



CHALMERS

Att mäta teknologiska innovationssystem med historiska platsannonser

En analys av svensk fordonsindustris elektrifiering

Kandidatarbete inom teknikens ekonomi och organisation

WILLIAM BACKESTEDT
EDWARD CEDER
DENNIS JOHANSSON
JOSEF SANDELL
MARKUS STENSIÖ
FILIPPA ÅKESON

Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

Avdelningen för Innovation and R&D Management

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2026
www.chalmers.se

KANDIDATARBETE TEKX18- 2026

**Att mäta teknologiska innovationssystem med historiska
platsannonser**

En analys av svensk fordonsindustris elektrifiering

**Measuring technological innovation systems with historical job
advertisements**

An analysis of the electrification of the Swedish automotive industry

WILLIAM BACKESTEDT
EDWARD CEDER
DENNIS JOHANSSON
JOSEF SANDELL
MARKUS STENSIÖ
FILIPPA ÅKESON



Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Chalmers Tekniska Högskola
Göteborg 2026

Att mäta teknologiska innovationssystem med historiska platsannonser
En analys av svensk fordonsindustrins elektrifiering
Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

© WILLIAM BACKESTEDT, 2026.
© EDWARD CEDER, 2026.
© DENNIS JOHANSSON, 2026.
© JOSEF SANDELL, 2026.
© MARKUS STENSIÖ, 2026.
© FILIPPA ÅKESON, 2026.

Handledare: Maja Svanberg, Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Examinator: Martin Löwstedt, Institutionen för teknikens ekonomi och organisation

Kandidatarbete 2026
Institutionen för teknikens ekonomi och organisation
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon +46 31 772 1000

Att mäta teknologiska innovationssystem med historiska platsannonser

En analys av svensk fordonsindustrins elektrifiering

WILLIAM BACKESTEDT

EDWARD CEDER

DENNIS JOHANSSON

JOSEF SANDELL

MARKUS STENSIÖ

FILIPPA ÅKESON

Department of Technology Management and Economics

Chalmers Tekniska Högskola

Abstract

Sustainability transitions are complex processes characterized by uncertainty, long term and interplay between different technological, institutional and societal changes. Different tools to study these changes, including technological innovation system (TIS), have emerged during the last years. However, these tools have so far mainly focused on qualitative studies and lacked quantitative methods to study dynamic over longer time periods. The aim of this study is thereby to investigate how historical job advertisement from the Swedish public employment service (Arbetsförmedlingen) can be used to measure and analyze different functions within a technological innovation system during a transition process. As an empirical case, the Swedish automotive industry and its transition to electrification is used. By compiling indicators for the different functions in TIS and measure these with keyword filtering, AI-classification and geocoding, the study provides an assessment of the extent to which each function can be measured using job posting data from the Swedish public Employment Service. The indicator measurements are then compiled and analyzed to provide insight into the strength of each functions and how it affects the system. Furthermore, measurements and analyses are compared to external data to study to what extent they coincide with external indicators and draw conclusions about the strengths of the measurement methods.

The study shows that at least all seven of the TIS functions can to some extent be measured with the job advertisement data from the Swedish public employment service. The results shows periodic trends that are visible in all the functions. In general a low activity in all the functions until year 2014, followed by a sharp increase up to 2022, which is in turn followed by a clear decline through 2025.

The potential of using job advertisement to analyse a sustainability transition in general, and to conduct TIS analyses in particular, was assessed as very promising overall. The conclusion is that despite some limitations, the dataset can make important contributions to analyses of innovation systems and sustainability transitions. The benefits with job advertisement include, for example, the availability of large amounts of data over an extended period, the possibility of geographic analyses, and the ability to study systems from multiple perspectives. Furthermore, the observed trends largely match the findings of earlier studies and assessments by Swedish government agencies. This suggests that both the type of data and the methods can be serve as valuable tools for future analyses of sustainability transitions and TIS-analyses.

Keywords: TIS, Swedish public employment service, electrification, transition.

Att mäta teknologiska innovationssystem med historiska platsannonser

En TIS-analys av svensk fordonsindustrins elektrifiering

WILLIAM BACKESTEDT

EDWARD CEDER

DENNIS JOHANSSON

JOSEF SANDELL

MARKUS STENSIÖ

FILIPPA ÅKESON

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation

Chalmers Tekniska Högskola

Sammanfattning

Hållbarhetsomställningar utgör komplexa processer som präglas av osäkerhet, långsiktighet och samspel mellan tekniska, institutionella och samhälleliga förändringar. Olika verktyg för att studera dessa, däribland teknologiska innovationssystem (TIS), har vuxit fram under de senaste åren. Dessa verktyg har dock hittills till största del fokuserat på kvalitativa undersökningar och saknat kvantitativa metoder för att studera dynamik över längre tidsperioder. Syftet med denna studie är därför att undersöka hur historiska platsannonser från arbetsförmedlingen kan användas för att mäta och analysera olika funktioner i ett teknologiskt innovationssystem (TIS) under en omställningsprocess. Som empiriskt fall används svensk fordonsindustri och fordonsflotta samt dess omställning till elfordon. Genom att sammanställa indikatorer för de olika funktionerna i systemet och mäta dessa med hjälp av nyckelordsfiltrering, AI-kategorisering och geokodning ges en bild av i vilken utsträckning de olika funktionerna kan mätas med hjälp av platsdata från arbetsförmedlingen. Mätningar av indikatorer sammanställs och analyseras för att ge en bild av de olika funktionernas styrka och hur de påverkar systemet. Vidare jämförs mätningar och analyser med extern data för att studera i vilken utsträckning de sammanfaller med externa indikatorer och därefter dra slutsatser kring mätmetodernas styrka.

Denna studie visar att de sju funktionerna i någon utsträckning går att mäta med platsdata från arbetsförmedlingen. Resultaten visar tydliga periodiska trender som i stor utsträckning syns i alla funktioner. En generellt låg styrka i alla systemfunktioner fram till ungefär år 2014 följs av en kraftig uppgång fram till år 2022, vilken till sist följs av en tydlig nedgång fram till och med år 2025.

Studien tyder på möjligheter för användning av platsdata för analys av omställning. Slutsatsen är att datasetet trots vissa begränsningar kan komma med viktiga bidrag till sådana analyser. Fördelar med platsannonserna från arbetsförmedlingen är bland annat att de innehåller stora mängder data över en lång tid, möjliggör geografiska analyser och ger chansen att analysera olika system parallellt och ur flera vinklar. Dessutom stämmer de uppgångar och nedgångar som observerats överlag med analyser från tidigare studier och svenska myndigheters bedömningar av industrin. Detta tyder på att såväl den typ av data och de typer av metoder som använts i denna rapport kan utgöra verktyg för analyser av hållbarhetsomställningar och TIS-analyser i framtiden.

Nyckelord: TIS, arbetsförmedlingen, elektrifiering, omställning.

Förord

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Maja för värdefull vägledning och givande diskussioner under arbetets gång.

Gothenburg, Maj 2026

Innehåll

1	Inledning	8
1.1	Syfte och frågeställningar	10
1.2	Avgränsningar	10
2	Teori och tidigare forskning	11
2.1	Tidigare forskning inom platsannonser	11
2.2	Teknologiska innovationssystem	11
2.2.1	Resursmobilisering	14
2.2.2	Styrning av sökprocesser	14
2.2.3	Kunskapsutveckling och spridning	14
2.2.4	Marknadsbildning	15
2.2.5	Entreprenöriellt experimenterande	15
2.2.6	Legitimering	16
2.2.7	Utveckling av positiva externaliteter	16
2.3	Elfordon i Sverige som teknologiskt innovationssystem	17
2.3.1	Beskrivning av systemet och övergripande trender	17
2.3.2	Historisk utveckling	18
3	Metod	19
3.1	Databearbetning och generella metoder	21
3.1.1	Datasetet från platsbanken	21
3.1.2	Bearbetning av data	21
3.1.3	Filtrering genom nyckelord	21
3.1.4	Aktörsfiltrering genom SNI-kod	22
3.1.5	Mätning av övergripande utveckling	22
3.2	Mätning av indikatorer för systemfunktioner	22
3.2.1	Resursmobilisering	23
3.2.2	Styrning av sökprocesser	23
3.2.3	Kunskapsutveckling och spridning	24
3.2.4	Marknadsbildning	24
3.2.5	Entreprenöriellt experimenterande	25
3.2.6	Legitimering	26
3.2.7	Utveckling av positiva externaliteter	26
4	Resultat	27
4.1	Fordonsindustrins övergripande utveckling	27
4.2	Resursmobilisering	27
4.2.1	Fördelning av mobilisering per aktörstyper	28
4.2.2	Efterfrågad kompetensnivå	30
4.3	Styrning av sökprocesser	31
4.4	Kunskapsutveckling och spridning	32
4.5	Marknadsbildning	33

4.5.1	Marknadsutveckling över tid	33
4.5.2	Geografisk spridning	34
4.6	Entreprenöriellt experimenterande	35
4.6.1	Övergripande utveckling	36
4.6.2	Nya aktörer	36
4.6.3	Aktörers experimenterande	37
4.6.4	Teknikspår	37
4.7	Legitimering	38
4.8	Utveckling av positiva externaliteter	39
5	Diskussion	42
5.1	Funktionernas utveckling över tid	42
5.2	Metoddiskussion	43
5.2.1	Generella möjligheter med platsannonser för studier av omställning	43
5.2.2	Metoden och datasetets begränsningar och felkällor	44
5.2.3	Utvärdering av möjligheten att mäta TIS-funktioner och göra TIS-analyser med job- annonser	45
5.2.4	Förslag på framtida forskning och effektiva metoder	45
5.3	Etik	46
6	Slutsats	47

1

Inledning

Samhället befinner sig i en tid präglad av stora hållbarhetsomställningar som kräver omfattande tekniska, ekonomiska och institutionella förändringar (Köhler m. fl., 2019). Trots att förståelse för omställningsprocesser är en förutsättning för att kunna utforma effektiva strategier och styrmedel (Bergek m. fl., 2008), saknas fortfarande en dynamisk och heltäckande förståelse för hur omställningen utvecklas och var i processen olika system befinner sig (Köhler m. fl., 2019; Weiss & Nemeczek, 2022). Särskilt begränsad är kunskapen om de underliggande processer som driver eller bromsar omställningen, samt hur dessa samverkar över tid (Köhler m. fl., 2019). Detta försvårar möjligheten att skapa en sammanhängande bild av omställningsprocessers nuvarande tillstånd och potentiella utvecklingsriktning och att identifiera policyåtgärder som effektivt driver på omställningen.

En förklaring till denna brist är att omställningen sker inom ramen för så kallade sociotekniska system, där tekniska, institutionella och samhälleliga komponenter är tätt sammanlänkade (Geels, 2004). För att mäta och analysera förändring i sådana system används idag många olika teoretiska ramverk som Multi-Level Perspective, Technological Innovation Systems, Strategic Niche Management och Transition Management (Sovacool & Hess, 2017). Ramverket Technological Innovation Systems eller Tekniska innovationssystem (TIS) har visat sig särskilt värdefullt för att analysera en specifik tekniks utbredning, vad som hindrar den och vilka potentiella policyåtgärder som skulle kunna gynna tekniken (Bergek m. fl., 2008; Hafner & Modic, 2021; Köhler m. fl., 2019; Markard & Truffer, 2008).

Ett exempel på ett sociotekniskt system är fordonsindustrin, som just nu genomgår en omfattande omställning av stor ekonomisk och industriell betydelse för Sverige. Krav på koldioxidneutralitet och skärpta regelverk (Fossilfritt Sverige, 2024) utmanar det etablerade paradigmet som dominerat i över ett sekel. Elektrifiering beskrivs som en viktigt teknik för att klara denna omställning (Ulf Malmquist m. fl., 2024). För Sverige är denna omställning extra betydelsefull. Fordonsindustrin inklusive leverantörer sysselsätter närmare 200 000 personer i Sverige och står för ca 15% av Sveriges totala varuexport (Mobility Sweden, 2026). Förändringar i systemet kan därmed få stora konsekvenser för svenska hushåll och välfärdssystem.

TIS fokuserar på förändring ur en specifik tekniks perspektiv och analyserar hur olika processer i det omkringliggande systemet, så kallade funktioner, presterar och samverkar för att möjliggöra teknikens utveckling och spridning (Bergek m. fl., 2008; Weckowska m. fl., 2025). Tidigare TIS-analyser bygger ofta på kvalitativa litteraturstudier, intervjuer eller patentdata (Hellsmark m. fl., 2016; Köhler m. fl., 2013; Langeland m. fl., 2018). Dessa angreppssätt kan ge värdefulla insikter om systemets struktur och nuvarande tillstånd, men är ofta mindre lämpade för att fånga systemets samtida utveckling (Weiss & Nemeczek, 2021). Patentdata medför dessutom särskilda begränsningar då alla innovationer inte patenteras, datan säger lite om efterfrågan på bredare yrkesgrupper (Criscuolo m. fl., 2019) och patentprocesser är långsamma vilket försvårar realtidsanalys (Grant m. fl., 2014). Det finns alltså ett behov av fler metoder för kvantitativa TIS-analyser (Weckowska m. fl., 2025) som ett komplement till dessa kvalitativa metoder för analys av innovationssystem.

Mot denna bakgrund undersöker denna studie potentialen i att använda historiska platsannonser som datakälla för analys av teknologiska innovationssystem. Arbetsförmedlingens Platsbank är en annonstjänst för den svenska arbetsmarknaden där över en halv miljon platsannonser publicerades 2025. Arbetsförmedlingen tillgängliggör historiska platsannonser som öppen data från och med 2006. Denna data uppdateras

frekvent samt inkluderar en bredd av aktörer och yrkesgrupper (Turrell m. fl., 2019), vilket möjliggör analys av hur förändrade kompetensbehov kan spegla utvecklingen i innovationssystem. Tidigare studier har visat att denna typ av data kan användas för att analysera teknologiska förändringar, exempelvis genom att kartlägga hur AI-utvecklingen påverkat arbetsmarknaden (Engberg m. fl., 2025), identifiera realtidsindikatorer för att övervaka innovation (Weiss & Nemeczek, 2022), samt för att identifiera mönster för vätgasrelaterade kompetenser inom olika sektorer och regioner (Hellsmark m. fl., 2025).

I myndigheters bedömningar av omställningen av fordonsindustrin används idag ofta nyckeltal såsom antal nya elbilar, totala utsläppsnivåer och andelen förnybara bränslen (Fossilfritt Sverige, 2022; Klimatpolitiska rådet, 2026; Trafikanalys, 2025). Dessa indikatorer är värdefulla för att förstå omställningen men har en gemensam svaghet: De reflekterar resultatet av beslut som togs för flera år sedan och inte vad som sker i realtid (Pevec m. fl., 2019). Detta riskerar att skapa begränsningar i förståelsen för omställningens dynamik och riktning. För beslutsfattare kan detta leda till bristande underlag och ökad osäkerhet kring systemsvagheter och därmed vilka åtgärder som är mest effektiva (Hellsmark m. fl., 2016).

Rapporten är disponerad enligt följande. I kapitel 2 presenteras det teoretiska ramverket TIS, en genomgång av dess funktioner och möjliga indikatorer, följt av det studerade systemet, fordonsindustrin, samt den studerade tekniken elektrifiering. I kapitel 3 beskrivs de metoder som används för att extrahera och konstruera indikatorer utifrån datasetet, samt vilka externa mått som används för att möjliggöra analys av indikatorernas relevans. I kapitel 4 presenteras resultaten, följt av kapitel 5 där de diskuteras i förhållande till teorin. Kapitel 6 avslutar och rapporten.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna studie är att undersöka hur historiska platsannonser från Arbetsförmedlingens Platsbank kan användas som datakälla för att mäta funktioner i ett TIS, med den svenska fordonsindustrins omställning till elektrifiering som empiriskt fall.

Genom att applicera TIS-ramverket på ett dataset av platsannonser kartläggs aktörer och efterfrågade kompetenser inom fordonsindustrins elektrifiering, vilket möjliggör en utvärdering av systemets drivande processer, dess nuvarande skede samt en jämförelse mellan systemmål och faktisk prestation. Studien förväntas bidra med såväl insikter om den svenska fordonsindustrins omställning som ett metodologiskt bidrag rörande platsannonsers potential och begränsningar som mätinstrument för TIS-funktioner. För att uppnå ovan nämnda syfte ställs följande forskningsfrågor:

- Hur kan indikatorer för TIS-funktioner identifieras och konstrueras utifrån platsannonser från Arbetsförmedlingen?
- Hur utvecklas TIS funktionerna över tid inom den svenska fordonsindustrins elektrifiering och hur väl stämmer dessa mått överens med redan etablerade indikatorer?

1.2 Avgränsningar

Systemet avgränsas till svensk fordonsindustri samt svensk fordonsflotta, då sektorn spelar stor roll i såväl ekonomin som i omställningen mot minskade utsläpp. Fokus avgränsas till tekniken elektrifiering, som i tidigare forskning och myndighetsrapporter beskrivs som en central teknik i omställning mot ett hållbarare transportsystem (Langeland m. fl., 2018; Ulf Malmquist m. fl., 2024). Avgränsningen valdes även då elektrifiering har varit ett återkommande inslag i svensk offentlig debatt (Olsson, 2019). Studien omfattar omställning av helt eller delvis eldrivna personbilar och lastbilar.

Studien avgränsas också till historiska platsannonser från Arbetsförmedlingens Platsbank (Arbetsförmedlingen, 2026) som primär datakälla för rekrytering. Arbetsförmedlingen uppskattar att denna data reflekterar 30–50 % av alla annonserade vakanser på den svenska arbetsmarknaden (Tillväxtverket & Universitetskanslersämbetet, 2021). Datasetet täcker därmed en del av arbetsmarknaden, men fångar ej samtliga rekryteringar. Andra rekryteringskanaler, så som interna rekryteringsprocesser eller annonser via andra plattformar inkluderas därmed inte i analysen. Arbetsförmedlingens dataset över platsannonser benämns vidare i rapporten som Arbetsförmedlingens dataset, datasetet från Arbetsförmedlingen eller bara datasetet, och refererar till det samlade dataset över jobban annonser mellan 2006 till 2025 om inget annat anges. I de fall där jobban annonser, platsannonser eller annonser benämns i rapporten, avses jobban annonser tillhörande detta dataset om inget annat anges.

För att bedöma styrkor och svagheter hos ett TIS vägs funktionerna mot ett systemmål (Hellsmark m. fl., 2016). I denna rapport används regeringens mål om en fossilfri fordonsflotta till 2045 som systemmål för analysen (Fossilfritt Sverige, 2020, 2024).

2

Teori och tidigare forskning

I denna del kartläggs först hur platsannonser använts inom tidigare forskning för att undersöka hållbarhetsomställningar. Vidare presenteras i avsnitt 2.2 det teoretiska ramverket TIS, följt av en mer genomgående beskrivning av de sju studerade funktionerna; resursmobilisering, styrning av sökprocesser, kunskapsutveckling och spridning, marknadsbildning, entreprenöriellt experimenterande, legitimering samt utveckling av positiva externaliteter, med exempel på indikatorer som kan användas för att mäta dem. Till sist presenteras i avsnitt 2.3 elfordon i Sverige som ett teknologiskt innovationssystem samt systemets övergripande trender och utveckling de senaste åren.

2.1 Tidigare forskning inom platsannonser

Jobbanonser används som datakälla för studier inom en mängd olika forskningsfält och metoden har spridit sig snabbt de senaste åren (Fabo & Kureková, 2022). Annonserna har visat sig användbara inom en mängd olika fält för att undersöka både arbetsmarknaden i sig och sådant som kan undersökas genom arbetsmarknaden, till exempel framväxten av specifika tekniker (World Bank Group, 2023). På grund av att den stora ökningen av empiriska studier på området ligger nära i tid finns dock fortfarande kunskapsluckor om datakällans karaktär, exempelvis hur stor andel av alla anställningar som uppstår genom en jobbannons och hur många som ansöker till en vanlig annons (Fabo & Kureková, 2022).

Fabo och Kureková (2022) presenterar utöver dessa kunskapsluckor ett antal fördelar och nackdelar med att använda jobbannonser som datakälla. Som fördelar nämns bland annat att datamängden ofta är stor och att varje annons innehåller mycket information. Dessutom uppdateras datan i realtid, vilket gör att det alltid finns aktuell data att analysera, samt möjlighet att frekvent uppdatera gamla resultat. Författarna nämner som primär nackdel att datan tenderar att vara viktad åt vissa håll och inte spegla verkligheten. Vanliga problem är till exempel att branscher i tidiga marknadsfaser och annonser för jobb med en högre utbildningsnivå tenderar att vara överrepresenterade. Till sist poängteras också risker med att annonser publiceras efter att jobbet tillsatts, eller att en annons leder till att fler än en tjänst tillsätts.

Arbetsplatsannonser har också i tidigare forskning använts för att mäta och analysera innovation och hållbarhetsomställning. Hellsmark m. fl. (2025) använder nordiska arbetsplatsannonser för att hitta mönster inom tekniker kopplade till vätgas. Författarna lyckas utifrån detta dra slutsatser kring hur vätgassektorn uppstått från andra sektorer i omställning som flyttar delar av sina resurser till vätgastekniker. Artikeln pekar vidare på värdet av att använda platsannonsdata för att beskriva tidiga indikatorer på en framväxande industriell aktivitet och industrins anpassning och kompetensmobilisering samt att detta inte i lika stor utsträckning, hade varit möjligt i en kvalitativ studie. Ingen artikel som använder platsannonser för att göra en TIS-analys har identifierats. Dock finns det, som ovan nämnts, exempel som kopplar till sociotekniska system och angränsande ramverk.

2.2 Teknologiska innovationssystem

Teknologiska innovationssystem (TIS) är ett teoretiskt ramverk som används för att analysera hur teknologier utvecklas och sprids. I bestämd form avser ett TIS det specifika system av aktörer, institutioner och

processer som omger en viss teknik inom ramen för denna teori (Stankiewicz & Carlsson, 1991).

Inom TIS-analyser beskrivs ett systems olika utvecklingsfaser, främst den formativa fasen, tillväxtfasen och mognadsfasen (Bergek m. fl., 2008). Bergek m. fl. (2008) karakteriserar vidare den formativa fasen som en fas med hög teknisk osäkerhet, fokus på experimenterande och utveckling, snarare än storskalig produktion och nya företag och organisationer som ansluter sig till systemet. Tillväxtfasen innebär enligt författarna en förändring där tekniken utvecklas på ett självförsörjande sätt med egna marknader och egen spridning. Till sist definieras mognadsfasen som den slutgiltiga fasen, vilken kännetecknas av en bred marknad kring den etablerade tekniken. För att bättre kunna analysera ett TIS och bedöma hur väl det fungerar bestäms ofta ett önskvärt utfall av denna utveckling, ett systemmål (Hellsmark m. fl., 2016). Ett sådant systemmål kan uttryckas i antingen kvalitativa eller kvantitativa termer.

Enligt Weckowska m. fl. (2025) används analyser av olika TIS för att förstå hållbarhetsomställning på i huvudsak tre olika nivåer: Makro-, mikro- och mesonivå. Makronivån handlar enligt författarna om dynamiken mellan systemet och omgivningen, likt makroekonomi eller klimatförändringar, mikronivån sätter fokus på de enskilda aktörernas agens och sociala interaktioner, medan mesonivån istället fokuserar på de underliggande processer och strukturer som gör att tekniken kan utvecklas och sprida sig. På mesonivån definierar Bergek m. fl. (2008) sju underliggande processer och strukturer som många gånger används som utgångspunkt i TIS-analyser (Weckowska m. fl., 2025). Tidigare TIS-analyser utvärderar sedan dessa funktioner för att identifiera vilka delar av systemet som bör stärkas för att påskynda omställning (Hellsmark m. fl., 2016; Köhler m. fl., 2013; Langeland m. fl., 2018; Weckowska m. fl., 2024).

I de kommande delarna redovisas de av Bergek m. fl. (2008) sju presenterade funktionerna, deras definition, samt exempel på indikatorer och analysperspektiv som föreslås och används i litteraturen för att mäta funktionernas styrka. En sammanfattning över funktionerna presenteras i Tabell 2.1.

Tabell 2.1: Systemfunktioner med definition och exempel på indikatorer

Funktion	Definition	Exempel på indikatorer och analysperspektiv
Resursmobilisering	Hur väl systemet mobiliserar och behåller humant, finansiellt och komplementärt kapital	Antal utexaminerade studenter och experter, faktisk kompetens, förmåga att behålla nyckelkompetenser, investeringar i forskning och utveckling samt riskkapital, förändringar av omkringliggande infrastruktur, nyckelaktörers egna bedömningar av resurstillgång
Styrning av sökprocesser	Samlade incitament och faktorer som påverkar aktörers val att etablera sig i systemet och den riktning som kunskapssökande inom systemet tar	Myndigheter och industriens mål och visioner, tron på framtida tillväxt för tekniken, finansiella incitament såsom priset på produkter inom innovationssystemet och skatter, övriga policyinstrument
Kunskapsutveckling och spridning	Bredden och djupet av kunskapen inom systemet och hur olika kunskaper utvecklas och sprids	Antal publikationer, infrastruktur kring forskning, antal forsknings- och utvecklingsprojekt, storlek av finansiering, faktisk kunskapsnivå, hur effektivt kunskap kombineras
Marknadsbildning	Processen där marknaden för en framväxande teknologi etableras och utvecklas,	Försäljning av tekniken, geografisk- och användargrupsfördelning av försäljning, policy, antal installatörer och eftermarknadstjänster, ytterligare faktorer som påverkar kostnader, sociala normer
Entreprenöriellt experimenterande	Experimenterande och utforskande av nya teknologier och tillämpningar	Antal nya aktörer på marknaden, diversifiering hos etablerade aktörer, antal unika tekniker och tillämpningar, antal pilot- demonstrations - och experimentprojekt och forsknings- och utvecklingsaktiviteter, styrkan av infrastrukturen kring forskning, antal nyckelaktörer som kan ta en ledande roll
Legitimitet	Hur väl systemet passar in med nuvarande åsikter hos allmänhet och industri, infrastruktur och policy	Beslutsfattares, medias och nyckelaktörers inställning till tekniken, nuvarande infrastruktur, intresseorganisationer och lobbyaktioner, omfattning av offentligt stöd, konferenser för kunskapsutbyte, omvärldsfaktorer
Framväxt av positiva externaliteter	Indirekta nyttor som uppstår genom systemets utveckling, exempelvis genom etableringen av nya företag som bidrar till en framväxt av sammanhållna arbetsmarknader, informationsflöden och lösningar på gamla problem.	Antal unika aktörer som söker samma typ av kompetenser, nätverk och samarbeten mellan olika aktörer via geografisk spridning, specialiserade tjänster och leverantörer, minskade kostnader

2.2.1 Resursmobilisering

Bergek m. fl. (2008) definierar resursmobilisering (resource mobilization) som den utsträckning i vilken ett tekniskt innovationssystem förmår mobilisera mänskligt och finansiellt kapital samt tillgångar såsom produkter, tjänster och infrastruktur. Mänskligt kapital och kompetens kan enligt författarna mobiliseras med hjälp av utbildning inom bland annat specifika tekniska fält.

Hekkert m. fl. (2007) menar på att det är svårt att hitta konkreta indikatorer för funktionen, men att intervjuer med viktiga aktörer inom branschen kan bidra till förståelse för vilka resurser som är tillräckliga och inte (Hellsmark m. fl., 2016). Bergek m. fl. (2008) föreslår dock ett antal mer kvantitativa indikatorer såsom antalet utexaminerade studenter, experter och ingenjörer inom området (Hellsmark m. fl., 2016; Köhler m. fl., 2013; Langeland m. fl., 2018). Hellsmark m. fl. (2016) undersöker i en TIS-analys av svenska bioraffinaderier också systemets förmåga att hålla kvar nyckelkompetenser inom fältet. Den faktiska nivån av de kompetenser som finns i systemet kan också mätas (Langeland m. fl., 2018)

Även förändringar av tillgångar som krävs som ett komplement till tekniken, till exempel omkringliggande infrastruktur kan användas som en indikator (Bergek m. fl., 2008). Förändringar av det finansiella kapitalet som till exempel investeringar i forskning och utveckling (Hekkert m. fl., 2007), eller sådd - och riskkapital (Bergek m. fl., 2008) är också indikatorer på systemets förmåga att skapa en marknad för tekniken.

2.2.2 Styrning av sökprocesser

Funktionen styrning av sökprocesser (influence on the direction of search) kan enligt Bergek m. fl. (2008) delas upp i två delar. För det första den kombinerade styrkan hos de incitament som finns för aktörer att ge sig in i innovationssystemet. Sådana incitament kan enligt författarna utgöras av till exempel policys som gör att företag gynnas av att ge sig in i branschen och kriser inom konkurrerande branscher. För det andra nämner Bergek m. fl. (2008) sådant som påverkar i vilken riktning TIS:et rör sig och till exempel vilka specifika tekniker eller tillämpningar man väljer att forska mer på inom TIS:et. Detta kan till exempel handla om aktörer inom systemets uppfattning om vilka tekniker som är mest relevanta eller specifika incitament som gynnar eller missgynnar en viss teknik (Bergek m. fl., 2008).

Ett sätt att mäta funktionens styrka är genom att titta på framtidsstron för tekniken inom TIS:et (Bergek m. fl., 2008). Detta kan till exempel göras genom att undersöka om artiklar som handlar om tekniken benämner den positivt eller negativt (Hekkert m. fl., 2007), hur prognoser för teknikens försäljning i framtiden ser ut (Langeland m. fl., 2018), det intresse som branschens kunder visar för tekniken (Bergek m. fl., 2008), eller framgångar i andra länder som signalerar en ljus framtid för tekniken (Langeland m. fl., 2018). Även de mål som satts upp av myndigheter eller industrier för användning av en viss industri kan användas (Hekkert m. fl., 2007; Hellsmark m. fl., 2016). Detta exemplifieras av Langeland m. fl. (2018) där författarna nämner mål från myndigheter om en koldioxidneutral fordonsflotta till år 2030 som en faktor som påverkar funktionen. Politisk enighet på nationell nivå på området nämns som ytterligare en viktig faktor.

En annan vanlig metod för mätning och analys av funktionen är att undersöka krav, regler och policys (Bergek m. fl., 2008). Langeland m. fl. (2018) nämner som exempel lokala regleringar i Norge, som att elbilar i vissa delar av landet får åka gratis färja, men även mer övergripande krav, regler och policys används (Köhler m. fl., 2013). Ytterligare en viktig analysvinkel är rent finansiella incitament i form av skatter och priser på produkter inom systemet (Bergek m. fl., 2008), offentlig finansiering av forskningsprojekt (Köhler m. fl., 2013) eller stigande priser på produkter inom andra branscher (Langeland m. fl., 2018).

2.2.3 Kunskapsutveckling och spridning

Funktionen kunskapsutveckling och spridning (knowledge development and diffusion) mäter hur bred och djup kunskap som finns inom systemet, hur denna kunskap utvecklas över tid, samt hur kunskapen sprids genom systemet, mellan till exempel olika aktörer, delindustrier eller geografiska områden (Bergek m. fl., 2008). Denna kunskap kan vidare enligt Bergek m. fl. (2008) kategoriseras utifrån var den skapas, till exempel kunskap som kommer från forskning och utveckling, kunskap som kommer från produktion av nya teknologier eller kunskap som kommer av att imitera andra.

Olika indikatorer föreslås och används för att mäta hur kunskap utvecklas i ett TIS. Många av dessa är kopplade till forsknings- och utvecklingsaktiviteter, såsom antalet publikationer, eller professorer kopplade till tekniken i fråga (Bergek m. fl., 2008; Hellsmark m. fl., 2016), styrkan av infrastruktur kring och finansiering av forskning, (Hellsmark m. fl., 2016) och det totala antalet och omfattningen av forsknings- utvecklings och demonstrationsprojekt inom området (Bergek m. fl., 2008; Köhler m. fl., 2013; Langeland m. fl., 2018). Ett sätt att mäta omfattningen av projekten är genom att titta på hur mycket pengar de omsätter (Hekkert m. fl., 2007; Köhler m. fl., 2013). Antal patent föreslås också som en indikator (Bergek m. fl., 2008; Hekkert m. fl., 2007).

Även var den faktiska kunskapsnivån i systemet befinner sig vid ett givet tillfälle och hur den skapas och flyttas kan mätas på flera sätt. Till exempel vad det gäller kunskap om viktiga processer inom industrin (Hellsmark m. fl., 2016), kunskap om teknikens marknad och skalbarhet (Hellsmark m. fl., 2016), kunskap om användares preferenser (Langeland m. fl., 2018) samt en övergripande bedömning om var på lärlurvan tekniken befinner sig (Bergek m. fl., 2008). Dessutom kan det mätas hur effektivt kunskap från olika områden kombineras inom tekniken (Hellsmark m. fl., 2016) samt hur stor del av kunskapen som utvecklas inom systemets gränser och hur mycket som importerar (Langeland m. fl., 2018).

2.2.4 Marknadsbildning

Funktionen marknadsbildning (market formation) utgör helt enkelt skapandet eller utvecklandet av en marknad för tekniken som TIS:et kretsar runt (Bergek m. fl., 2008). Bergek m. fl. (2008) definierar tre delfaser av marknadsbildning: uppstartsfas, nischmarknadsfas och massmarknadsfas utifrån försäljningsvolym och antalet aktörer i TIS:et. Vidare menar författarna att analysen av denna funktion handlar både om att analysera marknadens utveckling, det vill säga i vilken fas den är, och vad som driver eller hindrar denna utveckling.

Att mäta vilken fas marknaden är i kan oftast göras genom att mäta försäljningen av tekniken i mer absoluta termer (Bergek m. fl., 2008). Även hur användningen av produkten eller tekniken är spridd mellan olika användargrupper eller geografiska områden kan användas för att få en mer heltäckande bild av den nuvarande marknaden (Bergek m. fl., 2008; Langeland m. fl., 2018). Mer indirekta mått som antalet installatörer och eftermarknadstjänster kopplade till den specifika tekniken (Bergek, 2019; Köhler m. fl., 2013), samt jämnheten i den geografiska distributionen av dessa tjänster (Langeland m. fl., 2018) kan också användas.

För att undersöka vilka faktorer som driver eller hindrar marknaden används ytterligare ett antal indikatorer. Vanligt är att undersöka policys som gynnar eller missgynnar försäljning av tekniken (Bergek, 2019; Langeland m. fl., 2018) samt hur väl dessa policys fungerar och om de reglerar risk på ett effektivt sätt (Hellsmark m. fl., 2016). Ytterligare faktorer som också påverkar inköpspris och driftskostnader (Langeland m. fl., 2018), samt större globala trender som kan påverka dessa kostnader, exempelvis högre oljepriser (Hellsmark m. fl., 2016) kan också driva eller bromsa marknadsbildning. Till sist kan också sociala normer och hur de gynnar eller missgynnar tekniken i fråga undersökas (Köhler m. fl., 2013)

2.2.5 Entreprenöriellt experimenterande

Bergek m. fl. (2008) introducerar funktionen entreprenöriellt experimenterande (entrepreneurial experimentation) för ett givet TIS som experimenterande och utforskande av nya teknologier och tillämpningar inom systemet. Författarna tydliggör att ju fler och mer diversifierade experiment som äger rum desto starkare är funktionen. Entreprenöriellt experimenterande kan utföras av både nya aktörer inom branschen och etablerade företag som genomgår diversifiering (Bergek m. fl., 2008; Hekkert m. fl., 2007). Hekkert m. fl. (2007) menar på att funktionen är en viktig indikator för hur väl innovationssystemet och de övriga sex funktionerna presterar i stort och Bergek m. fl. (2008) poängterar att entreprenöriellt experimenterande är ett måste för att innovationssystemet ska fortsätta utvecklas och inte stagnera.

Det finns flera exempel på indikatorer som föreslås och/eller används för att mäta och analysera funktionen. En av de vanligaste är antalet nya aktörer som antror marknaden (Bergek m. fl., 2008; Langeland m. fl., 2018), eller möjligheten för nya aktörer att ta sig in på marknaden (Köhler m. fl., 2013). Även antalet diversifierande aktiviteter såsom pilot-, demonstrations- och experimentprojekt hos etablerade aktörer kan användas för att mäta funktionens styrka (Bergek m. fl., 2008; Hellsmark m. fl., 2016; Köhler m. fl., 2013; Langeland m. fl., 2018), till exempel tidiga experiment med elbilar av stora aktörer som Volvo (Langeland

m. fl., 2018). Även styrkan av infrastrukturen kring forskning, samt hur kostsam eller välorganiserad den är kan användas som en indikator (Hellsmark m. fl., 2016), samt hur många nyckelaktörer som kan ta en ledande roll i experimenterandet (Hellsmark m. fl., 2016). Till sist är även diversifieringen av de tekniker som både experimenteras på och används inom systemet, en viktig indikator för att mäta funktionen (Bergek m. fl., 2008; Köhler m. fl., 2013).

2.2.6 Legitimering

Funktionen legitimering (legitimation) handlar enligt Bergek m. fl. (u. å) om hur accepterad och eftersträvsvärd tekniken anses vara av samhället i stort och av relevanta aktörer inom systemet. Författarna poängterar vidare att legitimiteten för ett nytt innovationssystem inte kommer av sig själv, utan ofta möter motstånd från konkurrerande TIS. Legitimitet måste därför skapas ”genom medvetna handlingar av olika organisationer och individer” (Bergek m. fl., 2008, s.417, egen översättning). Dessa handlingar kan inkludera att introducera en ny teknik, presentera den som ett aktuellt alternativ till andra tekniker, att lobba för större resurser för att utveckla tekniken, eller att lobba för gynnsamma policys för tekniken (Hekkert m. fl., 2007).

Enligt Weckowska m. fl. (2024) kan funktionen mätas på två olika sätt. Den första typen av indikatorer handlar enligt författarna om att mäta den uppnådda legitimiteten vid en viss tidpunkt. Detta kan till exempel handla om olika indikatorer som mäter omgivningens inställning till tekniken, såsom beslutsfattaress inställning till tekniken (Rohe & Chlebna, 2021), omfattning och tonläge hos mediebevakning (Weiss & Nemecek, 2021) eller nyckelaktörers tilltro till tekniken (Hellsmark m. fl., 2016). Ytterligare ett sätt är att mäta hur väl tekniken i nuläget passar in med omkringliggande infrastruktur, till exempel hur utbyggt nätverket av laddstolpar är för elbilar (Köhler m. fl., 2013). Langeland m. fl. (2018) använder även omfattningen av industristöd från offentliga aktörer, samt nätverk och konferenser för kunskapsutbyte som tecken på legitimitet.

Den andra typen av indikatorer handlar enligt Weckowska m. fl. (2024) om sådant som driver processen legitimering, alltså indikatorer som tyder på att legitimiteten har goda chanser att öka eller inte. Det kan till exempel handla om omfattning och tillväxt av intresseorganisationer och lobbyaktioner (Hekkert m. fl., 2007; Langeland m. fl., 2018). Även omvärldsfaktorer som kan tänkas gynna eller missgynna legitimiteten för tekniken på sikt kan användas som indikatorer (Langeland m. fl., 2018). Vidare kan också lagar, regler och policys undersökas för att se om tekniken i fråga passar väl in med de bestämmelser som finns (Bergek m. fl., 2008)

2.2.7 Utveckling av positiva externaliteter

(Bergek m. fl., 2008) förklarar att utvecklingen av positiva externaliteter (development of positive externalities) syftar på systemförstärkande effekter, där ett systems aktörer indirekt och kostnadsfritt gynnas av varandras handlingar. Dessa effekter uppstår ofta tydligt när nya verksamheter etablerar sig på en marknad och förbättrar existerande systemfunktioner via sin entré. Detta innebär att positiva externaliteter också ofta är systemöverskridande, där ett TIS kan påverkas positivt av ett annat. (Bergek m. fl., 2008) ger vidare exempel på tre typer av externaliteter som kan bidra med antingen kunskap eller penningvärde, nämligen framväxten av sammanhållna arbetsmarknader, informationsflöden och framväxten av specialiserade leverantörer och tjänster.

Framväxten av sammanhållna arbetsmarknader syftar på att det blivit möjliggjort för olika typer av företag att anställa specialiserade kompetenser inom ett område som tidigare varit relativt outforskat (Bergek m. fl., 2008). Wang (2026) förklarar att när ett TIS börjar etablera sig, bildas kompetenskluster inom diverse regioner som en konsekvens av att företag konkurrerar med varandra. Detta medför en möjlighet till en ökad personalrörlighet bland verksamheter, vilket förstärker systemfunktioner som kunskapsutveckling och spridning. En indikator på denna externalitet är antalet unika aktörer som anställer samma typ av kompetenser, då det visar på att marknaden börjar forma kompetenskluster.

Informationsflöden beskriver att när fler aktörer börjar verka inom ett system, ökar möjligheterna för samarbete samt kunskapsutveckling och spridning bland diverse parter. Bergek m. fl. (2008) och Zhao m. fl. (2026) beskriver hur nya typer av organisering och nätverk kan uppstå när företag börjar samlas inom re-

gioner. Då det sker en samling av kompetenskluster geografiskt, underlättar det för ett informationsutbyte lokalt mellan arbetare, vilket i sin tur kan förstärka funktioner som entreprenöriellt experimenterande och marknadsbildning. En indikator på informationsflöden är geografisk spridning av antal unika aktörer som söker samma typ av kompetenser.

Framväxten av specialiserade leverantörer och tjänster syftar på att när ett innovationssystem börjar expandera och bli mer etablerat, gör ofta nya specialiserade aktörer sin entré. De kan bidra med ny nischad kunskap och därmed stärka funktionen kunskapsutveckling och spridning eller öka systemets legitimitet genom sin närvaro och lösningar på gamla problem. Även kostnader för specifika komponenter kan reduceras genom denna dynamik och funktionen entreprenöriellt experimenterande stärks. En arbetsindelnings börjar ske på marknaden och detta kan mätas genom att undersöka vilka typer av aktörer som gjort entré på marknaden samt vad för tjänster de erbjuder (Bergek m. fl., 2008).

2.3 Elfondon i Sverige som teknologiskt innovationssystem

I denna del presenteras elfondon i Sverige som teknologiskt innovationssystem, samt hur systemet utvecklats över tid.

2.3.1 Beskrivning av systemet och övergripande trender

Som empiriskt fall för att undersöka de olika funktionerna används i denna rapport det teknologiska innovationssystemet kring elfondon i Sverige. Detta inkluderar både omställning inom produktion och tillverkning av fordon i Sverige och omställningen av den svenska fordonsflottan. Fordonsindustrins och fordonsflottans övergripande syfte är att tillhandahålla mobilitet. Fordonselektrifieringens huvudsyfte och därmed också målet för det teknologiska innovationssystemet definieras i denna rapport som att uppnå en fossilfri fordonsflotta till år 2045 genom att ersätta förbränningsmotorer med elmotorer, samt att ställa om produktion av svenska fordon för att matcha detta. De bakomliggande drivkrafterna för elektrifieringen beskrivs som klimatförändringar, samt geopolitisk osäkerhet (Köhler m. fl., 2013).

Köhler m. fl. (2013) beskriver innovationssystemet för fordon med låga koldioxidutsläpp inom EU som ett komplext system där många aktörer samverkar. Nedan beskrivs författarnas uppdelning av detta system, vilken också används som grund för denna rapport. I systemet ingår bland annat fordonstillverkare, vilket omfattar både stora etablerade företag och startups. Vidare ingår leverantörer som tillhandahåller komponenter, batterier och råvaror, vilka utgör en central del av värdekedjan. Universitet och forskningsinstitut spelar också en viktig roll genom att bidra med kunskapsutveckling och forskning. Politiska aktörer styr systemets riktning genom regleringar, styrmedel och incitament. Infrastruktur behövs för att upprätthålla systemets funktion, vilket kan ses både i form av fysisk infrastruktur som laddinfrastruktur, verkstäder och återförsäljare, men även som immateriell infrastruktur i form av kunskap och finansiellt kapital.

Historiskt har den globala fordonsindustrin byggt sin verksamhet kring förbränningsmotorer, vilket skapat starka tekniska och ekonomiska beroenden och inlåsningar där etablerad teknik och befintlig infrastruktur bromsat omställningen (Köhler m. fl., 2013). Köhler m. fl. (2019) beskriver också dessa år som en formativ fas, på väg mot en snabb utveckling för tekniken. Teknikdrivna trender såsom elektrifiering och autonomi förväntas leda till den mest betydande omställningen av fordonsindustrin sedan bilens uppfinning 1885 (Kern & Wolff, u. å). EU har dessutom beslutat att alla nya bilar som säljs inom unionen ska vara utsläppsfria år 2035 (Europaparlamentet och Europeiska unionens råd, 2023). Enligt färdplaner för fordonsindustrin (Fossilfritt Sverige, 2020, 2024) ska Sverige ha en helt fossilfri fordonsflotta år 2045 och år 2030 ska dessutom 50% av nyregistrerade tunga lastbilar och 80% av lätta fordon vara elektriska. Kort sagt befinner sig det sociotekniska systemet kring fordonsindustrin globalt och i Sverige under ett omfattande landskapstryck, som tvingar systemet till förändring. Under tidigt 2010-tal innebar denna förändring till stor del effektivisering av dåvarande förbränningsmotorer (Köhler m. fl., 2013), medan trenden senare gått mot elfondon som den dominerande tekniken för att sänka utsläpp från transportsektorn (Langeland m. fl., 2018).

Langeland m. fl. (2018) analyserar omställning av det nordiska transportsystemet genom att tillämpa TIS-ramverket på sex innovationer, där elektrifiering är en av dem. Rapporten sammanställer studier av elektrifieringens legitimitet i Norden och konstaterar att acceptansen för tekniken år 2018 hade ökat både bland

befolkningen och inom industrin. Man pekar dels på ökningen av intresseorganisationer, lobbyorganisationer och plattformar för forskning och utveckling som tecknen på ökad legitimitet hos befolkningen, samt stigande oljepriser och en växande klimatdebatt som faktorer som ökat legitimiteten för tekniken inom den svenska bilindustrin.

2.3.2 Historisk utveckling

Bedömningar från svenska myndigheter tyder på att utvecklingen av elfordon och omställningen till en koldioxidneutral fordonsflotta i Sverige bromsats in något de senaste åren.

Enligt myndigheten Trafikanalys (2025) ökade utsläppen av växthusgaser år 2024, till stor del till följd av lägre reduktionsplikt och lägre skatter på drivmedel. Vidare lyfter man att andelen laddbara fordon av nyregistrerade bilar minskade, att försäljning av begagnade men relativt nya elbilar från Sverige till andra länder ökade och att andelen laddbara fordon av nyregistrerade bilar minskade för första gången från år 2023 till 2024. Till sist menar man att det inte finns något som pekar på att Sveriges etappmål om 70% minskning av växthusgaser från år 2010 till år 2030 (Regeringen, 2017) kommer att nås. Klimatpolitiska rådet (2025) menar på att elektrifieringstakten för fordon i Sverige har saktats in de senaste åren, samt att mycket tyder på att omställningen går långsammare än de scenarion som regeringen utgått från. Man lyfter vidare att detta kan leda till att Sveriges övergripande åtaganden från EU om utsläppsminskningar till år 2030 riskerar att inte uppnås.

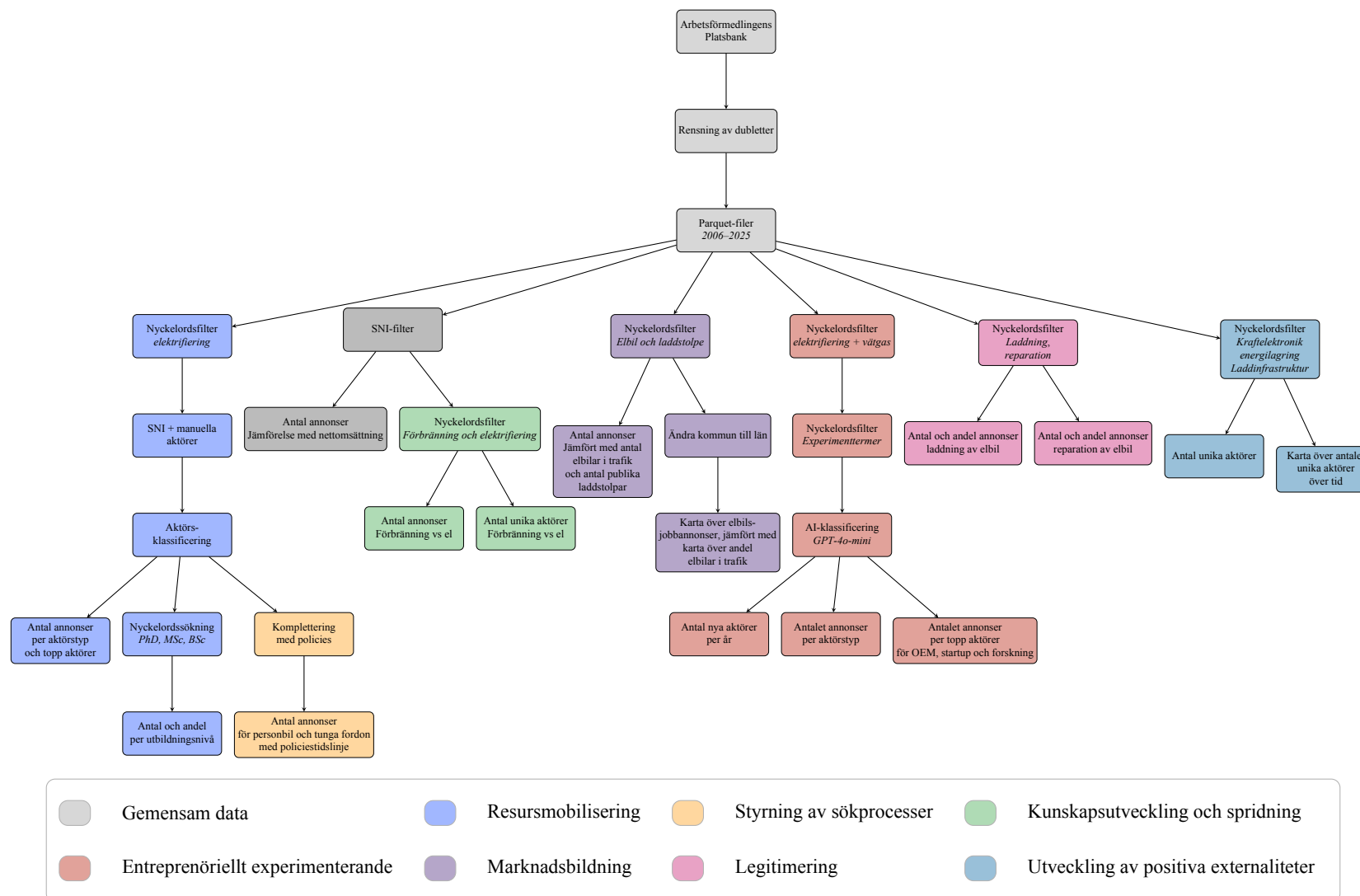
Den europeiska fordonsindustrins konkurrenskraft påverkas av att utvecklingen i andra regioner sker i snabb takt. Särskilt Kina har uppvisat en snabb expansion inom elektrifierade fordon (Williams, 2026), där aktörer gynnas av statliga subventioner, lägre arbets- och energikostnader samt kontroll över central råmaterial, vilket möjliggör både kostnadseffektiv produktion och snabb uppskalning (Simonazzi, 2025; Stephen Ezell, 2024).

3

Metod

I syfte att besvara studiens frågeställningar tillämpades en kvantitativ metod baserad på historiska platsannonser från Arbetsförmedlingen. Studien var av explorativ och deskriptiv karaktär enligt Casula m. fl. (2020) definition. Detta eftersom den syftade till att dels på ett utforskande sätt identifiera och konstruera möjliga indikatorer för TIS-funktioner utifrån platsannonserdata, och dels på ett beskrivande sätt analysera hur dessa funktioner utvecklats.

Metoder för att mäta indikatorer för respektive funktions styrka med hjälp av platsbankens dataset utgick från en gemensam grund, för att sedan differentieras. Först bearbetades rådatan för enklare hantering. Bearbetningen bestod av bland annat komprimering av datan och rensning av dubletter. Vidare berikades denna data med hjälp av andra dataset, för att få tillgång till saker som kommunkod för annonsen och SNI-koder (branschkod) för de olika företagen i delar av datasetet. Lämpliga indikatorer för att mäta funktionernas styrka med hjälp av datasetet valdes ut. Dessa baserades i stor utsträckning på exempel från tidigare studier vilka presenterats i Tabell 2.1. Valet baserades både på vilka indikatorer som ansågs kompatibla med datasetet och rimliga inom projektets tidsram. Indikatorerna mättes med hjälp av filtrering och vidare analys av datasetet. Till sist jämfördes resultatet från analyserna med extern data och annan litteratur för att utvärdera metodernas prestanda. I detta kapitel ges först en överblick av studiens metodflöde i Figur 3.1 och sedan information om platsbankens dataset. Därefter presenteras de generella metoder som använts i projektet och till sist specifika metoder för varje funktion och indikator mer ingående.



Figur 3.1: Översikt av metodflödet från råa platsannonser till funktionsspecifika analyser.

3.1 Databearbetning och generella metoder

I detta avsnitt presenteras det dataset som legat till grund för projektet. Vidare ges en genomgång av hur detta dataset bearbetats initialt och två generella metoder som använts i mätningen av flera funktioner och indikatorer.

3.1.1 Datasetet från platsbanken

Arbetsförmedlingens platsbank är en annonstjänst för jobb på den svenska arbetsmarknaden (Arbetsförmedlingen, u. å). Alla jobbbannonser som publicerats på platsbanken sedan 2006 finns samlade i ungefär 4 GB stora årliga JSONL-filer. Varje annons i datasetet har åtminstone en titel och en beskrivande text som förklarar vilken tjänst som efterfrågas och många annonser innehåller dessutom ytterligare data som till exempel krav på efterfrågade kompetenser, eller vilket företag som ligger bakom annonsen.

För att använda Arbetsförmedlingens historiska data för systemanalys bearbetas och filtreras den. Filerna var stora och strukturen skiljde sig från år till år. Bland annat varierade vilka fält som fanns och vilka som var ifyllda. Även fält som konsekvent var ifyllda över tid skiljde sig mellan olika annonser beroende på hur annonsen var skrivna, exempelvis om företagets namn stod i rubriken eller inte. Även annonsbeskrivningarna skiljde sig mellan olika annonser i både längd och kvalitet på innehåll. Dessutom uppmärksammades "brus" i datan, som felstavningar av nyckelord samt dubletter. Slutligen saknade många annonser, framförallt äldre, etiketter kopplade till arbetsgivare. För att hantera dessa metodologiska utmaningar presenteras i underavsnitt 3.1.2 de metoder som använts för databehandling.

3.1.2 Bearbetning av data

För att minska datasetets storlek konverterades Arbetsförmedlingens publika JSONL-filer i ett första steg till Parquet-filer där data sorterades i kolumner istället för rader. Flera fält filtrerades bort ur de ursprungliga filerna. De som behölls var fälten datum, rubrik, beskrivning, arbetsgivare, kommunkod och yrke, eftersom de fanns i de flesta annonser och ansågs relevanta för kommande analys. Innehållet i samtliga kategorier gjordes om till gemener, och där innehåll saknades för någon av annonserna ersattes det med `null`-värdet. För att kunna sortera annonserna i kronologisk ordning och identifiera dubletter skapades även för varje annons ett unikt id baserat på dess datum och ett md5-hash. Rensningen av dubletter minskade det totala antalet annonser från ursprungliga 10 867 834 till 9 592 813 stycken.

Vid analys samlades Parquet-filerna som DataFrames, en för varje år i datasetet, med hjälp av programbiblioteket Polars (Vink, 2024). Anledningen till att använda DataFrames i Polars var för att kunna använda dess `lazy read`-funktion som snabbare kunde läsa in filerna jämfört med DataFrames i exempelvis Pandas (The pandas development team, 2024). DataFrames ger generellt en enkelt överskådlig tabell över datan och är enkel att hämta data ifrån för att visualisera i andra format med hjälp av andra verktyg.

För att möjliggöra geografiska analyser användes kolumnen kommunkod för annonserna i Parquet filerna i kombination med ett digitalt kommunkodsregister från Statistiska centralbyrån (u.å). Detta för att få kommunens namn och koordinater, samt vilken region med tillhörande regionkoordinater kommunen tillhör. Detta gjordes med hjälp av programbiblioteket Geopandas (GeoPandas developers, 2026) för att extrahera positioner och namn från geografidatafilen i gpkg-format till en mer hanterbar csv-fil. Jobbbannonser kunde därmed kopplas till specifika platser inom Sverige.

För att berika, filtrera, kategorisera och analysera den bearbetade datamängden användes en kombination av olika typer av metoder för indikatorerna av de olika systemfunktionerna. De flesta analyserna använde dock någon typ av nyckelordsfiltrering, vilken beskrivs nedan. Därefter förklaras metoden som använts för SNI-kodsfiltrering i vissa metoder.

3.1.3 Filtrering genom nyckelord

För att identifiera och analysera relevanta annonser i datasetet utnyttjades för alla indikatorer av systemfunktionerna någon typ av nyckelordsanalys. Den i Polars inbyggda filter-funktionen användes i kombination med Regular Expressions på kolumnerna rubrik och beskrivning för en viss uppsättning nyckelord. Vissa

nyckelord var tvungna att finnas i antingen rubrik eller beskrivning medan andra var tvungna att finnas i specifikt rubrik, eller specifikt beskrivning. Uppsättningarna av nyckelord valdes på olika sätt, manuellt eller med AI och iterativt med validering för att säkerställa att rätt annonser sorterades ut. Efter filtreringen sparades de filtrerade annonserna och sammanställdes, analyserades och validerades.

För att visualisera antalet annonser för varje år som matchade nyckelordssökningarna användes olika typer av figurer som framställdes med hjälp av Matplotlib (The Matplotlib development team, 2024), Geopandas (GeoPandas developers, 2026) och Seaborn (Waskom, 2024). Matplotlib användes för att generera tvådimensionella linjegrafer som visade på samband över tid, Geopandas användes för att skapa geografiska visualiseringar över Sverige och Seaborn användes för att skapa heatmaps.

3.1.4 Aktörsfiltrering genom SNI-kod

För flera indikatorer användes även en aktörsfiltrering av platsannonserna med hjälp av SNI-koder. Denna filtrering gjordes i två steg; först identifierades relevanta aktörer, därefter filtrerades annonserna efter aktören som publicerat annonsen.

För att identifiera relevanta aktörer användes databasen Retriever Business för inhämtning av namn och organisationsnummer av företag inom fordonsindustrin, samt namn och organisationsnummer av eventuellt moderbolag eller koncern (Retriever, 2026). I och med begränsningar i Retriever Business exportfunktion krävdes här även ett extra steg för att hämta alla historiska namn av de identifierade företagen, vilket var nödvändigt då platsannonserna från Arbetsförmedlingens öppna data endast inkluderar organisationernas namn vid publiceringstillfället och helt saknar organisationsnummer eller liknande id. Steget inkluderade först export av organisationsnummer av företag inom SNI-kod 29, och därefter scraping av användargränssnittet för att extrahera ytterligare information om varje företag.

Därefter filtrerades samtliga annonser i två steg. Först genom matchning av arbetsgivare-fältet, sedan genom fritextsökning av annonsens rubrik- och beskrivningsfält. Endast annonser som antingen är direkt publicerade av eller nämner en av organisationerna i registret från ovan ansågs relevant och behölls. Vid matchningen av rubrik och beskrivning normaliserades först både företagsnamnen och texten till endast gemener och alla icke-alfabetiska tecken ersattes med blanksteg. Därefter utfördes sökningen där första företagsnamnet som nämns antogs vara den publicerande aktören.

3.1.5 Mätning av övergripande utveckling

För att få en övergripande bild över fordonsindustrin sammanställdes två figurer som beskriver fordonsindustrins utveckling under mätperioden 2006–2025. Dessa avser dels branchens omsättningsutveckling samt fordonsindustrins totala annonsvolym jämfört med totala antal annonser på Arbetsförmedlingen.

Datan med omsättning hämtades från SCB:s statistikdatabas för SNI-kod 29 ”Industri för motorfordon, släpfordon och påhängsvagnar” (Statistiska centralbyrån, 2026). Måttet är ett omsättningsindex med basåret 2021, beräknat i fasta priser samt kalenderkorrigerat. Med det menas att det är justerat för inflation samt för eventuella skillnader i arbetsdagar mellan perioder. Datan som hämtades var per månad, och sammanräknades till årsmedelvärden för att möjliggöra jämförelse med övriga årsbaserade analyser i studien.

Den andra figuren togs fram genom att räkna det totala antalet annonser i Arbetsförmedlingens platsbank per år, samt antalet annonser avgränsat till fordonsindustrin enligt aktörsfiltreringen beskriven i 3.1.4 med samma SNI-kod som ovan.

3.2 Mätning av indikatorer för systemfunktioner

För att mäta funktionernas styrka identifierades indikatorer från tidigare TIS-analyser som ansågs mätbara för respektive funktion. De indikatorer som mättes och dess metoder för respektive funktion visualiseras i Figur 3.1. Nedan presenteras de specifika kombinationer av metoder som användes för att mäta och analysera respektive funktion med tillhörande indikatorer mer ingående.

3.2.1 Resursmobilisering

För funktionen resursmobilisering lades fokus på att undersöka hur väl systemet mobiliserat humankapital, eftersom finansiellt kapital är svårt att mäta med datasetet och komplementärt kapital i viss utsträckning mäts i andra funktioner (se till exempel underavsnitt 3.2.6). För att göra detta mättes den totala efterfrågan på kompetenser kopplade till elbilar, vilka typer av aktörer som efterfrågat denna kompetens och vilka utbildningsnivåer annonserna kopplade till elbilskompetenser krävt. För att filtrera och kategorisera annonser användes en kombination av nyckelordsfiltrering, SNI-baserad aktörsfiltrering och aktörsklassificering med hjälp av en språkmodell.

För att sortera ut annonser kopplade till elektrifiering av fordonsindustrin och fordonsflottan utfördes först en nyckelordsfiltrering. För denna baserades sökmönstret på olika kategorier av ord: teknik (ex. batteri, BMS, kraftelektronik), användning (ex. elbil, elfordon, BEV, PHEV) och komplementär infrastruktur (ex. laddstation, vehicle-to-grid, bränslecell). Både svenska och engelska termer användes. Nyckelorden söktes inom fälten titel och beskrivning och om ett av nyckelorden fanns med i annonsen behölls den. Efter denna filtrering återstod ca 100 000 annonser.

Därefter utfördes en SNI-baserad aktörsfiltrering vilken beskrivs mer ingående i underavsnitt 3.1.2. Detta för att ytterligare filtrera datan och sortera bort aktörer som inte är kopplade till fordonsindustrin. Detta kompletterades med en handplockad lista över aktörer som inte täcks av SNI-koderna men är relevanta för systemet, däribland universitet (Chalmers, KTH, LTH m.fl.), forskningsinstitut (RISE, AVL MTC), teknikkonsulter (AFRY, Alten, Semcon, Etteplan m.fl.), nya biltillverkare och teknikbolag som Polestar, Einride och NEVS samt batteritillverkaren Northvolt. Det slutgiltiga datasetet omfattade ca 23 000 annonser. Det totala antalet annonser och det normerade antalet annonser (antal annonser i filtrerat dataset per 100 000 annonser i ursprungligt dataset) per år räknades och visualiserades.

I detta dataset identifierades därefter 258 unika aktörer vilka klassificerades med hjälp av en språkmodell (GPT-4o-mini) i nio aktörstyper: OEM personbil (t.ex. Volvo Cars, Polestar), OEM kommersiell (t.ex. Scania, Volvo Group), OEM annat elfordon (t.ex. tillverkare av elcyklar och eldrivna arbetsmaskiner), batteriproduktion (t.ex. Northvolt, NOVO Energy), komponentleverantör (t.ex. Bosch, Veoneer), mjukvara/IT (t.ex. CEVT, Zenseact), konsult/bemanning (t.ex. AFRY, Etteplan), forskning (t.ex. RISE, KTH) och energi/laddning (t.ex. Vattenfall, Ctek). I denna studie avser OEM (Original Equipment Manufacturer) slutproducenter av fordon som säljs under eget varumärke. Antalet annonser per år för respektive aktörstyp, samt antal annonser per aktör för de 15 största aktörerna sammanställdes och visualiserades.

För att kartlägga vilken utbildningsnivå som efterfrågades i de filtrerade annonserna användes dessutom en regex-baserad nyckelordssökning som identifierade förekomsten av termer kopplade till tre nivåer: PhD (PhD, doktorand, doktorsexamen, postdoc), MSc (MSc, civilingenjör, masterexamen, master's degree) och BSc (BSc, bachelor, kandidatexamen, högskoleingenjör). Sökningen utfördes över annonsens rubrik, yrkeskategori och beskrivning, och en annons kunde klassificeras till flera nivåer samtidigt om flera krav angavs. Antal, samt andel annonser för respektive utbildningsnivå per år sammanställdes och visualiserades.

3.2.2 Styrning av sökprocesser

För funktionen styrning av sökprocesser studerades offentliga skatter, krav, regler och policyåtgärder och sambandet mellan dessa och rekryteringsmönster. Detta för att skapa en bild av i vilken utsträckning policyer påverkat mobiliseringen av resurser i systemet. En policyöversikt sammanställdes utifrån material hämtat från bland annat Sveriges riksdag.

Datasetet som användes för denna funktion var samma som i funktionen resursmobilisering, där nyckelords- och aktörsfiltrering i kombination med aktörskategorisering använts. För denna analys användes emellertid endast annonserna med aktörskategorisering OEM personbil och OEM kommersiell, för att skapa en bild av hur policyer påverkat lätta respektive tunga fordonsindustrin. Antalet annonser per aktörstyp och år i kombination med policyer visualiserades i en tvådelad figur med gemensam tidsaxel. Policyer kategoriserades även efter sådana som i första hand påverkat personbilar, i första hand påverkat tung trafik och påverkat båda aktörstyperna.

3.2.3 Kunskapsutveckling och spridning

För att mäta prestandan av funktionen kunskapsutveckling och spridning enligt definitionen ovan valdes två indikatorer ut: antal annonser som efterfrågar kompetenser och yrkestitlar relaterade till elbilar över tid, samt antalet aktörer som efterfrågar relevanta kompetenser och yrkestitlar över tid. Tillsammans förväntades indikatorerna skapa mått på dels den totala kunskapen i systemet och dels dess utveckling över tid.

Som ett första steg filtrerades samtliga annonser i datasetet baserat på den anställande organisationens SNI-kod enligt metod beskriven i underavsnitt 3.1.4. Valda SNI-koder var alla med prefixet 29.

Därefter applicerades en nyckelordsfiltrering på det filtrerade datasetet. Syftet var att sortera ut de annonser som efterfrågar kompetens inom, eller på något sätt relaterar till, förbränningsmotorer respektive el- och batteriteknik. Förbränningsmotorer togs med som en alternativ teknik för jämförelse. Två nyckelordslistor skapades och nyckelord valdes genom att manuellt söka efter relevanta annonser och identifiera ord som användes inom respektive teknik. De identifierade nyckelorden presenteras i tabell 3.1 nedan.

Förbränningsmotorfordon och relaterad teknik	Elfordon och relaterad teknik
förbränningsmotor, internal combustion engine, combustion engine, exhaust, intake, fuel systems, förbränningsmotorer, direktinsprutade ottomotorer, förbränningsnära, emissionskalibrering, förbränningsmotorkunskap, avgas, bränslesystem	elbil, electric vehicle, high-voltage, high voltage, batteries, inverters, hv components, batteriarbete, advanced battery systems, hv-batterier, batteri-byggnationstekniker, batterier, pilot plant battery assembly, batteriteknik, batterifabrik, batterimontering, batteriladdning, e-motors, electric, elmotor, elmotorer, li-ion, hv-batteripack, batterisystem

Tabell 3.1: Nyckelord för filtrering, förbränningsmotorfordon respektive elfordon.

För att mäta antal annonser som efterfrågade relevanta kompetenser och yrkestitlar över tid sammanställdes och visualiserades antalet annonser per år för respektive teknologi för det filtrerade datasetet. För antalet aktörer som efterfrågar relevanta kompetenser och yrkestitlar över tid sammanställdes istället antalet unika aktörer per år. En aktör identifierades i första hand som koncernbolaget, i andra hand moderbolaget och i sista hand företaget som publicerat annonsen.

3.2.4 Marknadsbildning

För att mäta funktionen marknadsbildning med hjälp av platsbankens dataset mättes och visualiserades antalet jobbannonser kopplade till elbilar per år, antalet annonser kopplade till laddinfrastruktur per år och den geografiska fördelningen av dessa för 2025. Den totala annonsmängden kopplade till elbilar studerades för att få en bild av den breda marknads utveckling över tid. Annonser kopplade till specifikt laddinfrastruktur undersöktes för att utvärdera indikatorn om installatörer och eftermarknadstjänster relaterade till den undersökta marknaden. Den geografiska fördelningen av de elbilsrelaterade jobbannonserna undersöktes för att förstå indikatorn om marknads geografiska distribution. Dessutom sammanställdes och presenterades resultat från extern data för jämförelse.

Till att börja med skapades två nyckelordslistor, en kopplad till elbilar och dess användning generellt och en kopplad till laddinfrastruktur. Listan kopplad till elbilar bestod av orden elbil* och elfordon. För listan kopplad till laddinfrastruktur användes orden *laddstolp*, laddbox*, *laddinfrastruktur* och *elbilsladd*.

Listorna användes för att filtrera datan med hjälp av två olika nyckelordssökningar. Den första sökte efter annonser som innehöll ett nyckelord från åtminstone någon av de två listorna. Den andra filtrerade ut annonser som innehöll nyckelord från listan kopplad till laddinfrastruktur, men uteslöt alla annonser som innehöll nyckelorden elbil* eller elfordon. Sökningarna gjordes i både rubrik och beskrivning. Andelen annonser av det totala antalet annonser per år sammanställdes och visualiserades för de två filtreringarna.

Dessutom visualiserades antalet annonser per län år 2025, för den första datafiltreringen. Detta gjordes genom att byta ut kolumnen för kommunkod i Parquet-filen för 2025 till motsvarande län. Genom att dividera

antalet matchade annonser med totala antalet annonser för respektive län återficks andelen jobbannonser kopplade till elbilsmarknaden för varje län. Denna geografiska distributionen av andelen matchade annonser visualiserades på en karta med hjälp av GeoPandas.

För att möjliggöra en utvärdering av datasetets förmåga att bestämma marknadsfunktionen genom triangulering sammanställdes relaterad extern data. För att kunna utvärdera indikatorn gällande teknikens storlek och relaterade eftermarknadstjänster valdes extern data över antalet elbilar i trafik eftersom detta ansågs vara ett lämpligt mått på elbilars faktiska användning, samt antalet publika laddstolpar mellan 2012 och 2025. Den något förskjutna starten för tidsperioden av den externa datan valdes utifrån vad som fanns tillgängligt. För att kunna utvärdera indikatorn gällande den geografiska spridningen av tekniken användes samma externa data över antalet elbilar i trafik med tillägget vilket län de tillhör och enbart för 2025. Detta räknades också om till andelen elbilar i trafik per län mot det totala antalet bilar med även andra drivmedel än el i trafik per län, i likhet med hur matchade annonser från datasetet räknades om till andelen av totala annonser för 2025. Visualiseringen av den externa datan för båda delar gjordes på samma sätt som för visualisering av annonser från datasetet, med ändringen av andelen och antalet till att stämma överens med den externa datan.

3.2.5 Entreprenöriellt experimenterande

För att övergripande mäta funktionen entreprenöriellt experimenterande undersöktes antalet annonser kopplade till funktionen och elbilsindustrin per år. För att studera underliggande indikatorer undersöktes även antalet nya aktörer bland dessa annonser per år. Annonserna kategoriserades också utifrån specifika aktörer, aktörstyp och teknikspår för att studera saker som forskningsinfrastrukturens styrka och den teknologiska mångfalden i systemet.

Som ett första steg filtrerades datan genom att kombinera fordonsrelaterade nyckelord med tekniska termer kopplade till elektrifiering och vätgas enligt vad som beskrivs i underavsnitt 3.1.3. Att vätgas studeras inom denna funktion beror på att det är en nischad teknik inom fordonsindustrin och därmed i sig indikerar experimentell verksamhet, trots att den inte är direkt kopplad till elektrifiering. Nyckelorden söktes på fälten titel och beskrivning och en matchning av både fordonsord och elektrifieringsord krävdes. Detta resulterade i ett delmaterial på ca 20 000 annonser. Därefter applicerades ytterligare ett filter som baserades på nyckelord kopplade till experimenterande, som prototyp, testbädd, pilot och R&D. Detta resulterade i ett dataset på ca 5000 annonser.

Efter nyckelordsfiltrering användes sedan en AI-modell (GPT-4o-mini) för att klassificera de kvarvarande annonserna. Temperaturen, en parameter som påverkar hur mycket variation modellens svar tillåter, sattes till noll. Vid värdet noll genererar modellen alltid samma svar givet viss indata, vilket säkerställer reproducerbarhet och konsistens i klassificeringen. Klassificeringen av annonserna utgick från en prompt som instruerade modellen att bedöma längs tre dimensioner:

- Rollens karaktär: Om tjänsten innebär experimenterande, utveckling eller prototyparbete
- Aktörens karaktär: Om arbetsgivaren utgörs av en etablerad aktör som diversifierar eller startup
- Annonstens kontext: Om ord som prototyp, pilot fanns med i annonsen

För att en annons skulle klassas som ja, var två av dessa dimensioner tvungna att vara uppfyllda. En annons klassades som delvis om en dimension var uppfylld, och annars nej. Modellen instruerades att klassificera ja om den var osäker mellan delvis och ja. Utöver ja-, delvis- och nejklassificeringen kategoriserade modellen efter typ av experimenterande, aktörstyp och teknikspår. Aktörstyperna utgjordes av OEM, leverantör, konsult, forskning, startup, och offentligt. Efter AI-klassificeringen återstod ca 1500 ja-klassificerade annonser. Dessa valideras manuellt och slumpmässigt. Slutligen korregerades datan manuellt där felaktiga aktörstyper rensades och korregerades, olika varianter av namn på samma bolag slogs ihop och teknikspår korregerades.

Till sist sammanställdes och visualiserades det totala antalet annonser per år och aktörstyp, antalet nya unika aktörer per aktörstyp och år, antal annonser för de 5 största aktörerna inom aktörstyperna OEM, Startup och Forskning per år. Vidare visualiserades totalt antal annonser över hela tidsspannet per aktörstyp som tillhörde ett visst teknikspår och andel annonser per aktörstyp och teknikspår.

3.2.6 Legitimering

För att mäta hur väl systemet passade in med delar av den omkringliggande infrastrukturen, och ge en indikation på dess rådande legitimitet över tid, mättes antalet annonser kopplade till laddning respektive reparation av elbilar. Omfattningen av omkringliggande infrastruktur mättes genom att med hjälp av nyckelordsfiltrering sortera ut annonser som innehöll tjänster kopplade till laddning respektive reparation av elbilar. Listor med nyckelord uppdaterades iterativt för att få ut rätt typer av annonser.

För annonser kopplade till laddning skapades en lista med nyckelord för annonstiteln och en lista med nyckelord för annonsbeskrivningen. Om någon av eller båda dessa listor gav en matchning sparades annonsen. För att sortera ut annonser kopplade till reparation skapades en lista med nyckelord kopplade till yrkestitlar som innebar reparation av bilar och en lista med kompetenser kopplade till elbilar. För att en annons skulle räknas som en matchning var åtminstone ett ord från listan med yrkestitlar tvunget att finnas i annonsens titel och ett ord från listan med kompetenser tvunget att finnas i annonsens beskrivning. Antalet annonser per år kopplade till reparation respektive laddning sammanställdes och visualiserades.

3.2.7 Utveckling av positiva externaliteter

I syfte att utvärdera den effekt positiva externaliteter haft på systemets funktioner identifierades två indikatorer som mätbara med datasetet: Antal unika aktörer som anställer samma typ av kompetenser över tid, samt nätverkande och organisatorisk spridning av kunskap via de unika aktörernas geografiska utbredning. Dessa indikatorer kopplades till varsin externalitet utifrån vilka systemförstärkande effekter analyserades. Då denna funktion påverkas mycket av de andra, är det möjligt att indikatorerna och resultaten från mätningarna av föregående systemfunktioner överlappar.

Antalet unika aktörer som anställt samma typ av kompetenser undersöktes genom en nyckelordsökning på det filtrerade datasetet av annonser som erhöles enligt underavsnitt 3.1.2. Sökningen delades in i tre olika kompetenskluster: ”Engergilagring”, ”Kraftelektronik” och ”Laddinfrastruktur”. För varje typ av kompetens skapades det två uppsättningar av nyckelord som valdes ut dels manuellt och delvis med hjälp av språkmodellen Gemini. Ena uppsättningen innehöll en typ av roll relaterad till kompetensen, exempelvis ingenjör eller systemutvecklare. Andra uppsättningen innehöll nyckelord relaterade till teknologin bakom den specifika kompetensen, som exempelvis batteri, cell eller kabelnätverk. Både teknologiska och rollspecifika nyckelord behövde återfinnas i antingen rubrik eller beskrivning för att annonsen skulle räknas till en av kompetensklustren. Vidare reducerades datasetet ner ytterligare genom aggregering via funktionen `nunique` som räknade hur många unika aktörer som sökte föregående kompetenser över tid. Tidigare aktörsfiltrering exkluderades i denna analys med hänvisning till teorin då positiva externaliteter är systemöverskridande. En linjegrav med tre linjer, en linje per efterfrågan av kompetens skapades sedan för att visualisera efterfrågan över tid.

Aktörernas geografiska utbredning utvärderades via en utveckling av den aggregerade data som visade antal unika aktörer som eftersöker en kompetens. Annonsernas kommunkoder bearbetades för att möjliggöra en geografisk placering. Därefter erhöles tre csv-filer med fyra kolumner för varje typ av kompetens. Kolumnerna innehöll: kommun, typ av kompetens, år och antal unika aktörer. Csv-filerna delades sedan upp i tre perioder: 2006–2012, 2013–2019, 2020–2025. Antalet unika aktörer som anställde samma typ av kompetens summerades sedan per kommun för varje period, därefter visualiserades klusterbildningar och hur kompetensefterfrågan spridit sig rumsligt per period via tre kartor per kompetens.

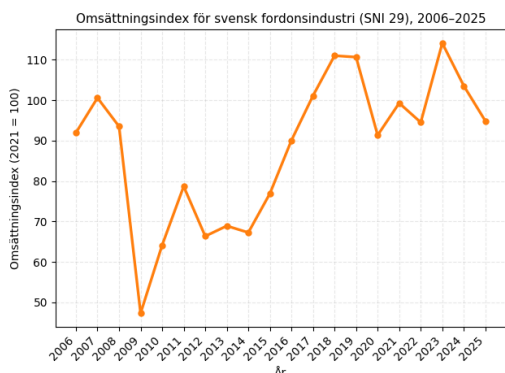
4

Resultat

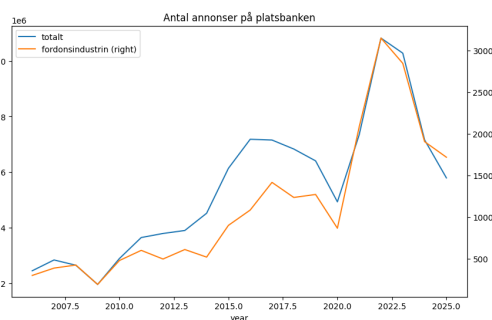
Resultatet i detta kapitel är baserat på platsannonser från Arbetsförmedlingens Platsbank publicerade under perioden 2006–2025, där jämförelser med andra datakällor förekommer. Kapitlet inleds med fordonsindustrins övergripande utveckling under perioden vilken används som referenspunkt för analysen. Sedan presenteras resultat för respektive funktion i TIS-ramverket.

4.1 Fordonsindustrins övergripande utveckling

I detta avsnitt presenteras två figurer som beskriver fordonsindustrins generella utveckling under mätperioden. Figur 4.1 visar en graf över fordonsindustrins (SNI-kod 29) totala omsättning. I Figur 4.2 visualiseras dels det totala antalet annonser på Arbetsförmedlingens Platsbanken och dels antalet annonser inom fordonsindustrin.



Figur 4.1: Fordonsindustrins (SNI 29) omsättningsindex över tid, mot basåret 2021 i fasta priser. Egen bearbetning baserat på data från (Statistiska centralbyrån, 2026).



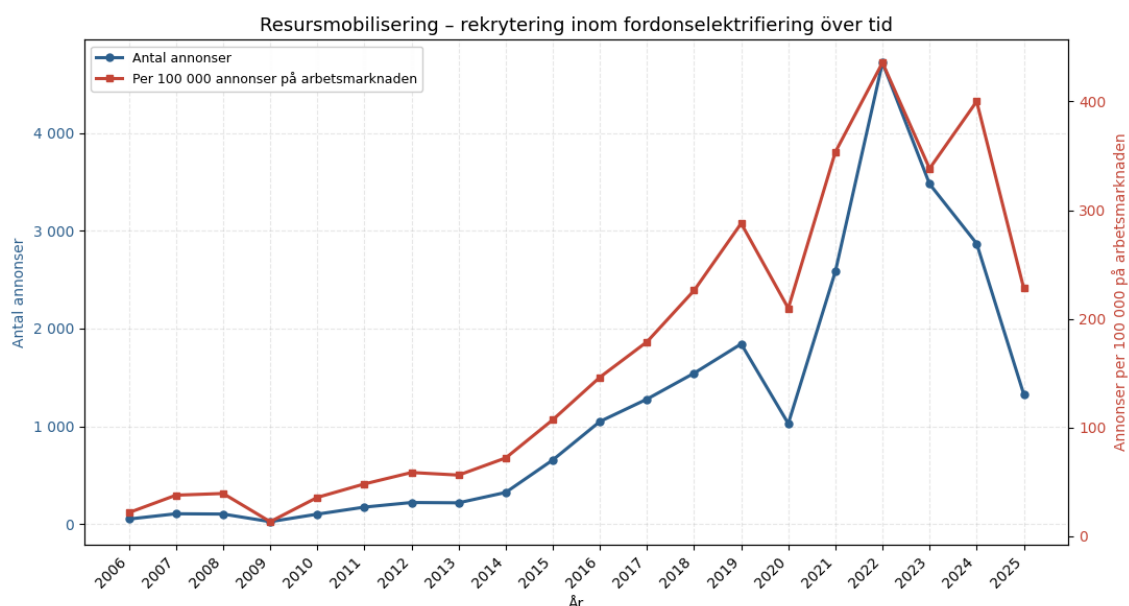
Figur 4.2: Totalt antal annonser på Arbetsförmedlingens Platsbanken (blå linje, vänster skala) samt totalt antal annonser inom fordonsindustrin framtaget med SNI-kod 29 (orange linje, höger skala) för 2006–2025.

Figur 4.1 visar att fordonsindustrins (SNI 29) omsättning från 2009 uppvisat en kraftig tillväxt fram till 2018, varefter den uppvisar större variationer med en markant nedgång under 2020 följt av återhämtning. Figur 4.2 visar antalet jobbannonser inom fordonsindustrin jämfört med det totala antalet annonser i Platsbanken under samma period. Annonsvolymen i fordonsindustrin följer den övergripande utvecklingen på Platsbanken som helhet, båda med en gradvis uppgång fram till 2020 följt av en kraftig topp 2022 och en nedgång därefter.

4.2 Resursmobilisering

I detta kapitel presenteras resultatet av mätningarna för funktionen resursmobilisering. Datamaterialet är framtagen för att se hur aktörer efterfrågar kompetens inom elektromobilitet.

Inledningsvis presenteras här i Figur 4.3 en bild av hur systemet mobiliserar humankapital i form av den totala efterfrågan på fordonselektrifieringskompetens för systemet över tid. Figuren ger en bild av mängden rekrytering i form av totalvolymen av annonser inom branschen.

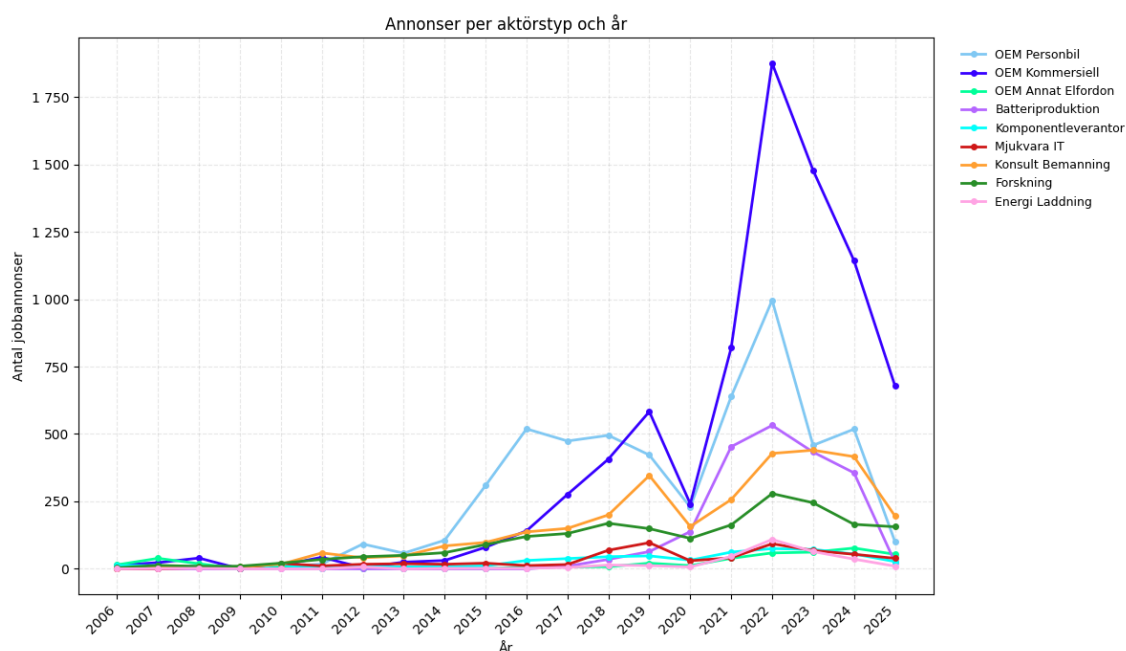


Figur 4.3: Totalt antal annonser kopplade till elektrifiering av fordonsindustrin (blå linje, vänster skala) samt andel av samtliga annonser på Platsbanken (röd linje, höger skala)

Figur 4.3 visar utvecklingen av den totala efterfrågan på kompetens inom fordonselektrifiering baserat på platsbankens data. Efterfrågans utveckling visualiseras både som antalet och andelen relaterade annonser mot det totala antalet annonser. Av figuren framgår det att båda dessa följer samma mönster för hela perioden för datasetet, vilket gör att figuren återspeglar en utveckling som är specifikt relaterad till annonser inom fordonselektrifieringen. Den inledande perioden 2006–2014 visar en låg aktivitet av annonser inom fordonselektrifieringen. Därefter visualiseras en betydande tillväxt av resursmobiliseringen i form av ökningen fram till 2022, med en avvikande dip under år 2020. Efter 2022 minskar antalet relaterade annonser fram till 2025.

4.2.1 Fördelning av mobilisering per aktörstyper

Detta avsnitt beskriver hur mobiliseringen av efterfrågan på kompetens inom fordonselektrifiering fördelas mellan olika typer av aktörer i systemet. Denna fördelning av aktörer presenteras i Figur 4.4.

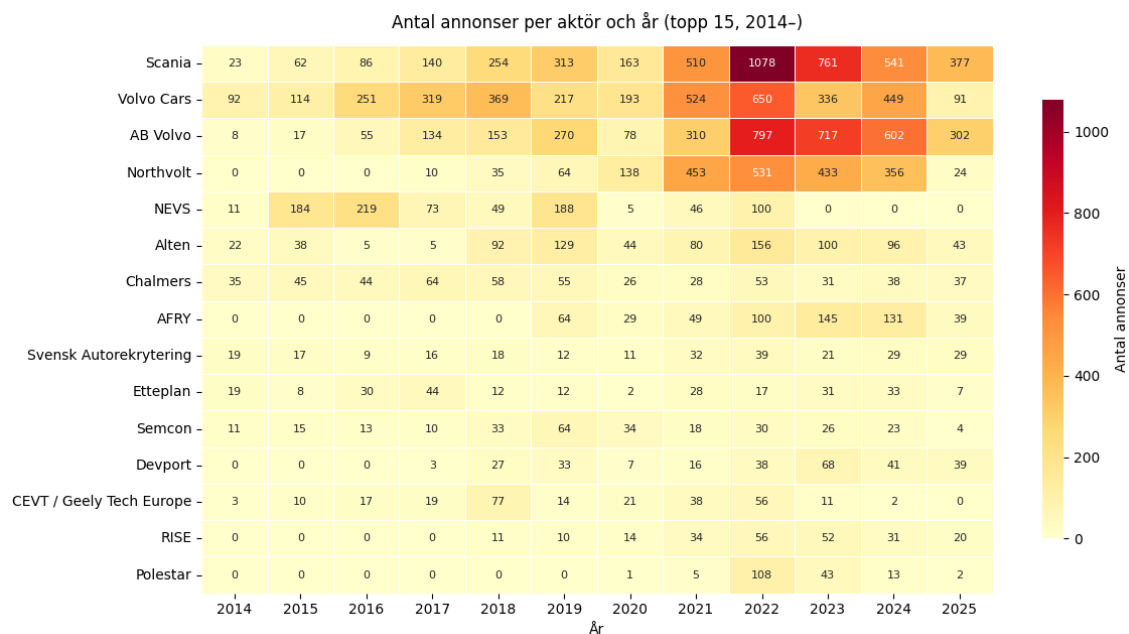


Figur 4.4: Antal annonser kopplade till elektromobilitet per aktörstyp och år

Figur 4.4 visar antalet annonser över datasetets period, uppdelat på olika typer av aktörstyper, relaterade till fordonselektrifieringen. OEM-kategorierna (personbil, kommersiella fordon och övriga elfordon) utgör tillsammans 61 % av all mobilisering under hela perioden. Kommersiella OEM dominerar med ca 35 %, drivet av Scania och AB Volvo-koncernen, och deras kraftiga utveckling 2020–2022 med en efterföljande nedgång är noterbar. Personbilar står istället för 24 % av annonserna, och för dem syns en tidigare uppgång redan från år 2014, som efter en period av nedgång följs upp av kraftigt tillväxt mellan 2020 och 2022. Aktörstypen batteriproduktion växer från 10 annonser 2017 till 531 år 2022, vilket utifrån annonserna är ett resultat av framförallt Northvolts satsningar. Sammantaget framstår ett liknande mönster för samtliga aktörstyper, med en topp år 2022 som följs av en nedgång.

Forskningsaktörer framstår i figuren ha en betydligt flackare utveckling, men håller en stabilare nivå över tid. Detta visar på tecken på att industrins expansiva fas har gått före utbyggnaden av en forskningsinfrastruktur som ska förse systemet med kompetens. Konsult- och bemanningssektorn utgör 14 % av annonserna. Andelen konsult och bemanning i förhållande till OEM-rekryteringen ligger mellan 18–25 % genom hela perioden för datasetet.

För att få en tydligare bild av vilka specifika aktörer det är som mobiliserar fordonselektrifieringskompetens, presenteras Figur 4.5 som visar antalet annonser för de 15 aktörer som lagt ut flest jobbannonser kopplade till elektrifiering av fordonsindustrin under perioden 2014–2025.



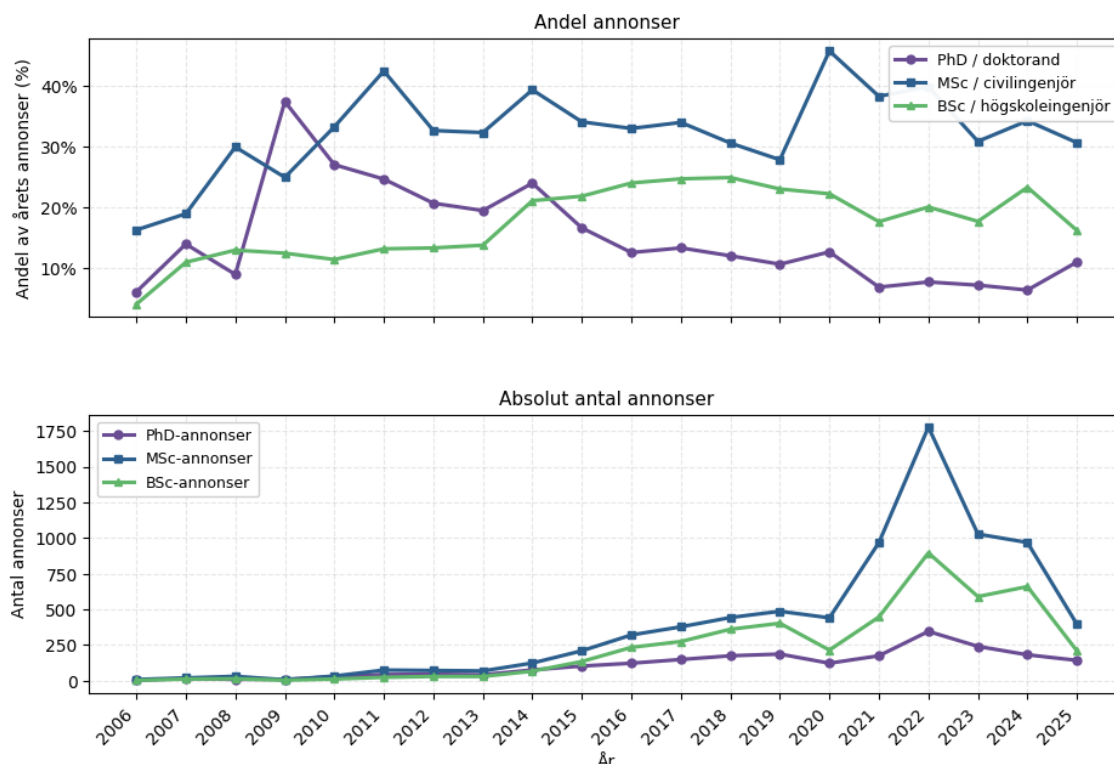
Figur 4.5: Heatmap över antal annonser för de 15 största aktörerna sedan 2014.

I Figur 4.5 visas det totala antalet utannonserade tjänster per aktör och år, från 2014 och framåt, för de 15 volymmässigt största aktörerna i datasetet relaterade till elektromobilitet. Av Figur 4.5 framgår en tydlig koncentration till de tre största aktörerna som står för 52 % av alla dessa annonser. Utöver dessa tre producenter finns flera konsultbolag som Alten och AFRY, forskningsaktörer som Chalmers och RISE.

Figur 4.5 kan ge en indikation på systemets förmåga att behålla nyckelkompetenser. När Northvolts annonsvolym minskar kraftigt från 2024 syns ingen motsvarande ökning hos övriga aktörer, istället följer flera av dem samma nedåtgående mönster. Utifrån figuren handlar detta om en total nedgång i efterfrågan och inte en omfördelning av kompetens inom systemet. Över hela tidsperioden finns tecken på just sådana omfördelningar vid två tillfällen. I innovationssystemets tidiga faser var exempelvis Volvo Cars och NEVS (National Electric Vehicle Sweden) dominerande aktörer sett till annonsvolym. Under senare år har dock dessa passerats av tunga fordonsaktörer som Scania och AB Volvo, samtidigt som NEVS successivt har försvunnit från marknaden. Dessa förskjutningar mellan aktörer ger en indikation på att kompetens rör sig inom systemet över tid.

4.2.2 Efterfrågad kompetensnivå

I det här avsnittet mäts nivån av efterfrågad kompetens i termer av antal och andel annonser med olika utbildningskrav. I Figur 4.6 presenteras antalet och andelen annonser över datasetets tidsperiod, relaterade till elektromobilitet, med krav på kandidat-, master- respektive doktorsexamen, vilket ger ett mått på vilken nivå systemet har i form av utbildning.



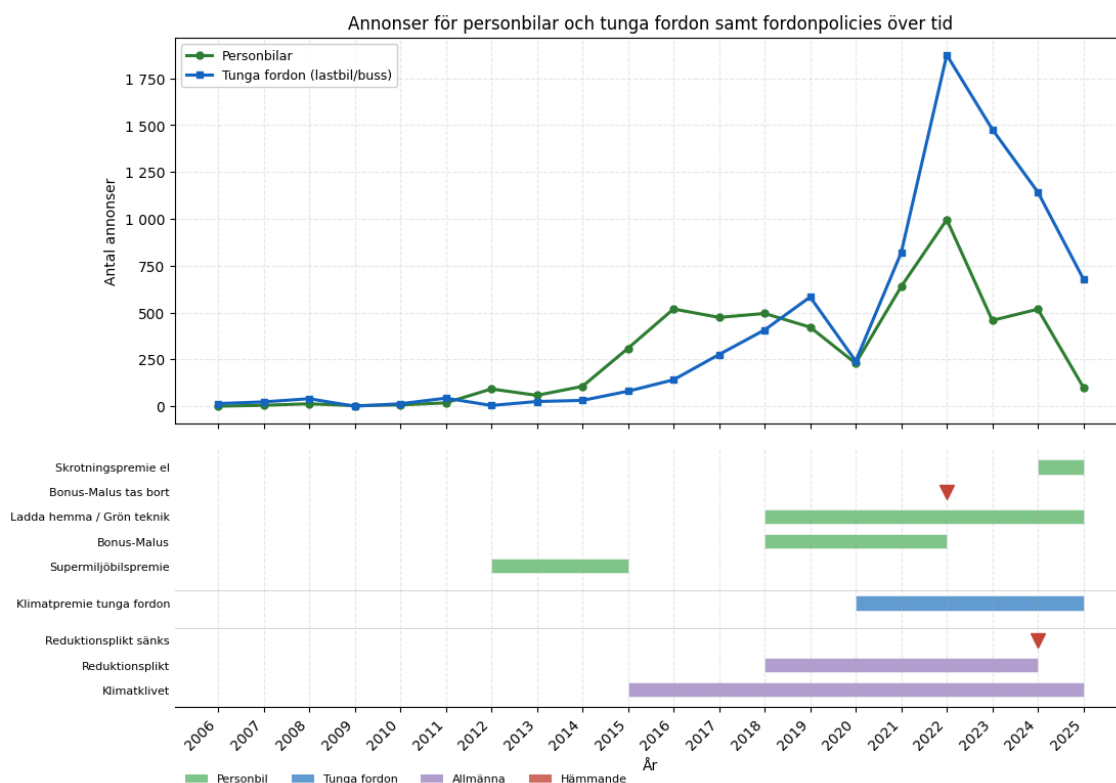
Figur 4.6: Andel (övre panel) och absolut antal (nedre panel) annonser med krav på olika utbildningsnivåer per år för 2006–2025

Den övre panelen i Figur 4.6 visar andel annonser kopplade till doktorand, civilingenjör eller högskoleingenjör. Utifrån den övre panelen i figuren framgår att andelen annonser med PhD-krav först ökat 2006–2009 och sedan minskat över resterande del av tidsperioden, medan annonser med MSc- och BSc-krav också ökat i det tidiga stadiet men sedan hållit sig på stabila nivåer. Det är alltså främst forskningstung kompetens som tappar relativt sett, medan den breda ingenjörsbasen behåller sin andel av efterfråga. Den nedre panelen i Figur 4.6 visar antalet annonser för de olika utbildningsnivåerna, och här följer de tre en liknande trend i form av en gradvis ökning från början av tidsperioden till 2019, där en dipp i 2020 fortsätter med en tydlig ökning och topp år 2022, och sedan en minskning.

4.3 Styrning av sökprocesser

Funktionen styrning av sökprocesser omfattar de mekanismer som riktar systemets aktörer mot specifika teknologiska val. I detta avsnitt operationaliseras här offentliga skatter, krav, regler och andra policyåtgärder genom en sammanställning av centrala svenska fordonspolicyer 2006–2025. Sammanställningen ställs mot rekryteringsmönstret från Figur 4.4 uppdelat på personbilar och tunga fordon för att synliggöra eventuella samband mellan policyer och jobbannonser kopplade till fordonselektrifieringen.

Policyer delades in i tre grupper: åtgärder riktade mot personbilar (köpbonus, laddstöd för hemmamiljö, skrotningspremie), åtgärder riktade mot tunga fordon (klimatpremie för tunga fordon) samt gemensamma åtgärder som påverkar hela fordonsflottan (reduktionsplikten, klimatklivet). Sammanställningen av annonser och policies visas i Figur 4.7.

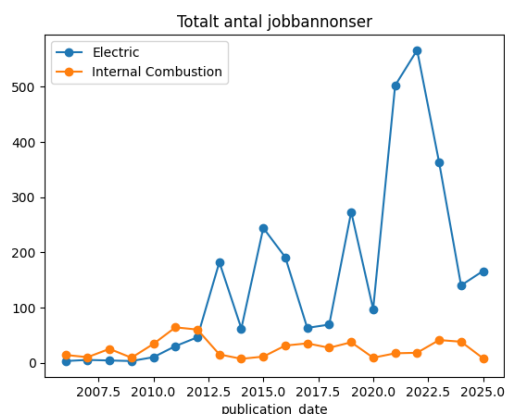


Figur 4.7: Antalet jobbannonser relaterade till svensk fordonselektrifiering (övre panel), uppdelat på personbilar (grön linje) och tunga fordon (blå linje), jämfört med en tidslinje för centrala fordonspolicyer (nedre panelen), båda över tidsperioden 2006–2025. Den nedre panelen visar de policyer som varit aktiva under perioden, uppdelat i de tre grupperna personbilar (grön), tunga fordon (blå) och allmänna (lila). Hämmade händelser utmärks med röd markör. Policydata är sammanställd från bland annat IVL Svenska Miljöinstitutet (2019), Regeringskansliet (2022, 2024) och RISE Research Institutes of Sweden (2024).

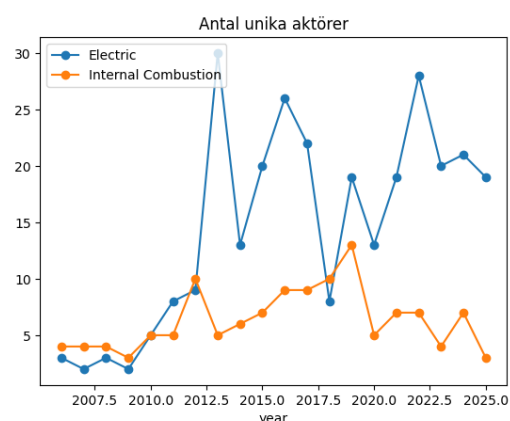
Utifrån Figur 4.7 följer rekryteringskurvan policylandskapet för de båda kategorierna personbilar och tunga fordon, såväl för främjande policyer som hämmande händelser. Annonser kopplade till personbilar har en ökning 2011–2018 som är större än den ökning som annonser kopplade till tunga fordon följer över samma tidsperiod. Båda kategorier växer kraftigt från 2020 till 2022, det året då klimatpremien infördes för tunga fordon och många andra policyer för båda kategorierna verkade. Efterföljande nedgång från 2022 sammanfaller med att bonusen i Bonus-Malus avskaffades mot slutet av det året (Regeringskansliet, 2022) samt ytterligare nedgång 2024 som sammanfaller med en sänkning av reduktionsplikten det året (RISE Research Institutes of Sweden, 2024).

4.4 Kunskapsutveckling och spridning

I detta avsnitt presenteras resultatet för funktionen kunskapsutveckling och spridning. Här visualiseras hur kunskapsbasen har skiftat från traditionella förbränningsmotorer till elektromobilitet över tid som antalet jobbannonser publicerade av svenska fordonsproduktionsföretag som innehåller nyckelord relaterade till el- respektive förbränningsmotorfordon i Figur 4.8, samt hur detta sprids över branschens aktörer över tid som antalet unika aktörer som söker kompetenser inom respektive teknik i Figur 4.9.



Figur 4.8: Antal platsannonser inom fordonsindustrin relaterade till förbränningsmotorer (orange linje) respektive elbilsrelaterade tekniker (blå linje). Filtrering genom SNI-koder och nyckelord.



Figur 4.9: Antal aktörer inom fordonsindustrin som efterfrågar kompetenser relaterade till förbränningsmotorer (orange linje) respektive elbilar (blå linje).

Figur 4.8 visar inledningsvis, för perioden 2006–2012, ett relativt lågt antal annonser kopplade till både elbilar och förbränningsmotorer. Antalet annonser relaterade till förbränningsmotorer förblir ungefär lika många fram till 2025, med vissa relativt små upp- och nedgångar jämfört med antalet elbilsrelaterade annonser som har större svängningar. Elbilsrelaterade annonser håller sig konsekvent högre i antal än förbränningsmotorrelaterade annonser mellan 2013–2025, med kraftigast ökning 2020–2022 där antalet annonser för elbilar når en topp. Förbränningsmotorrelaterade annonser visar istället sin högsta nivå i perioden 2010–2012, vilken är lägre än elbilsrelaterade annonsers högsta nivå som nås 2022.

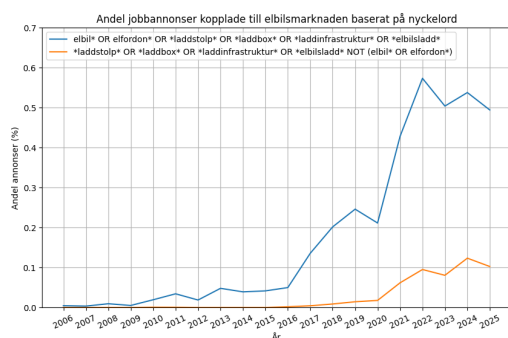
Figur 4.9 visar inledningsvis ett lågt antal unika aktörer inom fordonsindustrin som efterfrågar kompetenser inom både förbränningsmotorer och elbilar, där elbilsrelaterade aktörer är något färre 2006–2009. För perioden 2006–2019 återspeglas en ökande trend i antalet aktörer relaterade till förbränningsmotorer, och sedan nedgång fram till 2025. Elbilsrelaterade aktörer har en ökande trend 2006–2013 till sin topp som är fler än antalet aktörer relaterade till förbränningsmotorer. Elbilsrelaterade aktörer svänger sedan med flera nedgångar och uppgångar för perioden 2013–2025, men håller sig över antalet annonser relaterade till förbränningsmotorer, med undantag för 2018. Sammantaget över tid visar figuren en ökande trend i antalet unika aktörer som efterfrågar kompetenser inom elfordon och elektrifiering än förbränningsmotorer.

4.5 Marknadsbildning

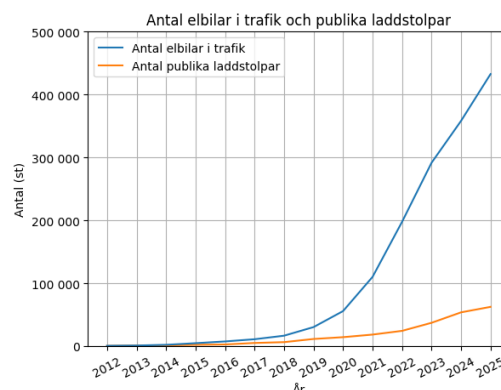
I detta avsnitt presenteras resultatet för funktionen marknadsbildning baserat på nyckelordsfiltrering av platsannonser och marknaden utifrån extern data. Inledningsvis presenteras trenden för elbilsmarknaden över tid. Sedan presenteras hur marknaden är utbredd geografiskt.

4.5.1 Marknadsutveckling över tid

I följande del presenteras andelen jobbannonser kopplade till elbilsmarknaden utifrån nyckelordssökningar i datasetet i termer av elbilar och laddinfrastruktur i Figur 4.10 och antalet elbilar i trafik samt publika laddstolpar utifrån extern data i Figur 4.11, båda över tid.



Figur 4.10: Andel jobbannonser kopplade till elbilsmarknaden (blå linje) och specifikt kopplade till laddinfrastruktur (orange linje) av det totala antalet annonser per år.



Figur 4.11: Antal elbilar i trafik (blå linje) utifrån data från excel-filer benämnda "Fordon" för år 2012–2025 från Trafikanalys (2026), och publika laddstolpar (orange linje) utifrån data från European Commission (2026).

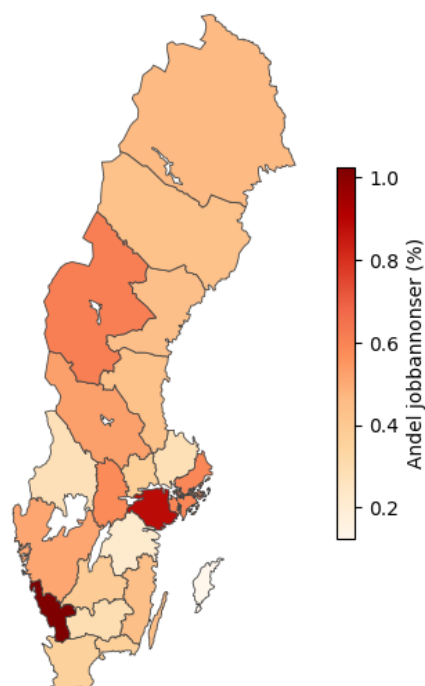
Figur 4.10 visualiserar en linjegrav över andelen jobbannonser relaterade till elbilsmarknaden i bred bemärkelse och andelen jobbannonser relaterade till laddinfrastruktur för elbilar som två enskilda linjer. Linjegrafen löper över datasetets hela tidsperiod och båda linjer har en generell ökning över tidsperioden, där elbilsmarknadens andel annonser konsekvent kvantifieras högre än laddinfrastrukturens. Utvecklingen för elbilsmarknaden påbörjar sin största ökning från 2016 och framåt, med undantag för tre mindre nedgångar för enskilda år. Gällande laddinfrastrukturen håller den sig nära noll 2006–2016 följt av en relativt liten uppgång, och påbörjar sin största ökning från 2020, följt av både nedgångar och uppgångar fram till 2025.

Figur 4.11 visualiserar istället en linjegrav över antalet elbilar i trafik utifrån data från excel-filer benämnda "Fordon" för år 2012–2025 från Trafikanalys (2026), och antalet publika laddstolpar utifrån data från European Commission (2026) som två enskilda linjer, över tidsperioden 2012–2025. Antalet elbilar i trafik följer här en generell ökning över hela tidsperioden, med exponentiell ökning 2012–2020 och konstant ökning 2020–2025. Antalet publika laddstolpar följer en gradvis ökning i början av tidsperioden och ökar som mest 2022–2024. Båda figurer ovan, Figur 4.11 och Figur 4.10, visualiserar en generell trend i en växande elbilsmarknad och laddinfrastruktur.

4.5.2 Geografisk spridning

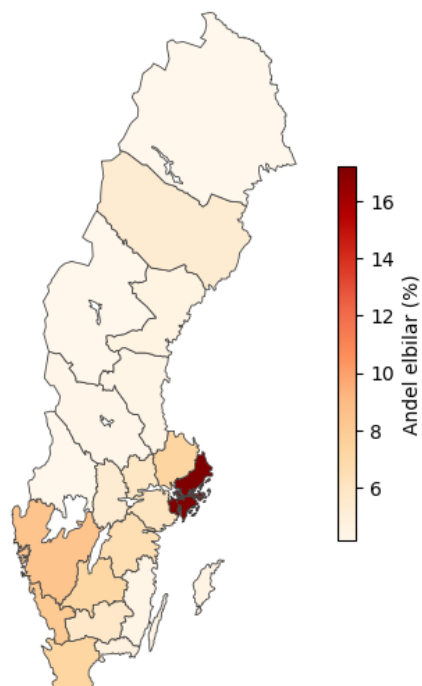
Denna del visualiserar den geografiska spridningen av elbilsmarknaden som andelen elbilsrelaterade jobbannonser i datasetet för Sveriges län 2025 i Figur 4.12, och andelen elbilar i trafik, av totala antalet bilar i trafik, i olika län för samma år från extern data i Figur 4.13.

Andel jobbannonser kopplade till
elbilsmarknaden i Sveriges län 2025



Figur 4.12: Andel jobbannonser kopplade till elbilsmarknaden, jämfört med det totala antalet jobbannonser, per län för 2025.

Andel elbilar av bilar i trafik
för Sveriges län 2025



Figur 4.13: Andel elbilar av bilar i trafik för respektive län 2025, data från Trafikanalys (2026).

Utifrån ovan resultat om nyckelordssökningen för att matcha jobbannonser relaterade till elbilsmarknaden som presenteras i Figur 4.10, presenteras den geografiska spridningen av denna över Sveriges län för 2025 i Figur 4.12 som en procentuell andel av totala antalet jobbannonser för respektive län det året. Som presenterats ovan fångar nyckelordssökningen i det här fallet en bred del av elbilsmarknaden, och av Figur 4.12 är denna geografiskt sett utspridd över hela landet för 2025, med vissa variationer för enskilda län.

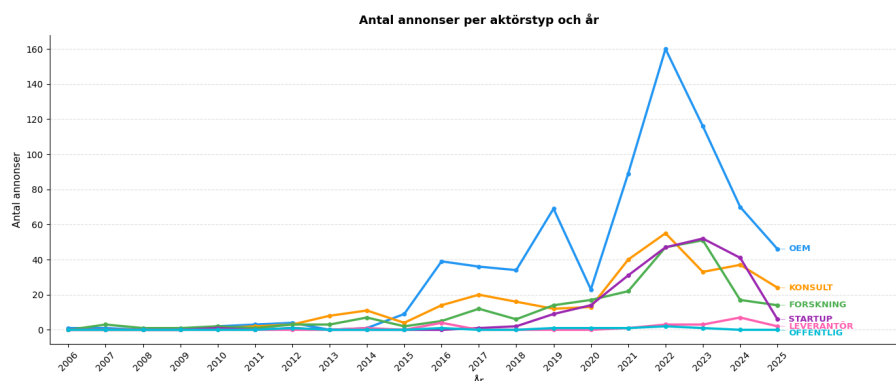
För att ge en geografisk jämförelse mellan datasetets förmåga att visualisera elbilsmarknaden genom nyckelordssökningar och den faktiska användningen av elbilar i termer av andel elbilar registrerade i trafik av bilar med alla drivmedelstyper för olika län, presenteras Figur 4.13 som är andelen elbilar av bilar i trafik för respektive län 2025, med data från Trafikanalys (2026). Utifrån figuren utgör andelen elbilar en relativt liten del jämfört med bilar som använder andra drivmedel, som enligt den externa datan till största del utgörs av bensin- och dieseldrivna bilar. Av figuren framgår det att andelen elbilar i trafik koncentreras runt landets största städer, med relativt lägre andel elbilar i nordliga än sydliga delar av Sverige.

4.6 Entreprenöriellt experimenterande

I följande del presenteras resultatet för funktionen entreprenöriellt experimenterande. Inledningsvis presenteras en övergripande bild över utveckling av antalet annonser relaterade till elektromobilitet för olika aktörstyper. Detta följs av antalet nya unika aktörer i systemet över datasetets tidsperiod. Efter det presenteras specifika aktörers aktivitet, och sist vilket teknikspår som efterfrågas. Samtliga resultat i detta avsnitt är konstruerade utifrån samma datamaterial som tagits fram specifikt för denna funktion. Det bör noteras att jobbannonser återspeglar aktörers intention att experimentera och inte ett direkt mått på utfallet av experimenterande.

4.6.1 Övergripande utveckling

Antalet annonser relaterade till elektromobilitet för olika aktörstyper, över tidsperioden 2006–2025, presenteras i Figur 4.14, vilket ger en övergripande bild över hur entreprenöriellt experimenterande har utvecklats för olika aktörstyper inom elektromobilitet.

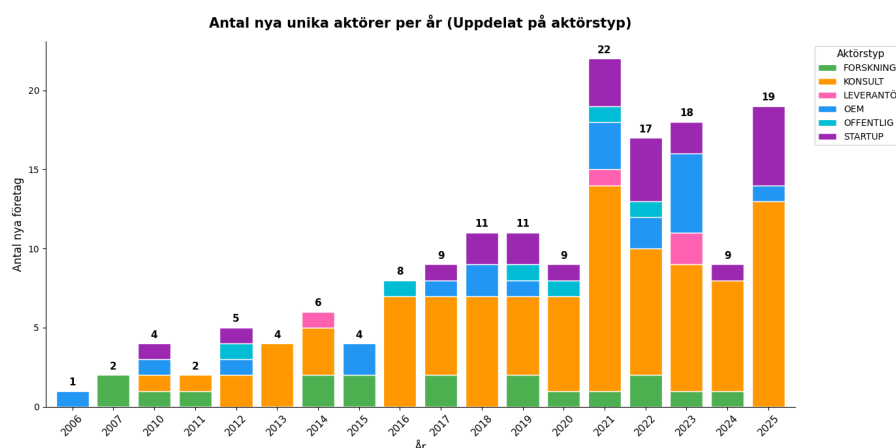


Figur 4.14: Totala antalet annonser kopplade till entreprenöriellt experimenterande för varje år för olika aktörstyper.

Utvecklingen av mängden entreprenöriellt experimenterande inom elektromobilitet visualiseras i Figur 4.14 som antalet annonser per aktörstyp relaterade till elektromobilitet. Detta kan delas in i de tre tidsperioderna 2006–2014, 2015–2022 och 2022–2025, baserat på trendens karaktär. För den första tidsperioden, 2006–2014, är den experimenterande aktiviteten för samtliga aktörstyper låg baserat på antalet annonser. För den andra perioden, 2015–2022, ökar antalet annonser för den större delen av de visualiserade aktörstyperna, där OEM-aktörerna, de etablerade fordonstillverkarna, visar på störst ökning. Speciellt sker en relativt kraftig ökning 2020–2022 där OEM-aktörstypen når sin topp, vilken är betydligt högre jämfört med övriga visualiserade aktörstyper. Även aktörstyperna konsult, forskning och startup når sin högsta punkt 2022 eller 2023. Samtliga aktörstyper har en nedåtgående trend 2023–2025.

4.6.2 Nya aktörer

Ett mått på entreprenöriellt experimenterande är antalet nya aktörer i systemet, vilket i Figur 4.15 visualiseras antalet nya unika aktörer som tillkommer i datamaterialet per år, uppdelat på aktörstyp, där en ny unik aktör avser en aktör som publicerar sin första annons inom det studerade området under respektive år.



Figur 4.15: Antalet nya aktörer per år och aktörstyp, baserat på publiceringsåret för respektive verksamhets första platsannons.

Figur 4.15 visar att antalet nya aktörer har haft en generellt ökande trend över datasetets tidsperiod. I den tidigare delen av perioden, 2006–2015, uppkommer ett relativt lågt antal nya aktörer jämfört med antalet nya aktörer som dyker upp i den senare delen, 2015–2025. Från 2016 sker den största utvecklingen med många nya unika aktörer varje år. Värt att notera är att den största andelen av de nya aktörerna är den mer flexibla aktörstypen, i avseende att den kan stå för andra aktörstyper, konsulter.

4.6.3 Aktörers experimenterande

Figur 4.16 visar annonsvolym per aktör och år för de tre dominerande aktörstyperna inom experimenterande verksamhet. Tillsammans ger de en bild av vilka aktörer som driver experimenterandet inom svensk elektromobilitet och hur deras roll förändrats över tid.



Figur 4.16: Heatmap över antalet annonser publicerade för OEM-, startup- och forskningsklassificerade aktörer kopplade till experimenterande.

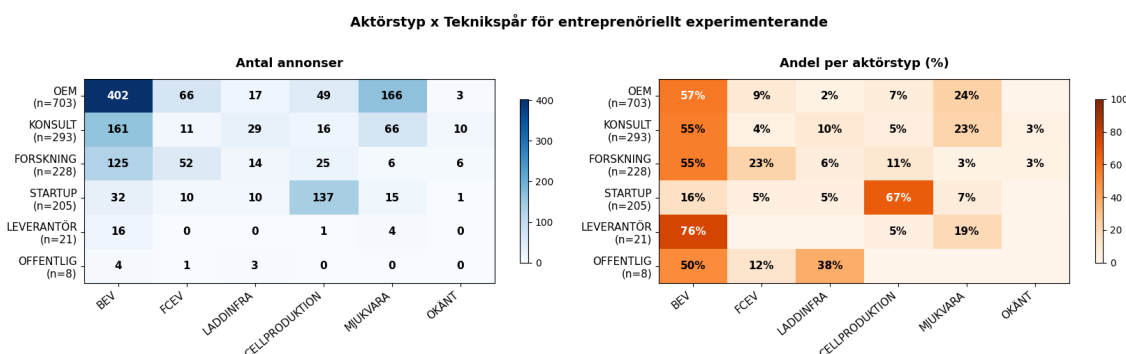
Den översta panelen i Figur 4.16 visar antalet annonser per OEM-aktör och år. OEM-sektorns annonser domineras genom hela den studerade perioden av tre aktörer: Scania, Volvo Group och Volvo Cars. Då datamaterialet specifikt omfattar annonser kopplade till experimenterande verksamhet visar på att de etablerade aktörerna bedriver experimenterande i större utsträckning.

Den mittersta panelen i Figur 4.16 visar antalet annonser per startup och år, där startup innefattar nyetablerade och snabbväxande innovationsbolag inklusive nystartade samriskföretag (joint ventures). Northvolt är den största identifierade aktören med en synnerligen aktiv period mellan 2018 och 2024 med en topp på 25 annonser 2022 och noll annonser 2025. NOVO Energy träder in 2022 och växer snabbt till 25 annonser 2024. Övriga startups förekommer med betydligt lägre volymer, vanligtvis 1–8 annonser per aktivt år.

Den nedersta panelen i Figur 4.16 visar antalet annonser per forskningsaktör och år. Följande fyra aktörer står ut i antalet annonser: RISE, KTH, Chalmers och Uppsala universitet. Forskningens annonstopp infaller kring 2022–2023, vilket sammanfaller med OEM-aktörernas topp. RISE visar en stor volatilitet med en topp 2023 (22 annonser) följt av en kraftig nedgång till noll annonser 2025. Detta skiljer sig från universiteten, som visar en aningen jämnare aktivitet över tid, men samtidigt påvisar en nedgång.

4.6.4 Teknikspår

Figur 4.17 visar fördelningen av annonser över aktörstyper och teknikspår, både i absoluta tal och som procentuell andel per aktörstyp.

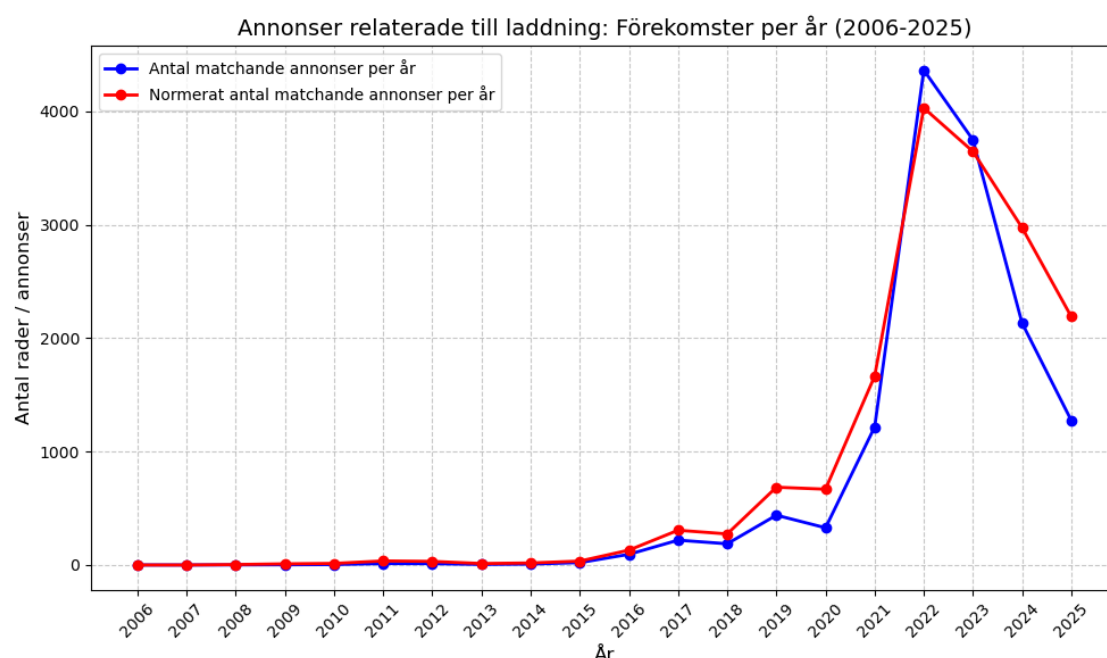


Figur 4.17: Antal annonser (vänster) och andel annonser (höger) fördelat på aktörstyp samt teknikspår.

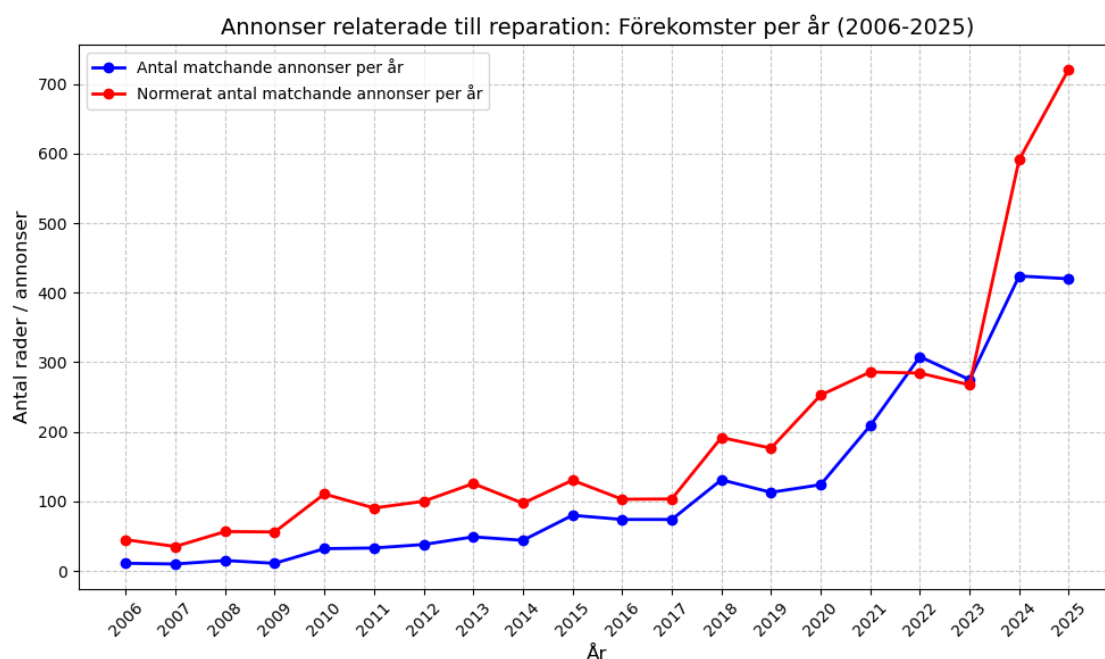
Figur 4.16 visar skillnader mellan aktörstyperna, där OEM-sektorn har ett dominerande fokus på BEV (57 %) följt av mjukvara (24 %), medan övriga spår utgör mindre andelar. Konsulter uppvisar en snarlik fördelning som OEM:er, med BEV (55 %) och mjukvara (23 %) som huvudspår, vilket tyder på att konsultsektorns inriktning följer industrins. Forskningssektorn sticker ut som den mest diversifierade aktörstypen: förutom BEV (55 %) står FCEV för 23 %. Startup-sektorn har 67 % inom cellproduktion och 16 % inom BEV, detta på grund av att Northvolt dominerar inom sektorn. Sammantaget visar detta på bredden av utvecklingen av fossilfri mobilitet.

4.7 Legitimering

I detta avsnitt presenteras resultatet för funktionen legitimering. För att visa på teknikens legitimitet presenteras annonser kopplade till omkringliggande infrastruktur i form av laddning i Figur 4.18 och reparation i Figur 4.19.



Figur 4.18: Antal annonser (blå linje) respektive andel annonser (röd linje) kopplade till tjänster som har med elbils-laddning att göra efter nyckelordssökning.



Figur 4.19: Antal annonser (blå linje) respektive andel annonser (röd linje) per år kopplade till reparation av elbilar efter nyckelordssökning.

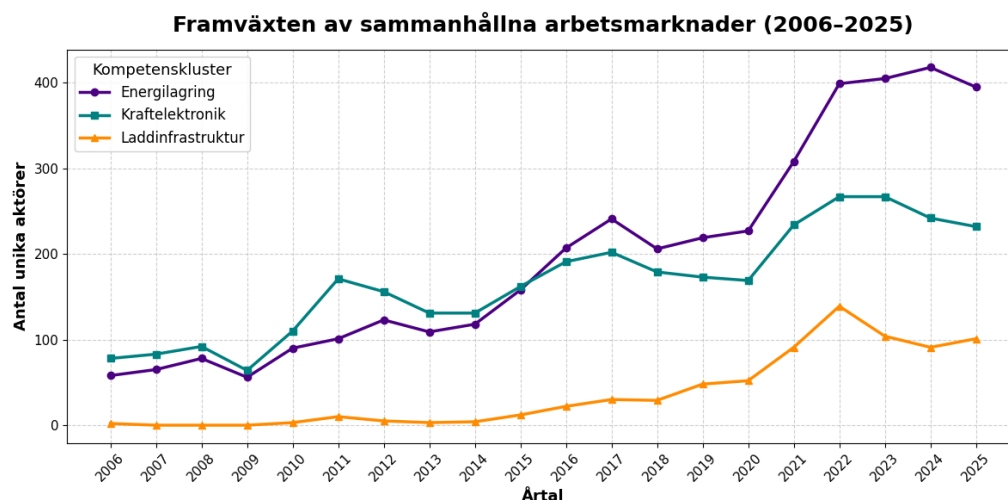
För annonser relaterade till laddning av elbilar syns en kraftig och accelererande uppgång av antal annonser per år, fram till och med år 2022 (Figur 4.18). De efterföljande tre åren syns istället en tydlig nedgång som inte har några klara tendenser att stanna av eller minska. Detta gäller för såväl det totala antalet matchande annonser per år, som för antalet matchande annonser normerat på totalt antal annonser för respektive år.

För annonser relaterade till reparation av elbilar syns en stadigt uppåtgående trend över hela tidsspannet överlag. För det totala antalet matchande annonser finns dock avstannande perioder i denna uppgång, till exempel mellan år 2018 och år 2020, samt mellan år 2024 och år 2025. För det normerade antalet annonser finns också något avstannande perioder, men det rör sig då om andra år, till exempel år 2021 till år 2023 och år 2010 till år 2017.

Graferna speglar trender för efterfrågan på kompetens inom laddning, respektive reparation av elbilar över tid på ett nationellt plan i form av antalet annonser i datasetet.

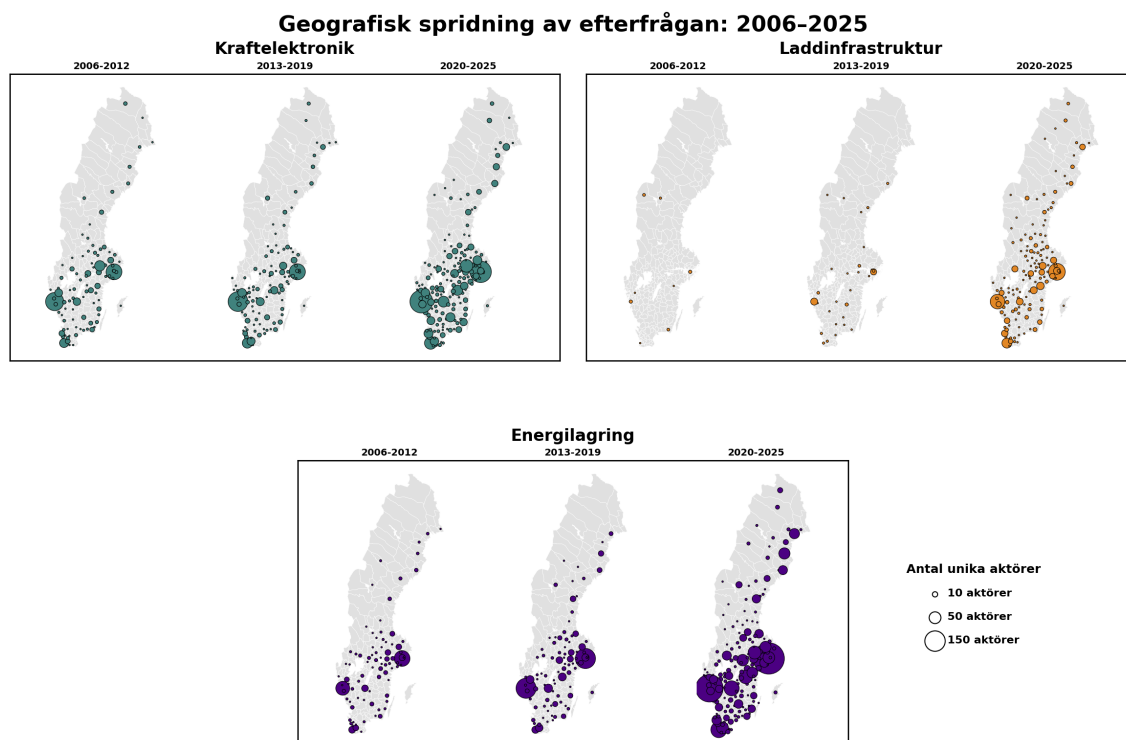
4.8 Utveckling av positiva externaliteter

I detta avsnitt presenteras de resultat som tagits fram för funktionen utveckling av positiva externaliteter. Framväxten av sammanhållna arbetsmarknader för de olika kompetensklustren energilagring, kraftelektroteknik och laddinfrastruktur presenteras i Figur 4.20 och geografisk spridning av dessa i Figur 4.21.



Figur 4.20: Antal unika aktörer som efterfrågar samma typer av kompetenser över tid. Lila linje energilagring, Grön linje kraftelektronik, Gul linje laddinfrastruktur.

I Figur 4.20 visas antalet unika aktörer som efterfrågar samma kompetenser inom energilagring, kraftelektronik och laddinfrastruktur över tid. Aktörerna kommer från hela svenska arbetsmarknaden, vilket tyder på att systemet breder ut sig. Liknande trender vad gäller eftersökan av typ av kompetens kan observeras men till olika grad. Energilagring och kraftelektronik visar liknande trender fram till 2009 där kraftelektronik visar en starkare uppgång. 2015 övertar energilagring kraftelektronik i efterfrågan för att sedan vid 2020 börja växa kraftig och uppnå en pik 2022. Kraftelektronik håller sig på en stabil nivå från 2015-2019 för att sedan växa från 2020 till 2022. Efter 2022 börjar både kraftelektronik och energilagring avta i tillväxt. Laddinfrastruktur uppvisar ingen tillväxt fram tills 2015 där efterfrågan börjar komma. 2022 uppnår laddinfrastruktur en pik för att sedan avta. Överlag är efterfrågan på laddinfrastruktur mycket lägre än kraftelektronik och energilagring. Sammanfattningsvis visade samtliga nedgång 2022.



Figur 4.21: Antal unika aktörer som efterfrågar samma typer av kompetenser summerat över tre perioder per kommun

I Figur 4.21 illustreras den geografiska spridningen över Sverige av antalet unika aktörer som söker samma typer av kompetenser. Den baseras på Figur 4.20 från vilka antalet unika aktörer har summerats för de tre perioderna 2006–2012, 2013–2019, 2020–2025 och sedan placerats i de kommuner annonserna kom ifrån för varje typ av kompetens. Färgerna korresponderar mot färgerna i Figur 4.20. Överlag kan en växande trend observeras där antalet unika aktörer breder ut sig över Sverige. Då efterfrågan ökar i de största städerna som Stockholm, Göteborg och Malmö, verkar också efterfrågan i mindre orter ske. Denna trend syns tydligast i ramen för energilagring där efterfrågan ständigt breder ut sig geografiskt. En liknande men svagare trend observeras för kraftelektronik. Laddinfrastruktur avviker från de andra två men visar börjar spridas i den sista perioden 2020–2025.

5

Diskussion

5.1 Funktionernas utveckling över tid

För att besvara hur TIS funktionerna utvecklas diskuteras i denna del hur de identifierade indikatorerna baserat på datasetet förändras över tid. Detta jämförs med mätningar av funktionerna i andra studier och övrig teori som beskriver systemets utveckling. Tre utmärkande perioder identifieras. Resultatet tyder på ett tekniskt innovationssystem som genomgått en stark uppbyggnadsfas, men som under de senaste åren visar tecken på en möjlig försvagning. Indikatorerna för samtliga sju funktioner visar på en stark utveckling mellan åren 2015 och 2022 och därefter mer varierade resultat för de olika funktionerna.

För det första visar resultaten att samtliga indikatorer under perioden 2006–2014 var betydligt lägre än senare års nivåer, vilket följs av en stor positiv utveckling. Exempelvis var elbilsmarknaden mycket begränsad under perioden, då mindre än 0,05% av samtliga annonser var elfordonsrelaterade och ännu lägre andel relaterade till laddinfrastruktur (Figur 4.10, Figur 4.11). Även indikatorer för resursmobilisering, legitimitet samt kunskapsutveckling och spridning tyder på svaga funktioner med få annonser och aktörer inom elektrifieringen. Under perioden identifieras inte heller några relevanta positiva eller negativa policyer för tekniken. Annonser kopplade till förbränningsmotorer överstiger dessutom antalet annonser relaterade till elektrifiering under perioden Figur 4.8. Detta skulle kunna förklaras av att fordonsindustrin under tidigt 2010-tal fortfarande investerade mycket i effektivisering av förbränningsmotorer parallellt med framväxande batteriteknik (Köhler m. fl., 2013). Mönstret stämmer överens med ett innovationssystem i en tidig fas, där flera tekniker utforskas parallellt. Samtidigt syns viss aktivitet i form av entreprenöriellt experimenterande Figur 4.14 och ett stigande antal nya aktörer av varierande typer på marknaden. Det här kan tyda på att experimenterandet breddats under perioden.

Sammantaget tyder mätningarna av dessa indikatorer på att innovationssystemet befann sig i en formativ fas, där tekniken ännu inte var kommersiellt etablerad men där visst experimenterande och en breddad aktörsbas pekade mot framtida utvecklingspotential. Denna övergripande utveckling stärks av Köhler m. fl. (2013) som vid analys av systemet runt bilar med låga koldioxidutsläpp år 2013 beskriver effektivisering av förbränningsmotorer som det dominerande angreppssättet för att sänka fordonsindustrins utsläpp. Utvecklingen stämmer också överens med (Köhler m. fl., 2019) som beskriver just dessa år som en formativ fas på väg mot en begynnande tillväxt av tekniken.

En annan möjlig förklaring till de låga resultaten under de tidiga åren skulle kunna vara att totala antalet annonser på platsbanken var lägre under perioden, samt att totala antalet annonser inom fordonsindustrin Figur 4.2 generellt verkar följa denna trend. Det kan, liksom branschomsättningen, påverka indikatorerna men även här verkar ökningen vara starkare än den i indikatorerna. En möjlig förklaring kan vara att fordonsindustrin i sin helhet har expanderat Figur 4.1. Dock visar indikatorerna på en svagare utveckling än branschens omsättning över perioden, och kan därför ej ses som en fullständig förklaring av resultatet.

För det andra syns över alla sju funktioner en stark utveckling runt perioden 2015–2022, under vilken bland annat efterfrågan på kompetenser ökar och en breddning av antalet aktörer som efterfrågar kompetenser tydliggörs. Även forskningsaktiviteten och legitimeringen ökar. Detta kan tyda på att systemet ökar i mognad, något som kan vara på grund av Parisavtalets införsel 2015 där många av världens länder fick tydliga mål

om miljöarbetet, och under samma år starten av klimatklivet. Många av indikatorerna börjar dock öka redan åren innan 2015, och det är därför mycket svårt att säga exakt vad som orsakade förändringen. För att verkligen förklara trendbrottet krävs vidare forskning inom vilka policy- och omvärldsförändringar som orsakat, och eventuellt en jämförelse med andra tekniker som etanol och vätgas som kan ha påverkat, bland annat styrning av sökprocesser, resursmobilisering och kunskapsutveckling och spridning till följd av satsningar i andra riktningar än elfordon och elfordonskompetenser.

För det tredje noteras ett trendbrott omkring 2022, men utvecklingen är inte homogen över hela systemet. Funktionerna resursmobilisering, entreprenöriellt experimenterande och kunskapsutveckling och spridning minskar samtliga i styrka, samtidigt som marknadsbildningen och positiva externaliteter, trots avtagande trend, inte uppvisar samma nedgång. Legitimeringsfunktionen visar en mer komplex bild, där ena indikatorn indikerar på en tydlig negativ utveckling Figur 4.18 medan andra indikatorn Figur 4.19 visar mycket positiv utveckling över samma period. Totalt antal och andel annonser kopplade till elektrifiering Figur 4.3 uppvisar en tydlig topp, vilket inte fullt ut sammanfaller med omsättningsutvecklingen i branschen Figur 4.1, där en svagare period observeras.

En svag indikation på resursmobilisering behöver dock inte nödvändigtvis visa på en svaghet i funktionen i fråga. En förklaring till nedgången i resursmobilisering samt kunskapsutveckling och spridning under perioden kan vara en mättnad i företagens kunskapsbas. I och med att mycket av den nödvändiga kompetensen redan kan ha mobiliserats under tidigare år kan behovet av nyrekrytering vara lågt, som konsekvens av en redan hög resursmobilisering.

Att samma mönster inte återfinns i exempelvis antalet nya aktörer per år Figur 4.15 eller annonser relaterade till reparation av elbilar Figur 4.19 kan indikera att vissa delar av elektrifieringen är mindre konjunkturskänsliga än andra. En förklaring kan grunda sig i metoden, de funktioner som kraftigt gått ner från 2022 innehåller en stor del annonser från producenter och etablerade aktörer som Scania och Volvo. De andra funktionerna som inte visat samma typ av nedgång som marknadsformering och positiva externaliteter fångar en bredare aktörsbas där för exempelvis service, energi och säljare ingår.

En central fråga blir därför varför just producenterna minskat sin aktivitet så mycket medan andra delar av systemet inte gör det. En möjlig förklaring till detta kan vara den ökade globala konkurrensen. Kinesiska elfordonstillverkare, har under de senaste åren tagit allt fler marknadsandelar i Europa (Williams, 2026). Dessa tillverkare kan pressa priserna med hjälp av kraftiga statliga subventioner och en inhemsk batteriproduktion vilket ger kontroll över hela producentledet (Simonazzi, 2025; Stephen Ezell, 2024). Detta påverkar de svenska producenterna direkt medans andra delar som service och laddning kan öka oberoende av vem som producerat fordonet som tas i drift.

En annan möjlig förklaring till trendbrotten är förändring i policylandskapet. Klimatbonusen i Bonus-Malus systemet avskaffades den 8 november 2022 (Regeringskansliet, 2022), vilket enligt branschorganisationen Mobility Sweden Mats-Ola Larsson (2022) haft betydande effekt på elbilsförsäljningen. Samma tydliga trender kan dock inte identifieras från andra policys under andra perioder. Detta indikerar på att policys inte är det enda som påverkar systemets utveckling. De studerade policyerna (Figur 4.7) indikerar alltså på viss korrelation, men inte nödvändigtvis en kausalitet. Att rekryteringen reagerar på policyförändringar visar emellertid ändå på att policyförändringar har en effekt på systemets efterfrågan på kompetens och kan identifieras i datasetet.

5.2 Metoddiskussion

För att besvara hur TIS-funktioner identifieras och konstrueras utifrån platsannonser diskuteras i denna del möjligheter, begränsningar samt felkällor med att Arbetsförmedlingens dataset, för att slutligen ge förslag på framtida forskning.

5.2.1 Generella möjligheter med platsannonser för studier av omställning

Denna studie har visat på flera användningsområden för och fördelar med platsannonser som underlag för studier av omställning i allmänhet och TIS-analyser i synnerhet.

Till att börja med visar studien på goda möjligheter att använda platsdata för att spåra tidig industriell aktivitet och därmed kunna ge indikationer på hur marknaden kommer att utvecklas i framtiden, vilket är i linje med tidigare forskning som beskrivit platsannonser som ett värdefullt verktyg för att kartlägga indikatorer på en framväxande industris aktivitet (Hellsmark m. fl., 2025). Till exempel visar en jämförelse mellan eftersökta kompetenser kopplade till elbilar och laddinfrastruktur Figur 4.10 och siffror för faktiska elbilar i trafik och antal publika laddstolpar Figur 4.11 på liknande en gemensam trend med några års förskjutning. Uppgången i antal elbilar föregås alltså i en uppgång av eftersökta kompetenser. Detta pekar på att studier av teknikens utbredning i samhället med hjälp av platsdata inte begränsas till produkter satta på marknaden, utan även kan undersöka teknikens utbredning i ett tidigare skede och ge möjligheter till framtidsprognoser.

Ytterligare en fördel med platsdata från Arbetsförmedlingen, som kunnat identifieras med hjälp av denna studie, är möjligheten att studera stora delar av det totala systemet och att dessutom göra detta ur många analysvinklar. Indikatorer som ger ett mått på användning av elfordon, produktion av elfordon, omkringliggande infrastruktur såsom mekaniker och laddinfrastruktur, forskning och experimenterande och geografiska kopplingar har kunnat mätas i samma dataset. Fabo och Kureková (2022) poängterar att en stor fördel med platsdata är mängden data och mängden information som varje annons innehåller. Även detta har märkts i vår studie. Miljontals annonser har kunnat undersökas och antalet matchande annonser per indikator är ofta flera tusen per år. Dessutom har vid behov mycket information kunnat extraheras från varje matchad annons såsom publiceringsår, aktörstyp, efterfrågade kompetenser och efterfrågad utbildningsnivå. Detta möjliggör mångsidiga och omfattande analyser ur många olika perspektiv, vilket är centralt för att förstå och göra korrekta bedömningar av omställningar i sociotekniska system.

Fabo och Kureková (2022) lyfter vidare som en fördel med platsdata att den är aktuell och kan uppdateras i realtid. I vår data har vi kunnat se trender fram till och med det senaste året, vilket gör analyser aktuella och ytterligare möjliggör förutsägelser om framtiden. Dessutom är studien mycket enkel att återupprepa och aktualisera när tid passerat och ny data tillkommit. En specifik fördel med just platsbankens annonsdata är att den sträcker sig två decennium bakåt i tiden. Detta möjliggör bland annat jämförelser med andra tekniker (se Figur 4.8, Figur 4.9) som varit större historiskt. Att ha med årtal som föregår teknikens inträde ger också chansen att snabbt validera nyckelord kopplade till tekniken och undvika falska träffar vid filtrering på dessa nyckelord.

5.2.2 Metoden och datasetets begränsningar och felkällor

Studien tyder också på vissa begränsningar, svårigheter och felkällor när det kommer till omställningsanalys med hjälp av platsbankens dataset.

En central begränsning i användningen av platsannonser som datakälla är att olika delar av innovationssystemet blir synliggjorda i varierande grad. Fabo och Kureková (2022) påpekar att generella trender hos platsdata bland annat innebär att höga utbildningsnivåer och tekniker inom branscher i tidiga faser är överrepresenterade. Resultaten i denna studie tyder på att detta gäller för Arbetsförmedlingens dataset där en stor andel av alla annonser är kopplade till ingenjörer och doktorander Figur 4.6. I Figur 4.8 och Figur 4.9 syns också hur det mycket tidigt finns en hög representation av annonser kopplade till elfordon jämfört med förbränningsmotorer. Samtidigt identifierats en underrepresentation av mindre företag och startups. Exempelvis har företaget Einride endast cirka 10 annonser trots att bolaget har omkring 400 anställda. Mindre företag rekryterar i högre grad via informella kanaler som personliga nätverk och LinkedIn. Detta stöds av svenskt Näringslivs rekryteringsenkät, där informella nätverk anges som den mest använda rekryteringskanalen (Svenskt Näringsliv, 2025). Sammantaget innebär detta att datasetet sannolikt ger en mer representativ bild av större och mer formella rekryteringsprocesser i ett TIS än.

Ytterligare ett problem som bör beaktas vid tolkning av resultaten är att antalet matchande annonser inte nödvändigtvis motsvarar faktisk aktivitet i innovationssystemet. Singer och Oktay (2025) lyfter exempelvis att alla annonser inte motsvarar en faktisk tjänst. Fabo och Kureková (2022) betonar att en annons ibland inte leder till något jobb och ibland leder till fler än ett jobb. Sambandet mellan antal annonser och faktisk rekrytering är därmed inte linjärt. Därtill uppskattas att bara ca 30–50 % av den svenska arbetsmarknaden är representerad på Arbetsförmedlingen (Tillväxtverket & Universitetskanslersämbetet, 2021). Dessa begränsningar utgör dock inte ett avgörande hinder för studiens syfte. Datasetet bör ej ses som ett kvantitativt mått på arbetsmarknaden, men den stora datamängden och möjligheten att jämföra antalet matchande annonser

från olika år och olika tekniker med varandra gör dock att trender ändå kan observeras.

Slutligen kan de specifika metoder som använts för denna rapport generera osäkerheter. Alla mätta indikatorer bygger helt eller delvis på nyckelordsfiltrering. Dessa är aldrig perfekta och även om resultatet valideras kommer ett nyckelordsfilter aldrig sortera ut exakt alla annonser som önskas sorteras ut. Att identifiera och inkludera korrekta annonser som felaktigt utesluts är dessutom långt mer tidsödande än att utesluta felaktiga annonser som råkat inkluderas. De korrekta annonserna som ännu inte hittas kan döljas av den stora datamängden. Att validera resultaten och iterativt uppdatera nyckelordslistor är ett omfattande arbete som definitivt utgör en begränsning med denna typ av metod. Även AI-verktyg och matchningar med externa databaser är imperfekta verktyg när det kommer till så pass stora dataset. Metoden som använts i denna artikel kommer alltså inte generera perfekta resultat. Trots detta är datasetet så pass stort och kan mätas och analyseras ur så pass många perspektiv att även imperfekt sortering och kategorisering av denna data bör kunna ligga till grund för övergripande slutsatser om systemet som helhet och om dess olika funktioner.

5.2.3 Utvärdering av möjligheten att mäta TIS-funktioner och göra TIS-analyser med jobbannonser

Nedan följer en diskussion kring vad rapportens resultat säger om möjligheten att mäta de sju enligt Bergék m. fl. (2008) definierade funktionerna för TIS. Vidare används denna diskussion som underlag för mer övergripande slutsatser angående möjligheterna att göra TIS-analyser med hjälp av jobbannonser.

En första slutsats som kan dras är att det inte rådde någon brist på indikatorer som var mätbara med hjälp av datasetet för de olika funktionerna. Alla funktioner kunde mätas på åtminstone ett och i många fall flera sätt. Flera identifierade mätbara indikatorer utelämnades dessutom på grund av tidsskäl. Detta talar starkt för möjligheten att mäta alla sju TIS-funktioner och därmed också göra omfattande och heltäckande TIS-analyser, med hjälp av platsannonser och de metoder som använts i denna rapport.

Två av de vanligaste metoderna för att utföra TIS-analyser har hittills varit intervju - och litteraturstudier, kvantitativ analys av platsdata har i denna studie visat på flera fördelar jämfört med dessa metoder. En viktig fördel jämfört med intervjustudier är att arbetets resultat inte förlitar sig på ett fåtal personer och deras bedömningar. Istället samlas data från många olika aktörer, med annonser skrivna av tusentals olika personer. Detta minskar risken för snedvridningar av datan, skapade av personliga åsikter, uppfattningar och kunskapslägen. Ytterligare en stor fördel är att metoden som används kan itereras och förbättras under projektets gång. Själva filtreringen och kategoriseringen av datan med hjälp av metoder som nyckelordsökning, är ofta en fråga om minuter upp till ett fåtal timmar. Detta gör att många olika kombinationer av metoder och nyckelordslistor hinner testas, så att ett precist resultat kan färdigställas. Det här kan jämföras med till exempel intervjustudier där insamlingen av en viss data ofta bara sker vid ett tillfälle och metoden därmed inte kan uppdateras och finjusteras under projektets gång i samma utsträckning.

Ytterligare en stor fördel för TIS-analyser är möjligheten att väga in och studera historiska data. Detta ger till exempel chansen att utvärdera historiska policies och hur de potentiellt påverkat systemets olika funktioner och om de varit effektiva eller ineffektiva för teknikens framväxt. Som ses i Figur 4.7 finns det en korrelation mellan policies och platsannonser, om detta visar på kausalitet är svårare att avgöra. Men det här kan utgöra viktiga möjligheter för det slutgiltiga målet för många TIS-analyser, nämligen att kunna föreslå effektiva policyåtgärder som driver utvecklingen åt rätt håll.

Att alla funktioner kan mätas med hjälp av datasetet utgör dock inte tillräcklig grund för att säkert kunna säga att platsdata är lämpligt som grund för TIS-analyser. Att dessa mätningar motsvarar verkligheten är såklart också centralt. De övergripande trender för perioderna 2006-20014, 2015-2021 och 2022-2025 stämmer väl överens med vad annan litteratur och svenska myndigheter säger om dessa perioder (Klimatpolitiska rådet, 2025; Köhler m. fl., 2013; Langeland m. fl., 2018; Trafikanalys, 2025). Detta tyder på metodologisk styrka och att resultaten som dataset och metod resulterar i kan användas för att dra slutsatser om verkligheten.

5.2.4 Förslag på framtida forskning och effektiva metoder

Under arbetets gång har många ytterligare möjligheter till analys och alternativa metoder för studera TIS-funktioner identifierats. Dessutom har arbetet lett till viktiga insikter om de metoder som använts och på

vilka sätt de bör utföras för att vara effektiva tidsmässigt och samtidigt ge tillförlitliga resultat.

För det första finns möjligheten att undersöka många andra TIS utöver elfordon i Sverige. De flesta innovativa tekniker bör kunna undersökas, så länge de tillhör branscher som använder platsannonser för rekrytering i tillräckligt stor omfattning. Det finns stora möjligheter att dessutom ställa flera tekniker mot varandra för jämförelse i samma studie. Detta skulle kunna leda till viktiga insikter om inte bara vad som driver en önskad tekniks utveckling, utan också vilka systemfunktioner som driver en oönskad tekniks tillbakagång.

För det andra har många lovande analysperspektiv lämnats utforskat i denna rapport. Datan från Arbetsförmedlingen skulle till exempel kunna användas för att undersöka teknikers legitimitet genom att med hjälp av textanalys undersöka på vilket sätt olika tekniker benämns i annonsbeskrivning. Det geografiska analysperspektivet är heller inte fullt utforskat i denna rapport. Vidare studier på detta område och analys av annonsers geografiska tillhörighet över tid skulle kunna bidra till förståelse för den lokala aspekten av TIS och vilka faktorer som är viktiga för att ett TIS centrerat till ett lokalt kluster ska kunna spridas regionalt, nationellt och globalt. Att kartlägga specifika aktörers geografiska tillhörighet, istället för att arbeta med aggregerad data i denna fråga skulle kunna möjliggöra mer detaljerade utvärderingar kring deras roller i utbredningen av ett TIS.

När det kommer till de specifika metoder som använts i just denna rapport finns också centrala insikter som är viktiga att ta med sig i framtida studier på området. Slutsatsen från denna rapport är att det mest effektiva är en kombination av metoder såsom nyckelordssökningar, berikning via externa dataset och kategorisering med hjälp av språkmodeller ger mest tillförlitliga och informativa resultat. Valideringsprocessen av nyckelord och liknande kan även den underlättas med hjälp av språkmodeller. Detta möjliggör fler iterationer, mer precisa nyckelord och mer träffsäkra resultat.

5.3 Etik

Studien tar även i beaktning etiska frågor kring datasäkerhet, aktörers integritet och GDPR. Då endast öppna dataset används för analys, som exempelvis Arbetsförmedlingens platsannonser, är studien transparent och replikerbar. Detta innebär också att ingen särskild sekretessbelagd information hanteras, som potentiellt skulle kunna skada en aktör. Inga intervjuer utförs och metoden samt de resultat som erhålls, går inte att koppla till någon enskild individ vilket säkerställer att studien följer lagen om GDPR. Enskilda aktörers handlingar värderas inte och analysen utgår ifrån en kvantitativ empirisk lens där TIS ramverket är i fokus, detta motverkar felaktiga samt orättvisa framställningar om företagets verksamhet baserad på en ofullständig databild. Trots de försiktighetsåtgärder som gjorts kan det finnas potentiella risker med att nämna aktörer vid namn vid nyckelordssökningar. Antalet annonser inom en given kategori kopplade till en aktör som representeras i denna studie, kan vara felaktiga i till exempel antal på grund av metodbrister. Detta kan leda till att aktören oavsiktligen framställs i sämre dager genom att antalet annonser representeras som färre än vad det egentligen är. På grund av detta kan det finnas en möjlighet till att en viktning av aktörernas bidrag till omställningen av fordonsindustrin sker, vilket kan bli missvisande. Trots detta bedömdes det att en total anonymisering av aktörerna skulle göra studien mindre trovärdig och försvåra presentationen av resultat samt diskussionen av dessa.

6

Slutsats

Denna studie har undersökt hur historiska platsannonser kan användas för att konstruera indikatorer och analysera funktioner inom ett teknologiskt innovationssystem, med elektrifiering av svensk fordonsindustri som empiriskt fall.

Resultaten visar att platsannonsdata kan användas för att ta fram indikatorer för samtliga sju TIS-funktioner, men i varierande utsträckning. Analysen identifierar flera potentiella styrkor i innovationssystemet, bland annat en breddad aktörsbas, ökad efterfrågan på elektrifieringsrelaterade kompetenser och indikatorer på växande legitimitet. Studien bidrar därmed med förståelse för hur platsannonser kan användas i praktiken för att på ett kvantitativt sätt beskriva ett systems prestanda, vilket i förlängningen kan bidra till förbättrade policyinstrument och uppföljning av hållbarhetsomställningar.

Samtidigt innebär datasetets begränsningar och valen av metod att resultatet bör tolkas med viss försiktighet. För att ytterligare stärka platsannonser som datakälla i TIS-analyser bör framtida forskning vikta resultaten mot datakvalitet och representativitet. Detta innefattar exempelvis förekomsten av falska annonser, variation av företags användning av Arbetsförmedlingen, samt relationen mellan datasetet och andra rekryteringskanaler. Vidare föreslås textanalys av annonsbeskrivningar som ett möjligt sätt ytterligare studera legitimitet för en teknik.

Platsannonser kan alltså vara ett värdefullt sätt att kvantitativt värdera funktioner i ett TIS prestanda och utveckling över tid, framförallt i kombination med annan data. Kort sagt utgör platsannonsdata ett outnyttjat och lovande verktyg för att undersöka framväxten av centrala tekniker i hållbarhetsomställningar.

Litteratur

- Arbetsförmedlingen. (u. å). *Om oss*. Arbetsförmedlingen. Hämtad 8 maj 2026, från <https://arbetsformedlingen.se/om-oss>
- Arbetsförmedlingen. (2026). *Historiska platsannonser*. Hämtad 8 maj 2026, från <https://data.arbetsformedlingen.se/annonser/historiska/index.html>
- Bergek, A. (2019). Technological innovation systems: a review of recent findings and suggestions for future research. *Handbook of Sustainable Innovation*, 200–218. <https://doi.org/10.4337/9781788112574.00019>
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407–429. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.003>
- Bergek, A., Jacobsson, S., Sandén, B., & Sandén, B. A. (u. å). Linköping University Post Print 'Legitimation' and 'development of positive externalities': Two key processes in the formation phase of technological innovation systems 'Legitimation' and 'Development of positive externalities': Two key processes in the ... <https://doi.org/10.1080/09537320802292768>
- Casula, M., Rangarajan, N., & Shields, P. (2020). The potential of working hypotheses for deductive exploratory research. *Quality & Quantity* 55:5, 55(5), 1703–1725. <https://doi.org/10.1007/S11135-020-01072-9>
- Criscuolo, P., Alexy, O., Sharapov, S., & Ammon, D. (2019). Lifting the veil: Using a quasi-replication approach to assess sample selection bias in patent-based studies. *Strategic Management Journal*. <https://doi.org/10.1002/smj.2972>
- Engberg, E., Hellsten, M., Javed, F., Lodefalk, M., Sabolová, R., Schroeder, S., & Tang, A. (2025). Artificial intelligence, hiring and employment: job postings evidence from Sweden. *Applied Economics Letters*. <https://doi.org/10.1080/13504851.2025.2497431>
- Europaparlamentet och Europeiska unionens råd. (2023). Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2023/851 av den 19 april 2023 om ändring av förordning (EU) 2019/631 vad gäller skärpning av normerna för koldioxidutsläpp från nya personbilar och nya lätta nyttofordon i linje med unionens höjda klimatambitioner. *Europeiska unionens officiella tidning (EUT) L 110*, 5–20. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/851/oj/swe>
- European Commission. (2026). Sweden | European Alternative Fuels Observatory. <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/sweden/infrastructure>
- Fabo, B., & Kureková, L. M. (2022). Methodological issues related to the use of online labour market data. <https://doi.org/10.54394/ZZBC8484>
- Fossilfritt Sverige. (2020). Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Fordonsindustrin – lätta fordon. <https://fossilfrittssverige.se/roadmap/fordonsindustrin-latta-fordon/>
- Fossilfritt Sverige. (2022). Färdplaner för fossilfri konkurrenskraft – uppföljning 2022. <https://fossilfrittssverige.se/fardplaner/>
- Fossilfritt Sverige. (2024 april). Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Fordonsindustrin – tunga fordon - Uppgraderad 2024. <https://fossilfrittssverige.se/roadmap/fordonsindustrin-tunga-fordon/>
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 33(6-7), 897–920. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2004.01.015>
- GeoPandas developers. (2026). *GeoPandas (Version 1.1.3) [Mjukvara]* [Hämtad 8 maj 2026]. <https://geopandas.org/>

- Grant, E., den Hof, M., & Gold, E. R. (2014). Patent landscape analysis: A methodology in need of harmonized standards of disclosure. *World Patent Information*. <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2014.09.005>
- Hafner, A., & Modic, D. (2021). European automotive technological innovation systems in the age of disruption: The suppliers' view. *Research in Social Change*, 12(3), 53–77. <https://doi.org/10.2478/rs-c-2020-0014>
- Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413–432. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002>
- Hellsmark, H., Mossberg, J., Söderholm, P., & Frishammar, J. (2016). Innovation system strengths and weaknesses in progressing sustainable technology: the case of Swedish biorefinery development. *Journal of Cleaner Production*, 131(3), 702–715. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.109>
- Hellsmark, H., Rosenberg, V., Mäkitie, T., & Folkesson, E. (2025). Mapping hydrogen-related employment patterns: A multi-sectoral analysis of recruitment data in three Scandinavian countries. *PLOS Sustainability and Transformation*, 4(10 October). <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000202>
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2019 november). Supermiljöbilspremien bakom en av tre laddhybridbilar i Sverige. <https://www.ivl.se/press/pressmeddelanden/2019-11-06-supermiljobilspremien-bakom-en-av-tre-laddhybridbilar-i-sverige.html>
- Kern, J., & Wolff, P. (u. å). *The digital transformation of the automotive supply chain-an empirical analysis with evidence from Germany and China: Case study contribution to the OECD TIP Digital and Open Innovation project* (tekn. rapport).
- Klimatpolitiska rådet. (2025 mars). *2025 Klimatpolitiska rådets rapport*. www.klimatpolitiskaradet.se
- Klimatpolitiska rådet. (2026 mars). *2026 Klimatpolitiska rådets rapport*. www.klimatpolitiskaradet.se
- Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wieczorek, A., Alkemade, F., Avelino, F., Bergek, A., Boons, F., Fünfschilling, L., Hess, D., Holtz, G., Hyysalo, S., Jenkins, K., Kivimaa, P., Martiskainen, M., McMeekin, A., Mühlemeier, M. S., ... Wells, P. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 31, 1–32. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.01.004>
- Köhler, J., Schade, W., Leduc, G., Wiesenhal, T., Schade, B., & Espinoza, L. T. (2013). Leaving fossil fuels behind? An innovation system analysis of low carbon cars. *Journal of Cleaner Production*, 48, 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.042>
- Langeland, O., Andersson, M., Julsrud, T. E., Sarasini, S., Schnurr, M., & Tongur, S. (2018). Decarbonising the Nordic transport system: A TIS analysis of transport innovations.
- Markard, J., & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research Policy*, 37(4), 596–615. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.004>
- Mats-Ola Larsson. (2022). *Effekter av bonus på elbilsförsäljning*. <https://omev.se/2022/11/25/effekter-av-bonus-pa-elbilsforsaljning/>
- Mobility Sweden. (2026). Nedgång för samtliga fordonsslag – omvärldshändelser och konjunktur spelar in. https://mobilitysweden.se/statistik/Nyregistreringar_per_manad_1/nyregistreringar-2026/nedgang-for-samtliga-fordonsslag-omvarldshandelser-och-konjunktur-spelar-in
- Olsson, L. (2019). The Role of Electric Vehicles in Reducing Climate Impact. *The International Journal of Climate Change: Impacts and Responses*, 11(3), 1–13. <https://doi.org/10.18848/1835-7156/CGP/V11I03/1-13>
- Pevec, D., Babic, J., & Podobnik, V. (2019). Electric Vehicles: A Data Science Perspective Review. *Electronics* 2019, Vol. 8, Page 1190, 8(10), 1190. <https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS8101190>
- Regeringen. (2017, 14. mars). *Ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige* (Proposition Nr 2016/17:146). Regeringskansliet. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2017/03/prop.-201617146/>
- Regeringskansliet. (2022 november). Klimatbonusen upphör den 8 november. <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2022/11/klimatbonusen-upphor-den-8-november/>
- Regeringskansliet. (2024 januari). Nya stöd för lätta ellastbilar och ökat stöd till mindre företag som köper utsläppsfria tunga lastbilar. <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2024/01/nya-stod-for-latta-ellastbilar-och-okat-stod-till-mindre-foretag-som-koper-utslappsfria-tunga-lastbilar/>
- Retriever. (2026). Retriever Business [Databas] [Hämtad 8 maj 2026]. <https://www.retriever.se/foretag/>
- RISE Research Institutes of Sweden. (2024). Varför pratar alla om reduktionsplikten? <https://www.ri.se/sv/bioraffinaderi/fossilfria-drivmedel/bloggpost/varfor-pratar-alla-om-reduktionsplikten>

- Rohe, S., & Chlebna, C. (2021). A spatial perspective on the legitimacy of a technological innovation system: Regional differences in onshore wind energy. *Energy Policy*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112193>
- Simonazzi, A. (2025). The bumpy road of the European automotive industry towards sustainable mobility. *Rendiconti Lincei*, 36(2), 417–428. <https://doi.org/10.1007/s12210-025-01314-8>
- Singer, S., & Oktay, D. (2025). Ghost jobs, real costs: labor market distortions from ghost job postings. *Business Economics*. <https://doi.org/10.1057/s11369-025-00436-z>
- Sovacool, B. K., & Hess, D. J. (2017). Ordering theories: Typologies and conceptual frameworks for sociotechnical change. *Social Studies of Science*, 47(5), 703–750. <https://doi.org/10.1177/0306312717709363>
- Stankiewicz, R., & Carlsson, B. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1(2), 93. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/bsu:4684992?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:bsu:4684992&crl=c>
- Statistiska centralbyrån. (2026). Industrins omsättning, 2021=100, efter marknad och näringsgren SNI 2007. <https://www.statistikdatabasen.scb.se/goto/sv/ssd/IndLev2010M>
- Statistiska centralbyrån. (u.å). Digitala gränser. <https://www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/digitala-granser/>
- Stephen Ezell. (2024 juli). *How Innovative Is China in the Electric Vehicle and Battery Industries?* (Tekn. rapport). Information Technology och Innovation Foundation (ITIF). <https://itif.org/publications/2024/07/29/how-innovative-is-china-in-the-electric-vehicle-and-battery-industries/>
- Svenskt Näringsliv. (2025). *Kompetens för tillväxt: Rekryteringsenkäten 2025/2026*. Svenskt Näringsliv. https://www.svensktnaringsliv.se/sakomraden/utbildning/kompetens-for-tillvaxt-rekryteringsenkaten-2025-2026_1249130.html
- The Matplotlib development team. (2024). *Matplotlib (Version 3.9.0) [Mjukvara]*. <https://matplotlib.org/>
- The pandas development team. (2024). *pandas - Python Data Analysis Library*. Hämtad 8 maj 2026, från <https://pandas.pydata.org/>
- Tillväxtverket & Universitetskanslersämbetet. (2021). *Vad säger 6,7 miljoner jobbannonser om framtidens arbetsmarknad?* (Tekn. rapport). Tillväxtverket. <https://tillvaxtverket.se/tillvaxtverket/publikationer/arkiveradepublikationer/publikationer2021/vadsager67miljonerjobbannonseromframtidensarbetsmarknad.1436.html>
- Trafikanalys. (2025 april). *Uppföljning av de transportpolitiska målen 2025* (tekn. rapport). <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/uppfoljning-av-de-transportpolitiska-malen-2025-15362/>
- Trafikanalys. (2026 februari). Fordon på väg. <https://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/>
- Turrell, A., Speigner, B. J., Djumalieva, J., Copple, D., Thurgood, J., Abraham, K., Barker, J., Bholat, D., Bradnum, D., Cassidy, E., Corder, M., Guimaraes, R., Hill, F., Key, T., Logan, G., Morris, M., Osbourne, M., Reinold, K., Robinson, P., ... Sterk, V. (2019). Transforming Naturally Occurring Text Data Into Economic Statistics: The Case of Online Job Vacancy Postings. <https://doi.org/10.3386/W25837>
- Ulf Malmquist, Gustav Wigenborg, Rinat Mukminov & Melina Kotsinas. (2024). *Myndighetsgemensam uppföljning av samhällets elektrifiering* (tekn. rapport). Energimarknadsinspektionen. www.ei.se
- Wang, Y. (2026). Occupational agglomeration and R&D worker mobility: career opportunities and wage premiums. *Annals of Regional Science*, 75(1). <https://doi.org/10.1007/s00168-026-01464-z>
- Waskom, M. (2024). *Seaborn (Version 0.13.2) [Mjukvara]*. <https://seaborn.pydata.org/>
- Weckowska, D., Weiss, D., Fiala, V., Nemecek, F., Voss, F., & Dreher, C. (2024). Creating legitimacy for cultured meat in Germany: The role of social cohesion. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 52. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2024.100871>
- Weckowska, D., Weiss, D., Schwäbe, C., & Dreher, C. (2025 mars). Technological innovation system analyses and sustainability Transitions: A literature review. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2024.100935>
- Weiss, D., & Nemecek, F. (2021). A text-based monitoring tool for the legitimacy and guidance of technological innovation systems. *Technology in Society*, 66. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101686>
- Weiss, D., & Nemecek, F. (2022). A Media-based Innovation Indicator: Examining declining Technological Innovation Systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 43(1), 289–319. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2022.04.001>

- Williams, G. (2026 april). *Don't Stop Me Now: Chinese Cars Are Having a Good Time in Europe*. Rhodium Group. Hämtad 8 maj 2026, från <https://rhg.com/research/dont-stop-me-now-chinese-cars-are-having-a-good-time-in-europe/>
- Vink, R. (2024). Polars: Lightning-fast DataFrame library for Rust and Python. <https://www.pola.rs/>
- World Bank Group. (2023 april). *REAL TIME LABOUR MARKET DATA - THE NEW FRONTIER* (Knowledge for Jobs (K4J) Note Nr 4) (Hämtad: 2 juni 2026). World Bank. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/d377e231649363d9fd9f07b6044d3131-0350072023/original/K4J-April-2023.pdf>
- Zhao, H., Cao, X., & Ma, T. (2026). Digital industrial agglomeration and breakthrough technological innovation: Evidence from business registration data. *Technology in Society*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.103161>

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige
www.chalmers.se