatt säkerhetsklassificera information och vad som är icke-känsliga nivåer i nätet. För laddinfrastrukturen kan totalförsvarsperspektivet därmed vara både ett hinder och en potentiellt pådrivande faktor.

### 3.6 UTVECKLING AV NYA AFFÄRSMODELLER

Utifrån den teoretiska förförståelsen av affärsmodellinnovation som presenterades i kapitel två identifierades det i denna studie tre huvudsakliga hinder till affärsmodellsutveckling: i) bristande flexibilitet i fråga om resursutnyttjande, ii) svårförutsägbarhet i frågan om regleringar och teknologisk utvecklingen, samt iii) bristande transparens i kommunikationen mellan aktörer. I Bilaga K återges vad de tre begreppen flexibilitet, förutsägbarhet och transparens innebär för workshopdeltagarna, vilka representerar centrala aktörsgupper.

Utmaningarna kan härledas till det faktum att utbyggnaden av laddinfrastrukturen har attraherat intressenter från olika branscher och bakgrunder till att interagera med aktörer så som elnätsbolag, som historiskt sett drivits i en förvaltningsfas och nu måste gå över till en expansionsfas. Den

institutionella logiken i dessa organisationer måste då förändras vilket är svårt och tidskrävande i en hårt reglerad bransch. Behovet av omdaning föreslogs innebära att nyckelaktörer utvecklar affärsmodeller som låter kunden kontinuerligt utmana bolaget och inte låser in den i exempelvis långa avtal. I en sådan situation måste företaget kontinuerligt förbättra sig för att vara långsiktigt relevant för kunden i fråga. Även om detta förslag var allmänt uttalat ansågs det att reglering kan möjliggöra för exempelvis fastighetsägare att minimera sin interaktion med det lokala nätbolaget och själva lösa utmaningarna kopplade till laddinfrastruktur.

För att stötta utvecklingen av nya affärsmodeller ansågs det behövas flexibilitet exempelvis i fråga om aktörers beteenden, klassificeringar av resurser, processutformning och samarbeten. Affärsklimatet kopplat till laddinfrastruktur har präglats av ryckighet. En ökad förutsägbarhet i fråga om exempelvis reglering av beteende och teknik skulle minska risken vid beslutsfattande samt öka långsiktigheten i planeringsarbetet. Genom att förbättra kommunikationen mellan aktörerna som attraheras till laddinfrastrukturen, exempelvis i fråga om tydlighet när det gäller prissättning och kostnadsbild, kan transparensen öka vilket i sin tur minskar osäkerheten runt framtida lönsamhet i specifika projekt. För att bygga upp det nya affärsekosystem som behövs för att snabbt få laddinfrastruktur på plats ansåg aktörerna således att det behövs en ökad kompromissvilja i interaktionen mellan entreprenörsdrivna och förvaltningsdrivna parter.

## 4 Diskussion

Affärsmodellerna i studien förväntas stödja en långsiktig laddaffär, men de kan inte ensamt lösa de utmaningar som står i vägen för laddinfrastrukturens utbyggnad. En central utmaning är investeringskostnaden och den höga räntan förväntas förvärra situationen. Således behövs insatser som sänker kostnaderna som uppstår i investeringsfasen. I rapporten presenteras konkreta förslag på åtgärder som kan sänka investeringskostnaderna, men det saknas enkla och snabba lösningar. I stället behövs samarbete för att kunna kapa kostnader på flera håll i värdekedjan. Ett återkommande tema i intervjuerna har därför varit behovet av samspel mellan nätbolag, kommuner, laddoperatörer och laddleverantörer. Aktörer så som regionala kommunförbund och branschorganisationer kan stödja samverkan genom att erbjuda kontaktytor, men det är de direkt berörda som måste agera för att samverkan ska bära frukt. Några av de aktörer som behöver samarbeta hindras av regelverk, resurs- och kompetensbrist. Driftskostnaden är även den problematisk. Speciellt om fel gör att utrustning inte är tillgänglig. En ökad digitalisering har dock lett till att felsökning och felavhjälpning allt oftare görs på distans, vilket har lett till minskade kostnader för underhåll. Slitage kan dock vara en utmaning och utrustning skrivs därför av under relativt kort tid. Kostnadsbilden har även kommit att påverkas av det höga och instabila elpriset och möjligheten att parera denna del av driftskostnaden.

Den bristande lönsamheten, speciellt för publik laddning med lägre effekt, visar på vikten av att skapa en förståelse av hur pris- och affärsmodeller samverkar på ett lokalt plan samt av att utreda hur olika prismodeller kan komma att påverka företagets strategiska mål. Exempelvis kan ett lågt fast pris per kWh ses som viktigt i konkurrensen om kunder, men utan prissäkring kan en sådan strategi potentiellt ge upphov till stora förluster om elpriset stiger. Om kunderna därtill anser att laddstationen erbjuder en undermålig laddupplevelse, exempelvis på grund av låg maxeffekt vid laddning eller dålig service, kommer efterfrågan att utebli och verksamhetsmålen uppfylls ej trots ett lågt pris. Detta då det är svårt att konkurrera med hemmaladdning om det inte finns ett värdeprenium som kunderna finner attraktivt.

### 4.1 PÅSKYNDANDE AV UTBYGGNAD

Ett genomgående tema i intervjuerna har varit medvetenheten om hur brådskande frågan om laddinfrastrukturens utbyggnad är. Brådskan har sporrat en vilja att agera och hitta nya, innovativa lösningar. Laddinfrastrukturen regleras av ett stort antal lagar, förordningar, föreskrifter och rekommendationer. Detta gör det svårt att greppa de regler och den praxis som påverkar de olika aktörerna som är inblandade i etableringen och driften av laddinfrastruktur. Den teknologiska utvecklingen sker därtill snabbt vilket gör att regelverk uppfattas som omoderna och rigida. För att komma runt detta har aktörer ibland valt att omtolka, ignorera eller runda regler och förordningar som ansetts stå i vägen. Detta är en ohållbar strategi i längden. Följaktligen arbetar flera aktörer med att påverka regleringen av laddinfrastrukturens olika delar. Exempelvis genom att stötta etableringen av nya klassificeringar, eller driva på en ökad flexibilitet kopplat till krav och ansvar i

relation till så olika områden så som flexibilitetsmarknader och parkeringsregler. På längre sikt förväntas därtill avreglering och teknisk utveckling öppna upp för nya affärsmodeller.

Det har även uttryckts frustration kring nyckelaktörers bristande tydlighet och senfärdighet. Respondenterna är medvetna om att otydligheten och senfärdigheten inte uppstår enbart på grund av regler och förordningar utan även grundas i sättet på vilket arbetet med laddinfrastruktur organiseras. Det finns därför förhoppningar om att ökade resurser samt informationsdelning ska höja arbetstempot hos nyckelaktörer så som nätbolag och kommuner. På sikt förväntas det dock behövas nya arbetsprocesser som öppnar upp för sektorsöverskridande samarbeten och ett kollektivt lärande. Detta betonas på grund av den komplexitet som föreligger i arbetet med att ta fram långsiktiga och resurseffektiva lösningar. Generellt sett har kommunala förvaltningar arbetat för att successivt åstadkomma lokala förbättringar i tillgängligheten till laddinfrastruktur. Detta har gjorts utan större investeringar, bidrag eller risktagande. Den nuvarande inriktningen kretsar således kring markarrendering och förvaltning, men omfattar även att ge uppdrag till kommunala bolag och förvaltningar.

När det gäller teknologi betonades vikten av att hitta framtidssäkra teknologiska lösningar som snabbt går att skala upp. Aktörer tittade därför på etablerade standarder i andra industrier för att så sätt snabbt kunna inkorporera potentiella innovationer. På lång sikt ansågs det behövas ett vidgat systemperspektiv redan i designstadiet och det fanns en förväntan om att involvera fler parter tidigare i investeringsprocessen för att på så sätt kunna enas om tekniska lösningar och pressa kostnader.

Angående arbetet med affärsmodeller bearbetades den affärsmässiga risken dels genom att aktörer fokuserade på optionsvärde kopplat till själva platsen för laddstationen. Det skakiga marknadsläget gör att laddoperatörer och laddleverantörer förhåller sig något avvaktande. På lång sikt förväntades den bristande lönsamheten förbättras genom kostnadspress och ett växande kundunderlag vilket sedermera möjliggör för en högre nyttjandegrad. Därtill diskuterades möjligheten att skapa flersidiga intäktsmodeller genom att agera på flexibilitetsmarknader. Förhoppningen var således att det under de närmaste åren ska utvecklas marknadsdominanta affärsmodeller som skapar kundlojalitet och fångar stordriftsfördelar.

## 4.2 SYSTEMPERSPEKTIVET SOM UTMANING

På ett övergripande plan präglas den svenska laddinfrastrukturen av två utvecklingsprocesser vilka branschens aktörer har dragit delvis motsatta slutsatser av.

Den första utvecklingsprocessen är förståelsen för vad det innebär för elsystemet att gå från enstaka laddpunkter till laddstationer med ett flertal laddpunkter. I ett tidigt skede bestod laddinfrastrukturen oftast av ett fåtal laddpunkter med låg effekt vilka tjänade ett marknadsföringsvärde. Den lokala utmaningen för elsystemet var då i det närmaste obefintlig. I takt med att antalet stationer har ökat har berörda parter blivit medvetna om att nätanslutningen utgör en flaskhals.

Etableringen av laddstationer kan inte ske på bekostnad av andra samhällsbehov, vilket i sin tur gör att den tidsbrist som uppfattas bland elektrifieringsivrare inte kan mötas med ett likvärdigt engagemang från nätägarna. Det verkar därför finnas två perspektiv på hur expansionen av laddinfrastrukturen ska förverkligas. Det första fokuserar på utbyggnaden av produktion och distributionsnät, det vill säga på elsystemet. Det andra perspektivet inriktar sig på laddstationen och underlättar för expansion genom åtgärder som både minskar belastningen på nätet och möjliggör för laddstationer och fordon att bli resurser i nätet.

Den andra utvecklingsprocessen som skildras i intervjuerna är insikten om att elektrifieringen av transportsektorn inte enbart handlar om elsystemet utan också energisystemet som helhet. Med detta avses att det finns möjligheter att bygga upp laddinfrastruktur på ett sätt som tar hänsyn till effektiviserings- och besparingsmöjligheter bortom elsystemet, genom att koppla samman styrningen av el- och värmesystem.

Dessa två utvecklingsprocesser pekar på vikten att ta hänsyn till det som är drivande bakom laddinfrastrukturens expansion. När kundens laddbehov ses som utgångspunkt, formas placeringen och dimensioneringen av laddinfrastrukturen av elbilsförarens behov. Effektivisering kan då förväntas begränsas till åtgärder som matchar kundens preferenser, särskilt när det gäller pris, placering och effektuttag. Laddningens påverkan på systemet kommer sannolikt att justeras genom direkt styrning och affärs- eller prismodeller för att exempelvis jämna ut effektuttaget. Systemkomponenter så som stationära batterier eller lokal produktion blir därmed komplement snarare än lösningar som möjliggör etableringen av laddinfrastruktur. Genom att istället anta ett systemperspektiv, där laddningen ses som ett resultat av ett stabilt och resurseffektivt lokalt energisystem, kan samspelet mellan laddstationen och dess närområde förbättras. Ett exempel på ett sådant systemperspektiv återfinns i fallstudien av Örebro.

## 5 Slutsats

I arbetet med att besvara det första syftet för denna rapport, det vill säga att identifiera affärsmodeller som möjliggör en snabb ökning av andelen elektrifierade transporter, har ett antal existerande och möjliga affärsmodellsupplägg undersökts. De upplägg som aktörerna på den svenska laddmarknaden uttrycker som attraktiva exemplifieras i Tabell 5. De sex affärsmodellerna är kluster, snabbaddning, parkering, subvention, lockvara och bundling. Ingen av dessa modeller kan anses utgöra en universallösning för att öka etableringstakten av laddinfrastruktur. Tvärtom är de grundade i specifika aktörers positioner i förhållande till laddinfrastrukturens affärsekosystem eller baserade på de specifika kundsegment som aktören i fråga riktar sig till.

Till grund för dessa modeller ligger företagsekonomiska principer som leder oss in på det andra syftet med rapporten, att skapa förståelse för hur aktörer ser på fördelningen av investeringar, driftkostnader och värden som skapas. Principiellt drivs det ekonomiska värdeskapandet av kostnadsreduktion genom skaleffekter i produktion och drift, kostnadsdelning mellan aktörer (exempelvis delade investeringar) och kostnadspridning mellan kunder genom en växande kundbas och en höjd nyttjandegrad. Teknikutveckling som stödjer ökad nyttjandegrad genom exempelvis lastbalansering eller genom incitamentsstrukturer kopplade till specifika laddbeteenden har därtill ökat tillgängligheten till laddinfrastruktur. Därtill bygger modellerna på existensen av specifika och nätverksbaserade kundvärden. Specifika kundvärden är kopplade till själva laddningen. Dessa uppstår exempelvis genom att laddoperatören erbjuder olika kvalitativa värden så som hög servicegrad (dvs. att laddpunkten fungerar) eller laddning med hög effekt, vilket minimerar den tid som kunden lägger på att ladda. Nätverksbaserade kundvärden bygger på storleken och den geografiska tillgängligheten av laddnätverket, exempelvis genom laddleverantörens erbjudande om access till ett stort nätverk med standardiserad pris- och betalmodell. Dessa typer av värden stöttar och kompletterar varandra. Det bör här även nämnas att ett stort antal kundinterface har lett till att det råder viss frustration bland slutkunderna vid såväl betalning som inför laddning men situationen förväntades lösas av branschen.

Resultaten i rapporten indikerar att laddinfrastrukturens utbyggnad principiellt sett begränsas av två variabler, totalkostnaden för den specifika lösningen samt tillgången till effekt. Dessa två faktorer samspelar till viss mån, men som det har visat sig i delar av landet uppstår situationer där effektbegränsningarna är absoluta. Att kombinera laddinfrastruktur med teknologiska lösningar så som solceller och stationära batterier, alternativt framtida V2G-lösningar, sågs som möjliga lösningar till de effekterrelaterade utmaningar som laddinfrastrukturen står inför. Denna typ av integrerade lösningar kan erbjuda olika nättjänster och därmed byggas upp på sätt som gynnar inte bara laddoperatören utan även det kringliggande nätet. Om systemperspektivet inte tas till vara på finns en risk att dessa investeringar snarare skapar problem än löser dem, alternativt att de inte blir så lönsamma som de hade kunnat bli ur perspektivet av optimal dimensionering.



Det finns således ett behov av samarbete i ett tidigt skede vid investeringar i så väl laddinfrastruktur som i kringliggande lösningar.

Ett sätt att minimera den totala kostnaden är att arbeta proaktivt för att stötta aktörer redan under planeringsstadiet. Att utreda dragning av kablar och eventuella behov av uppgradering av utrustning kan vara kostsamt och tidskrävande när omgivningen inte är gynnsam och sträckorna långa. Genom att istället tidigt identifiera lämpliga platser där schaktning, nätförstärkning och kabeldragning är mindre resurskrävande kan kostnaderna för installationen av laddstationer sänkas.

## 5.1 POLICYVERKTYG

Det tredje och sista syftet med rapporten är att skapa insikt om hur affärsmodellerna kan stödjas kostnadseffektivt genom policyverktyg på lokal, regional och nationell nivå.

På lokal nivå spelar kommunala initiativ en viktig roll i utvecklingen av både laddinfrastrukturen och de affäreskosystem som uppstår genom elektrifieringen. Kommuner har, med varierande framgång, tagit på sig ett flertal roller och synen på kommunala initiativ har förändrats. Kommunala förvaltningars engagemang i ägandet av laddinfrastruktur har kritiserats. Istället väljer kommunala energi- eller fastighetsbolag att axla rollen som laddoperatör. Dessa aktörer anser att de kan komplettera marknadskrafter i områden där utbyggnaden inte sker i önskvärd takt.

Samtidigt som kommunala bolag agerar på marknaden för laddinfrastruktur, kan kommunala förvaltningar stötta näringslivet i utbyggnaden av laddinfrastruktur. Kommuner kan exempelvis etablera enhetliga föreskrifter för design och byggnation, utse en laddgeneral som ansvarar för frågor som rör laddinfrastruktur, skapa kontaktytor för intressenter som vill etablera laddinfrastruktur, erbjuda kontaktinformation till nätbolag, identifiera och auktionera ut lämpliga platser för laddstationer, och förbereda för laddplatser inom ramarna för plandokument så som energi- och laddplaner. Dessa åtgärder sänker kostnaden för att identifiera och utvärdera lämpliga platser för laddstationer och skyndar därmed på utbyggnaden av laddinfrastruktur.

På lokal, regional och nationell nivå möjliggör lösningar så som flexmarknader en betydande överföring av värde till aktörer med kopplingar till laddinfrastruktur. I takt med den teknologiska utvecklingen kommer möjligheten till smart styrning att öka. Därmed ökar även möjligheten för laddinfrastrukturen att förse det svenska elsystemet med tjänster vars kompensation prissätts på ett marknadsbaserat sätt.

Eftersom utbyggnaden av laddinfrastrukturen fortfarande är i ett relativt tidigt skede, finns det fortfarande lågt hängande frukter när det gäller policybildning på regional och nationell nivå. Till exempel kan kommuner stödjas genom regionala kunskapsutbyten via kommunförbund och frivilliga initiativ, såsom Kommuners Klimatlöften i Västra Götaland, som arbetar med kunskapsbildning och normbildning kopplat till klimatomställningen. En funktion som samlar in och sprider information från de som anses ligga längst fram i utvecklingen inom sina

specifika områden skulle både höja den generella kunskapsnivån och avlasta dessa enskilda aktörer, vilka ofta erfar en våg av intresseförfrågningar efter att de presenterats som föregångare i media eller i informationsmaterial. Därtill kan nationella rekommendationer för lokala styrdokument så som energi- och detaljplaner användas för att stödja elektrifieringen. Exempelvis kan rekommendationer så som reducerat grävdjup minska kostnaden för nybyggnation. Parkeringsföreskrifter behöver uppdateras och standardiseras för att möjliggöra en bättre fördelning av parkeringsintäkter mellan de aktörer som tillsammans skall erbjuda laddning på parkeringsytor. Detta förväntas möjliggöra lokala lösningar som stöttar utbyggnaden av laddinfrastruktur utifrån kontextuella faktorer.

På ett nationellt plan finns många åtgärder som kan gynna både privata och offentliga aktörer i deras arbete med laddinfrastruktur. Det efterfrågas en mer aktiv samordning av det nationella arbetet. Olika nätägare bör uppmuntras att samarbeta och dela resurser och planer för att bättre koordinera insatser som kan stötta utbyggnaden av laddinfrastruktur. Sådana åtgärder förväntas skynda på utbyggnaden samtidigt som systemperspektivet stärks. Finansiellt stöd till laddinfrastruktur för personbilar anses inte behövas i samma utsträckning som tidigare, utan eventuellt stöd bör i stället riktas specifikt mot laddare för tunga fordon. Investeringsstöd bör arrangeras med förbättrad framförhållning, högre grad av transparens och mindre nyckfullhet. En sänkning av energiskatten och moms på elen som används till laddning skulle även kunna innebära en långsiktig förbättring för laddoperatörer samt göra det attraktivare att gå över till el. Bland laddoperatörer och laddtjänsteleverantörer finns det en önskan om att elbilspremierna återinförs. Elbilar kan även ges en särskild status vilket skulle möjliggöra unika åtgärder kopplade till exempelvis parkeringsregler.

## Referenslista

- [1] D. J. Teece, "Business models and dynamic capabilities," *Long Range Planning*, vol. 51, nr 1, pp. 40-49, 2018.
- [2] R. Gupta, C. Mejia, Y. Gianchandani och Y. Kajikawa, "Analysis on formation of emerging business ecosystems from deals activities of global electric vehicles hub firms," *Energy Policy*, vol. 145, 2020.
- [3] Z. Ma, K. Christensen och B. Nørregaard Jørgensen, "Business ecosystem architecture development: a case study of Electric Vehicle home charging," *Energy Informatics*, vol. 4, nr 1, 2021.
- [4] C. Parker, S. Scott och A. Geddes, "Snowball sampling," *SAGE research methods foundations*, 2019.
- [5] D. J. Teece, "Business Models, Business Strategy and Innovation," *Long Range Planning*, vol. 43, nr 2-3, pp. 172-94, 2010.
- [6] J. Magretta, "Why business models matter," *Harvard Business Review*, vol. 80, nr 5, pp. 86-92, 2002.
- [7] A. Osterwalder och Y. Pigneur, *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*, John Wiley & Sons, 2010.
- [8] S. Schaltegger, F. Lüdeke-Freund och E. G. Hansen, "Business cases for sustainability: the role of business model innovation for corporate sustainability," *International journal of innovation and sustainable development*, vol. 6, nr 2, pp. 95-119, 2012.
- [9] D. Ziegler och N. Abdelkafi, "Business models for electric vehicles: Literature review and key insights," *Journal of Cleaner Production*, vol. 330, 2022.
- [10] C. Baden-Fuller och M. S. Morgan, "Business Models as Models," *Long Range Planning*, vol. 43, nr 2-3, pp. 156-71, 2010.
- [11] A. Osterwalder, Y. Pigneur och C. L. Tucci, "Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept," *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 16, 2005.
- [12] H. Chesbrough och R. S. Rosenbloom, "The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies," *Industrial and corporate change*, vol. 11, nr 3, pp. 529-55, 2002.
- [13] B. W. Wirtz, A. Pistoia, S. Ullrich och V. Göttel, "Business Models: Origin, Development and Future Research Perspectives," *Long Range Planning*, vol. 49, nr 1, pp. 36-54, 2016.
- [14] N. Bocken och J. Konietzko, "Circular business model innovation in consumer-facing corporations," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 185, 2022.
- [15] N. J. Foss och T. Saebi, "Fifteen Years of Research on Business Model Innovation," *Journal of Management*, vol. 43, nr 1, pp. 200-227, 2016.
- [16] H. Chesbrough, "Business Model Innovation: Opportunities and Barriers," *Long Range Planning*, vol. 43, nr 2-3, pp. 354-63, 2010.
- [17] J. Williamsson och O. Moen, "Barriers to business model innovation in the Swedish urban freight transport sector," *Research in Transportation Business & Management*, vol. 45, 2022.

- [18] K. E. Bosbach, A.-S. Brillinger och B. Schäfer, "More can be better: operating multiple business models in a corporate portfolio," *Journal of Business Strategy*, vol. 41, nr 4, pp. 47-54, 2020.
- [19] R. Casadesus-Masanell och J. E. Ricart, "From Strategy to Business Models and onto Tactics," *Long Range Planning*, vol. 43, nr 2-3, pp. 195-215, 2010.
- [20] A. Nåbo, L. Nordin, J. Andersson och M. Berglund, "Regeringsuppdrag om elektrifieringen av transporter," VTI rapport 1158, 2023.
- [21] D. Hall och N. Lutsey, *Emerging best practices for electric vehicle charging infrastructure*, 1225 I Street NW Suite 900 Washington, DC : International Council on Clean Transportation (ICCT), 2017.
- [22] R. R. Kumar, A. Chakraborty och P. Mandal, "Promoting electric vehicle adoption: Who should invest in charging infrastructure?," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 149, 2021.
- [23] S. LaMonaca och L. Ryan, "The state of play in electric vehicle charging services – A review of infrastructure provision, players, and policies," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 154, 2022.
- [24] J. Bornstein och T. Bain, "Hurry up and... wait - The opportunities around electric vehicle charge points in the UK," Deloitte, 1 New Street Square, London EC4A 3HQ, United Kingdom, 2019.
- [25] L. Bengtsson, C. Gruffman, H. Christian och e. al., "Affärsmodeller för laddinfrastruktur inom kontors- och bostadsfastigheter," 2018.
- [26] Boverket, "Laddning av elfordon," 2023. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/laddning-av-elfordon/#h1>.
- [27] M. İnci, S. M. Mustafa och Ö. Çelik, "Integrating electric vehicles as virtual power plants: A comprehensive review on vehicle-to-grid (V2G) concepts, interface topologies, marketing and future prospects," *Journal of Energy Storage*, vol. 55, 2022.
- [28] Q. Zhang, L. Hailong, Z. Lijing och e. al., "Factors influencing the economics of public charging infrastructures for EV – A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 94, pp. 500-509, 2018.
- [29] C. Madina, I. Zamora och E. Zabala, "Methodology for assessing electric vehicle charging infrastructure business models," *Energy Policy*, vol. 89, pp. 284-93, 2016.
- [30] NIO, "Europas snabbaste Power Swap Station öppnar i Stockholm," 2023. [Online]. Available: [https://www.nio.com/sv\\_SE/news/202306150002?gad=1&gclid=CjwKCAjwvfm0BhAwEiwAG2tqzDKZyARp9VaRWc35CfGE2Qb8kFXimezbzQoLW9iPksMnkpnvRb-gihoCk2IQAvD\\_BwE](https://www.nio.com/sv_SE/news/202306150002?gad=1&gclid=CjwKCAjwvfm0BhAwEiwAG2tqzDKZyARp9VaRWc35CfGE2Qb8kFXimezbzQoLW9iPksMnkpnvRb-gihoCk2IQAvD_BwE).
- [31] D. Villeneuve, Y. Füllemann, G. Drevon, V. Moreau, F. Vuille och V. Kaufmann, "Future Urban Charging Solutions for Electric Vehicles," *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, vol. 4, nr 20, pp. 78-102, 2020.
- [32] M. Taljegard, L. Thorson, M. Odenberger och F. Johnsson, "Large-scale implementation of electric road systems: Associated costs and the impact on CO2 emissions," *International Journal of Sustainable Transportation*, vol. 14, nr 8, pp. 606-619, 2019.
- [33] A. Schroeder och T. Traber, "The economics of fast charging infrastructure for electric vehicles," *Energy Policy*, pp. 136-144, 2012.

- [34] A. Burnham, E. Dufek, T. Stephens, F. J och e. al., "Enabling fast charging – Infrastructure and economic considerations," *Journal of Power Sources*, vol. 367, pp. 237-249, 2017.
- [35] L. Erickson, J. Robinson, G. Brase och J. Cutsor, *Solar Powered Charging Infrastructure for Electric Vehicles*, Taylor & Francis Group, 2017.
- [36] R. Khezri, D. Steen och A. Tuan Le, "A Review on Implementation of Vehicle to Everything (V2X): Benefits, Barriers and Measures," i *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT-Europe)*, 2022.
- [37] N. S. Pearre och H. Ribberink, "Review of research on V2X technologies, strategies, and operations," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 105, pp. 61-70, 2019.
- [38] T. M. House, "Which electric cars support V2G?," 2023. [Online]. Available: [https://www.mobilityhouse.com/int\\_en/knowledge-center/article/which-cars-are-v2g-capable](https://www.mobilityhouse.com/int_en/knowledge-center/article/which-cars-are-v2g-capable).
- [39] C. Xu, P. Behrens, P. Gasper, K. Smith och e. al., "Electric vehicle batteries alone could satisfy short-term grid storage demand by as early as 2030," *Nat Commun*, vol. 14, nr 1, p. 119, 2023.
- [40] J. Aarhaug, "A transition to battery electric vehicles without V2G: an outcome explained by a strong electricity regime and a weak automobility regime?," *Energy, Sustainability and Society*, vol. 13, nr 1, 2023.
- [41] B. K. Sovacool, J. Kester, L. Noel och N. de Rubens, "Actors, business models, and innovation activity systems for vehicle-to-grid (V2G) technology: A comprehensive review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 131, 2020.
- [42] A. Danese, B. Torsæter, A. Sumper och M. Garau, "Planning of High-Power Charging Stations for Electric Vehicles: A Review," *Applied Sciences*, vol. 12, nr 7, 2022.
- [43] J. Serradilla, J. Wardle, P. Blythe och J. Gibbon, "An evidence-based approach for investment in rapid-charging infrastructure," *Energy Policy*, vol. 106, pp. 514-24, 2017.
- [44] T. Unterluggauer, J. Rich, P. Andersen och S. Hashemi, "Electric vehicle charging infrastructure planning for integrated transportation and power distribution networks: A review," *eTransportation*, vol. 12, 2022.
- [45] S. Á. Funke, F. Sprei, T. Gnann och T. Plötz, "How much charging infrastructure do electric vehicles need?," *Transportation research part D; Transport and Environment*, vol. 77, pp. 224-242, 2019.
- [46] L. Melander och H. Wallström, "The benefits of green horizontal networks: Lessons learned from sharing charging infrastructure for electric freight vehicles," *Business Strategy and the Environment*, vol. 32, nr 4, pp. 1835-46, 2022.
- [47] O. Sadeghian, A. Oshnoei, B. Mohammadi-Ivatloo och e. al., "A comprehensive review on electric vehicles smart charging: Solutions, strategies, technologies, and challenges," *Journal of Energy Storage*, vol. 54, 2022.
- [48] Stockholm Stad, "Riktlinjer för anläggande av laddplatser," 2022. [Online]. Available: <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=2024448>.
- [49] J. Peppard och A. Rylander, "From Value Chain to Value Network," *European Management Journal*, vol. 24, nr 2-3, pp. 128-41, 2006.
- [50] F. Ricciotti, "From value chain to value network: a systematic literature review," *Management Review Quarterly*, vol. 70, nr 2, pp. 191-212, 2019.

- [51] U. Pidun, M. Reeves och M. Schüssler, "Do you need a business ecosystem?," BCG Henderson Institute, 2019.
- [52] A. C. Jussani, J. T. C. Wright och U. Ibusuki, "Battery global value chain and its technological challenges for electric vehicle mobility," *RAI Revista de Administração e Inovação*, vol. 14, nr 4, pp. 333-338, 2017.
- [53] B. Wrålsen, V. Prieto-Sandoval, A. Mejia-Villaet och e. al., "Circular business models for lithium-ion batteries - Stakeholders, barriers, and drivers," *Journal of Cleaner Production*, vol. 317, 2021.
- [54] F. Pardo-Bosch, P. Pujadas, C. Morton och C. Cervera, "Sustainable deployment of an electric vehicle public charging infrastructure network from a city business model perspective," *Sustainable Cities and Society*, vol. 71, 2021.
- [55] R. Schnee, D. Chrenko, N. Rodet-Kroichvili och P. Neugebauer, "Examination of Charging Infrastructure for Electric Vehicles Based on Components of Sustainable Business Models," i *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC)*, 2020.
- [56] V. Anadón Martínez och A. Sumper, "Planning and Operation Objectives of Public Electric Vehicle Charging Infrastructures: A Review," *Energies*, vol. 16, nr 14, 2023.
- [57] Transportstyrelsen, "Regler om kör- och vilotider," [Online]. Available: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Kor--och-vilotider/regler-om-kor--och-vilotider/>. [Använd 2023-08-15].
- [58] Boverket, "Brandrisker vid laddning av elfordon," 2023. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/laddning-av-elfordon/brandrisker-vid-laddning-av-elfordon/>. [Använd 2023-08-05].

## Bilaga A: Fallstudie Stockholm

Som Sveriges huvudstad och finansiella centrum har Stockholm vissa fördelar i sitt arbete med att bygga laddinfrastruktur. En inkomstnivå över riksgenomsnittet och höga fastighetsvärden ökar investeringsviljan i laddinfrastruktur. Samtidigt har Stockholm utmaningar både på effekt- och på byggnationssidan som de delar med andra städer. För att möta de utmaningar som staden identifierat har förvaltningen valt att aktivera både det offentliga och näringslivet genom att exempelvis etablera den så kallade Elektrifieringspakten tillsammans med Ellevio, Scania och Volkswagen. Målet med pakten är att skynda på elektrifieringen av stadens transportsektor.

Stockholm Stads ansats för att arbeta med laddinfrastruktur skiljer sig från hur mer bolagsorienterade kommuner har valt att närma sig frågan. Stockholm Stad har placerat ett samordningsansvar för laddinfrastruktur på Trafikkontoret och har därtill identifierat och pekat ut platser som anses som lämpliga för privata aktörer att etablera laddinfrastruktur på. Utifrån kartan över lämpliga platser kan sedan aktörer anmäla intresse. Den enskilda förfrågan bedöms av kommunen och kan nekas om stadsmiljön exempelvis påverkas negativt. Stockholm Stad har därutöver valt att arbeta med så kallade laddgator för att stödja utbyggnaden av laddinfrastruktur på gatuplan.

Stockholm Stad har stöttat utvecklingen av innovativa lösningar för laddinfrastruktur med innovationstävlingen "Innovativ gatuladdning" vilken stöttade framtagandet av smarta lösningar som kan sänka kostnaden för att etablera laddinfrastruktur. Samtidigt har staden exempelvis utforskat hur laddning upp till 3,7 kW kan tillhandahållas vid användning av belysningsstolpar. Detta aktualiserades ytterligare av 2022 års ändringar i förordningen för icke konsessionspliktiga nät (IKN), vilka tolkades öppna upp för möjligheten att använda och ta betalt för laddning via belysningsstolpar. Bortsett från eventuella överföringsrelaterade teknologiska hinder skulle detta sänka investeringskostnaden betydligt, men samtidigt, på grund av stolparnas placering, enbart möjliggöra ett fåtal laddpunkter. Gemensamt för arbetet med dessa typer av lösningar är att de pekar på behovet av kostnadseffektiva och flexibla lösningar. Flexibiliteten på gatunivå anses vara avgörande för en snabb uppskalning och flexibilitet anses enbart nås genom en låg investeringskostnad. Investeringskostnaden kan sänkas betydligt om behovet att schakta och dra fram nätkopplingar minimeras. I Stockholm har därför Ellevio aktivt arbetat med att stödja laddinfrastruktur genom att arbeta proaktivt med förberedelser för potentiella installationer. Konkret sett har arbetet skett på flera plan. Organisatoriskt sett har den ökade efterfrågan gjort att arbetet med ansökningar har omstrukturerats för att korta ned hela ansökningsprocessen. Dels sker visst förberedande arbete vid grävning i områden där det förväntas komma framtida förfrågan om installation. Utmaningar i arbetet kvarstår dock på grund av exempelvis bygglovshandling. Kommunen står även inför utmaningar med att kunna hantera den volym av ärenden som kommer in. Stockholm Stads identifiering av lämpliga platser har stöttat arbetet. Genom att de identifierade platserna läses över tid minskar därtill osäkerheten. Tillsammans med tydlighet i

övriga frågor, såsom föreskrifter kopplade till gestaltning, har detta gjort det enklare att förbereda extra rör eller fundament när entreprenad sker i närheten. Förfarandet är speciellt gynnsamt i känsliga miljöer där trafikstörningar måste minimeras.

Trots att Stockholms förutsättningar är unika har deras dokumentation kopplat till laddinfrastrukturella avtal anammats av flera kommuner runtom i landet. Stockholm Stad har delat med sig av kunskap och erbjudit dokumentation för kravspecifikationer, samt mallar för standardiserade avtal och ansökningshandlingar. Stockholm Stads arbete har därmed blivit normsättande i fråga om utformning av avtal och informationspaket. Arbetet i Stockholm visar även att kommuner kan dra nytta av att skapa en eller flera parallella samarbetsytor för både interna och externa parter. Dessa samarbetsytor kan användas för att skapa kontaktytor och möjliggöra för etablerandet av processer och aktiviteter som stöttar en kostnadseffektiv och marknadsorienterad utbyggnad av laddinfrastruktur. Samtidigt som arbetet med samarbetsytor behöver byggas upp genom att etablera relationer med långsiktiga lokala intressenter så som nätägare, är det viktigt att öppna upp för intressenter som har ett mer flyktigt intresse av laddinfrastrukturella satsningar, exempelvis en fastighetsägare som vill sätta upp en enstaka laddstation.



## Bilaga B: Fallstudie Göteborg

Göteborgs Stad har under det senaste decenniet varit engagerad i ett ambitiöst och innovationsdrivet arbete kopplat till elektrifiering och laddinfrastruktur. Kommunal förvaltning och kommunala bolag har engagerats i olika typer av utvecklingsprojekt, inklusive elektrifiering av fartyg, bussar och den kommunala fordonsflottan. 2021 tilldelades Göteborgs Stad Laddguldets av 2030-sekretariatet just på grund av att kommunen engagerat hela den kommunala organisationen för att tillsammans med näringslivet skynda på omställningen till en emissionsfri transportsektor. Vidare beskrivs Göteborgs Stads arbete som systematiskt, med fokus på öppenhet, innovation och kommersiell gångbarhet.

En viktig del i Göteborgs Stads arbete med laddinfrastruktur är den så kallade Elektrifieringsplanen som syftar till att säkerställa att omställningen till ett elektrifierat transportsystem sker resurseffektivt och målorienterat. Behovet av en elektrifieringsplan grundades på den systemmässiga utmaning som omställningen anses utgöra för kommunen, samt ett identifierat behov av att möta utmaningen på ett resurseffektivt sätt där det offentliga inte överinvesterar i lösningar som snabbt blir föråldrade. Göteborgs Stad insåg tidigt att utmaningen måste lösas på systemnivå men då arbetet i bolag och förvaltningar sker på lägre organisationsnivå sitter beslutsfattare fast där det finns mandatet.

Planen förväntas bidra till att Göteborg når sina klimatmål kopplade till transportsystemet. Tanken med Elektrifieringsplanen är således att den ska kunna användas av kommunen och dess intressenter för att stötta arbetet med hållbar utveckling, specifikt insatser kopplade till EU Green Deal inom vilka deltagande städer siktar på att vara klimatneutrala till 2030. Konkret sett förväntas Elektrifieringsplanen förtydliga mål och metoder för omställningsarbetet, erbjuda en struktur för insatser, underlätta kommunikation och öka samordning av det arbete som sker i kommunens nämnder och styrelser. Samtidigt är planen inte begränsad till frågor som rör laddinfrastruktur för person- och godstrafik, utan breddar elektrifieringsutmaningen till fler trafikslags och områden. Således kan planen användas för att samla de individer som behövs för att adressera utmaningen som det innebär att jobba på helt nya sätt för att nå fram i elektrifieringsarbetet.

Då näringslivet spelar en viktig roll i att realisera elektrifieringen hamnade arbetet med att framställa planen på Business Region Göteborg som utgör en länk både till näringslivet och till regionens övriga kommuner. Elektrifieringsplanen kopplades även till en rad andra administrativa dokument som används i Göteborgs Stad för att på så sätt konkretisera arbetet och förankra elektrifieringen i andra delar av den kommunala diskursen. Genom förankringsarbetet fick verksamheterna en förståelse för hur elektrifieringen kräver att involverade aktörer samarbetar och att elektrifieringen kan gynna alla inblandade om den genomförs med ett systemperspektiv. Erfarenheterna från arbetet med planen visade att det ur ett resurseffektivitetsperspektiv kan behövas ytterligare stödmaterial för att förstå och kommunicera värdet av olika tekniklösningar. Exempelvis är det viktigt att förstå miljö- och ekonomiska värden av satsningar på specifika laddstationer i förhållande till andra möjliga åtgärder.

I och med att Göteborg har Skandinavien största hamn belastas regionen av många tunga transporter. Samtidigt pågår det flera större industrietableringar i området. Således innebär elektrifieringen av Göteborg en speciellt svår utmaning för två av Göteborgs kommunala bolag, Göteborgs Hamn och Göteborg Energi. Göteborgs hamn har under flera decennier arbetat med elektrifiering på fartygssidan för så kallad landström. Den teknologiska utveckling som skett på fordonssidan har sporrat hamnen att engagera sig alltmer i omställningen av vägtrafiken till och från hamnen. Bolaget har därför varit en delaktig part i kommunens elektrifieringsarbete. Konkret har detta resulterat till att en ladd- och vätgastankstation etablerats vid Vädermotet i Göteborgs hamn. Stationen är en så kallad fullservicestation som drivs av Circle K men marknaden ägs av hamnen som även stipulerade kraven för anbud. Idéen baserades på att tung trafik förväntas ladda på tre platser, i den egna depån, via stödladdning i hamnen samt laddning på tillfartsvägar till Göteborg. Den exakta placeringen grundades sedan på en omfattande dataanalys av lastbilspassager, enkäter med förare och djupintervjuer med speditörer. Detta arbete var viktigt då hamnen inte registrerar var lastbilarna kommer ifrån och hur de rör sig utanför hamnen. En annan viktig aspekt i sammanhanget är att det har funnits en effektreserv i Göteborgsområdet och att det på grund av det industriella arvet funnits en god ledningsinfrastruktur. Trots det historiska effektutrymmet har Göteborg Energi valt att uppmärksamma utmaningen med potentiell effektbrist och därför arbeta med effektaggifter samt utforska potentiella framtida lösningar så som energilager och fordon-till-nät (V2G). Göteborg Energi har en lång erfarenhet av att arbeta med laddinfrastruktur och genom samarbeten så som Gothenburg Green City Zone drivs innovation i en öppen och kollaborativ anda. Erfarenheterna från arbetet med offentlig laddinfrastruktur pekar på behovet av att förstå långsiktiga tekniktrender, agera utifrån en 'first follower'-attityd, utvärdera långsiktigt lämplig dimensionering och placering av laddstationer, skapa flexibla men pedagogiska prismodeller samt förstå och vara tydliga gentemot kunder. Det sista blir viktigare allt eftersom antalet kunder växer och kundkollektivets komposition blir mer komplex.

## Bilaga C: Fallstudie Örebro

Örebro kommuns arbete med laddinfrastruktur präglas av de kommunala bolagen Örebrobostäder AB (ÖBO) och Kumbro stadsnät AB. ÖBO förvaltar ungefär 23 000 bostäder och tilldelades 2021 Laddguldet för fastighetsägare av 2030-sekretariatet. Priset motiverades med ÖBOs helhetstänk kring hur laddning av elfordon ska integreras med produktion, lagring och delning av el. ÖBO förväntar sig att hälften av de förvaltade parkeringsplatserna kommer att erbjuda laddning 2030 vilket motsvarar 5000 platser. Laddningen av fordon på dessa platser förväntas sluka 10 GWh per år vilket skulle utgöra en tredjedel av fastighetsbeståndets prognosticerade elförbrukning 2029. Som fastighetsägare har ÖBO därför inte möjlighet att obekymrat sätta upp laddinfrastruktur där hyresgästerna önskar. Medveten om denna utmaning ställer sig ÖBO kritisk till det traditionella perspektivet på laddinfrastruktur där elnätets potentiella kapacitet ses som en begränsning. Istället vill ÖBO att branschen frågar sig hur många elbilar som elnätet behöver. Ur ÖBOs perspektiv är det således inte tanken om elnätets kapacitet att hantera svängningar i energi- och effektuttag från elfordonsflottan som ska vara den strategiska frågan som ska styra lokalt samarbete för expansion av laddinfrastruktur, utan istället hur elbilar, laddinfrastruktur och lösningar så som solceller och batterilager kan användas för att stödja det lokala nätet i att etablera tjänster som sänker energi- och uppvärmningsrelaterade kostnader för inblandade aktörer. Genom lösningar så som lokal energiproduktion, smart laddning och fordon-till-nät (V2G) kan en fastighet eller ett bostadsområde blir bättre på att hantera svängningar i energi- och effektuttag efter att en laddstation har etablerats. Området Tamarinden är en konkret vision av en smart och hållbar stadsdel där energi delas på innovativa sätt genom infrastruktur för lågtemperatursfjärrvärme och smarta elsystem. Tamarinden har även blivit prekvalificerad till att leverera energitjänster i form av frekvensreglering (FCR-N) till Svenska Kraftnät. ÖBO har även arbetat med frågan i stadsdelen Rosta där en laddstation byggts som själv producerar den el som den behöver genom 141 solpaneler a 320 watt och använder ett batteri som lagrar 28,8 kWh av överskottsel<sup>1</sup>. Flexibilitet erbjuds således dels genom lastbalansering vid laddning och dels genom möjligheten att använda batteriet. Vid behov hanteras ytterligare över- och underskott av el genom handel med tredje part. I Rosta har det förberetts för V2G och automatiserade system har skapats för att kunna driva anläggningen. Då laddstationen är en del i ett energisystem så har ÖBO valt att bygga ett DC-nät som kopplar ihop stationen till kringliggande fastigheter. Skulle strömmen gå kan således laddstationen och bilarna bistå de ihopkopplade fastigheterna. Lösningar som tar in helhetsbilden av energisystemet kan därför bidra till omställningen av inte bara transportsektorn utan även fastighetssektorn. Helhetslösningar bör därför premieras när laddinfrastruktur planeras. ÖBO identifierade flera viktiga faktorer som behöver vara på plats för att en systembaserad helhetslösning ska vara möjlig. Exempelvis behövs det standardiserade och öppna tekniklösningar som möjliggör kostnadseffektiv optimering av energisystemets olika delar när de samkörs. Därtill

<sup>1</sup> <https://www.obo.se/nyheter-press/unik-laddstation-for-elbilar-i-rosta/> (besökt 2023-06-20)

behövs det smart styrning, exempelvis genom artificiell intelligens, och en aktiv lokal systemoperatör (LSO) som kan agera över systemgränser.

Det är inte ÖBOs ambition att driva laddstationer eller sköta debitering för laddning, men bakomliggande system måste stödja ÖBOs behov av helhetslösningar. Det behövs därför system som stödjer exempelvis byte av leverantör och möjliggör laddning med olika effekt till olika bilar. Detta gör att en beställare behöver nogt utvärdera vilka användningsscenarioer som förväntas från systemet när det väl är på plats. Upphandling bör därför tydligt beskriva de övergripande systemutmaningarna som den upphandlade lösningen ska svara mot. Den automatiserade styrningen kommer att göra att en grundkapacitet runt 3,7 kW kan överstigas i enstaka fall men att detta kommer att ske på bekostnad av de andra laddpunkterna. Därtill förbereds systemet för att det ska låta hyresgästen vara en del av lösningen genom olika betalsystem. Att bygga i kluster är förutsättningen för att få ekonomi i laddaffären och genom att bygga i kluster möjliggörs även ett parallellt användande av icke-publika och publika laddplatser med olika typer av betalmodeller för hyresgäster och övriga användare. Hyresgästen förväntas betala en hyra för parkeringsplatsen som täcker investeringen som man tar för laddstationen, ett elabonnemang, och energikostnaden. Centralt för laddinfrastrukturen är dock att investeringen ska bära sig själv ekonomiskt och investeringen återbetalas inom rimlig tid.

Att arbeta systemorienterat är en utmaning i sig. Örebro kommun har lyft systemtanken till koncernnivå och valt att forma det övergripande innovations- och utvecklingsarbetet efter behovet att fånga systemeffekter genom exempelvis digitalisering och automation. Således innebär systemtänkandet inte bara att kravställningen på enstaka investeringar förändras utan även att hela den kommunala organisationen behöver tänka om i sitt arbete. På samma sätt kan systemperspektivet användas för att adressera utmaningar på nationell nivå. Nuvarande fokus på produktion bör kompletteras med åtgärder som möjliggör flexibilitet och effektivisering, vilket i förlängningen sänker behovet av både effekt och energi.

## Bilaga D: Fallstudie Helsingborg

Helsingborg är centralorten i Helsingborg kommun och en av de större städerna i den snabbväxande Öresundsregionen. Antalet elbilar i kommunen växer i snabb takt och gör att behovet av publika laddstationer ökar. I kommunens elbilsstrategi betonas vikten av att få med laddstationer tidigt i kommunens strategiska arbete, i planärenden och vid utformning av gatumark och parkeringsytor. Ett gott samarbete med det kommunala energibolaget och aktörer som disponerar parkeringsytor förespråkas.

Då ingen annan aktör vågade satsa, tog det kommunala energibolaget Öresundskraft tidigt täten i utbyggnaden av laddinfrastruktur. Det var svårt att få lönsamhet i de publika laddstationerna, men samtidigt var konkurrenterna få. Efter ett antal samarbeten i olika former i uppstartsfasen har Öresundskraft inlett en gemensam satsning med en etablerad laddtjänsteleverantör med fokus på publika laddstationer. Öresundskraft har avtal med kunderna och ansvarar för att laddningen fungerar medan laddtjänsteleverantören har den operativa förmågan och levererar själva tjänsten. Parterna delar sedan på vinsten.

Lokalisering, nyttjandegrad och laddhastighet är centrala. Volymen och omfattningen av tekniklösningen gör att de varierar. De tidigare installerade normalladdarna byts nu successivt ut mot snabbaddare som erbjuder bättre komfort och är mer attraktiva för kunderna. Många elbilsägare vill ladda snabbt och anses vara beredda att betala en premie för det. Det finns en kontinuerlig intern innovationsprocess med syfte att kunna påverka kundbeteendet mot en högre nyttjandegrad. Öresundskraft är pådrivande och testar olika hypoteser kring laddbeteende. Respondenterna tror på storskaliga centraliserade laddlösningar och planen är att sätta upp 300 ytterligare laddpunkter. Överlag anses marknaden vara mer mogen nu och tillväxten i laddbehovet förväntas vara exponentiell.

Utbyggnad av laddinfrastruktur blir i många fall stora projekt som även påverkar stadsbilden. I ett gemensamt utvecklingsprojekt bygger Öresundskraft och Helsingborgshem nu tio laddoaser som möjliggör hyra av laddplatser till hyresgäster, samtidigt som de fungerar som publika laddplatser. Projektet ger möjlighet till ömsesidigt kunskapsutbyte, samtidigt som den ökande efterfrågan på laddplatser möts.

Aktörer i Helsingborg har satsat främst på att bygga laddoaser på parkeringsplatser, och intresset att satsa på laddgator är obefintligt. Laddoaser anses vara kostnadseffektiva och förväntas uppnå hög utnyttjandegrad, särskilt i kombination med tvättstugemodellen. Tvättstugemodellen innebär att hyresgäster i flerbostadshus som inte har en öronmärkt parkering kan skriva upp sig för laddning på snabbaddare. Modellen är fördelaktigt då den sänker det totala investeringsbehovet.

Öresundskraft har även arbetat proaktivt med effektfrågan och anser att problematiken är orsakad av bristande produktion och kapacitetsutmaningar i prisområde fyra. Framöver kommer logistikkedjan även att påverka lokalt. Detta

då Helsingborg är en logistikhubb och det förväntas uppstå ytterligare utmaningar när allt fler tunga transporter elektrifieras.

## Bilaga E: Fallstudie Mölndal

Mölndal är en kranskommun i Göteborgsområdet och består av en central stadskärna i Mölndals innerstad, tätorterna Källered och Lindome samt kringliggande landsbygd. Flera viktiga transportleder, såsom E6/E20 och Söderleden, bildar korridorer genom kommunen. Andelen laddbara bilar är cirka 20%, och vid nyinköp är intresset för elbilar och laddhybrider stort bland kommuninvånare.

År 2021 utformades en plan för laddinfrastruktur för Mölndals Stad. I och med den höga andelen CO<sub>2</sub> utsläpp från transporter är elektrifiering av transportsektorn en viktig del av lösningen för att uppnå stadens ambition att bli klimatneutral till år 2045. Centrala aktörer i utbyggnaden av den publika laddinfrastrukturen är Mölndal Energi, Mölndals Parkering och Tekniska förvaltningen. Ansatsen för utbyggnad är att göra störst nytta för pengarna samtidigt som val av elfordon ska underlättas och invånarnas och besökares behov av elbilsaddning tillgodoses. Planen är att bygga minst 30 laddpunkter per år i tre år.

På grund av den höga andelen villor och radhus i kommunen är hemmaladdning den vanligaste formen av elbilsaddning. Vad gäller publik laddinfrastruktur fanns 161 publika laddpunkter i Mölndals innerstad 2023, varav ett fåtal ägs av Mölndals Parkerings AB. Resterande återfinns på parkeringsytor hos kommersiella aktörer. Det är ett medvetet val att för närvarande inte själva genomföra betydande utbyggnad av publik laddning. Istället satsas på laddning i parkeringshus som används främst av kommersiella tillståndskunder som erbjuder laddning vid arbetsplats. Dessa platser används delvis även nattetid av närboende utan tillgång till egen p-plats som köpt tillstånd.

Kommunens investeringar i laddinfrastruktur görs utifrån affärsmässiga grunder. Publika laddstolpar är något dyrare att investera i samtidigt som nyttjandegraden är svår att förutse, vilket gör investeringar i publik laddinfrastruktur utmanande att räkna hem. Utöver publika laddstationer i stadskärnan finns laddstationer hos de kommunala bostadsbolagen i de flesta av kommunens områden. Ett fåtal snabbaddningsstationer erbjuds av kommersiella aktörer såsom tankstationer och snabbmatsställen. Kommunen ska underlätta för etablering av nya snabbaddningsstationer genom att identifiera lämpliga ytor. Själv prioriterar kommunen satsningar på att erbjuda normalladdning där bilar står uppställda en längre tid utifrån resonemanget att det gör störst nytta då det möjliggör för fler att välja laddbara bilar. Samtidigt är det tydligt att utbyggnaden av publik laddinfrastruktur inte håller jämn takt med det växande antalet laddbara bilar.

Intervjun med det lokala elnätsbolaget, som äger nätet i Mölndals tätort, gav en bild av möjligheterna för utbyggnad av laddinfrastruktur från ett nätägarperspektiv. Nätbolaget betonar att de är formella i sin anslutningsprocess, följer först in först ansluten-principen och eftersträvar att behandla alla kunder på samma sätt.

När det gäller nätkapacitet framkom det att det finns begränsat utrymme kvar att arbeta med. Dessutom finns begränsningar i yta i Mölndals tätort, vilket också gör

det till en stor utmaning att ansluta stora laster till elnätet. Trots begränsningarna finns en vilja att bygga, utveckla och möjliggöra för både laddinfrastruktur, energilagring och solceller utifrån de förutsättningarna som finns.

För att lösa de många pågående detaljplanerna i Mölndal måste nätbolaget tänka i flera dimensioner. Laddinfrastrukturens utbyggnad ses inte som ett enskilt problem, utan är en del av de utmaningar som nätbolaget ser i att lösa den långsiktiga kapaciteten i Mölndal samt vara en möjliggörare för samhällsutvecklingen. Laddinfrastrukturen måste därför analyseras och beaktas tillsammans med stadsutvecklingen. Det lokala elnätsbolaget arbetar med att förstärka nätet med flexibilitetsresurser utefter de förutsättningar som finns. Arbetet innebär en kontinuerlig balansgång mellan att optimera begränsade resurser, yta och effektutrymme, och skapa samhällsnytta i form av stadsutveckling.



## Bilaga F: Fallstudie Skövde

I likhet med många andra kommuner runtom i landet har Skövde kommun drivit elektrifiering som en huvudstrategi för det interna klimatarbetet. För att ge arbete en struktur antogs en plan för laddinfrastruktur av kommunfullmäktige 2019. Planen grundades i utredningsarbete om hur kommunens icke-publika laddpunkter ska utformas, placeras och skalas upp, samt förväntad efterfrågan på publik laddinfrastruktur i kommunen. Planen beskriver hur framtida laddinfrastruktur i kommunen bör utformas ur ett samhällsplaneringsperspektiv. Den riktar sig både till kommunala och privata aktörer och förväntas vara till stöd för nätägare i deras investeringsarbete. Förhoppningen från kommunens sida var att planen ska skynda på utbyggnaden av laddinfrastruktur lokalt. Samtidigt visar planen hur Skövde kommuns egna laddstationer ska bli en del i en publik laddinfrastruktur och ställer upp en färdplan för utvecklingen av laddinfrastruktur i kommunen fram till 2025. Dokumentet pekar ut behovet att arbeta med medaktörer så som energibolag, fastighetsägare och arbetsgivare för att skynda på utbyggnaden av laddinfrastruktur. Rådigheten över marken är en nyckelfråga, och kommunen kan inte upplåta ytor på allmän platsmark till privata aktörer för etablering av laddstationer. Däremot kan kommunen hjälpa till genom att ansvara för kringutrustning, såsom märkning, vägmarkeringar och belysning.

Laddstationer för kommunens egna fordon sätts vanligtvis upp vid kommunala fastigheter, vilket innebär att det behövs ett effektutrymme. Genom att kartlägga sina verksamheter har kommunen kunnat skapa sig en förståelse för när effekt tas ut både av fordonen och fastigheter. Analyser av effektkurvor möjliggjorde identifiering av åtgärder som maximerar fordonens tillgänglighet samtidigt som de minimerar totalkostnaden för kommunen. Exempelvis har detta lett till att fastigheter med generöst tilltagna säkringar har kunnat identifieras och möjligheten att säkrar ner fastigheter diskuterats. Samtidigt har det identifierats att det är viktigt att öka nyttjandegraden på redan existerande laddpunkter och parkeringar. Genom att höja nyttjandegraden och få trafik på parkeringar skapas en ökad trygghet och kommunen undviker tomma platser.

I Skövde ligger Volvo Group Trucks Operations, Powertrain Production, med 4000 anställda. Fordonsindustrins närvaro har varit en faktor bakom dagens engagemang i laddinfrastruktur och elektrifiering av kollektivtrafiken, men historiskt sett motiverades den kommunala satsningen på laddinfrastrukturen med att näringslivet inte visat intresse att bygga laddstationer i kommunen. Kommunen valde därför att sätta upp en publik snabbbladdare vid Arena Skövde vilket även förväntades attrahera besökare. Utöver proaktivitet i fråga om planering har kommunens arbete med laddinfrastruktur gynnats av en lyckad upphandling av långsiktiga elavtal. Avtalen visade sig vara fördelaktiga med hänsyn till de senaste årens volatila priser.

Planen för laddinfrastruktur används internt som en guide i arbetet men planen är inte heltäckande. Specifikt saknas exempelvis en utvecklad ståndpunkt angående betalmodeller. Laddinfrastrukturen för internt bruk betalas för av verksamheterna via en schablonavgift som läggs på hyran istället för utifrån faktisk förbrukning. Modellen har förenklat introduktionen av elfordon och laddare men skapar inga

incitament för användarna att tänka på när och hur de laddar, eller på energieffektivisering. Övriga laddare har använt en extern mobilitets-tjänsteleverantörs betallösning med en prismodell som byggt på ett fast pris per kWh. Samtidigt behövs kunskapsutveckling kopplad till ökat utnyttjande av kommunens platser, särskilt med tanke på kommunens uppdrag att använda lokaler även kvällstid.

Sammanfattningsvis kom elektrifieringen av Skövde kommuns egen fordonsflotta att leda till att frågan om laddinfrastruktur fick en allt större tyngd i den politiska debatten i kommunen. Genom ökad kommunikation mellan kommunens olika bolag kom sedan förståelsen av kommunens egen användning av elfordon och laddstationer att bli en källa till kunskap för kommunens övriga verksamheter och en utgångspunkt för kommunens interaktion med externa aktörer.

## Bilaga G: Fallstudie Strömstad

Strömstad kommun, vinnaren av laddbronset år 2021, har utmärkt sig som en föregångare inom utbyggnad av publik laddinfrastruktur. Laddmöjligheterna för elbilar är goda och kommunen har ett jämförelsevis högt antal laddpunkter per invånare. Närheten till Norge, med en ständig ström av elbilsburna besökare som följd, har ökat efterfrågan på laddinfrastruktur i takt med elektrifieringen av den norska fordonsflottan.

Kommunens laddplan är politiskt antagen och beskriver förfarandet och vad intressenterna kan förvänta sig. Planen bygger på att tillgängliggöra platser för laddinfrastruktur och upplåta dem genom arrendeavtal till privata aktörer som i sin tur uppför laddplatser. Avtalet är giltigt i upp till 10 år och fastställer att laddplatsen måste byggas inom en viss tidsram. Laddplatserna är i de flesta fall avgiftsbelagda vad gäller parkering, med undantag för snabbbladdare med en maxtid på 45 minuter. Laddoperatören bestämmer kostnaden för själva laddningen.

I Strömstad har det byggts ett flertal laddoaser med mellan 6–20 platser. Denna form av klusterstruktur anses vara lättare att hitta för bilägaren och uppnår en högre nyttjandegrad. Kommunen har också mottagit flera anbud med behov av hög effekt och ser det som positivt att kunna erbjuda snabbbladdning på centrala platser. Kommunens erfarenhet är att lågeffektsladdare är mindre efterfrågade, de flesta elbilsägare vill kunna fylla på laddningen snabbt. Det viktigaste med en laddplats oavsett effekt är dock att den fungerar, den ska vara i bra skick och ha en god tillgänglighet.

Värt att nämna är att den snabba utbyggnaden av laddinfrastrukturen inte bara har möjliggjorts av eldsjälar som "bara körde" utan även av en stor fastighetsägare som tidigt investerade i laddinfrastruktur på parkeringsplatser. Privata investeringar har därmed varit av stor betydelse för den välutbyggda laddinfrastrukturen.

Ett råd från Strömstad till andra kommuner är att det är viktigt att definiera sin roll och fatta beslut om hur etableringen av laddinfrastruktur ska genomföras. Det är lätt att vara en del i detta, underlätta för etableringen och vara en samhällsbärande.

## Bilaga H: Fallstudie Åmål

Åmåls kommun är en glesbygdskommun i norra Dalsland med drygt 12 000 invånare, varav de flesta bor i tätorten Åmål. Kommunen eftersträvade en snabb utbyggnad av laddinfrastrukturen och anlätade 2022 en konsult för att utreda hur en framtida laddinfrastruktur skulle kunna se ut. I anslutning till detta utvecklade samhällsbyggnadschefen ett koncept för att attrahera aktörer kopplade till laddinfrastruktur samt kartlade lämpliga platser för laddstationer. Därpå publicerades en utlysning riktad mot privata aktörer på kommunens hemsida. När intresseanmälningar från laddoperatörer uteblev, sökte kommunen efter en annan lösning. Då Åmål saknar ett kommunalt energibolag låg det nära till hands att Istället ge uppdraget till det kommunala fastighetsbolaget. Åmål ändrade därför fastighetsbolagets ägardirektiv så att det även tilläts bygga på allmän plats, gator och torg.

Det kommunala fastighetsbolaget tog ett strategiskt beslut att satsa på de platserna där det finns tillgänglig kapacitet, vilket gjorde att utbyggnaden gick snabbt. Flexibla laddstolpar valdes, vilka kan växla mellan enfas och trefas, samt kan kommunicera med varandra trådlöst genom 4G. Detta möjliggjorde att laddstolpar kunde byggas där nätet inte var särskilt starkt. Valet av växelströmsladdare innebar också en betydligt lägre investeringskostnad jämfört med likströmsladdare. God förståelse för teknologin och elsystemet bidrog således till smarta lösningar.

Placering av laddstolpar gjordes utifrån en kombination av geografisk lämplighet och utrymme i elnätet. Befintlig infrastruktur har utnyttjats och inga fastigheter behövde säkras upp. Grävarbete och utbyggnad av elcentraler undveks i möjligaste mån. Eftersom det i området inte finns några riktigt gamla nät har man inte stött på problem.

Laddstationerna har sedan placerats strategiskt i kluster i hela staden, främst kring bostadsområden och arbetsplatser. Åmåls kommunfastigheter äger inte bara hyreshus utan även skolor och kommunbyggnader. Laddning för de runt 30 kommunala elbilar som används främst inom hemtjänsten behövde därtill tillgodoseas. Därför satsades det på personalladdning som även kan nyttjas av privatpersoner. För att försäkra sig om att personalen kan ladda ansågs det tillräckligt att vid behov begränsa användningen genom skyltning. Fastighetsbolaget följer även upp hur mycket laddarna används och förstår därför väl var infrastrukturen behöver byggas ut.

Uppfattningen att privata aktörer är ovilliga att bygga ut laddinfrastruktur är utbredd bland glesbygdskommuner och ses som ett motiv bakom att kommunen agerar. I Åmåls fall blev lösningen med fastighetsbolaget lyckad tack vara ett stort engagemang och hög kompetens. Något senare fick kommunen oväntat anbud från en privat laddoperatör som sedan erbjöds att sätta upp ett tiotal laddstolpar på lämpliga parkeringsplatser. Vidare satte kommersiella aktörer självmant upp laddplatser på egen mark, bland annat två snabbbladdare och en laddare för lastbilar.

Även om Åmål har kommit långt i utvecklingen av den publika laddinfrastrukturen återstår utmaningen med vita fläckar. En svårighet som delas med många glesbygdskommuner är laddning på landsbygden, särskilt för hemtjänsten som kör långa sträckor. Åmål konstaterar att det är svårt att få privata aktörer intresserade av att etablera sig i dessa områden. Ur drifts- och säkerhetsperspektiv anses därför en fullständig elektrifiering inte möjlig, men laddhybrider ses som en tänkbar lösning.

## Bilaga I: Fallstudie Sotenäs

Sotenäs kommun har blivit nominerad till laddguld vid ett par tillfällen. Sotenäs kommun består av centralorten Kungshamn och ett antal tätorter och mindre samhällen. För kommunen är näringslivsutveckling nära kopplad till laddfrågan, och liksom de flesta kustkommuner har Sotenäs störst laddbehov på sommaren. Med en väl utbyggd laddinfrastruktur förväntas kommunen bli attraktivare för såväl boende som besökande.

Sotenäs har antagit en laddplan år 2022 inom ramen för satsningen Kommunernas klimatlöften som syftar till att accelerera omställningen till ett fossilfritt samhälle. Laddplanen klargör kommunens ansvar och hur man vill samverka med aktörer som tillhandahåller laddning. Kommunen avser inte driva laddinfrastruktur i egen regi utan verkar för att möjliggöra för andra att etablera laddplatser där kommunen har rådighet, främst på publika parkeringsplatser.

Laddplanen omfattar två scenarier som dels innehåller laddplatser som kommunen väljer ut baserat på exempelvis besöksfrekvens, dels platser som laddoperatören själv identifierar som attraktiva. Båda scenarier läggs ut på hemsidan för intressenter att söka under en begränsad tid. Om det finns flera intressenter för en specifik plats genomförs en budgivningsprocess. Arbetsmetoden är ett smidigt sätt att hantera tilldelning av platser och genererar intäkter för kommunen.

Platserna upplåts sedan till laddoperatören genom ett 5-årigt nyttjanderättsavtal. Parkeringen är fortsatt kommunal och under högsäsong tas en parkeringsavgift ut, medan kunderna betalar för laddningen separat via laddoperatörens app. Laddoperatörerna står själva för arbete och material samt sköter dialogen med elnätsbolaget. På grund av kuperad terräng och hård berggrund kan entreprenadkostnader variera betydligt. Genom att använda existerande elsystem tillsammans med kunskap om nätstationer och terräng kan kostnaderna dock hållas nere. Kommunen arbetar även proaktivt för att underlätta framtida etablering – vid ombyggnad av exempelvis torg erbjuds möjlighet att gräva ner rör samtidigt.

Etablering av snabbbladdare välkomnas som komplement till normalladdare där det är lämpligt, både på publika p-platser och annan mark. Då båtägare börjat efterfråga laddning för fritidsbåtar förväntades viss infrastruktur kunna kombineras och erbjuda laddning för både bil och båt. Mobila snabbbladdare med batterilösning har identifierats som en möjlig lösning för platser där det enbart laddas intensivt under någon vecka på året eller under turistsäsongen. Mobila snabbbladdare kan flyttas efter behov och trots att de har ett lägre effektbehov än fasta snabbbladdare kan mobila snabbbladdare leverera tillräckligt hög effekt för att vara en relevant lösning.

## Bilaga J: Fallstudie Sölvesborg

Sölvesborg initierade sitt elektrifieringsarbete 2012. Kommunen, belägen i sydvästra Blekinge län, upprättade initialt fem laddstationer där invånarna kunde ladda sina elbilar gratis. Drivkraften bakom engagemanget var deltagande i ett utvecklingsprojekt och inköp av eldrivna tjänstebilar. Kommunen fick senare kritik för att skattepengar gick till laddstolpar och kostnadsfri laddning. I takt med kraftigt ökande elpriser och en växande elbilsflotta började kommunen därför leta efter aktörer som kunde ta över den existerande laddinfrastrukturen och etablera fler publika laddstationer. När det kommunala energibolaget avböjde bestämde sig kommunen för att öppna upp för kommersiella aktörer. Att stänga de publika laddstationerna ansågs orättvist mot de kommuninvånare som köpt elbil med förhoppningen om att kunna använda lokal laddinfrastruktur.

Sölvesborg tog fram en handlingsplan för laddinfrastruktur och skapade en laddplan där platser som ansågs lämpliga för laddstationer identifierades. För att hantera elektrifieringen tog Sölvesborg inspiration av Stockholms stad och använde ett liknande upplägg för laddinfrastruktur på allmän platsmark. Kommunen erbjuder nyttjanderätt för gatumarken där laddoperatören tar över befintliga laddstationer eller uppför ny laddinfrastruktur på. Laddoperatören ansvarar för både utbyggnad och drift av laddtjänsten. Avtalet med den privata laddoperatören innebar etablering av ett mindre antal centralt belägna laddstationer samt en option att etablera upp till 40 nya laddpunkter i övriga delar av kommunen. Hittills har fokus legat på de områdena där det kommunala energibolaget äger elnätet, men framöver kommer även områden med andra nätägare komma i fråga. Stadens trafikingenjör är delaktig för att identifiera lämpliga platser och förmedla kontakt med fastighetsägare inför nyetableringar.

Som en mindre kommun kännetecknas Sölvesborg av snabba och smidiga processer för etablering av laddinfrastruktur samt fördelaktiga elabonnemang, vilket gjort kommunen attraktiv för laddoperatörer trots en jämförelsevis låg befolkningstäthet. Sölvesborg tipsar om att det är fördelaktigt att peka ut lämpliga platser och upprätta en handlingsplan för laddinfrastruktur innan man går ut till upphandling. Vidare underlättar det för laddoperatörer om politiska nämndbeslut kring laddstationer redan är tagna, så att byggandet av laddstationer kan påbörjas utan fördröjning.

## Bilaga K: Resultat från workshop om "Öppen affärsmodellutveckling"

Organisation	Flexibilitet	Förutsägbarhet	Transparens
Konsult	-	Förståelse för hur ens system påverkas på olika nivåer. Ange ledtider för utbyggnad och möjligheter till att planera.	Ökad kunskap kring vad olika prissättning i delar av systemet ger för incitament för de olika aktörerna.
Myndighet	Kunskapsbyggande och stödjande organisation. Deltagande i dialoger och analyserande. Sakliga underlag. Öppen för förändrade förutsättningar.	Tydliga och öppna underlag. Konsekvensutredningar. Hänsyn till mål, miljönytta, genomförbarhet mm för ändamålsenliga förslag till styrmedel eller krav i upphandling/utlysning.	Öppna beslutsunderlag. Samma förutsättningar till alla.
Laddoperatör	Customer first är vårt ledord och innovation leder utveckling och utveckling bidrar till fler affärer. Vidare är vi early adopters när det gäller elbilsdata och har lagt oerhörda resurser i produktutveckling.	Med telematikdata kan vi definiera bland annat körbeteendets inverkan på effektförbrukning, vart laddning sker och hur mycket/stor effektuttag är vid laddning. Telematikdata ger ett relevant beslutsunderlag!	Vi håller en generisk prissättning men talar framför allt om en ROI som är kopplat till faktiskt ackumulerad data vs. kostnad.
Branschorganisation	Fordonsbranschen har länge varit traditionell och konservativ men genomgår förändring där flexibilitet är en del av detta. Vi har lärt oss att vara flexibla och anpassa oss till exempelvis nya EU-krav.	Fordonsbranschen måste tänka i kortare cykler för att kunna anpassa sig snabbare till omvärlden och kundens önskemål.	Skapa enklare affärsmodeller som är lättare för kunder att förstå. Göra bilköpet enklare genom öppenhet och transparens.



Organisation	Flexibilitet	Förutsägbarhet	Transparens
Laddoperatör	Teknikneutralitet, undersöka olika typer av körningar, fördomsfritt och ompröva gamla sanningar i ljuset av ny teknik och nya regelverk.	Kommunikation tydlighet, vara uppdaterad på planer och strategier rörande elektrifiering.	Bidra till kollektivt kunskapskapande.
Kommun	Öppen för möten och samarbeten ex. miljözon 3. Lära av varandra. Utvärdera egna insatser och dra lärdomar. Visionsarbete hur ser staden ut i framtiden? Hur vill vi ha den? Vart är vi på väg? Hur planerar vi för en växande stad med andra transportsätt?	Kommunicera planer, mål, arbetssätt, samarbeten, engagemang, tidsramar osv. Visa på hur staden kan och vill jobba, samarbeten osv. Bjuda in till samverkan. Ställa tydliga och samordnade krav vid ex. upphandlingar.	Visa upp arbetssätt affärsmodeller osv för att få inspel till förbättringar men också för att inspirera andra kommuner, hitta nya samarbetspartners osv.
Bransch-organisation	Erbjuda en balanserad energimix. Flytande drivmedel, vägas, el. Denna mix kommer att ändras under omställningens gång. Kund-erbjudande kopplade till 30 minuter laddbeteende.	Nya affärsmöjligheter, utveckling av kunderbjudande som tex. Solceller, batterilagring, kostnadsoptimering. Krav på långsiktighet för payback av investeringar som görs. ROCE på 5 år ej längre aktuellt.	Tydlig kommunikation om pris kan krocka med nya bättre kostnadslösningar för kund med "bundled offer".
Energibolag	Möjlighet till smart styrning för att undvika effektoppar skulle kunna öka nyttjandegraden i våra elnät. Tex. villkorade avtal, lagring, flex.	Att praktiskt arbeta med aktörer för att underlätta planering och undvika suboptimering är önskvärt men svårt.	Ökad kommunikation är önskvärt men tar tid.
Bransch-organisation	Kan överväga vår roll i elektrifieringen för att underlätta samordning kring laddplatser, ökad delning av laddpunkter. Stötta på olika sätt medlemmar som ser att de har en roll att spela i elektrifieringen av transportsektorn.	Sprida kunskap, erbjuda omvärldsanalys till medlemmar.	Erbjuda nätverk, stödja medlemmar i elektrifieringen. Tydlig kommunikation.

Organisation	Flexibilitet	Förutsägbarhet	Transparens
Bransch-organisation	Vara snabba på att svara mot upplevda behov från branschen. Omvärlden, förutsättningar för sakfrågor förändras kontinuerligt redan pågående satsningar behöver kunna förändras i takt med omvärlden.	Tydlig kommunikation. Här, hand i hand med transparens. Kommunera planer och kommande satsningar tydligt och i god tid. Vara tydlig med målsättningar och motiveringar.	Vem deltar? På vilka premisser? Vilka behov har vi? Vad jobbar vi mot? Varför?
Forskningsinstitut	Tillsammans med projektparter skapa en förståelse för vilka delar av systemet och enskilda verksamheter som skapar värde och vilka processer som är onödiga. Detta är ofta nödvändigt.	Skapa en gemensam förståelse i vilken landskap sker elektrifieringen. Idag och hur olika framtidsscenarier kan se ut. I tillägg vilken är en önskvärd gemensam framtid.	Skapa en neutral arena för samverkan.
Konsult	Bidra till kunskap, hinder och konsekvenser kopplat till behov av flexibilitet	Bidra till kunskap ex. inom prognoser om framtidsutveckling eller reglering.	Bidra till kunskap inom kostnads- och prisutveckling.
Elnätsägare	Hjälpa kunder med var den kan ansluta eller alternativ om 100 % av önskad effekt inte finns.	Tydligare anslutningsprocess – gärna harmoniserad med andra nätbolag.	Kapacitetskartor – kräver dock tydlighet kring säkerhetsfrågor. Visa varför kostnader blir så olika.
Fastighetsförvaltare	Informera våra kunder om vilka lösningar som finns och vad som är lämpliga lösningar (både bfr o kommersiella kunder).  Informera boende om när det är "smart" att ladda.	Samarbeta med leverantörer av laddlösningar och hur dess funkar. Samarbeta/politisk påverkan av regelverk.	Utveckla fakturasystem för tydlig debitering.

# AFFÄRSMODELLER FÖR LADDINFRASTRUKTUR

Elektrifieringen av transportsektorn kommer att kräva en omfattande utbyggnad av publik laddinfrastruktur. I denna rapport ligger fokus på att identifiera och beskriva affärsmodeller som kan främja utbyggnaden av laddinfrastruktur i Sverige.

Ett potentiellt hinder för utbyggnaden är den relativt billiga möjligheten att ladda hemma då det påverkar konkurrenskraften och affärsnyttan för privata aktörer att etablera publik laddinfrastruktur. Detta kan sakta ner elektrifieringen av transportsektorn då takten på utbyggnaden av publik laddinfrastruktur reduceras. Det är därför viktigt att utforma och etablera nya och innovativa affärsmodeller för att stärka affärsmässiga incitament för en fortsatt utbyggnad av infrastrukturen.

I rapporten presenteras både affärsmodeller och policyverktyg med potential att främja laddinfrastrukturens utbyggnad i Sverige. Sammantaget pekar resultaten på att ekonomiskt värdeskapande förväntas bygga på kostnadsreduktion via skaleffekter, delade investeringar och en växande kundbas. Rapporten betonar även behovet av ökat samarbete mellan aktörer för att främja utbyggnaden och stötta en storskalig elektrifiering av transportsektorn.

## Ett nytt steg i energiforskningen

Forskningsföretaget Energiforsk initierar, samordnar och bedriver forskning och analys inom energiområdet samt sprider kunskap för att bidra till ett robust och hållbart energisystem. Energiforsk är ett politiskt neutralt och icke vinstutdelande aktiebolag som ägs av branschorganisationerna Energiföretagen Sverige och Energigas Sverige, det statliga affärsverket Svenska kraftnät, samt gas- och energiföretaget Nordion Energi. Läs mer på [energiforsk.se](http://energiforsk.se).