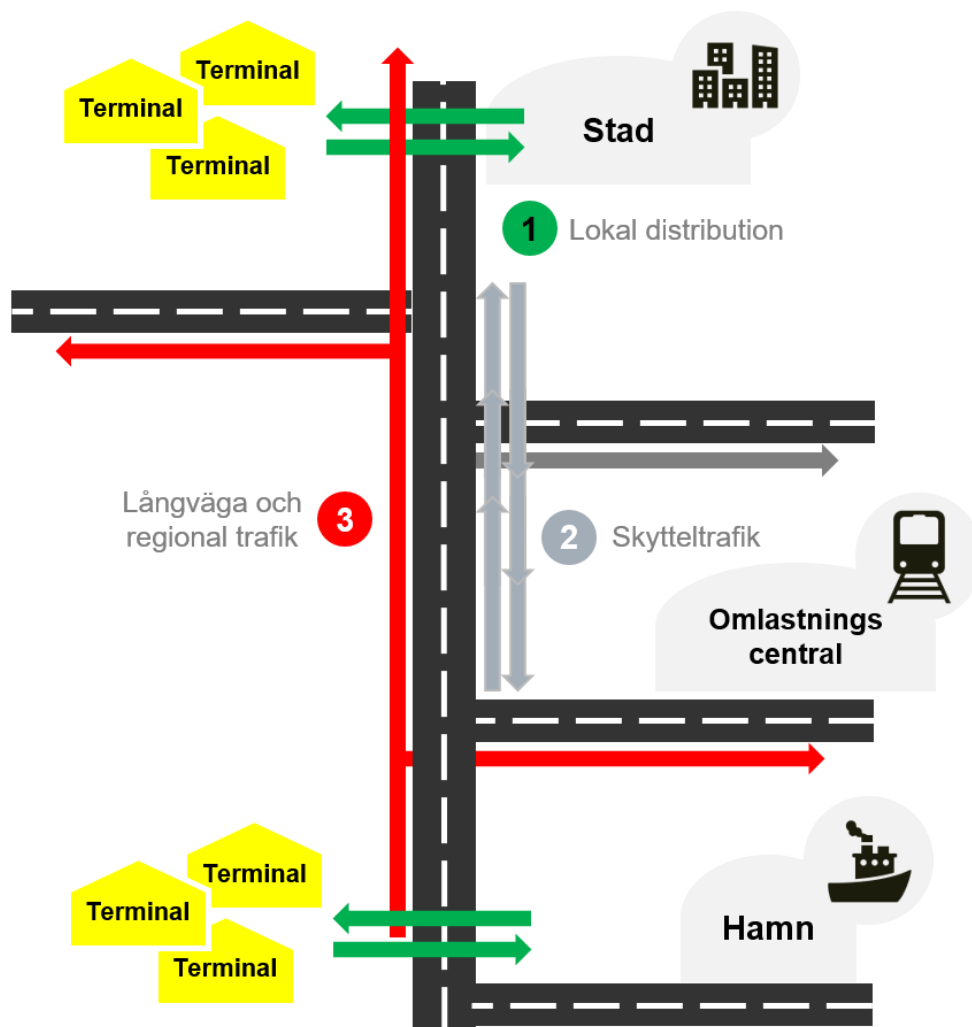


## RAPPORT

# Affärsmoeller för elektrifierade tunga vägtransportssystem

Delrapport 4; organisering av ett elvägssystem samt kalkylmodell för stationär laddning

Rapport från EY, augusti 2020



**Trafikverket**

Postadress: Solna Strandväg 98, 171 54 SOLNA

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Affärsmodeller för elektrifierade tunga vägtransportssystem – delrapport 4

Författare: Björn Hasselgren

Dokumentdatum: 2020-08-11

Ärendenummer: 2018/18530

Version: 0.1

Kontaktperson: Björn Hasselgren, [bjorn.hasselgren@trafikverket.se](mailto:bjorn.hasselgren@trafikverket.se) +46 70-762 33 16

Elin Näsström, [elin.nasstrom@trafikverket.se](mailto:elin.nasstrom@trafikverket.se) +46 70-792 16 23

## Förord

Här redovisas den senaste delrapporten i Trafikverkets Program för Elektrifiering av den tunga vägtrafiken på det statliga vägnätet (Elektrifieringsprogrammet) inom området Affärsmodeller – finansiering och organisering.

Under 2020 har arbetet fokuserats på två huvudsakliga områden.

- För det första att baserat på tidigare rapporter (Fas 1-3) i detta delprojekt ytterligare fördjupa analysen av elvägssystemets aktörer och tänkbar samverkan mellan dessa samt olika delaktiviteter som är nödvändiga att tillhandahålla. Arbetet har visat hur relationerna mellan aktörer i ett elvägssystem påverkas av hur ansvarsfördelningen inom systemet definieras, vilket utgör en viktig grund för utformning av affärsmodeller. En utgångspunkt för analysen har varit att identifiera de aktiviteter och ansvarsområden som kan kräva att Trafikverket tar en aktiv roll för att ett fungerande elvägssystem ska kunna etableras.
- För det andra har en företagsekonomisk kalkylmodell för stationär laddning tagits fram som syftar till att analysera stationär laddinfrastruktur i kombination med batteriförsedda fordon utifrån ett årligt resultaträkningsperspektiv. Detta ger en grund för att kunna göra jämförelser mellan olika typer av elektrifieringsalternativ för tunga vägtransporter, exempelvis som en kombination av elväg och stationär laddning. I ett nästa steg kommer kalkylmodellen att offentliggöras.

Analysarbetet har bedrivits i nära samverkan med beställaren och projektledaren Björn Hasselgren. Elin Näsström och Magnus Lindgren vid Trafikverket har också deltagit i uppdraget.

Trafikverket och konsulten (EY) har hållit ett gemensamt seminarium med ett brett deltagande av aktörer i den framväxande elvägsmarknaden, för att diskutera frågeställningarna i denna fas av Affärsmodellarbetet. I övrigt har arbetet bedrivits i nära samverkan med aktörer på regional och nationell nivå, samt med aktörer i andra länder. Trafikverket tackar för ett gott och öppet samarbete med alla parter i samarbetet.


Trafikverket offentliggör rapporten men delar inte nödvändigtvis alla delar av analyser och slutsatser i rapporterna. De är dock ett viktigt underlag i Elektrifieringsprogrammets fortsatta arbete.

Stockholm i augusti 2020,

Björn Hasselgren

*Seniorrådgivare*

Delprojektledare Elektrifieringsprogrammet



# *Organisering av elvägssystem och kalkylmodell för stationär laddning*

---

2020-07-03

Uppdragsgivare: Trafikverket, genom Björn Hasselgren  
EY: Linda Andersson, Per Skallefell, Hanna Sandqvist Wong, Sara Erskérs

## Sammanfattning

Riksdagen fastslog år 2017 ett mål om att minska klimatpåverkan i termer av utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter med 70 procent fram till 2030, jämfört med 2010 års nivåer. Ett av medlen för att nå Sveriges klimatmål är elektrifieringen av vägtransporter. En delösning för att uppnå detta är elektrifiering av den tunga vägtrafiken. [1] [2]

Inom Trafikverket pågår ett utredningsarbete kring elektrifiering av tunga transporter. Analyser av affärsmodeller för elvägar har gjorts i tre tidigare faser. Fas fyra, vilken redovisas i denna rapport, har fokuserat på att analysera och vidare utreda frågor om affärsmodell och organisering på de två pilotsträckor som nu utvärderas av Trafikverket. Därtill har en analys av elektrifieringslösningar med stationär laddning och batteriförsedda fordon inletts. Utveckling av batterilösningar har skett i snabb takt under de senaste åren. Analysen kring stationär laddning för tunga fordon kan, i ett senare skede, bli en utgångspunkt för en prövning av system där dynamisk och stationär laddning kombineras.

Uppdraget, i denna fas fyra, har genomförts från oktober 2019 till juni 2020 och har innefattat en workshop och löpande dialoger med marknadsaktörer i de regioner som utreds för en etablering av en elvägpilot. Dialoger med marknadsaktörer har syftat till att utbyta erfarenheter, skapa förståelse för och kunskap om ett elvägssystem, såväl som för ett system för stationär laddning.

Uppdraget har utförts av EY på uppdrag av Trafikverket, där Björn Hasselgren har varit beställare. Arbetet har skett i nära kontakt mellan EY och Trafikverket. Kunskap och information har insamlats från tidigare framtagen dokumentation i Program Elvägar<sup>1</sup>, andra interna utredningar och analyser inom Trafikverket, externa rapporter, samt artiklar, seminarier och konferenser.

### **Organisering av ett system med elvägar för dynamisk laddning under färd**

Aktörer och komponenter som elvägssystemet kan komma att bestå av har definierats i tidigare faser i utredningsarbetet. I detta uppdrag har vidare analys genomförts för att definiera de aktiviteter som troligtvis behöver ingå för att organisera ett fungerande elvägssystem. Arbetet har visat hur relationerna mellan aktörer i ett elvägssystem påverkas av hur ansvarsfördelningen inom systemet definieras, vilket utgör en viktig grund för utformning av affärsmodeller. En utgångspunkt för analysen har varit att identifiera de aktiviteter och ansvarsområden som kan kräva att Trafikverket tar en aktiv roll för att ett fungerande elvägssystem ska kunna etableras.

Beroende på hur relationerna definieras kan olika organisatoriska former bli aktuella. De olika organiseringsformerna är:

- Organisering med en samlande part som tillhandahåller ett helt elvägssystem
- Organisering på delkomponentnivå där enskilda aktörer samverkar för att bygga upp ett elvägssystem
- Organisering som en hybrid mellan en samlande part och på delkomponentnivå

---

<sup>1</sup> I anslutning till färdigställande av denna rapport har Trafikverket beslutat att bredda omfattningen av arbetet med att analysera elektrifieringen av den tunga vägtrafiken. Det nya namnet på programmet är Program för elektrifiering av det statliga vägnätet för tunga transporter. I denna rapport har den tidigare beteckningen "Program Elvägar" använts.

Utifrån analyser inom projektet, erfarenheter från liknande infrastrukturprojekt med hög grad av innovation, inspel från genomförd workshop, och dialog med aktörer, diskuteras här några viktiga aspekter för de olika organisationsformerna:

- **Rådighet, styrning och flexibilitet:** förmågan för den samordnande parten (i detta fall Trafikverket eller annan offentlig part) att direkt eller indirekt styra utvecklingen av ett elvägssystem mot önskade mål, samt flexibiliteten att genomföra förändringar under etableringsfasen i de fall förutsättningar eller önskade målsättningar förändras.
- **Effektivitet, kvalitet och innovation:** förutsättningarna för att ett elvägssystem ska kunna etableras kostnadseffektivt, att systemet och dess drift ska hålla god kvalitet samt att initial och löpande innovation ska möjliggöras.
- **Marknadens förmåga:** organiseringskrav på aktörer och deras förmåga att åta sig och med goda resultat genomföra önskade uppdrag.

Det finns för- och nackdelar samt risker med samtliga tre organiseringsalternativ ur dessa tre aspekter. För den initiala fasen för utrullning av en elvägpilot är en hybridorganisering troligtvis fördelaktig. Denna form av organisering ger förutsättningar för att hantera mogna och omogna komponenter separat och ställer begränsade krav på marknadens utvecklingsnivå, samtidigt som den främjar viss innovation och effektivitet då vissa komponenter hålls samman. Dessutom, vid en hybridorganisering undviks den större grad av komplexitet i gränssnitten mellan komponenter, som uppkommer i ett fullt uppdelat alternativ.

### **Beskrivning och analys av ett system med stationär laddinfrastruktur och batteriförsedda fordon**

En företagsekonomisk kalkylmodell för stationär laddning har tagits fram som syftar till att analysera stationär laddinfrastruktur i kombination med batteriförsedda fordon utifrån ett årligt resultaträkningsperspektiv. Detta ger en grund för att kunna göra jämförelser mellan olika typer av elektrifieringsalternativ för tunga vägtransporter, exempelvis som en kombination av elväg och stationär laddning.

För att skapa en bättre förståelse för utbyggnad av system för stationär laddning har en scenarioanalys genomförts där ett litet, medelstort och stort system med stationär laddinfrastruktur har analyserats. Kalkylmodellen har delats in på aktörskategorierna ägare av laddinfrastruktur (uppdelat för semi-publik och publik laddinfrastruktur) samt åkerier. Transportmarknaden och därmed åkerierna har delats in i delmarknaderna för fjärrtransporter, regionala transporter och citytransporter. Depåladdning antas bli en dominerande form för laddning av batteriförsedda tunga fordon.

Utifrån de ingångsvärden som tillämpats för de olika scenarierna ger kalkylmodellen en indikation om att det skulle kunna vara möjligt att nå företagsekonomisk lönsamhet i ett system med laddinfrastruktur och batteriförsedda fordon, på sikt. De ingångsvariabler som påverkar resultatet från kalkylmodellen är dels jämförelsekostnaden mellan diesel- och eldrift, investeringsutgifterna för exempelvis laddinfrastruktur och batteriförsedda fordon, samt utnyttjandegraden av den stationära laddinfrastrukturen. Om diesel blir billigare att använda i jämförelse med el minskar incitament att använda el.

Även investeringsutgiften, exempelvis den årliga effektrelaterade kostnaden för laddstationer och merkostnaden för batteriförsedda tunga fordon, samt utnyttjandegraden av den stationära laddinfrastrukturen är faktorer som påverkar resultatet. Analysen visar att det krävs en tillräckligt hög utnyttjandegrad för att nå en lönsamhet för den stationära laddinfrastrukturen, även om denna utnyttjandegrad är relativt låg sett ur ett årligt perspektiv.

Det är viktigt att notera att de resultat som redovisas från kalkylmodellens basberäkningar och de tre scenarierna ska ses som preliminära. De bör därför främst ses som en utgångspunkt att diskutera vidare utifrån, och något att fortsätta utveckla scenarier ifrån.

### **Rekommendationer för nästa steg**

Elvägar och stationär laddning har diskuterats i denna rapport och bedöms vara tekniker som troligtvis kan komma att påverka varandra och samspela på en framväxande marknad för elektrifiering av tunga fordon. Dessa elektrifieringstekniker kan dessutom behöva sättas i relation till övrig teknikutveckling som sker, som exempelvis bränsleceller. För vidare arbete är därmed rekommendationen att utvidga analysen för elvägar, nu kompletterad med stationär laddning, till att genomföra jämförelser mellan olika typer av elektrifieringsalternativ för tunga vägtransporter. Vidare kan även analys behöva genomföras för att förstå vilken roll Trafikverket kan komma att ha och till vilken grad involvering krävs.

Två huvudsakliga områden bör analyseras i nästa steg:

#### **1. Fördjupa analysen av affärsmodeller, gränssnitt och ansvarsfördelning mellan olika aktörer med hänsyn till olika elektrifieringstekniker för tunga fordon**

Med nya elektrifieringsalternativ för tunga fordon, som elvägar, stationär laddning, med flera, kommer aktörer att behöva samspela på nya marknader. Även nya aktörer kan komma att tillkomma, vilket kan medföra att flera nya, och i vissa fall komplexa, relationer behöver skapas. Det blir därför viktigt att vidare analysera gränssnitt och ansvarsfördelning mellan olika aktörer för att skapa en förståelse för hur de olika elektrifieringsalternativen kan utformas och påverka varandra.

Utifrån gränssnitt och ansvarsfördelning som utvecklas mellan aktörer är det även viktigt att förstå hur affärsmodeller kan uppstå för olika elektrifieringsalternativ. För att skapa en förståelse för hur marknader för olika elektrifieringsalternativ kan komma att se ut behöver fördjupade insikter vinnas i vad de olika aktörerna har för drivkrafter och incitament. Erfarenheter som vunnits från arbetet med affärsmodeller för elvägar kan tas med i beaktande för de fortsatta analyserna för affärsmodeller för olika elektrifieringsalternativ. Ytterligare en aspekt att beakta är hur olika elektrifieringsalternativ och tillhörande affärsmodeller kan samspela samt eventuella behov/möjligheter att kombinera dessa affärsmodeller. Därför rekommenderas det att i nästa steg fortsätta analysera affärsmodeller, gränssnitt och ansvarsfördelning för att kunna identifiera möjligheter och utmaningar med olika elektrifieringsalternativ.

#### **2. Utvidga analysen av kostnadsstrukturer och affärsmöjligheter mellan olika elektrifieringstekniker för att kunna väga olika alternativ mot varandra**

Jämförelse och analys mellan olika elektrifieringsalternativ bör genomföras. Som ett första steg föreslås en analys av de två framtagna företagsekonomiska kalkylmodellerna för elvägar respektive stationär laddning. Kalkylmodellernas kostnad- och intäktsberäkningar är ett viktigt stöd i detta analysarbete och kan kompletteras med liknande modeller för exempelvis bränsleceller. Scenarier med olika kombinationer av elväg, stationär laddning och bränsleceller kan behöva diskuteras för att förstå skillnader mellan dessa och hur utbyggnad av elektrifiering av det statliga vägnätet för tunga transporter lämpligen bör ske. Därför rekommenderas det att i nästa steg utvidga analysen av kostnadsstrukturer och affärsmöjligheter till att inkludera även bränsleceller samt att jämföra olika elektrifieringstekniker.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

---

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>9</b>
1.1 Bakgrund.....	9
1.2 Syfte.....	10
1.3 Metod.....	10
1.4 Avgränsningar.....	10
1.5 Antaganden och utgångspunkter - Trafikverkets roll.....	11
<b>2 Organisering av ett elvägssystem</b> .....	<b>12</b>
2.1 Former för organisering av ett elvägssystem – relationen mellan trafikverket och andra aktörer.....	16
2.1.1 Organisering med en samlande part som tillhandahåller ett helt elvägssystem.....	16
2.1.2 Organisering på delkomponentnivå där enskilda aktörer samverkar för att bygga upp ett elvägssystem.....	17
2.1.3 Organisering som en hybrid mellan en samlande part och på delkomponentnivå.....	17
2.2 Aspekter att beakta vid tillämpning av olika former av organisering.....	18
<b>3 Trafikflöden på pilotsträckorna</b> .....	<b>21</b>
<b>4 Beskrivning av stationär laddinfrastruktur</b> .....	<b>24</b>
4.1 Bakgrund till analys av system för stationär laddinfrastruktur.....	24
4.1.1 Syfte med kalkylmodellen.....	25
4.1.2 Kalkylmodellens uppbyggnad.....	25
4.1.3 Avgränsningar och begränsningar.....	27
4.2 Ett system med stationär laddning och Finansiella konsekvenser.....	28
4.2.1 Typer av stationär laddning.....	28
4.2.2 Fördelning av tunga fordon på fyra delmarknader.....	29
4.3 Analys av scenarier och övergripande finansiella konsekvenser för aktörer.....	31
4.3.1 Beskrivning av scenarier för utbyggnad av stationär laddinfrastruktur.....	31
4.3.2 Finansiella konsekvenser för aktörer i system med stationär laddning.....	36
<b>5 Förslag på vidare utredning och rekommendationer för nästa steg</b> .....	<b>40</b>
<b>6 Källförteckning</b> .....	<b>41</b>



# 1 INLEDNING

---

## 1.1 BAKGRUND

Tunga vägtrafikfordon stod för cirka 21 procent av utsläppen av växthusgaser från inrikes vägtransporter 2018 [3]. Riksdagen fastslog år 2017 ett mål om att minska klimatpåverkan från inrikes transporter med 70 procent fram till 2030, jämfört med 2010 års nivåer. Ett av verktygen för att nå Sveriges klimatmål är elektrifiering av vägtransporter, där elektrifiering av tunga transporter är en del. [1] [2]

I november 2017 lämnade Trafikverket en färdplan för elvägar till regeringen där behovet av fortsatt utredning och analys, bland annat inom området affärsmodeller, lyftes fram. EY har på uppdrag av och i samarbete med Trafikverket sedan 2018 utrett affärsmodeller för elvägar i tre faser, där respektive fas har resulterat i en publicerad rapport. Den första rapporten, *Affärsmodeller för elvägar*, publicerades i augusti 2018. Därefter publicerades en rapport i februari 2019 som behandlade roller, aktörsrelationer och risker på elvägsmarknaden. Den tredje rapporten publicerades i september 2019 och behandlade en tillkommande roll som operatör i ett elvägssystem samt företagsekonomiska förutsättningar för elvägar. [4] [5] [6]

Enligt regeringens beslut ska elvägsteknik prövas på en längre sträcka än den som demonstratorerna för elvägstekniker omfatta. För en pilotfas har det i fastställelsebeslutet till Nationell Plan 2018–2029 angivits att Trafikverket disponerar 300 miljoner kronor för investeringar i en elvägpilot och att ytterligare 300 miljoner kronor förväntas finansieras av privata aktörer. Den totala summan om 600 miljoner kronor ska användas till genomförandet av pilotfasen.

I juni 2019 meddelade Trafikverket att två sträckor, en i Region Örebro län och en i Region Stockholm, utgjorde potentiella pilotsträckor för en elvägpilot och att en vägplan anpassad för elväg skulle tas fram för respektive sträcka. Pilotanläggningen, som avses vara ett fullskaligt test av ett elvägssystem (även kallat "Electrified Roads System" eller "ERS"), inklusive affärsmodell. När det gäller utveckling och genomförande av affärsmodellen har Trafikverket haft ett fortsatt behov av stöd, vilket inkluderat analys av finansiella och organisatoriska aspekter, beräkningar av lönsamhet, kostnader och avgiftsmodeller. Det är denna fas fyra av utredningsarbetet kring affärsmodeller som redovisas i denna rapport.

Det sker en snabb utveckling på marknaden både inom området för olika ERS-tekniker och när det gäller alternativ eller komplement till ERS. Tester av tekniker för ERS pågår vid ett antal demonstrationsprojekt med syftet skapa kunskap kring byggnation, drift och underhåll av elvägar. Kunskapen från demonstrationsprojekten, tillsammans med ett flertal andra aktiviteter, utgör tillsammans en grund för kommande ställningstaganden till krav på teknik för elvägar. Nya teknologier, som elvägar, växer fram i ett samspel mellan flera olika aktörer, där Trafikverket inte ensamt avgör vilka tekniker som slutligen kommer att dominera marknaden. En nära samverkan med andra aktörer är därför avgörande i Trafikverkets fortsatta arbete med elektrifiering.

Tekniska lösningar med batteriförsedda fordon och stationär laddning har utvecklats i snabb takt under de senaste åren, vilket tyder på att batterilösningar för tunga fordon kan komma att bli ett elektrifieringsalternativ vid sidan av ERS. Därmed blir kombinationen av elväg, eller dynamisk laddning, och stationär laddning ett scenario och en kombination som framöver behöver analyseras, exempelvis hur dessa lösningar kan komplettera eller konkurrera med varandra.

Tidigare arbete har analyserat affärsmodeller för ett elvägssystem på en övergripande nivå. Analys har även påbörjats för att skapa djupare förståelse, och för att konkret kunna applicera en

affärsmodell på pilot-projekten. Denna rapport undersöker möjliga organiseringsalternativ för inblandade aktörer och inbördes aktörsrelationer inom ett elvägssystem.

## 1.2 SYFTE

Under denna fjärde fas av utredningsarbetet kring elektrifiering av den tunga vägtrafiken har EY bistått Trafikverket med att utveckla former organisering och för hur en affärsmodell praktiskt skulle kunna tillämpas på de pilotsträckor som utreds av Trafikverket. Därtill har en initial analys genomförts av system där stationär laddning av batteriförsedda tunga fordon kombineras.

## 1.3 METOD

Uppdraget har genomförts under perioden oktober 2019 till maj 2020. Denna rapport har utarbetats i nära samverkan med Trafikverket, där Björn Hasselgren har varit beställare. Elin Näsström och Magnus Lindgren vid Trafikverket har löpande följt arbetet i projektet.

Projektets arbetsgrupp, bestående av Trafikverket och EY, har insamlat kunskap via inläsning av tidigare framtagen dokumentation i Program Elvägar, samarbete med de regioner som valts ut för pilotprojekt, rapporter från utvecklingsprojekt i Sverige och andra länder, samt artiklar, workshops och konferenser. Löpande under arbetet har arbetsmöten hållits. Arbetsgruppen har även regelbundet rapporterat till Program Elvägar och koordinerat med programmets övriga projekt och arbete.

En workshop har genomförts (23 januari 2020) med aktörer relevanta för elvägsmarknaden. Den syftade till att, utifrån projektets analyser och hypoteser, föra en dialog med marknadsaktörer och myndigheter. Att samla dessa aktörer för en dialog har även varit ett sätt att skapa en gemensam bild över hur aktörer, som kan komma att agera på en framväxande elvägsmarknad, ser på utvecklingen av elvägar samt diskutera stationär laddning.

Utöver denna workshop har löpande dialoger med flera aktörer förts under uppdragets genomförande. Detta för att få en djupare förståelse för marknaden och den utveckling som sker, både inom affärsmodellen och relaterat till en elvägpilot. Dialoger har även förts kring stationär laddning för tunga transporter. Projektets arbete har presenterats vid seminarier hos den ledande aktören för en av de potentiella pilotsträckorna, Region Örebro län. Som ett första steg i analysen av stationär laddning för tung trafik har en företagsekonomisk kalkyl tagits fram. Antaganden, ingångsvärden och resultat från kalkylmodellen har stämts av med marknadsaktörer, framförallt potentiella laddstationsägare, elnätsaktörer, elhandelsbolag samt åkerier.

## 1.4 AVGRÄNSNINGAR

Innehållet i denna rapport baseras framförallt på dialog mellan projektgruppen och marknadsaktörer under workshop, individuella möten och arbetsgruppens analyser. Detta medför att resultaten blir begränsade till de kvalitativa synpunkter som framkommit från medverkande deltagare. Uppdraget har fokuserats kring arbetshypoteser och analyser som rör organisering för de pilotsträckor som har valts ut inom Program Elvägar. En väsentlig del av uppdraget har dock bestått av kalkylarbetet kring alternativet batteriförsedda tunga fordon och stationär laddning.

Möjlig teknik för elvägar är en av de frågor som utreds av Trafikverket bl.a. med stöd av demonstrationsprojekten, olika delprojekt inom Program Elvägar och olika forskningsinitiativ. Trafikverket har en neutral inställning till frågan om teknikval, och detta uppdrag och denna rapport har samma utgångspunkt.

Uppdraget har inte innefattat juridiska analyser. De rättsliga aspekterna undersöks inom ramen för Program Elvägar och är viktiga att beakta i kommande arbete, eftersom de till stor del definierar förutsättningarna för systemets affärsmässiga utformning och organisering.

I analysen för affärsmodeller för elvägpilot-fasen har utgångspunkten varit en applicering av affärsmodeller och kalkylmodell för de två pilotsträckorna. Pilotfasens förberedelser har dock tagit mer tid än beräknat varför analysen i denna del inte fullt ut har kunnat göras inom ramen för detta uppdrag.

Kalkylmodellen för stationär laddning syftar till att på ett lättöverskådligt sätt skapa en förståelse för företagsekonomisk bärkraft för marknaden för stationär laddning och batteriförsedda fordon och dess olika aktörer. Kalkylmodellen är uppbyggd på liknande sätt som för kalkylmodellen för elvägar, med ingångsvärden från den samhällsekonomiska kalkylmetodikerna och handböcker (ASEK) som en utgångspunkt [7]. Resultatet från kalkylmodellen är begränsat till att fokusera på företagsekonomisk bärkraft för olika aktörer på systemnivå. Perspektivet är ett system för stationär laddning sett utifrån ett årligt resultatberäkningsperspektiv och vid en specifik tidpunkt.

Kalkylmodellen omfattar således inte samhällsekonomiska effekter av stationär laddinfrastruktur. Kalkylmodellen bör inte ligga till grund för eventuella investeringsbeslut, utan ska främst ses som ett stöd i allmänna övervägande om hur marknaden för stationär laddinfrastruktur framöver kan komma att utvecklas.

Ingångsvärden i kalkylmodellen för stationär laddning bygger på kvalificerade uppskattningar, antaganden och fakta från olika marknadsaktörer, samt pågående projekt inom Program Elvägar. I ett nästa steg behöver dessa uppskattningar och antaganden verifieras och förfinas.

## 1.5 ANTAGANDEN OCH UTGÅNGSPUNKTER - TRAFIKVERKETS ROLL

I en eventuell kommande utbyggnad av elvägar i Sverige utgår denna rapport från att Trafikverkets huvudsakliga roll är att skapa ett ramverk och förutsättningar för en sådan utveckling. Trafikverket har inte i uppdrag att definiera samtliga affärsrelationer i ett elvägssystem. Trafikverkets roll kan dock variera över tid. I utvecklingen och utbyggnaden av en pilotsträcka har Trafikverket, på uppdrag av regeringen, haft en drivande roll. I en mer långsiktig och storskalig utrullning är det inte självklart att Trafikverket kommer att ha en lika aktiv roll.

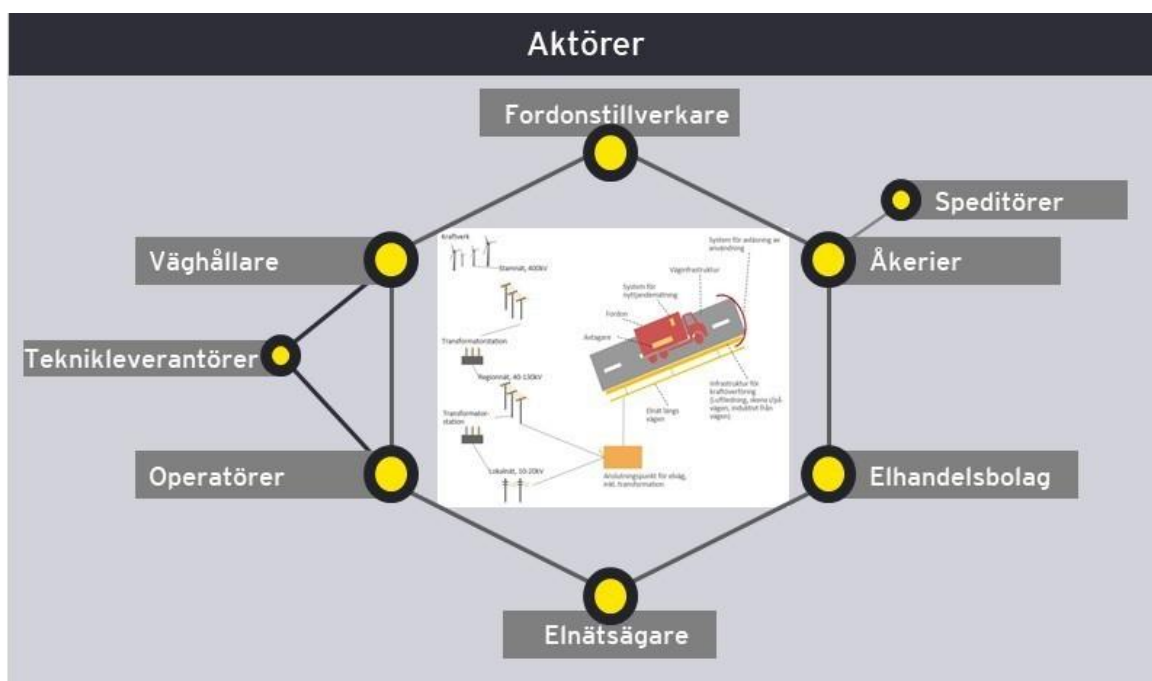
Denna utredning har således haft som utgångspunkt att Trafikverket är en av flera aktörer i ett elvägssystem. I kapitel 2 beskrivs möjliga scenarier för Trafikverkets roll vid organisering av marknaden vid införandet av elvägpilot. Trafikverkets uppdrag är att ansvara för långsiktig planering av transportsystemet för alla trafikslag samt för byggande, drift och underhåll av statliga vägar och järnvägar. Trafikverket har även ett ansvar för anläggningsdelar inom vägområdet. ERS skulle kunna definieras som en del av anläggningen inom vägområdet och därmed inkluderas i Trafikverkets ansvar kring tillhandahållande av väganordning. Med ERS tillkommer dock anläggningsdelar inom vägområdet som historiskt sett inte har ingått i Trafikverkets ansvarsområde när det gäller vägar. Ett exempel på detta är att i ett ERS-system skulle överföring av el kunna ingå som en anläggningsdel inom vägområdet.

System för batteriförsedda fordon och stationär laddinfrastruktur kan ses som en mer mogen bransch än elvägar i och med att såväl fordon som laddinfrastruktur redan finns för personbilar. Dessutom kan infrastrukturen anläggas utanför vägområdet. Sammantaget medför detta att Trafikverkets roll i ett sådant system kan antas bli mer begränsat än i ett ERS-system.

## 2 ORGANISERING AV ETT ELVÄGSSYSTEM

Kostnadsuppskattningar tillsammans med resultat från den framtagna företagsekonomiska kalkylmodellen, som redovisades i rapporten *Elvägssystemets aktörer och ekonomiska förutsättningar – En analys av operatörsrollen och kort- och långsiktiga scenarion* (2019), visar att det är svårt att nå företagsekonomisk bärkraft för elvägar i ett tidigt skede på grund av stora investeringar och låga volymer av transporter som utnyttjar elvägen [6]. Det skulle kunna indikera att statligt stöd kan krävas i ett tidigt skede för att stödja investeringar i uppbyggnad av elvägar. Ett tydligt definierat uppdrag från offentliga parter om att uppbyggnad och långsiktig satsning på elvägar kommer att ske skulle kunna innebära att osäkerheter om den framtida utvecklingen minskar.

I tidigare arbeten har aktörer identifierats som kan ingå i en affärsmodell för uppbyggnad och drift av elvägar, se Figur 1.



**Figur 1 Aktörskarta med aktörskategorier i ett elvägssystem**

Utöver de identifierade aktörskategorierna har tidigare analyser visat att ett antal aktiviteter kommer att behövas för att bygga upp ett elvägssystem [6]. Dessa aktiviteter inkluderar exempelvis byggande och drift av ERS-infrastruktur, tillhandahållande av betalningslösning, framdragning av elnät och anpassning av fordon för att kunna köra på el från elväg. Dessa aktiviteter visas i Figur 2. Hur relationerna mellan aktörskategorierna byggs upp och ansvarsfördelningen definieras ger utgångspunkterna för affärsmodellen.

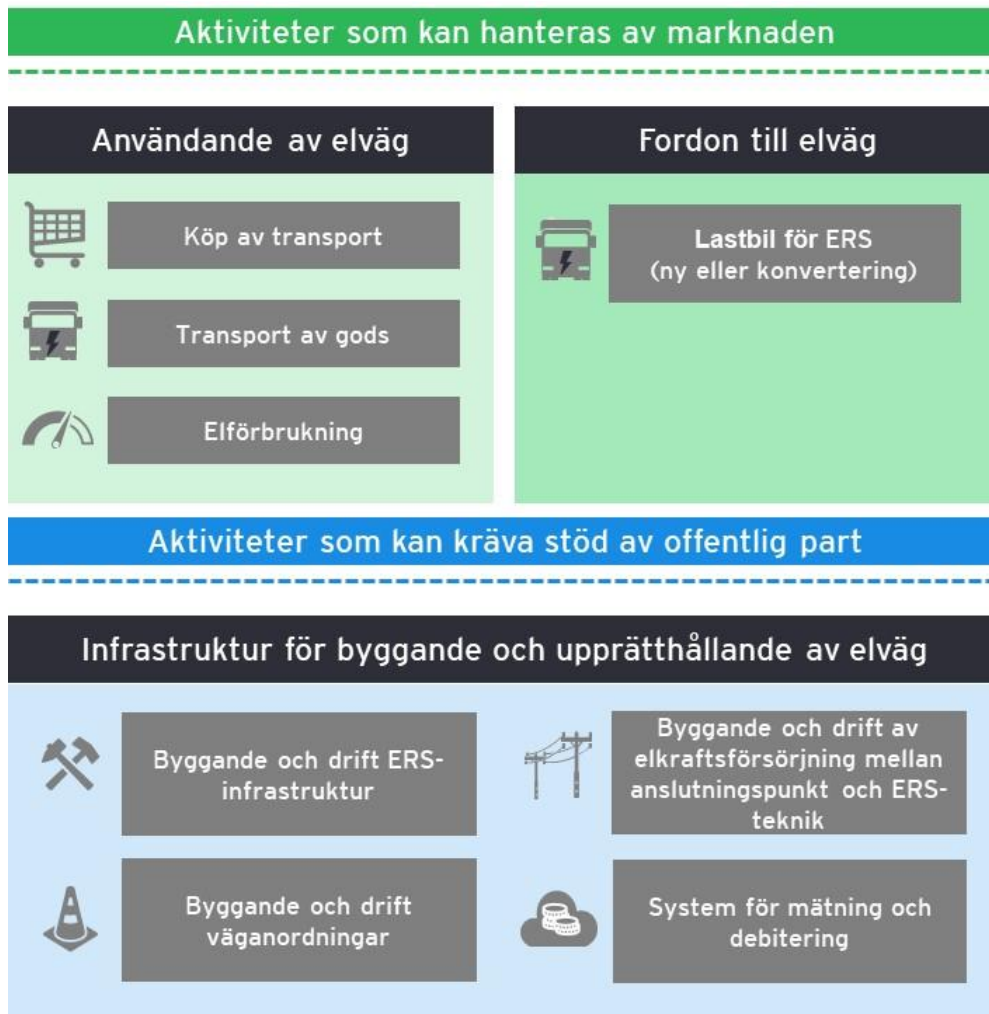


**Figur 2** Aktiviteter kopplade till de komponenter som ingår i ett elvägssystem (uppbyggnads- och driftsfas)

För vissa av dessa aktiviteter har det antagits att befintliga marknader kommer att kunna tillgodose behoven i ett elvägssystem. Ett exempel är köp av transporter av varuägare från åkeri eller speditör. Det är en marknad som fungerar väl och där introduktion av elväg och el som energiförsörjning av tunga fordon inte bör förändra förhållandet mellan säljare och köpare. Utgångspunkten för analysen i denna fas har varit att, utifrån Trafikverkets roll, se vilka aktiviteter och relationer där Trafikverket skulle kunna ha en avgörande roll för att ett elvägssystem ska kunna upprättas.

Nedan i Figur 3 visas i huvudsak fyra områden där offentlig part kan komma att behöva stötta utbyggnaden av ett elvägssystem. Dessa är:

- Byggande och drift av ERS-infrastruktur
- Byggande och drift av kompletterande väganordningar, som är kopplade till ERS-infrastruktur
- Drift av elkraftförsörjning till elektrifierade vägar, mellan anslutningspunkt och ERS-teknik
- System för mätning och debitering



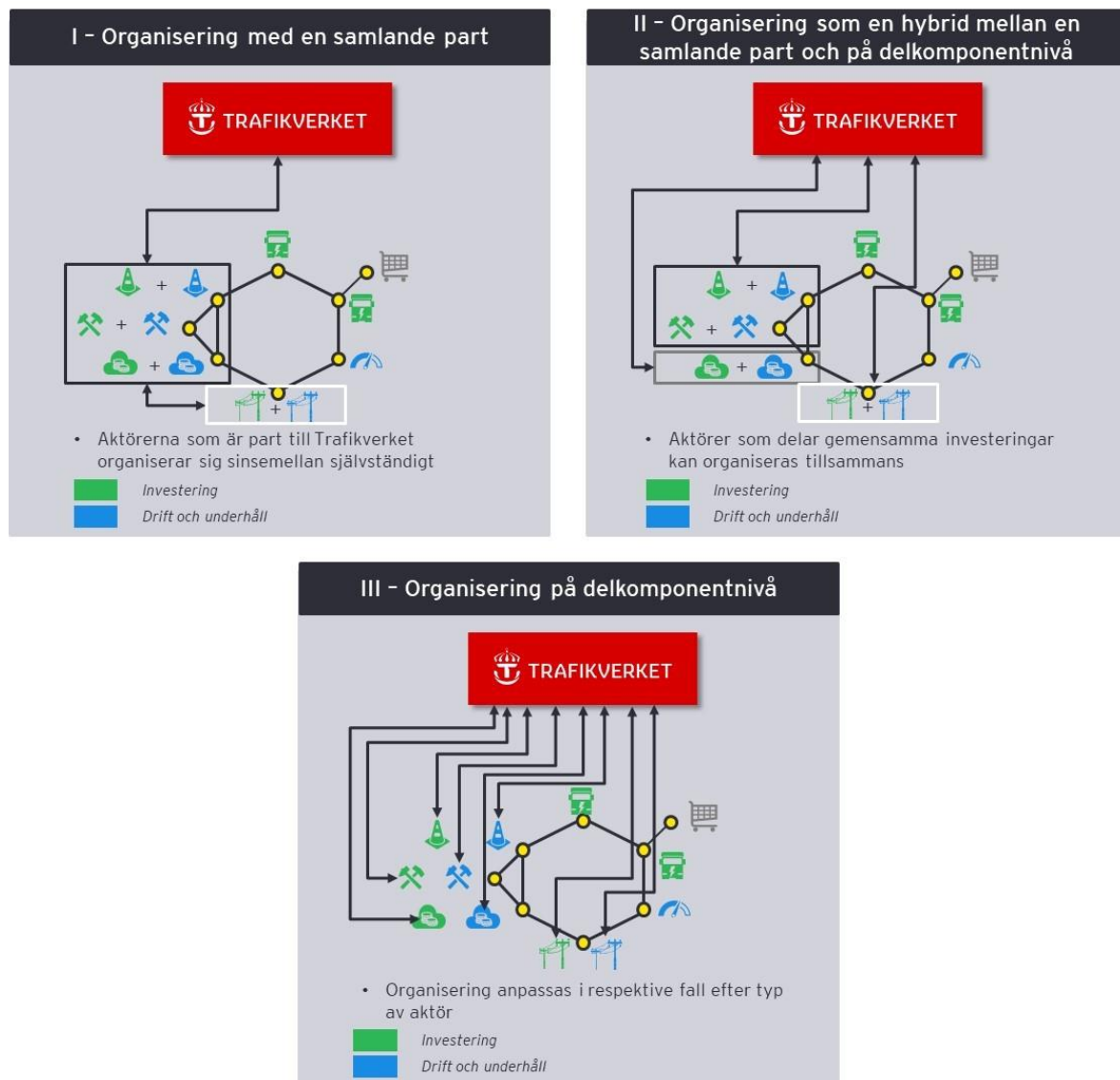
**Figur 3** Aktiviteter som kan hanteras av marknaden och som kan kräva stöd av offentlig part

Stöd till fordonsägare för köp av elvägsanpassade fordon skulle kunna behövas för att marknaden ska kunna etableras. Ett sådant stöd har föreslagits av regeringen, genom att utöka elbuss premien till att omfatta alla typer av eldrivna lastbilar. I en introduktionsfas kan Trafikverket behöva ta ett större ansvar för att investera i elvägsteknik än vad som behöver vara nödvändigt i ett längre tidsperspektiv. Detsamma kan gälla stöd till stationär laddinfrastruktur, där Trafikverket haft och kommer att ha en främjande roll genom riktade uppdrag från regeringen.

Trafikverkets roll i ett elvägssystem kan komma att bli olika beroende på hur en möjlig framtida elvägsmarknad organiseras. I Figur 4 illustreras olika alternativ för organisering av en elvägsmarknad. Enligt alternativet, *I – Organisering med en samlande part*, skulle Trafikverket kunna komma att ha en medpart som ansvarar för att upprätta samtliga delar för ett fungerande elvägssystem, som investering i infrastruktur, drift och underhåll.

I en motsats till det alternativet skulle Trafikverket istället kunna komma att ha kontraktsparter på delkomponentnivå, som ses i Figur 4 som *III – Organisering på delkomponentnivå*. Då skulle varje kontraktspart innebära att Trafikverket har en separat relation med varje aktör, där alla Trafikverkets relationer med aktörer skulle komma att bilda ett fungerande elvägssystem. Utifrån dessa två alternativ kan det komma att finnas ett flertal olika varianter för hur organisering kan ske med mer

eller mindre långt driven uppdelning av aktiviteter, vilket benämns som II – *Organisering som en hybrid mellan en samlande part och på delkomponentnivå*.



**Figur 4 Alternativ för Trafikverkets relation till aktörer på en elvägsmarknad**

Etableringen av ett elvägssystem karaktäriseras av hög grad av innovation, nya tekniska lösningar och flera risker kopplat till den framväxande marknaden. Exempelvis finns risken att elvägen inte kommer utnyttjas i tillräcklig utsträckning för att generera de trafikolymer, och därmed intäkter, som krävs för att nå ett lönsamt system. Beräkningar och antaganden som hittills har gjorts visar på relativt låga intäkter och väsentliga kostnader för driften av elväg i en pilot. Därmed skulle ett möjligt scenario kunna vara att Trafikverket erbjuder en aktör i privat sektor en fast ersättning för att tillhandahålla eller operera systemet enligt en viss specifikation, kombinerat med en rörlig kostnadsersättning och incitament där ökat nyttjande ger mer betalt.

En sådan modell skulle både kunna täcka ökade kostnader för mer handläggning, mer slitage på systemet, o.s.v. och ge aktören ett incitament att locka nya brukare och att tillhandahålla en så attraktiv produkt och tjänst som möjligt. Ett annat tänkbart scenario skulle vara att endast ha en fast ersättningsdel, men då försvagas incitamentet för aktören att säkerställa och öka nyttjande av elvägssystemet.

## 2.1 FORMER FÖR ORGANISERING AV ETT ELVÄGSSYSTEM – RELATIONEN MELLAN TRAFIKVERKET OCH ANDRA AKTÖRER

I detta avsnitt följer en beskrivning av de tre ovan presenterade scenarierna för organisering av elväg.

### 2.1.1 Organisering med en samlande part som tillhandahåller ett helt elvägssystem

Detta alternativ visar en situation där en samlande part har ett helhetsansvar för hur aktörer och aktiviteter organiseras i ett elvägssystem. Denna part skulle därmed ta ansvar för investering, byggande, drift och underhåll av komponenterna i elvägssystemet och även säkerställa att helheten fungerar utifrån krav uppställda mellan Trafikverket och parten. Även vidareutveckling av teknik och systemet som en helhet är ett ansvar som skulle kunna tillskrivas den ansvariga parten. Under denna helhetsansvariga part skulle organiseringen kunna se olika ut och bestå av flera aktörer eller leverantörer som samarbetar.

För denna typ av organisering kan Trafikverket ställa krav på en funktion, exempelvis ett fungerande elvägssystem, snarare än krav på detaljer i hur utförandet ska organiseras samt bakomliggande tekniska lösningar. Det skulle innebära att formen för genomförande, exempelvis vem som ansvarar för vad, får organiseras inom ramen för den helhetsansvariga partens organisation.



**Figur 5** Organisering med en samlande part

Utifrån denna organisering skulle ersättning teoretiskt kunna bestå av brukaravgiften från användarna av elvägen där den ansvariga parten får intäkterna från utnyttjande av systemet men även står för merparten av kostnaderna. I en sådan modell skulle denna part kunna få ansvara för betalningslösningen och ha rådighet över anläggningen i stort. I praktiken kan lagstiftningen kring vägfinansiering och avgifter på väg begränsa möjligheterna att direkt föra intäkterna från trafiken till en extern part.



### 2.1.2 Organisering på delkomponentnivå där enskilda aktörer samverkar för att bygga upp ett elvägssystem

Ett alternativ för organisering av aktörer och roller i ett elvägssystem skulle kunna vara att dela upp systemet på delkomponentnivå. Detta skulle kunna illustreras i en lösning där samtliga aktiviteter ses som separata delar, vars beroenden till varandra skulle behöva regleras via en samordnande part. Denna roll skulle kunna vara naturlig för Trafikverket, vilket visas i Figur 6. I detta scenario skulle Trafikverket få ett gränssnitt mot flera parter. Därutöver skulle dessa parter i sin tur ansvara för olika delar av systemet och det skulle kunna komma att åligga Trafikverket att organisera dessa på ett effektivt sätt som främjar innovation och kvalitet.



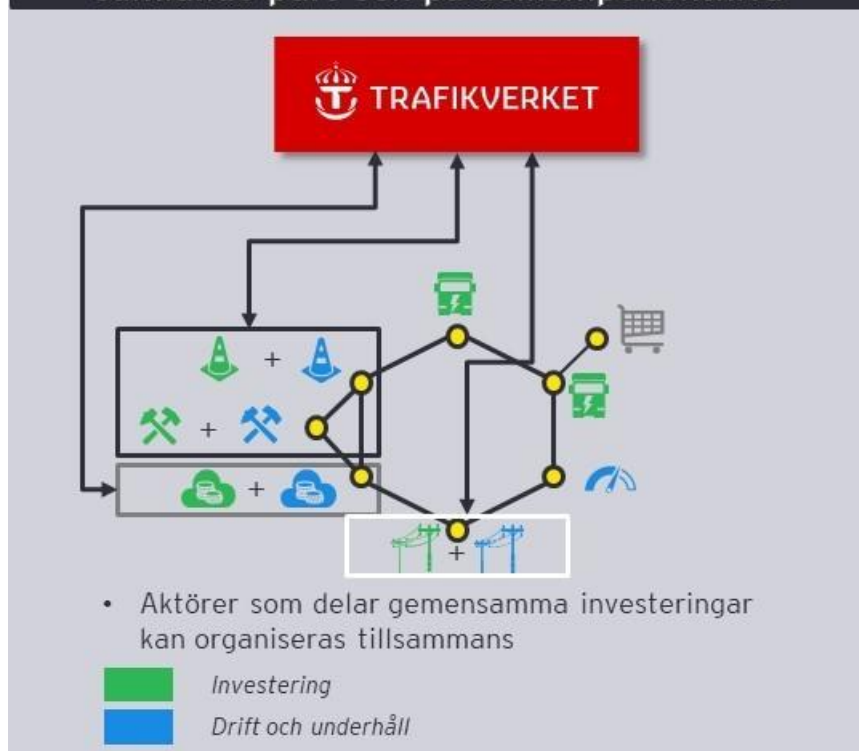
**Figur 6 Organisering på delkomponentnivå**

För att uppnå en effektiv organisering skulle gränssnittet mellan Trafikverket och varje aktör för respektive aktivitet behöva definieras. Även gränssnitten mellan de olika aktörerna måste därtill regleras genom respektive aktörs relation med Trafikverket. Det innebär att Trafikverket för varje pil i Figur 6 definierar vad relationen/kontraktet ska innehålla, vilka krav som ställs från Trafikverket till motparten, hur ersättningssystem ser ut, vilka konsekvenser ett kontraktsbrott får, etc. Det skulle även kunna innebära att Trafikverket och övriga aktörer tillsammans behöver tillse att incitament integreras i styrmodellen som främjar både resurseffektivitet och ett fungerande helhetssystem.

### 2.1.3 Organisering som en hybrid mellan en samlande part och på delkomponentnivå

En tredje form av organisering skulle kunna vara organisering av elvägsmarknaden där Trafikverket har ett begränsat antal medparter. Denna form kan ses som en hybrid av de två tidigare beskrivna organiseringsmodellerna. Systemets aktiviteter delas in i ett antal paket eller medparter utifrån logiska och funktionella samband.

## II - Organisering som en hybrid mellan en samlande part och på delkomponentnivå



Figur 7 Organisering som en hybrid mellan en samlande part och på delkomponentnivå

### 2.2 ASPEKTER ATT BEAKTA VID TILLÄMPNING AV OLIKA FORMER AV ORGANISERING

Utifrån analyser inom projektet, erfarenheter från liknande infrastrukturprojekt med hög grad av innovation, inspel från genomförd workshop, och dialoger med aktörer, kan tre aspekter på organisationsformen lyftas fram:

- **Rådighet, styrning och flexibilitet:** förmågan för den samordnande parten (i detta fall Trafikverket eller annan offentlig part) att direkt eller indirekt styra utvecklingen av ett elvägssystem mot önskade mål, samt flexibiliteten att genomföra förändringar under etableringsfasen i de fall förutsättningar eller önskade målsättningar förändras
- **Effektivitet, kvalitet och innovation:** förutsättningarna för att ett elvägssystem ska kunna etableras kostnadseffektivt, att systemet och dess drift ska hålla god kvalitet samt att initial och löpande innovation ska möjliggöras
- **Marknadens förmåga:** organiseringens krav på aktörer och deras förmåga att åta sig och med goda resultat genomföra önskade uppdrag

Några generella anmärkningar i relation till dessa aspekter, som aktualiseras i många projekt i Trafikverket men som kan vara aktuella även för en etablering av ett eventuellt elvägssystem, följer här. Det är inte givet vilka delar i ett elvägssystem som Trafikverket skulle ansvara för eller vilka delar av ett system som Trafikverket har till uppgift att beställa. Kommentarer nedan avser inte att ta ställning till, eller förutsätta en viss roll för Trafikverket.

#### Rådighet, styrning och flexibilitet

De direkta styrningsmöjligheterna för respektive komponent ökar för Trafikverket vid tillämpning av en mer uppdelad organiseringsform eftersom detta skulle medföra att varje relation i systemet styrs

och kravställs. Det skulle ge Trafikverket en rådighet som kan vara önskvärd för pilotsträckor där ny teknik ska införas. En uppdelad organiseringsform skulle också möjliggöra att utifrån respektive komponents förutsättningar anpassa relationen med avseende på ansvarsfördelning, kontraktslängd och kravställning. Exempelvis kan elvägstekniken anses vara omogen och därmed mer riskfylld, medan inkoppling av en anläggning till elnätet och underhåll av väganordningar är mer tekniskt mogna och mer förutsägbara.

En organisering med en samlade part till Trafikverket innebära ett gränssnitt i relationen till Trafikverket att hantera. Detta gränssnitt behöver omfatta alla aspekter för systemet. Trafikverket behöver ta ställning till vad som ska kravställas i detalj, såväl vad gäller tjänsters utförande som tekniska parametrar, respektive vad som kan överlåtas till leverantören att hitta den bästa lösningen för. En samlad medpart skulle kunna underlätta för Trafikverket, eftersom dialoger och ansvarsutkrävande kan begränsas till endast en part.

I motsvarande utsträckning kan en modell med en part ge Trafikverket minskade styrningsmöjligheter och rådighet över hur motparten i sin tur väljer att organisera sig. Om en enskild komponent eller tjänst i ett elvägssystem inte lever upp till förväntningarna kan det också bli svårare för Trafikverket att tidigt upptäcka detta och vidta nödvändiga åtgärder.

När det gäller att uppnå flexibilitet bedöms nyckelfaktorn vara hur relationen utformas snarare än vilken organisering som väljs. En uppdelad organisering skulle medföra att villkor kan anpassas för varje enskild del för sig, men skulle också medföra att vid förändringar gentemot en part kan följd effekter för övriga parter behöva hanteras.

Sammantaget är en hybrid-organisering, där komponenterna delas upp i logiska paket eller aktörsgrupper utifrån aktiviteter, önskvärd utifrån ovan nämnda aspekter. Ett sådant område som hänger samman logiskt är underhåll för det som rör väganordning/infrastruktur. En uppdelad organisering kan antas medföra en så stor komplexitet i gränssnitten mellan respektive komponent för att kunna förutses och hanteras effektivt. Slutligen bör det påpekas att möjligheten att definiera krav på tekniska standarder, serviceparametrar etc. inte påverkas av organiseringsform.

#### Effektivitet, kvalitet och innovation

Generellt gäller att ju mer moget ett system eller process är, desto enklare är det att dela upp denna i beståndsdelarna med tydliga gränssnitt och optimera respektive del. I och med att elvägar är ett framväxande och relativt omoget system talar det för att en sammanhållen motpart skulle kunna ha fördelar. Det är hög sannolikhet att det uppstår oförutsedda behov, problem och innovationsmöjligheter där mer än en komponent påverkas med inbördes beroenden.

En samlad form av organisering lämnar frihetsgrader för aktörer att kunna vara innovativa och effektivt organisera arbetet. Under uppförande och driftsättning skulle en samlad organisering medföra att en part får ett samlat ansvar, även om denna i sin tur organiserar underleverantörer.

#### Marknadens förmåga

Vid val av organisering bör marknadens förmåga att organiseras enligt de tre former som beskrivits ovan utvärderas, där samlad organisering och hybridformer ställer ökade krav på mognaden hos marknadens aktörer. I och med att det idag inte finns någon etablerad marknad för elvägar, finns det en överhängande risk att aktörer som har förmågan att agera som en samlade part är så få att det blir svårt att uppnå tillräcklig konkurrens och marknadseffektivitet.

Organisering som en hybrid mellan en samlande part och på delkomponentnivå har en fördel i att marknaden kan organiseras i paket med logiska samband och likartad mognad. Det förenklar för aktörer att bedöma sitt risktagande, organisera sig och konkurrera effektivt.

Sammantaget talar denna aspekt för ett uppdelat eller hybridiserat alternativ.

Sammanfattningsvis finns det för- och nackdelar samt risker med samtliga tre organiseringsalternativ ur de tre aspekterna som beskrivits ovan. För den initiala fasen att etablera en pilotanläggning är en hybridorganisering troligtvis fördelaktigt. Denna form av organisering ger förutsättningar för att hantera mogna och omogna komponenter separat och ställer begränsade krav på marknadens mogenhet, samtidigt som den främjar viss innovation och effektivitet då vissa komponenter hålls samman. Dessutom, vid en hybridorganisering undviks en större grad av komplexitet i gränssnitten mellan komponenter, som uppkommer i ett fullt uppdelat alternativ.

### 3 TRAFIKFLÖDEN PÅ PILOTSTRÄCKORNA

---

I detta avsnitt redogörs för trafikflöden på pilotsträckorna som behöver analyseras för att kunna bedöma delmarknader och intäktsmöjligheter för pilotsträckorna. Det fanns en avsikt att applicera kalkylmodellen för elvägar på dataunderlag från pilotsträckorna, men en sådan analys har det inte funnits förutsättningar för inom ramen för detta uppdrag. Istället föreslås det att i kommande fas applicera kalkylmodellen på då tillgängligt underlag från pilotsträckorna.

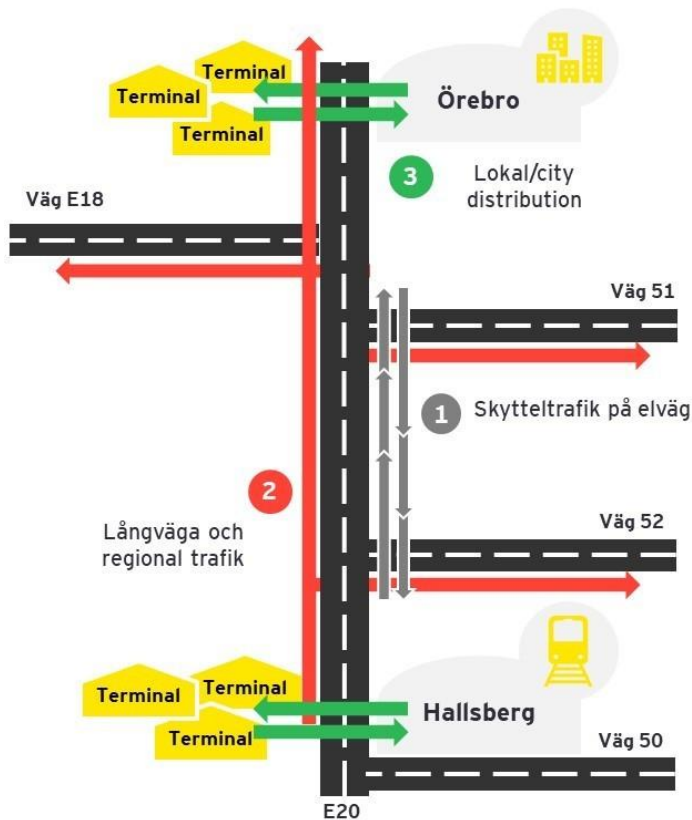
Den möjliga framtida affärsmodellen för elvägar har hittills huvudsakligen analyserats konceptuellt bl.a. i dialoger med marknadens aktörer. Som en del av analysen för affärsmodell för elvägar har möten och dialoger med lokala aktörer genomförts, för att skapa en bild över deras förutsättningar och intresse för en omställning till elektrisk drivmedelsförsörjning. Region Örebro län och Region Stockholm har parallellt fört dialoger med lokala marknadsaktörer för att skapa en förståelse för den respektive lokala marknaden. Detta arbete pågår fortfarande inom Trafikverket och hos de två regionerna. Vissa preliminära iakttagelser kan dock göras som kan ge en indikation om hur ett elvägssystem skulle kunna organiseras ur ett affärsmodellperspektiv och är utgångspunkten nedan.

De analyser som genomförts i denna fas har givit insikter i att måttet årsmedeldygnstrafik (ÅDT), som tidigare använts för att förstå trafikmängden, inte kan ge den detaljeringsnivå som krävs. Detta på grund av att ÅDT inte kan ge en helhetsbild över olika trafikflöden på en vägsträcka, därmed har analysen övergått till att identifiera olika trafikflöden kan se ut. För att exemplifiera detta har olika trafikflöden applicerats på pilotsträckorna och redogörs för nedan.

#### E20 sträckan Hallsberg - Örebro

En av pilotsträckorna som har analyserats i uppdraget är sträckan Hallsberg – Örebro på väg E20. Utifrån arbetet med att analysera elvägsmarknaden har Trafikverket i huvudsak identifierat tre kategorier av flöden längs pilotsträckan Hallsberg-Örebro, som skulle kunna innebära olika användning av sträckan, vilket illustreras i Figur 8.

## Illustration flöden pilot E20 Hallsberg - Örebro



Figur 8 Illustration över möjliga flöden för pilotsträckan E20 Hallsberg - Örebro

En del av den tänkta pilotsträckan ingår i ett logistikflöde mellan två större logistik- och terminalområden, en i Hallsberg och en i Örebro, vilket indikerar att det finns ett återkommande trafikflöde på sträckan mellan dessa terminaler. Det är möjligt att denna typ av skytteliknande transporter, som markeras med nummer 1 i Figur 8, kan vara intresserade av att nyttja en elvägpilot och att på kort sikt kan ställa om fordonen till att kunna nyttja dynamisk laddning.

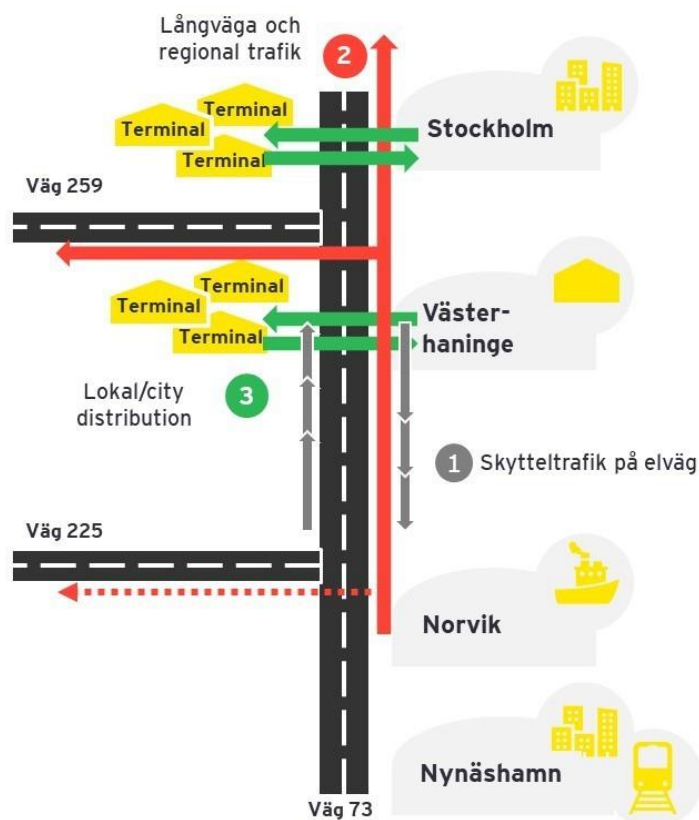
Ett annat möjligt trafikflöde på sträckan utgörs av de tunga fordon som passerar den tänkta elvägen som en del av en längre körsträcka, flöde nummer 2 i Figur 8. Som exempel skulle en transport kunna påbörjas från en terminal med slutdestination utanför pilotsträckan alternativt en transport som påbörjar sin körning i en annan del av landet men som passerar denna pilotsträcka på väg till sin slutdestination. Denna typ av transporter kommer med mindre sannolikhet att utnyttja elvägsanläggningen i en elvägpilot, men däremot möjligt på längre sikt.

Ett ytterligare trafikflöde på sträckan Hallsberg-Örebro är de fordon som kör från terminaler in till respektive centralort och därmed har ett mer lokalt körmönster, som illustreras i Figur 8 som flöde nummer 3. Dessa transporter skulle kunna använda elvägen, även om det är troligt att det är i en mindre utsträckning. Det kan dock anses som osannolikt att fordonen skulle komma att använda elvägen som huvudsaklig energileverantör.

### Väg 73 Nynäshamn - Västerhaninge

Sträckan Nynäshamn – Västerhaninge på väg 73 har flera likheter med sträckan på E20 Hallsberg-Örebro när det gäller trafikflödena, men det finns även vissa skillnader. I Figur 9 illustreras de olika trafikflödena för pilotsträckan Nynäshamn – Västerhaninge.

## Illustration flöden pilot väg 73 Nynäshamn-Västerhaninge



**Figur 9 Illustration över möjliga flöden för pilotsträckan Väg 73 Nynäshamn - Västerhaninge**

Det som karakteriserar väg 73 i aktuell sektion är att i den södra delen i närheten av Nynäshamn finns nyöppnade Norvik Hamn som förväntas generera ett ökat flöde av gods och transporter lokalt, regionalt och vidare ut i landet. Det ökade flödet förväntas bidra till fler transporter mellan Norvik Hamn och Jordbro, samt vidare mot Stockholm. Detta trafikflöde skulle kunna karakteriseras som skytteliknande trafik, i Figur 9 som flöde nummer 1, där individuella fordon skulle kunna komma att nyttja elvägen flera tillfällen under samma dag.

I Figur 9 ses flöde nummer 2 som den långväga och regional trafik som kan komma att passera sträckan, som antingen har Norvik hamn som startpunkt eller slutdestination, för att föra in godset i landet eller transportera vidare med båt. I en elvägpilot är det mindre troligt att denna typ av transporter kommer att nyttja elvägen.

Det kan även komma att finnas ett trafikflöde mellan terminaler och centralorterna, ses som nummer 3 i Figur 9. Denna kan i viss utsträckning passera elväg och då nyttja dynamisk laddning, även om det är mindre sannolikt.

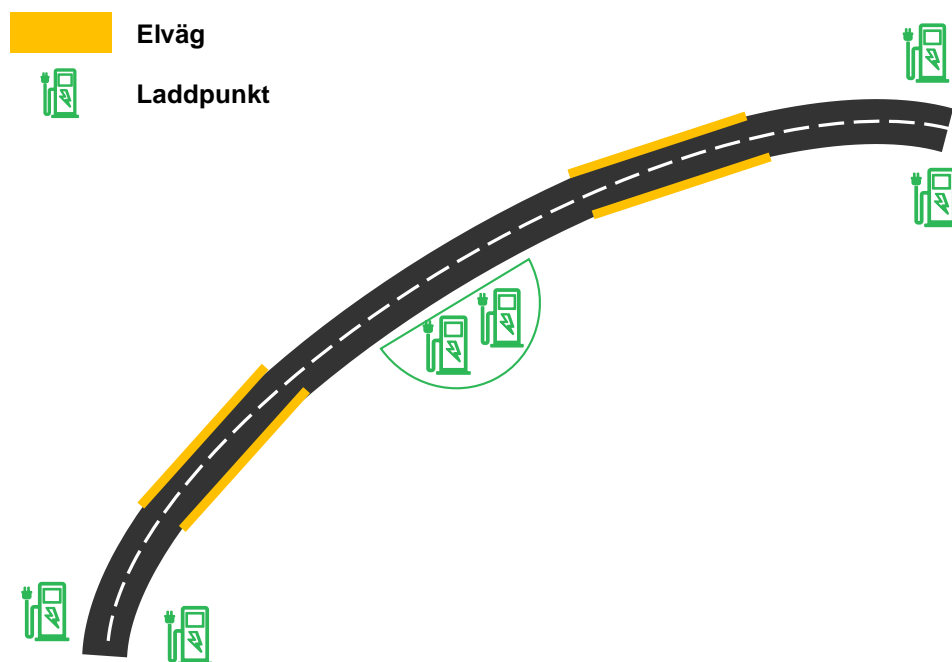
## 4 BESKRIVNING AV STATIONÄR LADDINFRASTRUKTUR

I detta avsnitt beskrivs ett system med stationär laddinfrastruktur för batteriförsedda tunga fordon med fokus på företagsekonomiska konsekvenser för olika aktörskategorier, och för systemet som helhet. Detta avsnitt utgör en kompletterande analys i relation till redovisningen ovan och relaterar inte till analysen kring organisering av aktörer i ett elvägssystem och pågående utredningar om pilotsträckor för elväg under avsnitt 2 och 3.

### 4.1 BAKGRUND TILL ANALYS AV SYSTEM FÖR STATIONÄR LADDINFRASTRUKTUR

Utvecklingen av batteriteknik och stationär laddning har varit snabb och visat sig kunna göra det möjligt att förse även tyngre fordon med batterier [8] [9]. Stationära lösningar förefaller, vid en preliminär jämförelse mellan den kalkyl som nu har utarbetats och den för elvägar som gjordes under 2019, kräva lägre investeringsutgifter. En preliminär bedömning är också att de rättsliga hinder som Trafikverket identifierat för elvägar inte verkar vara lika komplicerade för laddinfrastruktur. Flera lastbilstillverkare har också riktat in sig på att introducera batteriförsedda tunga fordon, initialt lastbilar med en bruttovikt upp till och med 28 ton. Lärdomar kan bl.a. dras från elbusmarknaden och införandet av elbussar. Detta är de huvudsakliga motiven för att analysera alternativ med laddinfrastruktur och batteriförsedda tunga fordon, som ett självständigt system eller i kombination med elvägar.

Figur 10 visar ett illustrativt exempel över hur elvägssträckor och laddpunkter skulle kunna kombineras på en vägsträcka. Elväg, markerat med gult, skulle kunna finnas på vissa delar av vägsträckan med hög trafikvolym av batteriförsedda fordon. På anslutande vägsystem eller terminaler utanför den vägsträcka som förses med elvägsteknik skulle laddpunkter kunna finnas som batteriförsedda fordon laddas vid via stationär laddning. Utmed större vägar skulle det även kunna bli aktuellt med publika laddpunkter, som vid till exempel bensinstationer eller uppställningsplatser, för att ge de tunga fordon möjlighet att ladda sina batterier.



Figur 10 Illustration av kombination av elväg och stationär laddning på en vägsträcka



#### 4.1.1 Syfte med kalkylmodellen

Kalkylmodellen för stationär laddning syftar till att analysera stationär laddinfrastruktur som ett självständigt system. Detta ger en grund för att på sikt kunna göra jämförelser mellan olika typer av elektrifieringsalternativ för tunga transporter, som en kombination av elväg och stationär laddinfrastruktur.

Modellen kan användas som ett underlag för en diskussion och för att få en bild av den företagsekonomiska bärkraften i ett system med stationär laddinfrastruktur och batteriförsedda fordon, givet olika scenarier för storlek på systemet, kostnader etc. Modellen gör det möjligt att variera olika ingångsvärden och bedöma resultat för systemet som en helhet, men också för enskilda aktörskategorier.

#### 4.1.2 Kalkylmodellens uppbyggnad

Kalkylmodellen för stationär laddning har tagits fram under samma förutsättningar som den företagsekonomiska kalkylmodellen för elvägar. På samma sätt visar denna modell resultat för ett system med stationär laddning vid en given tidpunkt, med fokus på ett årligt resultaträkningsperspektiv. Med olika antaganden om kostnader och storlek på systemet kan modellen avspegla situationen vid en given tidpunkt, exempelvis ett specifikt årtal.

Modellen baseras på de investeringar som krävs av olika aktörer för att bygga ett system med stationär laddning, samt relaterade kostnader för drift och underhåll av systemets komponenter. Utgångspunkten för kalkylmodellen är att göra en marginalkalkyl där kostnaden för system med stationär laddning och batteriförsedda fordon jämförs med motsvarande kostnad för ett system med dieseldrift.

Utifrån det arbete som har genomförts, och i takt med den ökade förståelsen för elvägar och de intressenter som potentiellt skulle nyttja elvägen, har ett behov identifierats av att förstå vilka fordon som kan tänkas utnyttja elvägen. Detta för att kunna utreda de ekonomiska förutsättningarna för elvägar. Baserat på de analyser som genomförts och de underlag som finns att tillgå, har det framkommit under arbetet att måttet årsmedeldygnstrafik (ÅDT), som har använts i kalkylmodellen för elvägar, inte kan ge den precision och detaljningsnivå för olika körmönster som krävs för att få en förståelse och helhetsbild över fordonsrörelser och hur transportsektorn fungerar.

En mer utvecklad datafångst krävs för att ge en djupare förståelse för hur tunga fordon nyttjas och därmed vilka behov de har och hur dessa ska tillgodoses. I avsaknad av sådana mer utvecklade data har analysen i denna fas istället riktats in på att identifiera olika delmarknader med olika genomsnittliga egenskaper och karakteristiska drag. I förlängningen kan analyser genomföras för att förstå hur de olika delmarknaderna kan tänkas nyttja elväg och i vilken utsträckning andra alternativ är möjliga.

#### Aktörer i kalkylmodellen för stationär laddning

De aktörer vars förutsättningar har analyserats i modellen är:

- Fordonsägare eller åkerier
- Ägare av stationär laddinfrastruktur

För åkerier har marginalkostnaden av att använda batteriförsedda fordon, med energiförsörjning från stationär laddinfrastruktur, jämförts med den för dieseldrift.

Affärsmodellen för ägare av stationär laddinfrastruktur, som erbjuder laddning antingen vid publika laddningspunkter eller som semi-publika laddningspunkter/destinationsladdning, baseras på att

dessa aktörer debiterar brukaren ett prispåslag utöver elkostnaden vid laddning. Detta påslag ska täcka avskrivningar på investeringar/anslutningskostnader, löpande kostnader och en vinstmarginal. För laddinfrastruktur som finns i åkeriets egen depå eller uppställningsplats antas endast kostnadstäckning krävas, inte någon marginal därutöver. Publik och semi-publik laddning antas således vara marknadsprissatta tjänster, medan laddinfrastruktur i den egna rörelsen är en ren kostnadspost.

Kalkylmodellen har bidragit med underlag för att kunna analysera en affärsmodell på systemnivå. En analys av den specifika affärslösningen för respektive aktör omfattats inte av denna analys utan behöver göras separat. Ett kalkylmässigt företagsekonomiskt resultat för de olika kategorierna av aktörer ges dock av modellen.

#### Kalkylmodellens olika delar samt metoder för beräkning

Kalkylmodellen består av tre steg; en del för ingångsvärden, en del för beräkningar, samt en del där resultat redovisas. Under delen för ingångsvärden anges den data som ligger till grund för det specifika scenariot att undersöka. Samtliga delar har justerbara värden med syfte att olika scenarier ska kunna analyseras. Ingångsvärden är uppdelade i olika kategorier:

- Stationär laddinfrastruktur, fördelat på laddning vid depå, semi-publik laddning och publik laddning
- Fordon, fördelat på fjärrtransport, regional transport och citytransport
- Drivmedel

Modellen inkluderar även en redogörelse för reducerade CO<sub>2</sub>-utsläpp baserat på emissionsfaktor för CO<sub>2</sub> samt trafikens bränsleförbrukning.

I ett andra steg används de ingångsvärden som definieras i steg ett för att beräkna investering, kostnader och intäkter för systemets aktörer. Under denna del av modellen definieras ansvarig aktör för respektive investeringskomponent i systemet. Exempelvis anges vilken aktör som ansvarar för byggnation, samt för drift och underhåll av publik laddinfrastruktur. De olika komponenterna som beräknas är:

- Investeringsutgift, kostnader för avskrivning och ränta, samt drift och underhåll för depåladdning, semi-publik laddning och publik laddning. Detta inkluderar även investeringsutgifter för att få fram erforderlig elanslutning till laddstationen.
- Investeringsutgift, kostnader för avskrivning och ränta, samt drift och underhåll (merkostnad) för batteriförsett tungt fordon jämfört med dieselfordon
- Kostnad för el, inklusive en schablon för effekt- och överföringsavgift samt ett prispåslag för semi-publik och publik laddning
- Kostnad för diesel (används som utgångsvärde för marginalkalkylen)

Avskrivningstider för investeringar anpassas för de olika komponenterna. Drift och underhåll anges som en procentuell andel av investeringsutgiften.

I det sista steget redovisas resultat för systemet och för respektive aktör utifrån angivna ingångsvärden och beräkningar. Resultatet omfattar årliga kostnader (inkluderar avskrivning av investering, drift och underhåll, samt eventuella övriga kostnader), årliga intäkter och resultat. Intäkter för laddinfrastrukturägare (utom vid depåladdning) motsvarar intäkten från prispåslaget vid semi-publik laddning respektive publik laddning.

I det fall ett positivt resultat visas i kalkylmodellen för hela systemet indikeras att det finns en företagsekonomisk bärkraft i systemet. Även i det fall ett negativt resultat för systemet som helhet visas, kan det vara möjligt att modellen redovisar ett positivt resultat för en aktör men inte en annan.

För staten redovisas kostnad som bortfall av skatt och moms från försäljning av diesel och intäkt som tillkommande skatt och moms från försäljning av el. Denna beräkningsmodul syftar endast till en överslagsmässig beräkning av nettoskatt- och momseffekter.

#### Ingångsvärden och källor

En del av arbetet med kalkylmodellen för stationär laddning och de scenarier som redovisas i kommande avsnitt har varit att identifiera ingångsvärden att applicera i modellen. Kalkylmodellens ingångsvärden har tagits fram baserat på forskning inom stationär laddning och har kalibrerats med aktörer inom energibranschen, fordonsindustri, och akademi. [10]

De källor för ingångsvärden som analysen har baserats på är till stor del rapporten "Kunskapssammanställning stationär laddning till tunga lastbilar" (Karlström, 2020) [10] samt Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn (ASEK) version 7 [7]. Därtill tillkommer antaganden som i viss utsträckning diskuterats och verifierats med marknadsaktörer. Modellen har i den mån det är möjligt utgått från ASEK som innehåller rekommenderade kalkylvärden för framtagning av samhällsekonomiska analyser och trafikprognoser. Parallellt med detta uppdrag har även en samhällsekonomisk analys av stationär laddinfrastruktur arbetats fram. Dialoger kring indata m.m. har förts med delprojektet inom Program Elvägar som utarbetar den samhällsekonomiska kalkylen för system med stationär laddning.

Det är viktigt att notera att de resultat som redovisas från kalkylmodellen för de scenarier som analyserats ska ses som preliminära resultat som tagits fram utifrån tillgängliga data. Det finns stora osäkerheter i underlaget för indata och antaganden, exempelvis i form av utveckling av marknaden, framtida kostnader för tillverkning, eventuella konkurrerande tekniker, vilket har inneburit att analysen baseras på ett flertal antaganden. Dessa värden har även stor påverkan på resultatet. De resultat som redovisas under kommande avsnitt bör därför ses som en utgångspunkt att diskutera utifrån och något att fortsätta utveckla scenarier ifrån.

#### 4.1.3 Avgränsningar och begränsningar

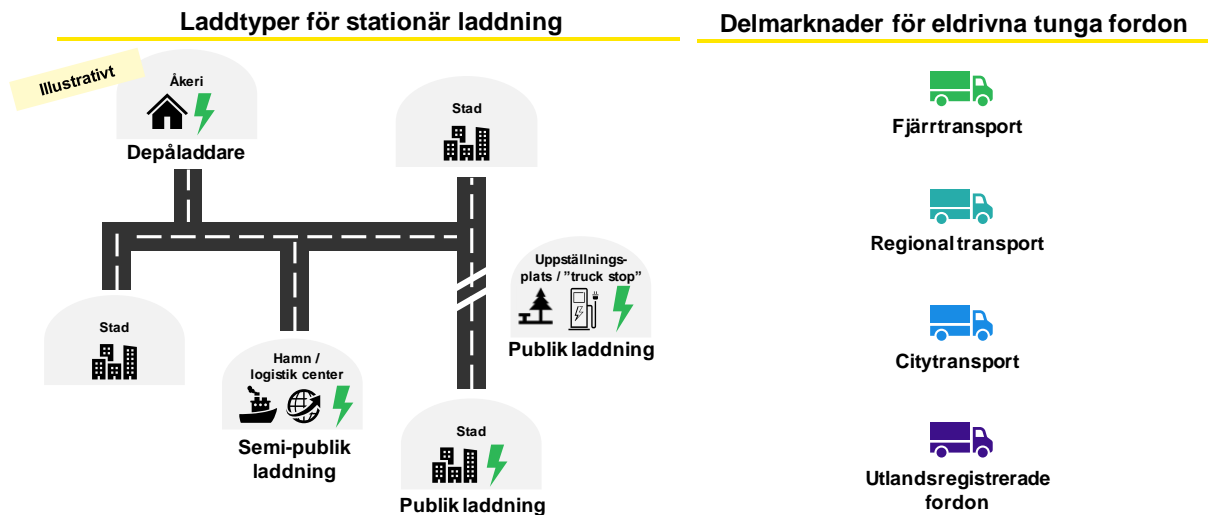
- Kalkylmodellen tar sin utgångspunkt i ett årligt företagsekonomiskt resultaträkningsperspektiv och visar därmed kostnader, intäkter och resultat för ett givet år. Modellen beräknar därmed inte diskonterade kassaflöden över tid, kassaflöden eller balansräkningseffekter.
- Kalkylmodellen kan och ska inte användas som grund för investeringsbeslut utan ska snarare ses som ett verktyg som kan påvisa vilka vidare analyser som kan vara intressanta att genomföra.
- Uppdraget har gjort en avvägning att hålla kalkylmodellen på en systemövergripande nivå, varför mer detaljerade kalkyler och analyser av affärlösningar för respektive aktör och investeringskomponent kan komma att krävas.
- Kalkylmodellen har inte inkluderat samhällsekonomiska effekter. För samhällsekonomiska effekter pågår parallellt utarbetande av en samhällsekonomisk kalkyl för system med stationär laddning.
- De värden som har använts för analysen av investeringar, driftskostnader, inkomster och intäkter ska ses med försiktighet. Värden och resultat på lång sikt är framförallt en indikation på hur den företagsekonomiska bärkraften i systemet kan komma att se ut. Det är

exempelvis troligt att mer och mer kunskap ackumuleras över tid, vilket kan innebära ändrad värdering av dessa ingångsvärden.

## 4.2 ETT SYSTEM MED STATIONÄR LADDNING OCH FINANSIELLA KONSEKVENSER

Detta avsnitt beskriver de typer av stationär laddning som har analyserats i kalkylmodellen och de delmarknader för tunga fordon som har inkluderats i analysen.

I Figur 11 visas ett illustrativt exempel på hur ett system med stationär laddning skulle kunna komma att se ut. Laddtyper för stationär laddning och delmarknader för batteriförsedda tunga fordon förklaras mer i detalj i följande avsnitt.



**Figur 11** Illustrativt exempel på laddtyper för stationär laddning och delmarknader för batteriförsedda tunga fordon

### 4.2.1 Typer av stationär laddning

Analysen av stationär laddning för tunga fordon har visat att ett sådant system skulle kunna bestå av olika typer av laddning, där viss laddning kan ske på publika laddstationer och viss laddning inom uppställningsområden eller i depå för parkering, underhåll, reparation. För att fånga olika typer av laddning har tre former av stationär laddning inkluderats i analysen och som visas ovan i Figur 11:

- Laddning vid depå/terminal
- Laddning vid semi-publik laddstation
- Laddning vid publik laddstation

#### Laddning vid depå/terminal

Laddning vid depå sker då det batteriförsedda tunga fordonet är stillastående under en längre tid, exempelvis hos ett åkeri eller på ett logistikcenter. Denna typ av laddning kan exempelvis ske nattetid. Det är även möjligt att depåladdning kan ske vid uppställningsplatser längs väg där det tunga fordonet är stillastående under en längre tid. För depåladdning har en relativt låg laddeffekt, uppskattningsvis 22 – 50 kW per laddare, tillämpats i analysen eftersom laddning antas ske över en relativt lång tid. [10]

En utgångspunkt för analysen har varit att ett åkeri investerar i en depåladdare per batteriförsedd fordon för åkeriets räkning. Exakt placering eller utnyttjande av denna laddare analyseras dock inte här [10]. Då depåladdning sker inom privat område antas elpriset för depåladdning kunna användas

som ingångsvärde utan prispåslag. Detta kan därmed ses som den laddning som har lägst kostnad och det borde därför finnas incitament hos åkerier som aktörsgrupp att se till att så stor andel som möjligt av energiförsörjningen kommer från depåladdning.

#### Laddning vid semi-publik laddstation

Laddning vid semi-publik laddstation sker vid den plats dit fordonet har ett ärende eller transport till, exempelvis vid av- och omlastningscentraler som logistikcenter, hamnar eller godscentraler. För denna typ av laddning har fordonet antagits ta tillfället att ladda vid en semi-publik laddstation när det ändå är stillastående. Semi-publik laddning antas utnyttjas då syftet med att stanna inte primärt är att ladda, men om möjligheten skulle finnas är det troligt att fordonet nyttjar laddstationen. I och med detta antagande tillkommer inte någon tidsförlust för laddning.

För denna form av laddning har en relativt hög effekt, mellan 150 – 350 kW per laddpunkt, applicerats i analysen. En högre effekt än depå har antagits eftersom det tunga fordonet står stilla under en kortare period, uppskattningsvis upp till ett par timmar. Däremot antas laddning vid semi-publik laddstation ske under längre tid än vid publik laddstation. [10]

I analysen har affärsmodellen för ägaren av semi-publika laddstationer baserats på att ett prispåslag utöver elpriset debiteras brukaren, som avser täcka kostnader för infrastrukturen samt en vinstmarginal.

#### Laddning vid publik laddstation

Laddning vid publik laddstation är i denna modell definierad som laddning med högre effekt än vid depåladdning och semi-publik laddning. Denna form av laddning antas i kalkylmodellen användas i störst utsträckning av de fordon som har långa dagliga körsträckor där batteriets kapacitet inte räcker till för den dagliga körsträckan. För att uppnå snabbaddning krävs laddare med hög effekt. Analysen har antagit en genomsnittlig effekt om uppskattningsvis mellan 350 kW-600kW per laddpunkt. Enskilda laddstationer kan ha högre effekt. [10]

Det är troligt att en publik laddstation kommer ha tillgång till flera laddpunkter som möjliggör att fler än ett batteriförsett tungt fordon laddar samtidigt. Den finansiella kalkylen för ägaren av publik laddning har här baserats på att ett prispåslag utöver elpriset debiteras brukaren vid laddning för att täcka kostnader för infrastrukturen samt en marginal. Då högeffektladdare kräver högre investeringar än andra laddpunkter har prispåslaget för publik laddning antagits vara högre än för semi-publika laddare. Om laddpunkter med hög laddeffekt under dagtid skulle kunna användas för laddning med låg effekt under nätter skulle det kunna leda till en annan genomsnittlig kostnadsstruktur för publika laddpunkter, men denna möjlighet har så här långt inte vägts in i kalkylmodellen.

#### **4.2.2 Fördelning av tunga fordon på fyra delmarknader**

Analysen av fordonstyper och åkerier som aktörsgrupp har gjorts baserat på en indelning i fyra olika delmarknader. Dessa avser att avspegla den varierande körsträckan och körmönstren hos fordonen i respektive delmarknad. De delmarknader av batteriförsedda tunga fordon som används i kalkylmodellen är:

- Fjärrtransporter
- Regionala transporter
- Citytransporter
- Utlandsregistrerade fordon

Det som karakteriserar dessa delmarknader är fordonens körmönster. För att kunna göra analyser i kalkylmodellen har det antagits att fordonens viktklass kan användas för att hänföra fordonen till olika delmarknader. Fördelningen av batteriförsedda fordon på delmarknader efter viktklass är överslagsmässig, bl.a. eftersom gränserna mellan de olika fordonsklasserna på olika delmarknader är flytande. För kommande analyser är det av största vikt att ta fram mer rättvisande data över fordonsrörelser.

Fjärrtransporter har definierats som de tunga fordon som har längst körsträcka. Delmarknaden fjärrtransporter har, för att kunna göra kalkylmässiga beräkningar, inkluderat fordon inom viktklass över 28 ton med en genomsnittlig årlig körsträcka om 90 000 kilometer per år och med en dieselförbrukning om 0,31 liter per kilometer [10] [7]. Denna delmarknad har antagits att till stor del använda den publika laddinfrastrukturen och även vara användare av den semi-publika laddinfrastrukturen.

Regionala transporter har, för att kunna göra kalkylmässiga beräkningar, definierats som tunga fordon mellan 16 – 28 ton med en årlig körsträcka om 60 000 kilometer per år och en dieselförbrukning om 0,25 liter per kilometer [10] [7]. Det är troligt att regionala transporterna i större utsträckning kan täcka sitt energibehov från depåladdning givet kortare daglig körsträcka och lägre energibehov, denna delmarknad har även antagits vara användare av den semi-publika och publika laddinfrastrukturen.

Delmarknaden citytransporter har definierats som stadsdistribution och lokala körningar, dit tunga fordon mellan 3,5 – 16 ton hänförs, med en årlig körsträcka om 45 000 kilometer per år och en dieselförbrukning om 0,19 liter per kilometer [10] [7]. Citytransporter har den lägsta dagliga körsträckan av de tre kategorierna. Det gör att fordonen som försörjer citytransport-segmentet kan täcka merparten av energibehovet från depåladdning, vilket också är den för åkeriet mest kostnadseffektiva formen av laddning.

En del av trafikarbetet på svenska vägar utförs av utlandsregistrerade fordon [11]. Det kan ses som troligt att viss del av dessa fordon kan komma att använda stationär laddning i Sverige i ett utbyggt system. Utlandsregistrerade transporter har inkluderats i kalkylmodellen och påverkar systemet genom att bidra till en ytterligare intäktsström för laddinfrastrukturägare för semi-publik och publik laddning. Detta kan även innebära, om utnyttjandegraden för befintliga semi-publika och publika laddstationer blir för hög, att ytterligare laddstationer behöver tillföras systemet.

I modellen har, för utlandsregistrerade fordon, ett schablonvärde om ytterligare 15 procent utöver det trafikarbetet (fordonskilometer) som genomförs av svenskregistrerade lastbilar i Sverige adderats till det totala trafikarbetet. Det ytterligare trafikarbetet med utlandsregistrerade fordon har allokerats till delmarknaderna fjärrtransport och regionala transporter. Dessa fordon har antagits ladda omkring 20 procent semi-publik och omkring 40 procent publik snabbbladdning. Återstående 40 procent av effektbehovet har antagits laddas via publik lågeffektsladdning, vid exempelvis säkra uppställningsplatser. Detta senare effektbehov har inte inkluderats i kalkylmodellen.

Kalkylmodellen inkluderar en kompensation av fordon i den grad som lastkapaciteten begränsas när fordonen förses med batterier. Den reducerade lastkapaciteten kan motsvara en minskad tillgänglig lastvikt, lastvolym eller förlorad arbetstid för laddning. I kalkylmodellen har denna faktor angivits som en procentuell andel av den reducerade lastkapaciteten. I kalkylmodellen har denna förlorade lastkapacitet kompenserats med ytterligare fordon, inklusive förarlöner kopplat till dessa fordon. Då analysen har utgått från systemnivå beräknas behov av ytterligare fordon på en helhet för de tre olika delmarknaderna. Hänsyn har inte tagits till den enskilda aktören/åkeriet. Över tid antas denna förlorade lastkapacitet minska i och med att tekniken utvecklas.

Mätningar av vägtrafiklaster i tyngre fordon som gjorts av Trafikverket tyder på att det för vissa kategorier av fordon skulle kunna vara behövt att öka andelen tillkommande fordon om dessa ska batteriförses [12]. Denna aspekt behöver analyseras vidare.

#### 4.3 ANALYS AV SCENARIER OCH ÖVERGRIPANDE FINANSIELLA KONSEKVENSER FÖR AKTÖRER

Detta avsnitt beskriver de tre scenarier för stationär laddinfrastruktur som undersökts och analys för vilka indikationer om finansiella konsekvenser som framkommit.

##### 4.3.1 Beskrivning av scenarier för utbyggnad av stationär laddinfrastruktur

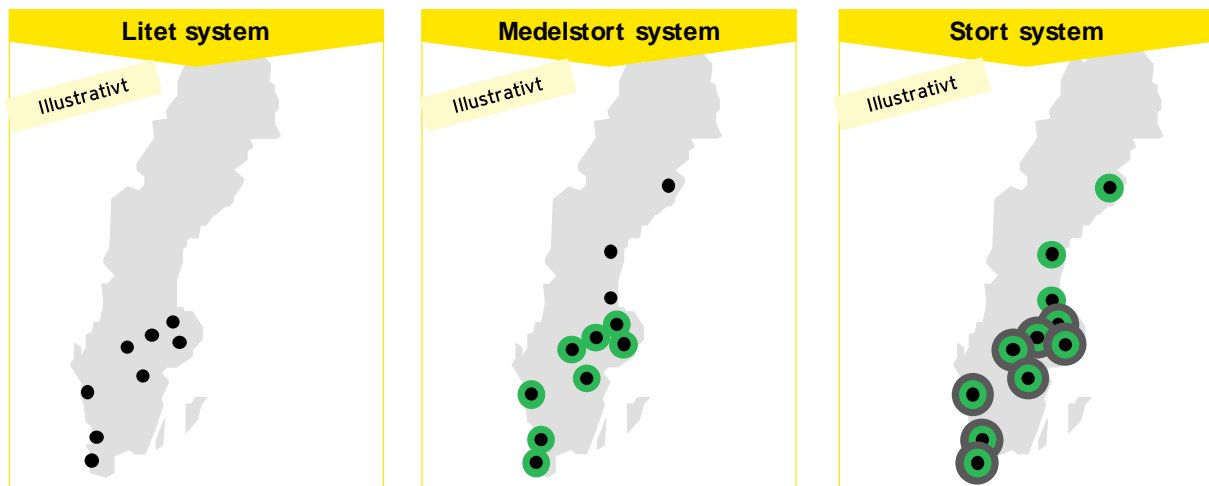
För att skapa en förståelse för en mer långsiktig utbyggnad och företagsekonomisk bärkraft för stationär laddinfrastruktur har tre scenarier undersökts med stöd av kalkylmodellen:

- Ett scenario med ett *litet system* med stationär laddning som kan tänkas vara i ett initialt skede inom en eller flera geografiskt begränsade ytor
- Ett scenario med stationär laddning i ett *medelstort system*
- Ett scenario för ett *stort system*.

Ett mer utbyggt system, som motsvaras av *stort system*, kan antas ligga ca 20 år fram i tiden. Övriga scenarier kan antas skalas upp tidsmässigt fram till denna sluttidpunkt. En rimlig bedömning kan vara att ett första steg i en utbyggnad kan tas inom ett par år. I Figur 12 illustreras de tre scenarier som har analyserats. Figuren avspeglar även det resonemang som applicerats för utbyggnad av stationär laddinfrastruktur.

Analysen har byggts på resonemanget att ett initialt *litet system* har infrastruktur som etableras på en mindre geografisk yta. De svarta cirkelarna i Figur 12 kan ses som mindre separata system av stationär laddning, som dock medger transport inom ett större geografiskt område, beroende på laddeffekter och batteristorlekar. Scenariot baseras på antagandet att den stationära laddinfrastrukturen för tung trafik initialt byggs kring de större städerna, då trafikflödet är högst där.

För det *medelstora systemet* antas att de mer lokala initiala systemen byggs på med fler laddpunkter för stationär laddinfrastruktur, samt att det tillkommer laddinfrastruktur även i mindre städer och andra geografiska områden. För det *stora systemet* antas att det tillkommer stationära laddpunkter på de redan etablerade områdena, men också bredare på fler geografiska platser, vilket samlat ger en större geografisk täckning. Dessutom har resonemanget varit att de medelstora systemen med tiden växer ihop till ett större nätverk av stationär laddinfrastruktur.



- En mindre geografisk yta som stationär laddinfrastruktur finns tillgänglig, t.ex. större städer, som bygger lokala system
- Små system byggs ut med en större regional yta för stationär laddinfrastruktur, samt tillkommande lokala system för mindre städer
- En större geografisk yta som stationär laddinfrastruktur finns tillgänglig, där flera lokala system har växt samman

**Figur 12** Illustrativt exempel av stegvis utbyggnad av stationär laddinfrastruktur

De faktorer som dimensionerar storleken och omfattningen av ett system med stationär laddning är dels antalet batteriförsedda tunga fordon som använder stationär laddning, dels den geografiska spridningen av stationär laddinfrastruktur. Antalet batteriförsedda tunga fordon som nyttjar stationär laddning har antagits öka över tid i de tre scenarierna och har fördelats på de tre delmarknaderna fjärrtransport, regional transport och citytransport.

För scenario *litet system* har systemet antagits bestå av endast regionala transporter och citytransporter. Detta eftersom de fordon som används på dessa delmarknader med sitt körmönster i stor utsträckning skulle kunna genomföra sina transportuppdrag genom att i huvudsak ladda på depå och endast i begränsad omfattning utnyttja semi-publika eller publika laddstationer. Det är även för dessa fordonsegment som det finns fordon tillgängliga på marknaden redan idag. För scenario *medelstort* och *stort system* har samtliga delmarknader inkluderats i systemen.



		Antal batteriförsedda tunga fordon (andel av flottan tunga fordon >3,5 ton)			Laddeffekt		
		Depå	Semi	Publik	Depå	Semi	Publik
Litet	R	6 800 (15%)			22 kW	150 kW	350 kW
	C	2 700 (15%)					
	F	3 000 (15%)					
Medelstort	R	13 600 (30%)			35 kW	350 kW	600 kW
	C	9 000 (50%)					
	F	10 300 (50%)					
Stort	R	34 000 (75%)			50 kW	350 kW	600 kW
	C	13 600 (75%)					
	F						

		Andel av fordonskm per laddtyp			Antal laddpunkter per batteriförsedd tungt fordon		
		Depå	Semi	Publik	Depå	Semi	Publik
Litet	F						
	R	80%	15%	5%	1,00	0,30	0,10
	C	90%	10%	-	1,00	0,20	-
Medelstort	F	80%	15%	5%	1,00	0,40	0,20
	R	80%	15%	5%	1,00	0,20	0,05
	C	90%	10%	-	1,00	0,15	-
Stort	F	60%	30%	10%	1,00	0,30	0,15
	R	80%	15%	5%	1,00	0,10	0,02
	C	80%	15%	5%	1,00	0,10	0,02

F Fjärrtransport  
R Regional transport  
C Citytransport

Nedan i

Figur 13 sammanfattas flera av de variabler som använts som ingångsdata i kalkylmodellen. Några av variablerna kommenteras vidare nedan.

		Antal batteriförsedda tunga fordon		Laddeffekt		
		(andel av flottan tunga fordon >3,5 ton)		Depå	Semi	Publik
Litet	R	6 800 (15%)		22 kW	150 kW	350 kW
	C	2 700 (15%)				
	F	3 000 (15%)				
Medelstort	R	13 600 (30%)		35 kW	350 kW	600 kW
	C	9 000 (50%)				
	F	10 300 (50%)				
Stort	R	34 000 (75%)		50 kW	350 kW	600 kW
	C	13 600 (75%)				
	F	10 300 (50%)				

		Andel av fordonskm per laddtyp			Antal laddpunkter per batteriförsett tungt fordon		
		Depå	Semi	Publik	Depå	Semi	Publik
Litet	F	80%	15%	5%	1,00	0,30	0,10
	R	90%	10%	-	1,00	0,20	-
	C	80%	15%	5%	1,00	0,40	0,20
Medelstort	F	80%	15%	5%	1,00	0,20	0,05
	R	90%	10%	-	1,00	0,15	-
	C	60%	30%	10%	1,00	0,30	0,15
Stort	F	80%	15%	5%	1,00	0,10	0,02
	R	80%	15%	5%	1,00	0,10	0,02
	C	80%	15%	5%	1,00	0,10	0,02

- F Fjärrtransport
- R Regional transport
- C Citytransport

**Figur 13 Scenarier för initial analys av system för stationär laddinfrastruktur**

Den procentsats som redovisas i parentes i Figur 13 ovan motsvarar den andel som de batteriförsedda tunga fordonen utgör av den totala flottan av tunga fordon [13]. Den kapacitetsreduktion som inkluderats i analysen kompenseras genom att anta ytterligare fordon i systemet, dessa ytterligare fordon redovisas inte i figuren ovan.

För att beräkna antalet laddpunkter i de olika scenarierna har en faktor som anger "antal laddningspunkter per batteriförsett tungt fordon" använts i kalkylmodellen. Denna faktor har givits olika värden för olika typer av laddpunkter och för de olika delmarknaderna, baserat på bedömningar i olika källor och i nära dialog med aktörer i branschen [10] [14]. Dessa tal är att betrakta som hypoteser på detta tidiga stadium. De olika indata som har använts för faktor "antal laddpunkter per

batteriförsett tungt fordon” redovisas i

		Antal batteriförsedda tunga fordon (andel av flottan tunga fordon >3,5 ton)			Laddeffekt		
		Depå	Semi	Publik	Depå	Semi	Publik
Litet	R	6 800 (15%)			22 kW	150 kW	350 kW
	C	2 700 (15%)					
Medelstort	F	3 000 (15%)					
	R	13 600 (30%)			35 kW	350 kW	600 kW
Stort	F	10 300 (50%)					
	R	34 000 (75%)			50 kW	350 kW	600 kW
	C	13 600 (75%)					

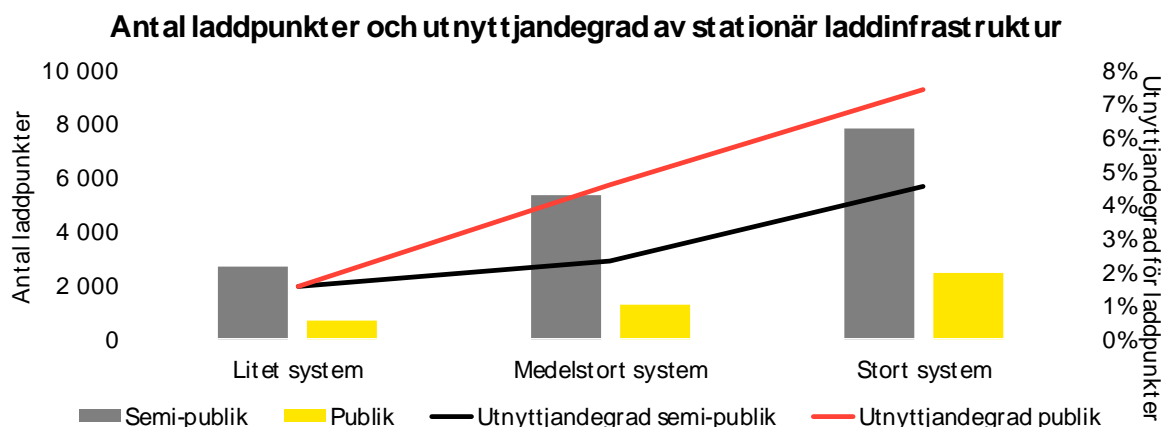
		Andel av fordonskm per laddtyp			Antal laddpunkter per batteriförsett tungt fordon		
		Depå	Semi	Publik	Depå	Semi	Publik
Litet	F						
	R	80%	15%	5%	1,00	0,30	0,10
	C	90%	10%	-	1,00	0,20	-
Medelstort	F	80%	15%	5%	1,00	0,40	0,20
	R	80%	15%	5%	1,00	0,20	0,05
	C	90%	10%	-	1,00	0,15	-
Stort	F	60%	30%	10%	1,00	0,30	0,15
	R	80%	15%	5%	1,00	0,10	0,02
	C	80%	15%	5%	1,00	0,10	0,02

- F Fjärrtransport
- R Regional transport
- C Citytransport

Figur 13.

Utifrån antal batteriförsedda tunga fordon och antal laddpunkter för dessa, visar Figur 14 det totala antalet semi-publika och publika laddpunkter, samt utnyttjandegraden för dessa på systemnivå för de tre olika scenarierna (beräknat i relation till totalt tillgänglig laddtid). För samtliga scenarier har det antagits att varje batteriförsett tungt fordon har en depåladdare per fordon.



**Figur 14 Antal laddpunkter och utnyttjandegrad för stationär laddinfrastruktur för de tre scenarierna**

Antalet laddpunkter har ökat något snabbare än antalet fordon i de tre scenarierna. Detta baserat på antagandet att laddinfrastrukturen behöver finnas på plats före det att batteriförsedda fordon kommer i bruk i större omfattning. Detta leder ändå till att utnyttjandegraden kommer att öka relativt linjärt, med visst undantag för semi publik laddning, där en uttalad "överutbyggnad" bedöms som rimlig att anta för att ett system med tillräcklig attraktivitet ska kunna etableras.

Utnyttjandegraden kan även användas som ett mått som ger en indikation på om antalet laddstationer bör öka eller minska där. En låg utnyttjandegrad kan leda till låg lönsamhet i systemet, dock har en sådan optimering av utnyttjandegrad inte ingått i denna studie.

Den successivt högre utnyttjandegraden illustreras i Figur 14, där utnyttjandegraden för publik laddinfrastruktur går från cirka 2 procent i ett *litet system* till cirka 7 procent i ett *stort system*. Därutöver har en faktor som anger "andel av fordonskilometer per laddtyp" angivits. Denna faktor motsvarar hur stor andel av energibehovet för de olika delmarknaderna som tillgodoses via de olika typerna av laddning, där utgångspunkten har varit att merparten av energibehovet tillförs via depåladdning (cirka 60 – 80 procent). Semi-publik laddning motsvarar cirka 15 – 30 procent av energibehovet och publik laddning cirka 5 – 10 procent [14].

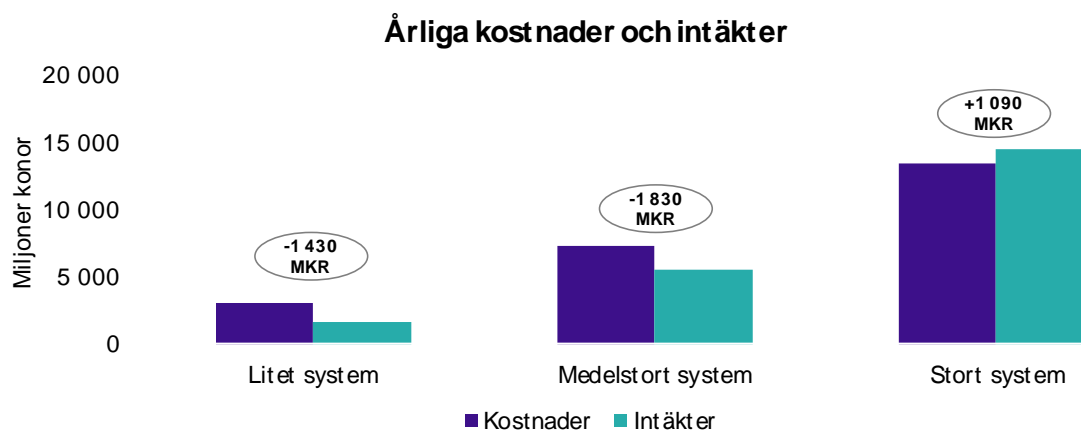
#### 4.3.2 Finansiella konsekvenser för aktörer i system med stationär laddning

Utifrån den företagsekonomiska kalkylmodellen har preliminära analyser genomförts avseende finansiella konsekvenser för aktörer i ett system med batteriförsedda fordon och stationär laddning.

##### Finansiella konsekvenser i system med stationär laddning

De finansiella konsekvenserna för de tre olika scenarierna för utbyggnad av ett system med stationär laddning illustreras i Figur 15. Grafen indikerar att det kan finnas företagsekonomisk bärkraft i ett system med stationär laddinfrastruktur för scenariot *stort system*. För ett litet och medelstort system indikeras att det finns utmaningar att nå företagsekonomisk bärkraft.

Årliga kostnader, intäkter och resultat har överslagsmässigt analyserats och redovisas nedan på systemnivå. Kostnader, intäkter och resultat som redovisas i Figur 15 är en summering av sammanvägda kostnader och intäkter för samtliga aktörer i systemet.



**Figur 15 Årliga kostnader och intäkter i systemet för stationär laddinfrastruktur för tre scenarier, samt samlat årligt företagsekonomiskt resultat i systemet (infrastruktur och fordon)**

Utifrån de ingångsvärden som tillämpats för de olika scenarierna ger kalkylmodellen en fingervisning om att det skulle kunna vara möjligt att nå företagsekonomisk lönsamhet i ett system med laddinfrastruktur och batteriförsedda fordon, på sikt. Många av de variabler som används som ingångsvärden har påverkan på resultatet, det finns även en osäkerhet i värdet för dessa variabler vilket bör tas i beaktning vid analys av resultatet. De variabler som påverkar resultatet från kalkylmodellen är jämförelsekostnaden mellan diesel- och eldrift, investeringsutgifterna för exempelvis laddinfrastruktur och batteriförsedda fordon, samt utnyttjandegraden för den stationära laddinfrastrukturen. De preliminära resultaten från Figur 15 bör därmed ses med försiktighet och vidare analys av investeringsnivåer bör göras i nästa steg.

Jämförelsekostnaden mellan diesel- och eldrift har visat sig ha stor betydelse för resultatet för systemet som helhet, och i synnerhet för åkerier som aktörsgrupp. Ingångsvärden för både diesel- och elförbrukning, samt priset för diesel och el, har visat sig vara variabler som påverkar resultatet. Osäkerhet om framtida prisutveckling för dessa variabler samt möjlig energieffektivisering i fordonen bidrar väsentligt till osäkerhet i resultaten från kalkylen. I scenarioanalysen har värden från ASEK version 7 använts. Analysen har även, i enlighet med ASEK, applicerat en uppräkningsfaktor av diesel- och elpriser över tid med en prognos som avser spegla uppsatta miljömål [7]. För energiförbrukningen har en effektivisering om 1,8 procent per år antagits för både diesel- och elförbrukning i fordonen. Analysen visar att om diesel blir jämförelsevis billigare att använda än el försvagas incitamentet att använda el.

Nivåerna för investeringsutgifter för de olika delarna i systemet (stationär laddinfrastruktur och merkostnad för batteriförsedd tungt fordon) varierar mellan de tre scenarierna, och har en påverkan på resultatet från kalkylmodellen. Det har antagits att det på sikt finns skalfördelar av industrialisering och effektivisering i produktionen som kommer avspeglas i lägre kostnader för de olika investeringskomponenterna i systemet. Det finns dock osäkerheter i ovanstående scenarier kring vilken nivå på investeringsutgift som bör användas för att ge en rättvisande bild av de investeringar som krävs för att bygga upp ett medelstort och stort system.

Analysen har visat att det är troligt att en högre utnyttjandegrad av den stationära laddinfrastrukturen för stort scenario har en positiv påverkan på resultatet. Dessutom inkluderas volymer från utlandsregistrerade fordon i scenario medelstort och stort system och ger, som tidigare beskrivits, ett ökat intäktstillflöde för tillägare av den publika och semi-publika stationära laddinfrastrukturen. Analysen visar att det krävs en tillräckligt hög utnyttjandegrad för att nå en

lönsamhet för den stationära laddinfrastrukturen, även om denna utnyttjandegrad är relativt låg sett ur ett årligt perspektiv.

Med detta beräkningssätt är den högre utnyttjandegraden för laddpunkter i scenariot stort system till viss del baserad på volymer från utlandsregistrerade batteriförsedda tunga fordon. Som ett nästa steg i analysen skulle det vara intressant att vidare utreda möjliga resultateffekter av en högre utnyttjandegrad för laddinfrastrukturen. Även balansen mellan hur många laddpunkter som behöver byggas ut för att säkra geografisk täckning samtidigt som ett tillräckligt högt utnyttjande säkerställs, är väsentligt i en fortsatt analys.

#### Implikationer för ägare av stationär laddinfrastruktur utifrån analyserade scenarier

Scenarioanalysen har indikerat att en av de faktorer som avgör lönsamheten för aktörgruppen ägare av laddstationer är hur stort prispåslaget utöver elpriset är för semi-publik och publik laddning. Högre prispåslag gynnar förstås ägare av stationär laddinfrastruktur, men leder till en sämre finansiell kalkyl för åkerier. Det är förstås svårt att bedöma en rimlig långsiktig nivå på det prispåslag för semi-publik och publik laddning som ger förutsättningar för en effektiv marknad. Det är rimligt att anta att det kan komma att krävas en period där olika prisstrategier existerar på marknaden, innan långsiktigt fungerande modeller etableras. Utvecklingen av prismodeller på mobiltelefonmarknaden över tid kan vara en inspirationskälla för att bedöma framtida prissättningsstrategier i detta sammanhang.

En ytterligare faktor som har stor betydelse för lönsamheten för ägare av stationär laddinfrastruktur är den laddeffekt som laddinfrastrukturen ska erbjuda. I analysen har investeringsutgiften baserats på den effekt som erbjuds och investeringen ökar med högre effekt [10]. Detta står även i relation till den tid som de tunga fordonen behöver använda för laddning. Med en högre laddeffekt skulle de batteriförsedda tunga fordonen kunna ladda under kortare tid och en laddningspunkt skulle kunna nyttjas av flera under den tillgängliga tiden. Detta ökade utbud av laddsessioner per tidsenhet måste dock förstås balanseras mot en väsentligt ökad investeringsutgift, som har starkt samband med erbjuden laddeffekt. En högre laddeffekt innebär även att utnyttjandegraden kommer att gå ner eftersom fordonen behöver stå kortare till vid laddpunkten. Detta kan behöva kompenseras genom färre laddpunkter eller högre prispåslag. Nettoeffekten av fler laddsessioner och högre investeringsutgift behöver analyseras ytterligare framöver.

#### Implikationer för åkerier utifrån analyserade scenarier

För åkerier som aktörgrupp består en stor del av investeringen av merkostnad för tunga fordon med batteridrift i stället för med dieseldrivlina. Den fordonskomponent som avgör hur stor merkostnaden är för batteriförsedda tunga fordons batterikapacitet uttryckt i kWh. I kalkylmodellen har olika batteristorlekar antagits för fjärr-, region-, och citytransporter. Exempelvis har fjärrtransporter, utifrån det körmönster som karakteriserar denna delmarknad, antagits kräva ett större batteri medan citytransport, baserat på körmönster, antagits kräva mindre batteri sett till effekt på batteriet.

En trolig hypotes om ett framtida scenario är att den behövliga batterikapaciteten för tunga batterifordon på sikt skulle kunna minska. Detta skulle kunna underlättas av ett utbyggt system med god tillgång till publik laddinfrastruktur, som gör att fordonen kan klara längre sträckor med mindre batterier. En annan möjlighet är att batterikapaciteten över tid kan komma att optimeras utifrån hur de batteriförsedda tunga fordonen används.

I kalkylmodellen har det antagits att åkerier bär investeringen för depåladdning. Denna investering är dock mindre i jämförelse med merkostnaden för batteriförsedda fordon. Därtill tillkommer kostnader

för elförbrukning för åkerier. Prispåslaget vid semi-publik och publik laddning belastar åkerierna, där delmarknaderna för fjärrtransporter och regionala transporter har antagits använda publik laddning i större utsträckning än citytransporter.

I jämförelse med vad åkerier betalar för el vid publik laddning har analysen visat att depåladdning kan antas vara den billigaste formen för laddning. Dock begränsar körmönstren för framförallt regionala transporter och fjärrtransporter den totala energimängd som kan laddas via depåladdare. Den publika stationära laddningen kompletterar energibehovet för dessa delmarknader.

## 5 FÖRSLAG PÅ VIDARE UTREDNING OCH REKOMMENDATIONER FÖR NÄSTA STEG

---

Elvägar och stationär laddning har diskuterats i denna rapport och bedöms vara tekniker som troligtvis kan komma att påverka varandra och samspela på en framväxande marknad för elektrifiering av tunga fordon. Dessa elektrifieringstekniker kan dessutom behöva sättas i relation till övrig teknikutveckling som sker, som exempelvis bränsleceller. För vidare arbete är därmed rekommendationen att utvidga analysen för elvägar, nu kompletterad med stationär laddning, till att genomföra jämförelser mellan olika typer av elektrifieringsalternativ för tunga vägtransporter. Vidare kan även analys behöva genomföras för att förstå vilken roll Trafikverket kan komma att ha och till vilken grad involvering krävs.

Två huvudsakliga områden bör analyseras i nästa steg:

### 1. **Fördjupa analysen av affärsmodeller, gränssnitt och ansvarsfördelning mellan olika aktörer med hänsyn till olika elektrifieringstekniker för tunga fordon**

Med nya elektrifieringsalternativ för tunga fordon, som elvägar, stationär laddning, med flera, kommer aktörer att behöva samspela på nya marknader. Även nya aktörer kan komma att tillkomma, vilket kan medföra att flera nya, och i vissa fall komplexa, relationer behöver skapas. Det blir därför viktigt att vidare analysera gränssnitt och ansvarsfördelning mellan olika aktörer för att skapa en förståelse för hur de olika elektrifieringsalternativen kan utformas och påverka varandra.

Utifrån gränssnitt och ansvarsfördelning som utvecklas mellan aktörer är det även viktigt att förstå hur affärsmodeller kan uppstå för olika elektrifieringsalternativ. För att skapa en förståelse för hur marknader för olika elektrifieringsalternativ kan komma att se ut behöver fördjupade insikter vinnas i vad de olika aktörerna har för drivkrafter och incitament. Erfarenheter som vunnits från arbetet med affärsmodeller för elvägar kan tas med i beaktande för de fortsatta analyserna för affärsmodeller för olika elektrifieringsalternativ. Ytterligare en aspekt att beakta är hur olika elektrifieringsalternativ och tillhörande affärsmodeller kan samspela samt eventuella behov/möjligheter att kombinera dessa affärsmodeller. Därför rekommenderas det att i nästa steg fortsätta analysera affärsmodeller, gränssnitt och ansvarsfördelning för att kunna identifiera möjligheter och utmaningar med olika elektrifieringsalternativ.

### 2. **Utvidga analysen av kostnadsstrukturer och affärsmöjligheter mellan olika elektrifieringstekniker för att kunna väga olika alternativ mot varandra**

Jämförelse och analys mellan olika elektrifieringsalternativ bör genomföras. Som ett första steg föreslås en analys av de två framtagna företagsekonomiska kalkylmodellerna för elvägar respektive stationär laddning. Kalkylmodellernas kostnad- och intäktsberäkningar är ett viktigt stöd i detta analysarbete och kan kompletteras med liknande modeller för exempelvis bränsleceller. Scenarier med olika kombinationer av elväg, stationär laddning och bränsleceller kan behöva diskuteras för att förstå skillnader mellan dessa och hur utbyggnad av elektrifiering av det statliga vägnätet för tunga transporter lämpligen bör ske. Därför rekommenderas det att i nästa steg utvidga analysen av kostnadsstrukturer och affärsmöjligheter till att inkludera även bränsleceller samt att jämföra olika elektrifieringstekniker.



## 6 KÄLLFÖRTECKNING

---

- [1] Trafikverket, "Ökad lastbilstrafik bakom utsläppsökning 2018," Trafikverket, 2019-02-21.
- [2] Klimatpolitiska rådet, "Klimatpolitiska rådets årsrapport 2019," 2019-03-01.
- [3] Naturvårdsverket, "Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen 2019," 2019.
- [4] EY, "Affärsmodeller och finansiering för utbyggnad av elvägar i Sverige," 2018-08-21. [Online]. Available:  
[https://www.trafikverket.se/contentassets/15e3e7f7bea05447c8c61bf905d779cd1/affarsmodeller-elvagar\\_slutrapport-180821.pdf](https://www.trafikverket.se/contentassets/15e3e7f7bea05447c8c61bf905d779cd1/affarsmodeller-elvagar_slutrapport-180821.pdf). [Använd 2019-03-06].
- [5] EY, "Roller, aktörsrelationer och risker på elvägsmarknaden," 2019-02-27. [Online]. Available:  
[https://www.trafikverket.se/globalassets/dokument/elvagsdokument/trv\\_elvagar\\_roller-och-affarsrelationer\\_190228-002.pdf](https://www.trafikverket.se/globalassets/dokument/elvagsdokument/trv_elvagar_roller-och-affarsrelationer_190228-002.pdf). [Använd 06 03 2019].
- [6] EY, "Elvägssystemets aktörer och ekonomiska förutsättningar – En analys av operatörsrollen och kort- och långsiktiga scenarion," 06 09 2019. [Online]. Available:  
<https://www.trafikverket.se/contentassets/445611d179bf44938793269fe58376b6/slutrapport-fas-3-affarsmodeller-9-september-2019.pdf>.
- [7] Trafikverket, "Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0," Trafikverket, 2020.
- [8] C. A. R. Board, "Appendix H Draft Advanced Clean Trucks Total Cost of Ownership Discussion Document," 2019.
- [9] Scania, "The Pathways Study: Achieving fossil-free commercial transport by 2050," 2018.
- [10] L. S. P. Karlström M, "Kunskapssammanställning stationär laddning till tunga lastbilar," 2020.
- [11] Trafikanalys, "Utländska lastbilstransporter i Sverige 2015–2016," Brita Saxton, Stockholm, 2018-06-25.
- [12] Trafikverket, "PRELIMINÄR RAPPORT - Vägtrafikklaster - Tunga fordons vikt i rörelse Korttidsmätningar (7 dygn) År 2014 - 2019," Trafikverket, 2020.
- [13] Trafikanalys, "Fordon 2019," SCB, 2020.
- [14] Transport & Environment, "Recharge EU trucks: time to act! A roadmap for electric truck charging infrastructure deployment," European Federation for Transport and Environment AISBL, 2020.



**TRAFIKVERKET**

Trafikverket, 171 54 Solna. Besöksadress: Solna Strandväg 98.

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650