



# LUND UNIVERSITY

## Omställning till elbussar

### Lärdomar, erfarenheter och rekommendationer

Åslund, Vendela; Pettersson-Löfstedt, Fredrik ; Danielson, Hans

2023

*Document Version:*  
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Åslund, V., Pettersson-Löfstedt, F., & Danielson, H. (2023). *Omställning till elbussar: Lärdomar, erfarenheter och rekommendationer*. (4 uppl.) (K2 Outreach; Vol. 2023, Nr. 4). K2 - Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik. <https://www.k2centrum.se/omstallning-till-elbussar-lardomar-erfarenheter-och-rekommendationer>

*Total number of authors:*  
3

#### General rights

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

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

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

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

#### Take down policy

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

LUND UNIVERSITY

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



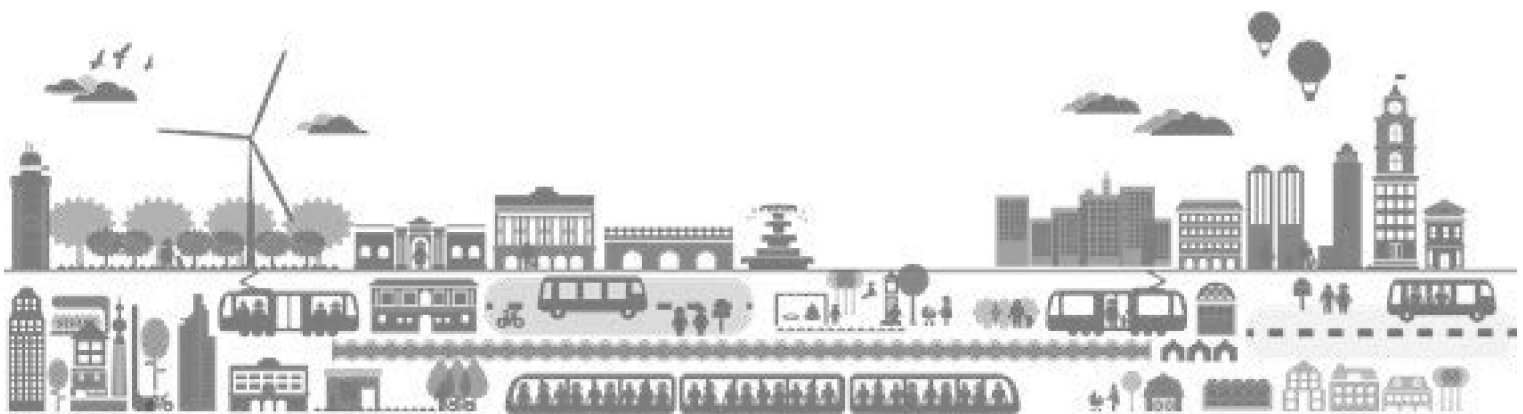
---

K2 OUTREACH 2023:4

# Omställning till elbussar

Lärdomar, erfarenheter och rekommendationer

Vendela Åslund, Fredrik Pettersson-Löfstedt och Hans Danielson



Datum: december 2023  
ISBN: 978-91-89407-34-3  
Tryck: Media-Tryck, Lund

De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis K2:s uppfattning.

K2 OUTREACH 2023:4

# **Omställning till elbussar**

Lärdomar, erfarenheter och rekommendationer

**Vendela Åslund, Fredrik Pettersson-Löfstedt och Hans Danielson**



# Innehållsförteckning

Förord .....	4
Sammanfattning.....	5
<b>1. Omställningen till elbussar har tagit fart.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Hur påverkas busstrafiken av elektrifiering?.....</b>	<b>8</b>
2.1. Elbussen som system – fordon, batterier och laddning.....	8
2.2. Laddkoncept – kontext och teknikval .....	9
2.2.1. Depåladdning med plug-in teknik .....	9
2.2.2. Tilläggs-laddning med pantograf .....	10
<b>3. Elbussar i svensk kollektivtrafik .....</b>	<b>11</b>
3.1. Från testprojekt till ordinarie kollektivtrafik .....	11
3.2. Projektet <i>Eplusbus</i> .....	12
3.2.1. Projektets genomförande och publikationer .....	12
<b>4. Lärdomar och erfarenheter från omställningen till elbussar .....</b>	<b>14</b>
4.1. Upphandling och planering av elbusstrafik.....	14
4.1.1. Ägarskap av depåer och laddinfrastruktur påverkar kravställningen ...	14
4.1.2. Elbussens infrastruktur kräver plats i staden – depåplacering och lokalisering av laddare .....	15
4.1.3. Kompetens en central fråga i kravställning och utvärdering .....	15
4.1.4. Elbussen en symbol för grön omställning – krav på hållbarheten blir allt viktigare .....	16
4.1.5. Tiden för anbudsgivande måste vara tillräckligt lång.....	16
4.2. Inför trafikstart samt daglig drift och verksamhet.....	17
4.2.1. Tiden mellan tilldelning och trafikstart är knapp .....	17
4.2.2. Batteribyte under kontraktstiden kan bli aktuellt .....	17
4.2.3. Tydliga gränssnitt för ansvar/ägarskap viktigt för att lösa fel.....	17
4.2.4. Elprisets påverkan på kostnader och avtal .....	18
4.3. Framtida perspektiv.....	18
4.3.1. Elbussens tekniska livslängd kan påverka kontraktslängden .....	18
4.3.2. Övertagande och återköpsgarantier för fordon och laddare kan bli aktuellt .....	19
4.3.3. Ålderskrav påverkar omställningen .....	19
4.4. Europeiskt perspektiv .....	20
4.4.1. Tilldelningskriterier i kombination med kravställning .....	20
4.4.2. Möjligheter till teknikbyte eller test inom avtalet .....	20
4.4.3. Norge: Finansiering för laddinfrastruktur beskrivs som positivt .....	21
4.4.4. Nederländerna: Gemensamt beslut från alla RKM sätter riktningen ...	22
<b>5. Rekommendationer .....</b>	<b>23</b>
5.1. RKM bör utarbeta långsiktig strategi för ägarskap .....	23
5.2. Var förberedd på olika tidsramar att beakta och hantera .....	23
5.3. Möjliggör kontinuerlig kompetensutveckling för branschen .....	24
5.4. En värld i ständig förändring innebär fortsatt behov av forskning .....	24
<b>6. Referenser.....</b>	<b>26</b>

# Förord

Elbussar har på senare år blivit ett allt vanligare inslag i stadstrafiken i svenska städer, såväl som på andra håll i världen. Omställningen till elbussar innebär att en rad risker och osäkerheter med ny teknik måste hanteras, såsom förändrad balans mellan investerings- och driftskostnader, längre livslängd för fordon, anpassning- och förändringar av depåer för att nämna några. Elbussar har introducerats i hög takt och det finns behov av att dra lärdom från de erfarenheter som olika aktörer involverade i omställningen har fått under de senaste åren. I den här rapporten sammanfattar vi lärdomar från omställningsprocesser av upphandlad kollektivtrafik i några svenska, norska och nederländska städer. Rapporten har författats inom ramen för K2-projektet e(+)bus, som finansierats av Trafikverket, Bussbranschens riksförbund och Energimyndigheten från 2020 – 2023 Lund, december 2023.

*Fredrik Pettersson-Löfstedt*

Projektledare

# Sammanfattning

På senare år har elektrifiering av stadsbussar i kollektivtrafiken växlat upp i tempo och idag finns flera exempel på hur man har hanterat omställningen i svensk kollektivtrafik.

I projektet e(+)bus har vi jobbat med fallstudier i Sverige (Stockholm, Göteborg, Malmö, Jönköping, Ystad, Piteå). Vi har även gjort en internationell utblick till Norge (Oslo och Trondheim) samt Nederländerna (Eindhoven).

Omställningen till elbussar innebär en rad utmaningar för etablerade tillvägagångssätt inom kollektivtrafiken inom många olika områden. I projektet har vi fångat upp lärdomar om och erfarenheter av hur sådana utmaningar har hanterats när det gäller teman såsom upphandling, ägarskap, affärsmodeller, stadsplanering och drift av elbussar i kollektivtrafiken. Resultaten av studierna har presenterats i olika rapporter och vetenskapliga artiklar. I den här rapporten har vi, baserat på tidigare publikationer i projektet, formulerat ett antal lärdomar, vilka vi anser vara relevanta för andra svenska städer där omställningen till elbussar ännu inte påbörjats, eller där omställningen är i ett tidigt skede.

Vi har identifierat *lärdomar som handlar om upphandling och planering* av elbusstrafik. Dessa lärdomar betonar betydelsen av tydlighet kring ägarskap, vikten av proaktiv planering för anpassning av depåer och laddinfrastruktur, kompetens hos beställare och utförare i kravställning, samt att elbussens symbol för en grön omställning innebär ett behov av ett brett hållbarhetsperspektiv. Eftersom omställningen till elbussar innebär många nya faktorer att ta hänsyn till konstaterar vi även att tiden för anbudsgivande måste vara tillräckligt lång för att operatörerna ska kunna lämna tillförlitliga anbud.

När det gäller *lärdomar inför trafikstart, samt daglig drift och verksamhet* belyser projektets resultat att tiden mellan tilldelning och trafikstart är knapp och förändringar för att möjliggöra drift med elbussar kräver samverkan mellan många olika aktörer. Andra lärdomar handlar om att hantera frågor kring eventuellt batteribyte under kontraktstiden, vikten av tydliga gränssnitt för laddteknik för att lösa fel smidigt, samt lärdomar om hur elprisets utveckling och variation på senare tid hänger ihop med val av laddstrategi.

Vi diskuterar även lärdomar om *framtida perspektiv* på omställningen till elbussar och konstaterar att elbussens potentiella längre livslängd kan påverka kontraktslängden i avtal. Den längre livslängden aktualiserar också att övertagande och återköpsgarantier för fordon och laddare kan bli aktuellt framöver. Slutligen konstaterar vi att nuvarande krav på en maximal medelålder för bussar inom ett visst avtal innebär en konflikt med möjligheterna till förlängd livslängd på elbussar.

Den internationella utblicken på lärdomar från omställningen till elbussar ur ett *Europeiskt perspektiv* visade att man i Norge hade goda erfarenheter av att använda tilldelningskriterier i kombination med kravställning i upphandlingen av elbussar. Vidare hade man både i Norge och i Nederländerna skrivit avtal på ett sätt som möjliggör teknikbyte eller test inom avtalet, som ett sätt att hantera framtida teknikutveckling. En



lärdom från Nederländerna är att en gemensam hållning från regionala kollektivtrafikmyndigheter kring omställning till utsläppsfria bussar kan ge kraft och riktning på omställningen.

Baserat på dessa 16 lärdomar formulerar vi fyra avslutande *rekommendationer* som vi anser vara viktiga för att kollektivtrafikbranschen och akademien tillsammans ska bidra till att den fortsatta omställningen sker på ett hållbart och resurseffektivt sätt.

1. Regionala kollektivtrafikmyndigheter bör ta fram långsiktiga strategier för ägarskap av laddare och depåer.
2. Aktörer involverade i omställningen till elbussar måste vara beredda på att beakta och hantera olika tidsramar, ex avseende kontraktslängd, teknisk livslängd av olika komponenter, tidsåtgång för - olika processer, och teknikutveckling över tid.
3. För att möjliggöra en kontinuerlig kompetensutveckling för branschen bör kollektivtrafikens aktörer gemensamt ta initiativ till att etablera en plattform, eller en arena för kunskaps- och erfarenhetsutbyte om omställning till elbussar.
4. Under projektets gång har förutsättningarna och spelplanen för omställningen till elbussar ritats om ett flertal gånger. Vi konstaterar att en värld i ständig förändring innebär ett fortsatt behov av forskning om omställningen till elbussar.

# 1. Omställningen till elbussar har tagit fart

Elektrifieringen av transportsektorn är en omställningsprocess som karaktäriseras av olika takt för olika transportslag och olika färdmedel. Omställningen till elbussar innebär att en rad risker och osäkerheter med ny teknik måste hanteras, såsom förändrad balans mellan investerings- och driftskostnader, längre livslängd för fordon, anpassning- och förändringar av depåer för att nämna några. Omställningen innebär därmed en rad utmaningar för etablerade tillvägagångssätt inom kollektivtrafiken inom många olika områden. På senare år har elektrifiering av stadsbussar i kollektivtrafiken växlat upp i tempo och idag finns många exempel på hur man har hanterat sådana utmaningar i omställningen.

Forskningsprojektet *e(+)*bus påbörjades våren 2020 och finansieras av Trafikverket, Bussbranschens riksförbund och Energimyndigheten. Projektets syfte har varit att lära av pågående elbuss-satsningar i stadstrafik, samt sprida och bidra till kunskaps- och erfarenhetsutbyte mellan myndigheter, branschaktörer och akademi.

I projektet har vi jobbat med fallstudier i Sverige (Stockholm, Göteborg, Malmö, Jönköping, Ystad, Piteå). Genom intervjuer och analys av upphandlingsunderlag, avtal och diverse policydokument har vi utforskat teman så som upphandling, ägarskap, affärsmodeller, stadsplanering och drift av elbussar i kollektivtrafiken. En internationell utblick till Norge (Oslo och Trondheim) samt Nederländerna (Eindhoven) har förbättrat förståelsen för vilka erfarenheter som är specifika för den svenska kontexten och vilka som är relevanta i omställningen i flera sammanhang.

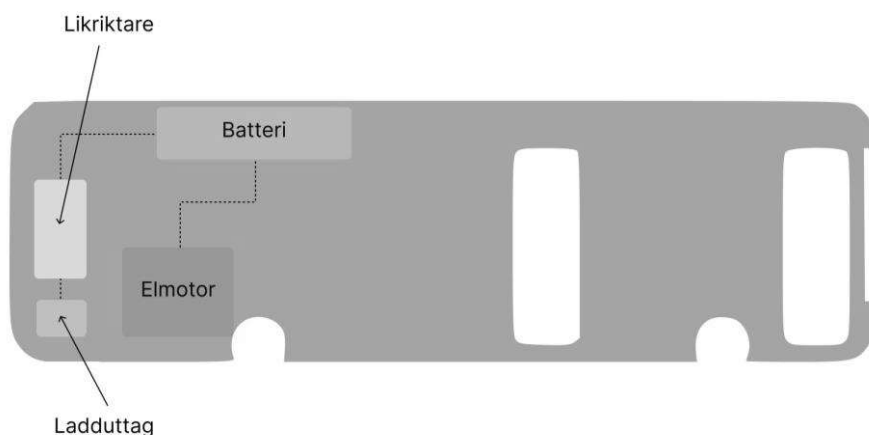
Vi har sett både likheter och skillnader mellan fallen i hur omställningen har hanterats. Baserat på detta har vi formulerat ett antal lärdomar, eller erfarenheter, vilka vi anser vara relevanta även för andra svenska städer där omställningen till elbussar ännu inte påbörjats eller där omställningen är i ett tidigt skede. Lärdomarna är uppdelade i olika faser av omställningen som vi tolkar den baserat på fallstudierna. Faserna är: ”Upphandling och planering av elbusstrafik”, ”Inför trafikstart samt daglig drift och verksamhet” och ”Framtida perspektiv”. Vi har även inkluderat några lärdomar från Norge och Nederländerna vilka kan vara intressanta att reflektera över i en svensk kontext. Baserat på dessa lärdomar har vi formulerat fyra avslutande rekommendationer där vi ser ett behov att följa utvecklingen närmare i den fortsatta omställningen till elbussar i kollektivtrafiken.

## 2. Hur påverkas busstrafiken av elektrifiering?

Omställningen till elbussar innebär att kollektivtrafiksystemet behöver anpassas till eldrift. Exempelvis så kan omställningen innebära att upphandlingsprocesser och kontraktutformning behöver ändras. Omlopps- och personalplanering kan behöva anpassas för att ta hänsyn till tiden det tar att ladda bussar. Dessutom innebär det ett behov av att samordna långsiktiga strategier för stadsutveckling och utvecklingen av kollektivtrafiksystemet, exempelvis för att säkerställa att elnätet har tillräcklig kapacitet för det ökade energibehovet. I centrum för dessa anpassningar och nya lösningar ligger den nya tekniken som introduceras – elbuss och laddare.

### 2.1. Elbussen som system – fordon, batterier och laddning

I denna rapport syftar ”elbuss” på helelektriska bussar med batteri som kan laddas via en extern källa. Vi betraktar elbussen som bestående av två komponenter – fordonet och batteriet.



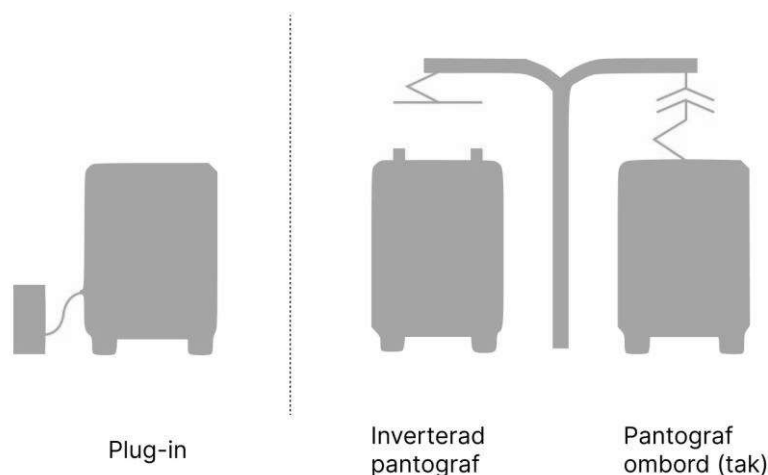
Figur 1 - Exempelbild helelektrisk buss. Batteriets storlek och placering beror på laddstrategi. Anpassad från Energimyndigheten, 2019b, s 10.

Vilken busstyp och batteri som är lämpligast beror på lokala förutsättningar och vilken laddstrategi som ska införas. Valet av laddstrategi påverkar batteristorleken, vilket i sin tur påverkar bussens energianvändning och vikt. Ett större batteri behöver oftast laddas längre och vid lägre effekt, men ett fordon med större batteri behöver inte laddas lika ofta som ett med mindre batteri och kan ofta snabbladdas vid högre effekt. Ett mindre batteri behöver laddas oftare men tar mindre plats och väger mindre vilket kan medföra en högre passagerarkapacitet.

## 2.2. Laddkoncept – kontext och teknikval

Hur, var och när elbussen ska laddas är viktiga frågor att ta ställning till när elbussar introduceras i kollektivtrafiken. Hur dessa frågor hanteras påverkas i stor utsträckning av den lokala kontexten och vilka förutsättningar denna kontext medför. Exempelvis spelar följande faktorer roll för vilken typ av laddning som är lämpligast: linjesträckning, tidtabell och turtäthet, när på dygnet linjen trafikeras, omlopp och antal bussar, stadens geografi och topografi, samt lokalisering av depå.

Man behöver både ta ställning till vilken *laddstrategi* man ska anta och vilken *teknik* man ska använda för att möjliggöra laddningen. Det finns olika strategier för laddning. I Sverige är de vanligaste depåladdning och tilläggs-laddning. Det finns även olika laddtekniker, konduktiv eller induktiv laddning. Konduktiv innebär att bussen laddas genom plug-in teknik eller pantograf. Induktiv laddning innebär att bussen laddas trådlöst. I Sverige är konduktiv laddning vanligast, antingen med plug-in teknik eller med pantograf. Tillsammans skapar vald laddstrategi och laddteknik ett ”laddkoncept” [1].



Figur 1 - Plug-in laddning och tilläggs-laddning via pantograf. Modifierad från Energimyndigheten, 2019b, s 24.

### 2.2.1. Depåladdning med plug-in teknik

Depåladdning innebär att bussen återvänder till depån för att laddas. Beroende på den lokala kontexten, exempelvis tidtabell och trafikproduktion, kan detta ske både under dag- och nattetid. Depåladdning sker oftast genom plug-in teknik. Detta ställer krav på elnätet vid depån som inte förekommer med bussar med förbränningsmotorer. En depå för elbussar kräver installation av transformator och gemensam nätstation för depån, samt faktiska laddare för inkoppling med kabel vid varje depåplats. Depåladdning anses vara en relativt mogen teknik med låg driftskostnad samt lätt att installera. Däremot kräver tekniken manuell hantering samt innebär ett arbetsmoment med att ansluta laddkabeln till bussen.

Depåladdning kräver stora batterier för att täcka energibehovet under drift vilket påverkar elbussens vikt och passagerarkapacitet. Behovet av stora, kraftfulla batterier kopplar också till frågor om resursanvändning och miljöpåverkan vid framställning av batterier. Å andra sidan kräver depåladdning ingen infrastruktur i stadsmiljö.

### 2.2.2. Tilläggsaddning med pantograf

Tilläggsaddning sker längs med linjen, antingen vid större bytespunkter eller vid ändhållplatser. Den vanligaste laddtekniken för tilläggsaddning är via en pantograf. Eftersom bussen laddas under rutten kräver tilläggsaddning generellt ett mindre batteri än depåladdning. Å andra sidan medför tilläggsaddning också högre investeringskostnader.

Att etablera laddinfrastruktur i staden medför även komplexa planerings- och tillståndsprocesser. Pantografladdning kräver installation av transformator eller nätanslutning vid laddplatsen, samt att stolpe/portal finns vid hållplatsen. Laddning med pantograf innebär mindre manuell hantering, men ställer krav på positioneringsnoggrannhet för att säkerställa att laddningen kan ske.

Båda laddkoncepten innebär en viss minskning av bussens flexibilitet, med tekniken tillgänglig idag, gentemot ett alternativ med förbränningsmotor. Detta då depåladdade bussar har en begränsad körsträcka innan de måste återvända till depån för att laddas, och tilläggsaddning innebär att bussen enbart kan användas på linjer där laddare finns tillgängliga.

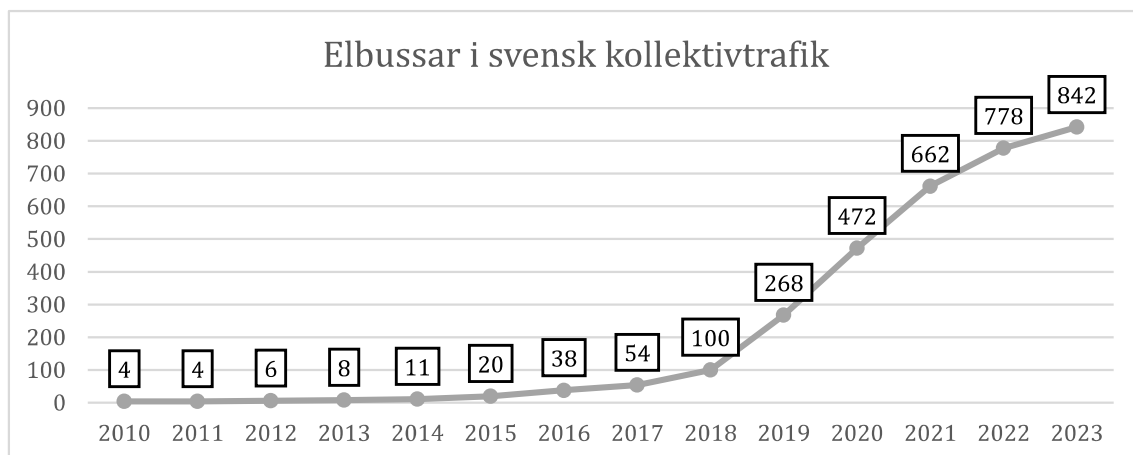
## 3. Elbussar i svensk kollektivtrafik

### 3.1. Från testprojekt till ordinarie kollektivtrafik

År 2016 publicerades K2-rapporten *Elektrifiering av stadsbussar* där man gjorde en genomgång av pågående elbuss-satsningar i Sverige och Europa [2]. Studien fann att många av satsningarna skedde utanför det vanliga upphandlingsförfarandet och att särskilda avtal skrevs med befintliga trafikföretag för att introducera elbussar. Detta skedde framförallt inom ramen för utvecklings- eller demonstrationsprojekt, med syftet att testa och få erfarenhet av olika tekniska lösningar. Det var vid den tiden mindre vanligt att introducera elbussar i den normala verksamheten.

År 2019 publicerades en rapport från Trafikverket, *Elbussar i Sveriges kollektivtrafik* [3]. Då fann man att det fanns ett stort intresse för elbussar i Sverige och att det hade skett en övergång från utvecklings- och demonstrationsprojekt till att elbussar var en del av ordinarie kollektivtrafik. Samtidigt slog man fast att omställningen fortfarande var i ett tidigt skede.

Sedan 2019 har antalet elbussar i svensk kollektivtrafik ökat från 268 till över 842 [4], [5]. Idag är drygt 8 % av kollektivtrafiken elektrifierad. Förutom att antalet elbussar ökat snabbt har det skett en utveckling i hur omställningen sker. Från att främst ha varit en del av test- och demonstrationsprojekt så sker omställningen numera främst inom ramen för upphandling och det framgår att kommande upphandlingar kommer inkludera ett stort antal elbussar [6]. Den uppåtgående trenden förväntas alltså fortsätta.



Figur 3 - Elbussar i svensk kollektivtrafik [a,b]

Vi kan konstatera att elektrifieringen av transportsektorn pågår för fullt. Teknikutvecklingen har gått fort och många av de barriärer och hinder för elbussar som identifierats tidigare verkar ha överkommit, i alla fall till viss del. Vi kan också konstatera att elektrifieringen av transportsektorn fått en stor tyngd och spelar just nu en

central roll i debatten om vilka mål och strategier som ska råda för en omställning av Sveriges transportsystem.

## 3.2. Projektet *Eplusbus*

På senare år har elektrifieringen av stadsbussar i kollektivtrafiken tagit rejäla kliv framåt. I takt med att trafikavtal har upphandlats på nytt har elbussar introducerats i hög takt i den normala verksamheten vilket vi inom projektet *Eplusbus* har följt de senaste tre åren. Nedan följer en kort beskrivning av projektets genomförande och projektresultat.

### 3.2.1. Projektets genomförande och publikationer

Vi har genomfört nio fallstudier, varav sex i Sverige, två i Norge och en i Nederländerna. Fallstudierna utgörs av specifika avtal eller upphandlingar som resulterat i att elbussar introduceras i ordinarie kollektivtrafik. Fallstudierna framgår av *Tabell 1 – Fallstudier*.

Fallstudierna består av intervjuer med beställare, trafikföretag, kommuner och i vissa fall elnätsägare, samt dokumentanalys av upphandlingsunderlag, avtal, program, strategier och övrig dokumentation som rör elektrifiering av stadsbusstrafik.

Totalt har 29 intervjuer genomförts med 36 intervjupersoner. Valet av intervjupersoner grundades i att vi sökte en bred representation av olika erfarenheter av elektrifiering. Vi har därför strävat efter att intervjua aktörer med erfarenhet av elektrifiering på en strategisk nivå såväl som erfarenheter av daglig drift och verksamhet.

Intervjuerna genomfördes enligt en intervjuguide med frågor på följande ämnen: (1) Bakgrund och beslutsprocess, (2) Avtal, upphandling och samverkan samt (3) Erfarenheter från drift och underhåll, och (4) Elbussen i transportsystemet, energisystemet och staden. Intervjuerna utfördes mellan mars 2021-maj 2022.

Parallellt med intervjuerna analyserades upphandlingsdokument och avtal i samtliga fall. Vi har även gått igenom strategidokument och program rörande elektrifiering och kollektivtrafik på både regional och kommunal nivå.

Metoden för analysen för specifika studier framgår i de enskilda publikationerna vilka listas nedan. För denna rapport har vi tagit ett samlat grepp och övergripande perspektiv på delresultaten och formulerat ett antal lärdomar. Lärdomarna har formulerats i samråd med representanter från branschen där en viktig del har varit referensgruppsmöten som genomförts inom projektet. Vid referensgruppsmötena har resultat från projektet diskuterats och satts i ett praktiskt och konkret sammanhang utifrån deltagarnas erfarenheter av att vara involverade i omställningsprocessen.

Tabell 1- Fallstudier

Stad	Beställare	Trafikföretag	Avtal	Laddstrategi	Trafik start el
Ystad	Skånetrafiken	Bergkvarabuss	<i>Ystad stad</i>	Depå	Aug 2019
Piteå	Piteå kommun	Nobina	<i>Piteå stad</i>	Depå	Juli 2021
Jönköping	Jönköpings Länstrafik	Vy Buss	<i>Jönköping stad</i>	Tilläggs-laddning / depå	Juni 2021
Malmö	Skånetrafiken	Nobina	<i>Malmö Central</i>	Depå och tilläggs-laddning	Juni 2021
Göteborg	Västrafik	Transdev	<i>Gbg sydväst/ stom/ Partille/ Mölndal/Express</i>	Depå och tilläggs-laddning	December 2020
Stockholm	Trafikförvaltningen SLL	Keolis	<i>E22 - Sthlm innerstaden/ Lidingö</i>	Depå	Augusti 2022
Trondheim	AtB	Tide Buss	<i>Stor-Trondheim 2019-2029</i>	Depå och tilläggs-laddning	Augusti 2019
Oslo	Ruter	Norgesbuss & Unibuss	<i>Oslo Sentrum &amp; Oslo Sør</i>	Depå och tilläggs-laddning	Januari 2022 & Oktober 2022
Eindhoven	OV Noord-Brabant	Hermes	<i>Concessie Zuidoost Brabant</i>	Depå och tilläggs-laddning	Juni 2017

Förutom denna rapport har vi inom projektet publicerat ytterligare fyra rapporter samt två vetenskapliga artiklar där projektets olika forskningsteman analyseras mer djupgående.

- a) *Elbussen är här! Lärdomar och kunskapsluckor i forskning om elbussar.* K2 outreach 2021:2.
- b) *Omställning till elbussar i svenska städer – Lärdomar om affärsmodeller, ägarskap och upphandling.* K2 Working Paper 2023:3.
- c) *Energikostnad för depåladdade respektive tilläggs-laddade elbussar – Ekonomiska konsekvenser av att ladda elbussar.* K2 Working Paper 2022:4
- d) *Elbussar och stadsplanering* [K2 Working paper, arbete pågår, rapporten publiceras före slutet av 2023]
- e) *Rationales for transitioning to electric buses in Swedish public transport.* Research in Transportation Economics, 2023, Vol. 100
- f) *Public procurement and transition dynamics when introducing electric buses in public transport* [Vetenskaplig artikel, manus färdigställs före slutet av 2023]



## 4. Lärdomar och erfarenheter från omställningen till elbussar

I detta avsnitt presenterar vi lärdomar och viktiga erfarenheter från fallen som studerats inom projektet som är aktuella att reflektera över även i andra städer där man står inför, eller är mitt i en, pågående omställning. Lärdomarna är uppdelade i olika faser av omställningen så som vi har tolkat den baserat på fallstudierna. Faserna är: ”Upphandling och planering av elbusstrafik”, ”Inför trafikstart samt daglig drift och verksamhet” och ”Framtida perspektiv”.

### 4.1. Uphandling och planering av elbusstrafik

#### 4.1.1. Ägarskap av depåer och laddinfrastruktur påverkar kravställningen

I samband med omställningen till elbussar tillkommer ny teknik och nya aktörer. Detta innebär att strategier och processer för hur detta ska hanteras och koordineras behöver etableras. Resultaten från projektet belyser att ägarskap därför är en viktig fråga i samband med upphandling.

Vad gäller ägarskap av laddare och depåer för elbussar finns exempel på fall där dessa ägs av trafikföretagen själva eller där dessa ägs av en offentlig aktör, exempelvis regional kollektivtrafikmyndighet (RKM) eller kommun. Offentligt ägarskap innebär ofta att en del av de tekniska lösningarna är på förhand bestämda i upphandlingen. Således behöver de tekniska kraven i avtalen spegla detta och kravställningen blir mer detaljerad. Om ägarskapet ligger hos trafikföretaget kan fler tekniska val lämnas till trafikföretaget och det finns möjlighet till mindre detaljerad kravställning.

Baserat på fallstudierna ser vi en tydlig trend med ökat offentligt ägande av laddinfrastruktur och depåer, vilket framöver kan komma att påverka kravställning i upphandling. Resultaten indikerar att elektrifiering förstärker en redan befintlig trend mot ökat offentligt ägande av depåer (som motiveras av att offentligt ägarskap kan bidra till mer konkurrens och därmed effektivare lösningar).

Å andra sidan innebär offentligt ägande av depåer och laddinfrastruktur för elbussar att det finns risk för ”överdesignade” lösningar, samt inlåsning i teknikval som gör att konkurrensen i upphandlingen faktiskt minskar. En viktig lärdom är därför att offentligt ägande av depåer och en förflyttning av ansvar för teknikval måste göras på ett kostnadseffektivt sätt.

#### 4.1.2. Elbussens infrastruktur kräver plats i staden – depåplacering och lokalisering av laddare

Var, hur och när elbussflottan ska laddas är centrala frågor i omställningen. Vilken aktör som gör vilka val i detta avseende skiljer sig åt – olika kollektivtrafikmyndigheter och trafikföretag har olika strategier. Oavsett vem som gör valet blir frågan om depåplacering och eventuellt lokalisering av tilläggs-laddare i stadsmiljön aktuell. Oavsett drivmedel eftersträvas så lite tomkörning som möjligt. Depåer ska därför helst ligga i närhet till de rutter som bussarna ska trafikera. I samband med elektrifiering krävs även tillräcklig överföringskapacitet i elnätet för att möjliggöra laddning.

Befintliga depåer kan behöva anpassas och nya depåer kan behöva byggas för att täcka behovet av laddplatser. Dels så innebär elektrifiering ofta ett ökat antal bussar, dels så krävs utrymme för laddare. Det är viktigt att säkerställa att dessa depåer är placerade så att det passar med långsiktiga strategier för både kollektivtrafiken och stadsutvecklingen. Om bussarna ska tilläggs-laddas i stadsmiljö krävs lämpliga platser för detta. Utöver att denna lokalisering behöver planeras utefter ruttens tidtabell och linjedragning behöver laddinfrastruktur i offentliga utrymmet samordnas med planeringen av stadsmiljön. För att detta ska vara möjligt behöver berörda kommuners stads- och trafikplaneringsenheter, samt det lokala elnätbolaget, vara involverade tidigt i processen med att ta fram lokaliseringsförslag.

#### 4.1.3. Kompetens en central fråga i kravställning och utvärdering

Beställarkompetens är centralt för upphandlingsförfarandet. Processer och regelverk för upphandling är komplexa och det kan vara utmanande att skriva fram förfrågningsunderlag som säkerställer att efterfrågade funktioner bidrar till målen som ska uppnås. Det är alltså en viktig faktor även utan elektrifiering. I samband med att en ny teknik införs inom ramen för upphandling visar fallstudierna att beställarkompetens hamnar i fokus och att elektrifiering ställer krav på kompetensutvecklingen hos beställare. Det krävs att beställare innehar den aktuella och relevanta kompetensen för att kravställa elbusstrafik på ett lämpligt sätt, samt att utvärdera anbuden som inkluderar elbusstrafik.

En viktig lärdom från projektet är att upphandlingen av elbusstrafik vad gäller kravställning och utvärdering av anbud skiljer sig från upphandling av andra typer av bussar, vilket då innebär att det krävs en annan typ av kompetens. Vi har sett exempel på hur beställare i olika fall hanterar detta. I vissa fall förs dialogmöten med industri för att inhämta aktuell marknadskunskap, i andra fall tas depå- eller laddstrategier fram utanför upphandlingsprocessen i samråd med trafikföretag. Det är inte heller ovanligt med erfarenhetsutbyte mellan beställare i olika regioner. Dialog och samverkan inom och mellan olika aktörer blir alltså en viktig aspekt för att kontinuerligt utveckla kravställning och utvärdering av anbud i samband med elektrifiering.

Samtidigt är det viktigt att framhålla att kompetensutveckling inte enbart sker hos beställare utan för samtliga aktörer som verkar inom kollektivtrafiken i samband med elektrifiering. En annan viktig lärdom kopplad till

beställarkompetens är att reflektera över vilka tekniska val samt beslut om trafiken som ska fattas av vilken aktör. En viktig aspekt av kompetens när det gäller omställning till elbussar är därför att ha kännedom om vilken typ av kunskap som finns hos andra aktörer. I fallstudierna kunde vi exempelvis observera att när det gäller framtagandet av laddstrategi var det tydligt att trafikföretagen har haft ett försprång vad gäller kompetens och aktuell marknadskunskap. Det är förstås viktigt att dra nytta av sådan kunskap och att se till att samtliga involverade aktörers kompetens bidrar till en effektiv omställning till elbusstrafik.

#### 4.1.4. Elbussen en symbol för grön omställning – krav på hållbarheten blir allt viktigare

Omställningen till elbussar i stadstrafik sker numera främst inom ramen för upphandling och vi ser att elbussar introducerats i ordinarie trafik som resultat av både specifik kravställning och funktionskrav. Eventuella fördelar och nackdelar med olika typer av kravställning är kontextberoende, exempelvis beroende på regionala kollektivtrafikmyndigheters olika strategier och kompetenser och även trafikföretagens resurser och erfarenhet.

Förutom tekniska krav på fordon och laddare blir kompletterande krav gällande hållbarheten för komponenter av elbussystemet allt viktigare. Detta för att säkerställa att omställningen till elbussar inte kommer i konflikt med andra hållbarhetsaspekter. Krav på redovisning av socialt och miljömässigt hållbara leverantörskedjor för produktion av batteri och fordon blir en angelägen fråga för att säkerställa att dessa komponenter är ansvarsfullt upphandlade. Redan nu finns exempel på hur detta kan hanteras inom ramen för upphandling bland svenska kollektivtrafikmyndigheter. I dagsläget innebär dessa krav från beställare att vissa leverantörer utesluts ur upphandlingar.

Hantering av uttjänta batterier blir också viktigt att ta hänsyn till i takt med att batterier byts ut i fordonen, antingen genom återanvändning eller återvinning. Denna fråga uppmärksammas också på EU-nivå. En möjlig väg framåt kan vara att tillsammans med andra aktörer ta fram strategier för att ta vara på batteriers ”second-life” inom andra sektorer och på så sätt förlänga batteriernas livslängd. Ett annat förslag är att ställa krav på återbruk av batterier eller redovisning av planer för återvinning av råmaterial.

#### 4.1.5. Tiden för anbudsgivande måste vara tillräckligt lång

En omställning till elbussar innebär att anbudsgivare måste ta hänsyn till ett flertal nya faktorer innan ett tillförlitligt anbud kan lämnas. Vissa upphandlingar är dessutom mycket stora och har krav på förslag till trafikutförande vilket innebär ett stort jobb för anbudsgivarna. Den vanligaste tiden för trafikföretagen att räkna på anbudet är fyra månader. Vi har även sett exempel på kortare tidsfrister beroende på tidpunkten för utskick av anbudsunderlag (exempelvis precis före semestermånaderna under sommaren). Tidsbrist kan leda till att en del anbudsgivare avstår och att andra kanske lämnar in bristfälliga anbud. Ingen part vinner på detta.

En lärdom från projektet är därför att det är viktigt att tiden för anbudsgivarna att utforma och räkna på sitt anbud är tillräckligt lång. RKM:er bör ta hänsyn till att införandet av elbussar kan innebära ett behov av att hantera nya frågor i anbuderna som inte har varit aktuella för bussar med förbränningsmotorer.

## 4.2. Inför trafikstart samt daglig drift och verksamhet

### 4.2.1. Tiden mellan tilldelning och trafikstart är knapp

Inför att elbussar sätts i trafik för första gången krävs resurser för att etablera laddinfrastruktur och för att anpassa befintliga depåer för elbussdrift, exempelvis när det gäller kompetens och finansiering. En annan resurs är *tid*, och en begränsad sådan sett till perioden mellan tilldelning och trafikstart (12-18 månader i fallstudierna). Etablering av laddinfrastruktur innebär förutom själva byggnationen och driftsättande att lämplig plats för laddinfrastruktur ska beslutas om, bygglov ska ansökas om och godkännas, samt att fordon ska beställas och levereras. Detta kräver koordinering med övriga involverade aktörer (exempelvis kommuner, byggtreprenörer, elnätsägare, tillverkare och leverantörer av laddinfrastruktur och fordonstillverkare).

En lärdom från projektet är att tiden mellan tilldelning och trafikstart är otillräcklig om samtliga av dessa processer ska ske inom den tidsramen. Upphandlande RKM eller kommun bör därför förbereda lämplig plats för laddare och förbereda bygglov för ändringar vid laddstationer för att underlätta etablering av laddinfrastruktur i gatumiljön eller för anpassning av depåer. Risken för att detta ska vara ogjort arbete och slöseri med resurser uppvägs av vikten av att en övergång till elbussar fungerar väl för resenärer, såväl som för beställare och för utförare.

### 4.2.2. Batteribyte under kontraktstiden kan bli aktuellt

I en elbuss utgör batterierna en väsentlig del av investeringskostnaden. Elbussar har ännu inte varit i drift så länge att något definitivt kan sägas angående batteriernas livslängd. Ett grundläggande antagande är att batteriets livslängd är kortare än fordonets tekniska livslängd och även kortare än kontraktslängden, vilket innebär att batteribyte behöver ske under kontraktstiden. Fordon ägs vanligtvis av trafikföretaget och till följd av detta så kan det antas att ansvaret för batteribytet ligger hos trafikföretaget, liksom när det gäller andra komponenter i bussarna. Hur denna fråga kan komma att hanteras i praktiken är ännu inte helt etablerat. Frågor som behöver tas ställning till är huruvida batteriet kommer ha något restvärde vid kontraktets slut eller om fordonets tekniska livslängd förlängs till följd av batteribytet.

### 4.2.3. Tydliga gränssnitt för ansvar/ägarskap viktigt för att lösa fel

Ägarskap av laddinfrastruktur är en aktuell fråga för den dagliga driften av elbusstrafik. Vi ser att laddare vid depåer ofta ägs av trafikföretagen själva. Vid

problem med laddare eller fordon är det alltså trafikföretaget som ensamt ansvarar för felsökning och avhjälpning, vilket är ett exempel på ett tydligt gränssnitt där ansvar och ägarskap överlappar.

Det finns olika ägarstrukturer vad gäller laddare för tilläggsaddning ute i stadsmiljön. I de fall tilläggsaddare ägs av annan part än trafikföretaget finns risk för att långa beslutskedjor och många gränssnitt mellan aktörers ansvarsområden påverkar drift vid felsökning och avhjälpning. Detta kan påverka daglig drift negativt. En viktig lärdom är därför att det är viktigt med tydliga (och helst få) gränssnitt mellan aktörerna för en effektiv drift av elbussar.

#### 4.2.4. Elprisets påverkan på kostnader och avtal

Under projekttiden har omvärldshändelser med konsekvenser för kollektivtrafiken präglat kontexten för studierna, till exempel minskade intäkter på grund av minskat resande under pandemin samt höga el- och bränslepriser till följd av krig och konflikt med följande störningar av energimarknaderna. Hur man hanterar konsekvenserna av sådana händelser för kollektivtrafiken är en bredare fråga och inte enbart relevant i samband med elektrifiering. Däremot blir frågan om elpriser högaktuell i omställningen till elbussar, eftersom elpriset direkt påverkar kostnaden för driften av bussarna och hur kontrakt utformas med riskfördelningen mellan parterna är avgörande. Vi ser att de samlade elkostnaderna beror på laddstrategi och att variationer i elpriser kan påverka den totala kostnaden för depå- och tilläggsaddning olika, beroende på att man får olika laddmönster över dygnet och då en elanvändning koncentrerad vid tider med olika elpriser.

Elpriser har tidigare inte tagits hänsyn till i större utsträckning, men prisutveckling och variation på senare tid kan komma att ändra detta enligt en enkätstudie genomförd inom projektet. Till exempel påverkar variationer i elpris trafikföretagens anbud och vilken laddteknik som väljs. Det kan därför komma att bli viktigt att beakta hur elpriser påverkar valet av laddstrategi i framtida upphandlingar, och även hur ökade elpriser under kontraktiden hanteras i trafikavtal med indexregleringar.

### 4.3. Framtida perspektiv

Utöver lärdomarna som presenterats har vi i projektet även identifierat ytterligare frågor som är aktuella att reflektera över i den pågående omställningen till elbussar i kollektivtrafiken. Ännu finns inte många konkreta exempel på hur dessa frågor kan hanteras. Samtidigt indikerar resultaten att dessa frågor kan ha betydelse för den fortsatta omställningen ur ett framtidsperspektiv.

#### 4.3.1. Elbussens tekniska livslängd kan påverka kontraktslängden

Genom fallstudierna framgår det att elbussar har en förväntad längre livslängd än förbränningsmotordrivna bussar. Elbussar antas kunna vara i drift uppåt 16 år,

givet renovering under livslängden. Denna längre livslängd beror inte enbart på tekniska aspekter utan kan även förklaras av ekonomiska skäl, så som produktions- och inköpskostnad samt avskrivning av infrastruktur.

En längre livslängd för elbussar sträcker sig över fler än en kontraktperiod, vilken normalt är 10 år. En längre livslängd på fordonen kan motivera en längre avtalstid, om det är så att fordonen enbart ska vara i drift under en avtalsperiod. Detta påverkar även avskrivningstiden. Det finns även möjlighet att fordonen kan användas under hela dess livslängd trots oförändrad kontraktstid om de renoveras och övertas av nästkommande trafikföretag. Frågan om renovering och övertagande hänger också direkt ihop med branschens syn på rekonditionerade bussar. En lärdom för framtiden är att branschen tydligare behöver fördjupa dagens diskussion om att tillåta rekonditionerade bussar.

Det finns samtidigt risker med att räkna med en längre livslängd och ändrade kontraktstider. Dagens elbussar har inte varit i drift så länge att något definitivt kan sägas om dess tekniska livslängd. Om det är önskvärt att elbussar ska ha en längre livslängd blir det dock viktigt att inkludera övertagandeklausuler med definierat pris i kontrakt för att hantera och fördela risker kopplade till en längre livslängd. Ändrade kontraktstider kan också i sig påverka marknaden, stora och små bussföretag har olika förutsättningar att anpassa sig till kortare respektive längre kontraktstider.

#### 4.3.2. Övertagande och återköpsgarantier för fordon och laddare kan bli aktuellt

Lärdomen om längre livslängd för elbussar öppnar upp för frågan om vad som händer med elbussar och tillhörande laddinfrastruktur vid slutet av ett kontrakt. Ägarskapet spelar en mycket viktig roll i hur denna fråga hanteras. Om trafikföretaget står som ägare för fordon och laddinfrastruktur är det naturligt att det är trafikföretagets beslut hur detta behandlas. Det finns även möjlighet att fordon och laddare följer med in i nästa avtal genom att upphandlare i avtalet inkluderar återköpsgarantier eller övertagandeklausuler, vilket i vissa fall har varit aktuellt.

Samtidigt sker en relativt snabb teknikutveckling vilket gör att det inte är säkert att den teknik som investerats i vid början av ett avtal är aktuell eller effektiv 10 år senare. Det finns alltså en risk i att låsa in sig i vissa tekniker om dessa är avtalade att följa med in i nästa avtal. Hur denna fråga hanteras grundas således i en långsiktig strategi för elektrifiering av busstrafiken. Ägarskap av infrastruktur och depåer blir med detta en viktig fråga att ta hänsyn till i framtagandet av en sådan strategi, då detta sätter förutsättningarna för utvecklingen.

#### 4.3.3. Ålderskrav påverkar omställningen

Vi ser exempel på fall där medelålderskrav tagits bort och istället används enbart maxålderskrav. Det talas om att en maxålder på hela 15-16 år kan accepteras för en elbuss. Fordonet antas kunna renoveras så att komforten för resenärerna kan bibehållas. När den nya tekniken i form av elbussar införs sker det i flera fall för alla bussar i upphandlingen. Om trafikvolymen inte ökar under avtalstiden innebär detta att alla bussar kommer att vara lika gamla hela avtalsperioden. Bussarnas

medelålder kommer då att vara densamma som avtalsåret. Tidigare har det varit vanligt att även ha ett medelålderskrav på sex till sju år i trafikavtalen. Att ha ett medelålderskrav och samtidigt ha en tillåten maxålder på cirka femton år är alltså inte möjligt.

Om omställningen till elbussar sker etappvis under avtalstiden, kan medelålderskrav kombineras med krav på maxålder. Detta kräver dock att äldre bussar accepteras vid trafikstart och att en helt ny bussflotta vid trafikstart inte premieras i utvärderingen av anbud.

Om trafikutbudet ökar under avtalstiden kommer nya bussar att tillföras. Dessa kommer att vara yngre än avtalstiden när avtalet upphör. Bussarna kommer vid avtalsperiodens slut att representera ett betydande ekonomiskt värde. Om avskrivningstiden i praktiken ska kunna bli femton år måste detta hanteras i trafikavtalet.

#### 4.4. Europeiskt perspektiv

Utöver fallen i Sverige har vi även studerat omställningen till elbussar i tre europeiska fall, två i Norge och ett i Nederländerna. Vi inkluderar här ett europeiskt perspektiv på omställningen till elbussar och erfarenheter från ovannämnda internationella fall som är värda att reflektera över i en svensk kontext.

##### 4.4.1. Tilldelningskriterier i kombination med kravställning

I de norska fallen såväl som det studerade fallet i Nederländerna har man i upphandlingen använt sig av både kravställning samt specifika tilldelningskriterier i omställningen. Detta skiljer sig från de svenska fallen där tilldelningskriterier inte används i samma utsträckning. I Oslo används ett poängsystem (0-10) där el- eller vätgasbussar i anbud erhåller 10 p (Euro IV gas eller diesel ger 3 p). I Eindhoven utvärderas anbuden med hjälp av viktning beroende på andel nollemissionsbussar som offereras, samt baserat på trafikföretagens plan för att elektrifiera hela fordonsflottan (totalt 20 % av tilldelningskriterierna).

Detta beskrivs av intervjuade parter som ett sätt att upphandla elbusstrafik utan att ställa specifika krav på vilken teknik eller lösning som ska implementeras. En viktig lärdom är dock att detta tillvägagångssätt ställer höga krav på upphandlarens kompetens att både utforma sådana kriterier och att utvärdera anbud baserat på dessa.

##### 4.4.2. Möjligheter till teknikbyte eller test inom avtalet

I de norska och nederländska fallen finns klausuler i avtalen om att trafikföretaget måste delta i innovations- och testprojekt under kontraktstiden för att testa ny teknik och andra lösningar. Detta diskuterades främst med hänsyn till den teknikutveckling som sker för elfordon och batterier men även för vätgas. Vi har

sett exempel på liknande i Sverige, men då inte lika uttalad hänsyn till vätgas och inte av samma omfattning.

Det sker vad som beskrivs som en snabb teknikutveckling för elbussar, men det sker också utveckling av andra tekniker. Samtidigt som det enbart går att upphandla den teknik som finns på marknaden idag så önskas en flexibilitet att kunna testa och ”hänga med” i den teknikutveckling som sker. En aktuell fråga som uppstår berör hanteringen av osäkerheter som uppkommer med en teknik som fortfarande är under utveckling eller hanteringen av teknikutvecklingen som sker under ett trafikavtal. Det är ganska sannolikt att den elbussteknik som finns på marknaden idag kommer att bli ”omodern” eller ineffektiv under ett tioårigt avtal.

Som beskrivet tidigare i rapporten så föregicks omställningen till elbussar i ordinarie trafik av flera år av test- och pilotprojekt för att testa den nya tekniken. Detta skedde utanför upphandling och särskilda avtal skrevs med trafikföretag. I Norge och Nederländerna har man alltså lyft in test- och pilotprojekt i upphandlingen som ett sätt att hantera framtida teknikutveckling.

#### 4.4.3. Norge: Finansiering för laddinfrastruktur beskrivs som positivt

Fallstudierna i Norge uppvisar ett annorlunda upplägg för ägarskapet av laddinfrastruktur. I Oslo äger och ansvarar trafikföretaget för laddinfrastruktur från tilldelning till 6 månader efter trafikstart. Vid det tillfället övergår ägarskapet till RKM och regionen (”fylkeskommune”). I Trondheim är regionen ägare till laddinfrastruktur under hela kontraktstiden. Denna fördelning av ägarskapet var en följd av att RKM tillsammans med regionen i bägge fallen ansökt om statlig finansiering för etablering av laddinfrastruktur, vilket enbart betalas ut om regionen står som ägare.

Trafikföretagens möjlighet till inflytande vid val av laddstrategi och ansvar under drift parat med långsiktigt offentligt ägande av infrastrukturen beskrivs som ett bra upplägg av intervjuade parter. Trafikföretagen får möjlighet att föreslå och utforma laddstrategi men risker associerade med långsiktigt ägande av infrastruktur i stadsmiljön hanteras av en offentlig aktör.

I Nederländerna har bidrag för ett snabbare och mer effektivt teknikskifte också diskuterats. Till följd av färre resenärer och intäkter i spåren av pandemin blev det allt svårare att finansiera nya elbussar i kollektivtrafiken. Detta ledde till att staten lanserade en ny bidragsform för finansiering av elbussar för att stimulera fortsatt omställning.

I Sverige finns ingen finansiering specifikt riktad till laddinfrastruktur för elbussar. De finansieringsmöjligheter som varit aktuella i fallen är elbusspremie och stadsmiljöavtal. Elbusspremien har dessutom nyligen gjorts om i Sverige, och stadsmiljöavtalen fasas ut. En lärdom från projektet är att statlig finansiering genom bidrag och subventioner spelar en viktig roll för att påverka takten, inriktningen och skalan av omställningen.



#### 4.4.4. Nederländerna: Gemensamt beslut från alla RKM sätter riktningen

År 2016 skrev samtliga regionala kollektivtrafikmyndigheter i Nederländerna under en gemensam överenskommelse (BAZEB – Administrative Agreement on Zero-Emission Buses) vilken fastslog att samtliga bussar i kollektivtrafiken skulle vara utsläpfsfria år 2030, samt att enbart nollutsläppsbusar får köpas in efter 2025. Denna överenskommelse har spelat en viktig roll i att samla aktörer inom kollektivtrafikbranschen i en gemensam riktning. Det har även medfört att involverade parter har en tidsplan och gemensamma mål att förhålla sig till i sin strategiska planering (t.ex. upphandlingsschema eller skifte av fordonsflottan).

I Sverige finns mål på nationell och EU-nivå om elektrifiering av transportsektorn, men det finns ingen gemensam målbild för RKM och regioner avseende omställning till nollemissionsbussar. En lärdom från projektet är att en gemensam hållning från RKM och regioner kan ge kraft och riktning på omställningen.

## 5. Rekommendationer

Sammanfattningsvis har projektet resulterat i ett antal lärdomar relevanta för aktörer inom branschen att ta i beaktande i den fortsatta omställningen till elbussar i Sverige. Lärdomarna som vi identifierat och redogör för i denna rapport är generella och vi anser att de är aktuella i flera kontexter, men kanske av olika betydelse beroende på fasen av omställning, skalan av omställning och vilken aktör som berörs.

Baserat på lärdomarna i föregående kapitel föreslår vi nedan fyra rekommendationer som vi anser vara viktiga för att kollektivtrafikbranschen och akademien tillsammans kan bidra till en hållbar omställning.

### 5.1. RKM bör utarbeta långsiktig strategi för ägarskap

Strategier för hur ägarskap av exempelvis laddare och depåer hanteras i omställningen påverkar ett antal frågor. Exempelvis påverkar detta vad som konkurrensutsätts i upphandling och hur det påverkar kravställningen i upphandling. Ägarskapet av laddinfrastruktur påverkar också etableringsfasen, daglig drift och felavhjälpning. Vi har sett att ägarskapet kan hanteras på olika sätt. Det finns inget definitivt rätt eller fel sätt att fördela ägarskapet på – det beror på från fall till fall vad som är lämpligast. Däremot är det viktigt att ha en långsiktig strategi för ägarskap av laddinfrastruktur och depåer. Detta för att säkerställa att det finns rutiner och arbetssätt på plats för att hantera eventuella svårigheter som kan uppkomma med en viss fördelning, samt för att se till att ägarskapet av infrastruktur hanteras i enlighet med olika mål för kollektivtrafiken och samhällsutvecklingen.

### 5.2. Var förberedd på olika tidsramar att beakta och hantera

*Tid* framstår som en annan återkommande parameter vilken sätter förutsättningarna för omställningen; kontraktslängd, teknisk livslängd av olika komponenter, tidsåtgång för - olika processer, och teknikutveckling över tid. Resultaten visar att tiden som krävs för att lägga anbud, tid mellan tilldelning och trafikstart, och även tiden en elbuss kan vara i drift kan komma att påverka upphandlingsprocessen och även kontraktsutformning. Vi kan även konstatera att tid på ett mer övergripande plan också spelar roll. Teknikutvecklingen under en kontraktstid sker ganska fort och elbusstekniken anses mycket mer mogen idag än för bara några år sedan. Det blir alltså relevant att både ta hänsyn till de parametrar som styrs av olika tidsramar inom upphandling, och hur omställningen påverkas över tid.

### 5.3. Möjliggör kontinuerlig kompetensutveckling för branschen

Som konstaterat ställer omställningen till elbussar och teknikutvecklingen krav på kompetensen hos aktörerna, både hos beställare och kommuner men även för trafikföretag och tillverkare av olika komponenter. Utifrån projektresultaten kan vi dra slutsatsen att kompetens är en viktig del i att hantera vissa osäkerheter som uppkommer i samband med elektrifieringen. Samtidigt ser vi att dessa osäkerheter de facto har hanterats på olika sätt i olika fall. Det är snarare en fråga om kontinuerlig kompetensutveckling än kompetensbrist som är aktuell för elektrifiering av kollektivtrafiken. Liknande slutsats dras i en rapport om kunskapsläget bland transportsektorns nyckelaktörer i elektrifieringen [7], som menar att för kollektivtrafiken har den första inlärningsfasen av elektrifiering redan passerats och nu handlar det om att hantera den nya fasen av omställningen. För att säkerställa kontinuerlig kompetensutveckling rekommenderar vi därför att kollektivtrafikbranschens aktörer gemensamt tar initiativ till att etablera en plattform för kunskaps- och erfarenhetsutbyte om omställning till elbussar.

### 5.4. En värld i ständig förändring innebär fortsatt behov av forskning

Under projektets gång har förutsättningarna och spelplanen för omställningen till elbussar ritats om ett flertal gånger. Stora omvärldshändelser så som pandemi, krig och konflikt har påverkat såväl tillgång till råvaror och material som krävs för elbussar såväl som efterfrågan på kollektivtrafik och lägre intäkter till följd av färre resenärer. Även händelser med mer konkret påverkan på elektrifiering har präglat omställningen och projektet. Detta gäller inte minst senaste årens höga elpriser och diskussioner rörande elnätskapacitet. Omformulerandet av elbusspremien och avskaffandet av stadsmiljöavtalen under 2023 är också exempel på hur spelplanen för omställning till elbussar i Sverige förändrats. Omständigheterna som präglat detta projekt har minst sagt varit föränderliga och dynamiska. Under de senaste tre åren har det visat sig att omställningen till elbussar trots detta fortskrider och även ökar i takt och skala. Med nya faser av omställningen uppkommer också ett behov av ytterligare kunskap. Tillsammans med branschaktörer har vi identifierat några områden och frågor som i fortsättningen behöver utredas och forskas vidare på.

- Kopplat till omvärldshändelserna som nämnts ovan så finns ett behov av att undersöka beredskap kopplat till elektrifierad busstrafik, på både en mindre skala och mer storskaligt. Samtidigt som bussar i kollektivtrafiken elektrifieras så elektrifieras även andra fordon och sektorer. Elnätets kapacitet är fortsatt en viktig fråga [8]. Ett område att forska vidare på är därför elbussens påverkan på energisystemet och hur detta samspelar med övriga elektrifieringsprocesser.
- I en rapport har vi berört ämnet elbussar och stadsplanering. Det finns ett behov att vidare undersöka elbussens roll i den hållbara staden, vilka synergieffekter som kan uppstå samt vilka åtgärder som krävs för att realisera dessa. Ofta framhålls förbättrad luftkvalitet och ljudmiljö i städer som en anledning att införa elbussar,

men hur införandet av elbussar faktiskt har påverkat stadsmiljön finns det lite forskning om.

- I en nyligen publicerad rapport konstaterades att det finns sociala risker kopplade till batteri- och elbusstillverkning [9]. Det ställs allt skarpare krav på elbussens hållbarhet, inte bara miljömässigt. Social och ekonomisk hållbarhet är två viktiga parametrar att uppmärksamma, och ofta behövs alla tre adresseras för att uppnå mål och framtidens hållbara kollektivtrafik. Kravställning för hållbara leverantörsled och strategiskt arbete med återköpsgarantier eller övertagandeklausuler är en del i detta som redan idag spelar en viktig roll. Det blir fortsatt viktigt att utvärdera elbussens sociala och ekonomiska konsekvenser, då forskningen hittills främst fokuserat på miljöaspekterna. Det finns också ett fortsatt behov av mer kunskap om lösningar som kräver mindre batterikapacitet, exempelvis elvägar.
- Kopplat till ekonomiska konsekvenser finns ytterligare behov av att undersöka marknadskonsekvenser till följd av omställningen till elbussar. Frågor som kan vara intressanta att följa är elektrifieringens inverkan på konkurrensen i upphandling och utvecklingen av standarder för elbussteknik och trafik på både nationell och internationell nivå.

## 6. Referenser

- [1] Energimyndigheten, “Informationsstöd om elbussupplägg till kollektivtrafik-huvudmän,” Eskilstuna, Mar. 2019.
- [2] M. Aldenius, E. Forsström, J. Khan, and A. Nikoleris, “Elektrifiering av stadsbussar - En genomgång av erfarenheter i Sverige och Europa,” Lund, May 2016.
- [3] A.-C. Lundström, M. N. Holmström, E. Torstensson, and M. Eriksson, “Elbussar i Sveriges kollektivtrafik - En kartläggning av Trafikförvaltningen Stockholm, Skånetrafiken och Västtrafik utifrån fyra perspektiv,” Solna, Sep. 2019.
- [4] Svensk kollektivtrafik, “FRIDA miljö- och fordonsdatabas .” Accessed: Feb. 03, 2023. [Online]. Tillgänglig: <https://frida.port.se/hemsidan/default.cfm?val=startsida>
- [5] Trafikanalys, “Fordon 2022,” *Fordon 2022*. Trafikanalys, 2022.
- [6] The Swedish Public Transport Association, “Upphandlingsschema 2021-2030.” 2020. [Online]. Tillgänglig: <https://www.svenskkollektivtrafik.se/globalassets/svenskkollektivtrafik/dokument/fakta/branschfakta/upphandlingsschema-2021-2030-7-juni-2021.pdf>
- [7] P. Stelling and S. Brunner, “Regeringsuppdrag om elektrifieringen av transporter - Kunskapsläget hos transportsektorns nyckelaktörer,” 2022.
- [8] Infrastrukturdepartementet, “Nationell strategi för elektrifiering - en trygg, konkurrenskraftig och hållbar elförsörjning för en historisk klimatomställning,” 2022.
- [9] ETI Sweden, “Människorättsrisker bakom elbussar i svensk kollektivtrafik - En branschfråga som kräver samverkan,” 2023. [Online]. Tillgänglig: <https://etisverige.se/aktuellt/tvangsarbete-och-manniskorattsrisker-bakom-elbussar-i-svensk-kollektivtrafik/>



K2 är Sveriges nationella centrum för forskning och utbildning om kollektivtrafik. Här möts akademi, offentliga aktörer och näringsliv för att tillsammans diskutera och utveckla kollektivtrafikens roll i Sverige.

Vi forskar om hur kollektivtrafiken kan bidra till framtidens attraktiva och hållbara storstadsregioner. Vi utbildar kollektivtrafikens aktörer och sprider kunskap till beslutsfattare så att debatten om kollektivtrafik förs på vetenskaplig grund.

K2 drivs och finansieras av Lunds universitet, Malmö universitet och VTI i samarbete med Region Stockholm, Västra Götalandsregionen och Region Skåne. Vi får stöd av Vinnova, Formas och Trafikverket.

[www.k2centrum.se](http://www.k2centrum.se)

