



LUND UNIVERSITY

Elbussar ur ett stadsplaneringsperspektiv

Åslund, Vendela; Pettersson-Löfstedt, Fredrik

2024

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Åslund, V., & Pettersson-Löfstedt, F. (2024). *Elbussar ur ett stadsplaneringsperspektiv*. (3 uppl.) (K2 Working Paper; Vol. 2024, Nr. 3). K2 - Nationellt kunskapscentrum för kollektivtrafik.

https://www.k2centrum.se/sites/default/files/fields/field_uppladdad_rapport/k2_wp_2024_3_tillg.pdf

Total number of authors:

2

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 WORKING PAPER 2024:3

Elbussar ur ett stadsplaneringsperspektiv

Vendela Åslund och Fredrik Pettersson-Löfstedt



Datum: februari 2024
ISBN: 978-91-89407-39-8
Tryck: Media-Tryck, Lund

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

K2 WORKING PAPER 2024:3

Elbussar ur ett stadsplaneringsperspektiv

Vendela Åslund och Fredrik Pettersson-Löfstedt

Innehållsförteckning

Förord	4
Sammanfattning.....	5
1. Elbussens betydelse för stads- och bebyggelsemiljöer.....	7
2. Bakgrund.....	9
3. Metod.....	11
3.1. Litteraturgenomgång.....	11
3.2. Fallstudier	12
4. Elbussar och stadsutveckling i litteraturen	16
4.1. Elbussar leder till nya platsanspråk i det offentliga rummet.....	16
4.1.1. Markanvändning och platsanspråk i stadsmiljön.....	17
4.1.2. Etableringsfas och tillståndprocesser.....	17
4.1.3. Allmänhetens uppfattning och offentlig miljö.....	17
4.2. Elbussar och stadsmiljön – folkhälsa och attraktiva urbana miljöer.....	18
4.2.1. Förbättrad folkhälsa med tysta och utsläppsfria bussar.....	18
4.2.2. Möjlighet till att skapa attraktiva urbana miljöer och förbättra tillgång till kollektivtrafik	18
4.3. Potential finns – men hur realiseraras dessa visioner?.....	19
5. Elbussar ur ett stadsplaneringsperspektiv – erfarenheter från de olika fallen.....	20
5.1. Tysta och rena bussar ger nya möjligheter.....	21
5.2. Laddinfrastruktur i stadsmiljön – estetik, tillståndprocesser och inlåsningseffekter	24
5.2.1. Depåplacering – elektrifiering och lokalisering.....	26
6. Diskussion	29
6.1. Vilka samband finns mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer? ..	29
6.1.1. Eldrift ger nya möjligheter – men elbussar löser inte alla problem.....	29
6.2. Hur har övergången till eldrift förändrat bussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv?	30
6.2.1. Inkrementella förändringar – men nya frågor aktualiseras.....	30
6.2.2. Depåer och laddinfrastruktur kräver förberedelser och nya samverkanskonstellationer	31
7. Slutsatser	32
8. Referenser.....	33

Förord

Introduktionen av elbussar har kantats av förväntningar på att elektrifieringen av busstrafiken ska skapa nya förutsättningar för stads- och bebyggelsemiljöer. Efter att antalet elbussar i ordinarie trafik har ökat kraftigt under senare år finns nu erfarenheter och lärdomar att samla upp avseende dessa förväntningar. Denna rapport syftar till att göra just det. Rapporten har författats inom ramen för K2-projektet e(+)buss, som finansieras av Trafikverket, Bussbranschens riksförbund och Energimyndigheten från 2020 – 2023. Projektet har också haft en referensgrupp med representanter från kommuner, regioner, trafikföretag, elnätsägare, fordonsindustrin, samt tillverkare av laddinfrastruktur, som har fungerat som ett viktigt forum för att diskutera resultat från forskningen. Detta är sista rapporten som publiceras från projektet. För en överblick av andra resultat från projektet hänvisar vi till rapporten Omställning till elbussar Lärdomar, erfarenheter och rekommendationer, K2 Outreach 2023:4.

Lund, februari 2024

Fredrik Pettersson-Löfstedt

Projektledare

Sammanfattning

När man talar om elbussar framhålls ofta deras påverkan på stadsmiljöer, exempelvis vad gäller urbana kvaliteter som luftkvalitet och buller, eller hur etableringen av laddinfrastruktur ska anpassas till både den urbana kontexten och till kollektivtrafikens förutsättningar. Sedan de första elbussarna introducerades i svenska städer för ca 10 år sedan har det funnits förväntningar på att elektrifieringen ska skapa nya förutsättningar för stads- och bebyggelsemiljöer, exempelvis genom att öppna upp för hållplatser inomhus, eller att kunna trafikera känsliga miljöer. I den här rapporten fokuserar vi just på frågan om elbussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv. Syftet är att, på ett explorativt vis, analysera och diskutera hur introduktionen av elbussar ger nya möjligheter och utmaningar i stads- och bebyggelsemiljöer. Detta görs genom att besvara följande frågeställningar:

- Hur har övergången till eldrift förändrat bussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv?
- Vilka samband finns mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer?

Metoden för studien omfattar en litteratursökning för att hitta litteratur på ämnet elbussar och stadsplanering. Vi har även genomfört 10 fallstudier i Sverige, Norge och Nederländerna. 29 intervjuer med sammanlagt 36 intervjupersoner, samt analys av olika dokument utgör grunden för rapportens resultat.

Resultaten från fallstudierna presenteras i tre olika teman. Det första handlar om att tysta och rena bussar ger nya möjligheter. Detta tema lyfter fram fördelarna med förbättrad luftkvalitet och minskat buller som ett viktigt bidrag till att skapa mer attraktiva och hållbara städer. Minskat lågfrekvent buller öppnar upp för nya möjligheter när det gäller stads- och bebyggelsemiljöer. Detta innebär exempelvis att det finns möjligheter till förtätning kring hållplatser där buller från förbränningsmotorer tidigare utgjorde ett problem. När det gäller förbättrad luftkvalitet kan vi konstatera att potential finns, men baserat på resultaten från studien ser vi också att det saknas studier om i vilken utsträckning övergången till elbussar faktiskt har påverkat luftkvaliteten.

Det andra temat fokuserar på hur etablering av laddinfrastruktur är förknippat med utmaningar avseende tillståndsprocesser och estetisk utformning. Fallstudierna belyste också hur sättet på vilket dessa utmaningar hanteras indirekt kan leda till inlåsningseffekter avseende exempelvis linjedragning. Genom att fokusera på laddning vid depå, som kan introduceras utan att ta mark i anspråk i städerna, kan introduktionen gå smidigt. Samtidigt sätter det gränser för vilka bussar och hur många som behövs för att täcka trafikeringen. Etableras istället laddstolpar längs busslinjer är det tidkrävande att ändra linjesträckningen.

Det tredje temat handlar om kopplingarna mellan depåplacering och elektrifiering där sambanden mellan övergången till elbussar och lokaliseringsfrågan diskuterades. Här identifierades tre underteman kring lokalisering som handlar om att undvika för mycket tomkörning, tillgång till effekt i elnätet, samt ett potentiellt ökande behov av yta för bussdepåer i samband med övergången till elbussar. Närheten till trafikområde från depå

är alltid viktigt av kostnadsskäl. Vid eldrift blir detta än viktigare då energimängden som går att lagra i batterier är klart mindre jämfört med bussar som drivs av förbränningsmotor.

Slutligen återvänder vi till rapportens frågeställningar om vilka samband det finns mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer, samt hur övergången till eldrift har förändrats bussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv.

Vi konstaterar att eldriften av bussar har gett nya möjligheter för stadsutveckling på platser eller längs sträckor där luftföroreningar och buller från bussar tidigare har utgjort ett hinder för exempelvis ny bebyggelse. När det gäller effekten på luftkvalitet poängterar vi att en övergång till eldrift främst reducerar utsläppen av kvävedioxider, medan utsläppen av partiklar från bromsar och från slitage av vägbana troligtvis inte påverkas i samma utsträckning, men som tidigare konstaterats behövs mer kunskap om detta.

Resultaten belyser också att övergången till elbussar så här långt har haft en begränsad effekt på exempelvis linjedragningar genom känsliga miljöer, eller nya lösningar såsom inomhushållplatser. Förhoppningarna att elbussar skulle bidra till ganska omfattande förändringar av busstrafiken har ännu inte realiserats. Övergången till eldrift har gjort att nya frågor har aktualiserats ur ett stadsplaneringsperspektiv. Detta omfattar exempelvis placering och utformning av laddinfrastruktur i stadsmiljöer, där frågor kring estetik och synkronisering av olika planerings och upphandlingsprocesser ställer höga krav på samverkan, ofta mellan aktörer som inte tidigare har samarbetat. Lokalisering av depåer är en annan viktig fråga som kompliceras av att möjliga platser begränsas av faktorer såsom tillgång till effekt i elnätet, ett eventuellt ökande behov av yta för bussdepåer, samt lämplighet i förhållande till start- och ändpunkter i busslinjenätet.

1. Elbussens betydelse för stads- och bebyggelsemiljöer

Introduktionen av batteridrivna elbussar i svenska städer har följts av förväntningar på att elektrifieringen av busstrafiken ska skapa nya förutsättningar för stads- och bebyggelsemiljöer. Teknikskiftet har exempelvis ansetts kunna öppna upp för hållplatser inomhus (SVT, 2018). Ett exempel på det är inomhushållplatsen på Göteborgs första elbusslinje (linje 55), där tanken var att designen av hållplatsen skulle leda tankarna till ett vardagsrum (Electricity, 2018). I ett bredare perspektiv så finns det höga förväntningar på att elektrifierade transporter, bland annat eldrivna bussar, ska bidra till bättre stadsmiljöer som en följd av minskad påverkan på lokala luftföroreningar, samt minskat buller. Sådana förväntningar handlar om nya möjligheter som skapas när trafiken elektrifieras och öppnar upp potentialen för att bygga och utveckla städer på ett annat sätt när buller och avgaser reduceras (Electricity, n.d.).

Elbussar har blivit allt vanligare (se figur 1). I slutet av 2023 var drygt 6 % (något högre andel för så kallade klass II, som används för stadstrafik), av bussarna i Sveriges kollektivtrafik eldrivna (Svensk kollektivtrafik, 2023). I den här rapporten fokuserar vi därför på klass II bussar för stadstrafik, eftersom elektrifiering av andra typer av bussar (exempelvis bussar för turist- och beställningstrafik, samt bussar för kommersiell linjetrafik) fortfarande ligger i framtiden.

Det förutspås att minst hälften av alla svenska stadsbussar kommer att vara eldrivna år 2030 (Kågeson, 2023). Hur långt omställningen har kommit idag varierar mellan olika städer. I vissa småstäder har hela bussflottan elektrifierats, medan det i andra större städer varierar mellan några linjer, till så gott som alla bussar i stadstrafik.

Hur omställningen till elbussar utspelar sig varierar från stad till stad och beror till stor del på den lokala kontexten. Det finns inget elbuss-koncept som passar alla förhållanden, utan den lämpligaste lösningen skiljer sig mellan städer och beror på ett flertal olika faktorer, exempelvis tillgängligheten av laddinfrastruktur, tillgång till drivmedel, utvecklingsplaner på kommunal och regional nivå, elnätskapacitet och upphandlingsstrategi. Men också lokala förutsättningar såsom geografi, topografi och klimat, samt kollektivtrafikens förutsättningar när det gäller linjesträckning, tidtabell och fordonsegenskaper påverkar elbussintroduktionen (Åslund et al., 2022, 2023; Åslund & Pettersson-Löfstedt, 2023).

Sammantaget bör alltså omställningen till elbussar i en viss stad utgå från den stadens förutsättningar. Eftersom flera städer nu har erfarenheter från introduktionen av elbussar i större skala finns det lärdomar och goda exempel på hur olika städer tagit sig an denna omställning. Sådana lärdomar och erfarenheter kan vara till nytta för de städer där elektrifieringen av busstrafiken ännu inte är påbörjad eller där man fortfarande står inför en större omställning.

Inom projektet e(+)bus har vi genomfört fallstudier i sex svenska städer där man infört eller planerar att införa elbussar. I en första rapport (Åslund et al., 2022) samlades lärdomar om upphandling av elbussar och ägarskap av infrastruktur baserat på dessa fallstudier. Städerna som studerades har även viktiga erfarenheter gällande elbussens integrering i staden, vilka vi samlar i denna rapport. Vi har även studerat omställningen till elbussar i två norska städer, Oslo och Trondheim, samt i Eindhoven i Nederländerna. Även där har vi samlat lärdomar som inkluderas i denna rapport.

När man talar om elbussar i kollektivtrafiken så framhålls ofta, som vi nämnde inledningsvis, deras påverkan på stadsmiljöer, exempelvis vad gäller urbana kvaliteter såsom luftkvalitet och buller, eller hur etableringen av laddinfrastruktur ska anpassas till både den urbana kontexten och till kollektivtrafikens förutsättningar. Vi har i den här rapporten valt att fokusera på just frågan om elbussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv och syftet är att, på ett explorativt vis, analysera och diskutera sambanden mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer. Detta görs genom att besvara följande frågeställning:

- Vilka samband finns mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer?
- Hur har övergången till eldrift förändrat bussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv?

Denna rapport är strukturerad enligt följande. Kapitel 2 erbjuder en bakgrund till ämnet och dess aktualitet. Kapitel 3 redogör för metoden för litteratursökningen, intervjuerna samt en överblick av de aktuella fallstudierna. Sedan följer resultaten av litteraturgenomgången och fallstudierna vilka sorteras i tre teman – *Tysta och rena bussar ger nya möjligheter*, *Laddinfrastruktur i stadsmiljön – estetik, tillståndsprocesser och inlåsnings effekter* och *Depåplacering – elektrifiering och lokalisering*. Rapporten avslutas med reflektioner och förslag på vidare studier och en sammanfattning av de överväganden som är aktuella att ta hänsyn till i en omställning till elbussar.

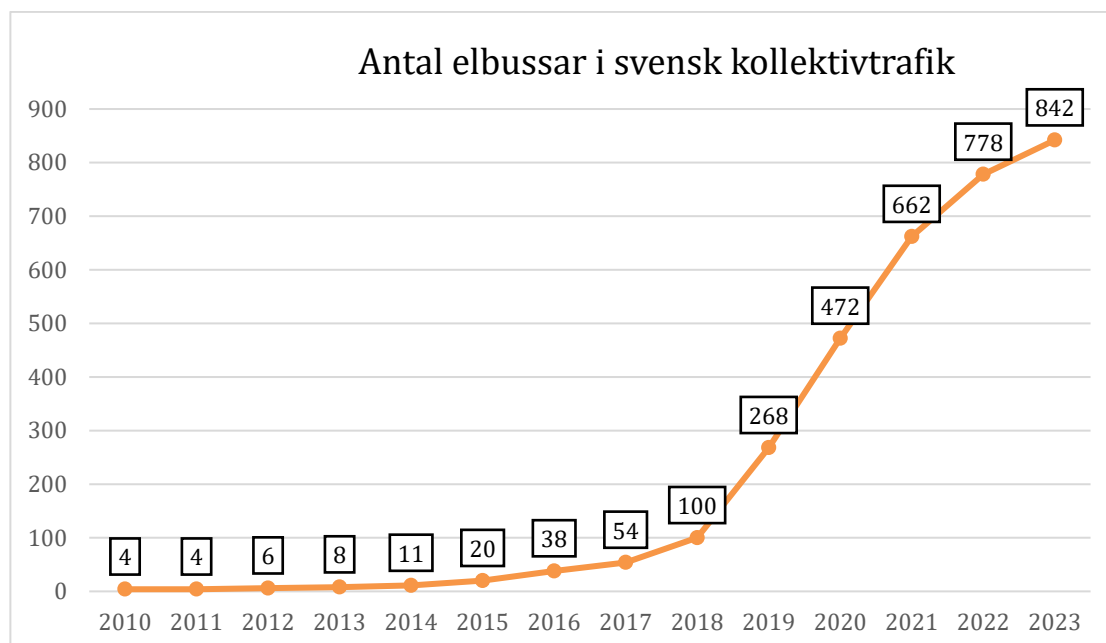
2. Bakgrund

Runt om i världen ställer transportsektorn om, från fossila bränslen till alternativa drivmedel och ofta till eldrift. Detta gäller också busstrafiken i städernas kollektivtrafiksystém. I slutet av 2022 var ca 4% av det totala antalet stadsbussar i världen eldrivna och det antas att andelen kommer att öka kraftigt kommande år (International Energy Agency, 2022).

Det land som kommit längst sett till andel eldrivna stadsbussar är Kina, som nu har världens största marknad för elbussar som uppskattas utgöra mer än 95 % av den globala elbussflottan (BBC, 2023). Andra länder är långt ifrån sådana marknadsandelar för elbussar, men utvecklingen pekar på att omställningen sker i snabb takt. Flera länder har elektrifieringsstrategier vilka innebär att hela bussflottor ska ställas om inom en snar framtid (UITP, 2022). Exempelvis så har man i Mexico City förbjudit bussar med förbränningsmotor från år 2025 (Sustainable Bus, 2022), i Indien har man sedan 2015 ett nationellt bidragssystem för snabbare omställning till elbussar (Gadepalli et al., 2020), och i California har man genom ”Innovative Clean Transit Regulation” påbörjat en omställning till elbussar som ska vara klar till 2040 (Jackson et al., 2020). Även utvecklingen inom fordonsindustrin pekar på en allt snabbare utveckling globalt (Graham, 2020).

Inom EU finns tydliga krav på upphandling av nollutsläppsbussar genom ”Clean Vehicles Directive” (2019/1161). I februari 2023 föreslog även EU-kommissionen att alla nya bussar i kollektivtrafiken ska vara så kallade ”zero-emission” (ZE) från år 2030 (European Commission, 2023). Detta innebär att samtliga medlemsländer bör ta fram och implementera strategier för omställningen. Andelen av nyregistrerade elbussar i Europa har ökat från 12 % år 2019, till 22 % år 2021 (UITP, 2022). På nationell nivå har flera länder i EU-27 antagit ambitiösa strategier för elektrifiering av stadsbusstrafiken. Nederländerna har ett av de mer framåtsträvande målen, där enbart ZE-bussar får upphandlas från 2025 och framåt, med mål om att hela flottan ska vara fossilfri år 2030 (Interreg Europe, 2021). Danmark har liknande mål, vilka dock enbart omfattar stadsbusstrafik i nuläget (Bloomberg New Energy Finance, 2018). Även Irland har antagit liknande mål, och satsar på att landets bussflotta ska vara elektrifierad år 2035 (Mulholland & Rodríguez, 2022).

I den svenska kollektivtrafiken har antalet elbussar ökat snabbt de senaste fem åren, och i flera städer runt om i landet har hela eller delar av bussflottan ersatts med elektriska bussar. I skrivande stund utgör elbussar ca 8 % av det totala antalet bussar (både stads- och regiontrafik) (Svensk Kollektivtrafik, 2023; Trafikanalys, 2022). Antalet elbussar i stadstrafik antas fortsätta öka då många kommande upphandlingar kommer att innefatta elbussar (Svensk Kollektivtrafik, 2020).



Figur 1 - Elbussar i svensk kollektivtrafik (Svensk kollektivtrafik, 2023; Trafikanalys, 2022)

Oavsett geografisk kontext så är en stor anledning för att elektrifiera busstrafiken att åtgärda luftkvalitet- och bullerproblematik i städer (Bloomberg New Energy Finance, 2018; ITDP, 2021; Leeder et al., 2021; UITP, 2019). Detta i sin tur medför förbättringar för den urbana miljön, möjligheten att skapa attraktiva städer och förbättra folkhälsan. Men, elbussar har även andra effekter på stadsmiljöer utöver att de kan bidra till bättre luftkvalitet och minskar buller.

Omställningen till elbussar innebär också ett behov av att etablera laddinfrastruktur för att ladda bussarna. I stadsmiljön kan detta innebära ett behov av att bygga laddstationer. Det är också viktigt att säkerställa att depåer är lämpligt lokaliserade och har tillräcklig kapacitet. Detta kan innebära både möjligheter och vissa svårigheter ur ett stadsplaneringsperspektiv. Exempelvis kan en synlig infrastruktur för busstrafiken å ena sidan vara ett strukturbildande element i staden, å andra sidan kan det vara svårt att etablera laddinfrastruktur i gatumiljön på grund av platsbrist eller estetiska skäl.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att det finns förväntningar på att övergången till elbussar ska bidra till att stadsmiljöer utvecklas i en positiv riktning. Samtidigt saknas det i nuläget forskning som mer systematiskt beskriver sådana förväntningar och framförallt forskning som följer upp om förväntningarna har infriats. Mycket av forskningen kring elbussar betraktar istället elbussen som en del i kollektivtrafiksystemet eller i vissa fall i transportsystemet (se exempelvis Göhlich et al., 2018; Kunith et al., 2017; Manzolli et al., 2022; Perumal et al., 2022). I takt med att omställningen fortgår så blir det samtidigt allt viktigare att se elbussen som del av ett större system där hänsyn även tas till elbussens integration i stadsutvecklingen.

3. Metod

Detta är en explorativ studie, vilket innebär att en eller flera relativt breda frågeställningar syftar till att generera information inom ett område där det inte finns så mycket tidigare systematiserad kunskap. Kunskapen om elektrifieringen av bussflottan är idag under uppbyggnad, både inom den akademiska litteraturen och i praktiken. Det finns ett behov av att samla och sammanställa en del av den kunskap som finns nuläget, dels för att det säkerligen finns viktiga lärdomar hos de aktörer och i de fall där elbussar redan är i drift som är relevanta i andra kontexter, dels för att påvisa vilka frågor som ännu bör hanteras för att säkerställa att omställningen sker på ett effektivt och hållbart sätt. För att göra just det har vi i arbetet med denna rapport genomfört en bred litteratursökning för att hitta litteratur på ämnet elbussar och stadsplanering, samt intervjuat aktörer i 10 olika fall där man ställt om hela eller delar av bussflottan till elbussar.

3.1. Litteraturgenomgång

En litteraturgenomgång syftar till att samla in relevant och aktuell forskning om ett valt ämne och att syntetisera det till en sammanhållen sammanfattning av befintlig kunskap inom området. Det finns ett antal olika tillvägagångssätt för en litteraturgenomgång, där vissa är mycket systematiska, följer strikta protokoll och avser att täcka all befintlig forskning på ämnet, medan andra tillvägagångssätt är mer anpassningsbara och utforskande i sin karaktär.

För denna rapport är syftet med litteraturgenomgången inte att redogöra för all befintlig forskning på ämnet, utan att framhålla vilken kunskap som i dagsläget finns med särskild hänsyn till att den är relevant för den svenska omställningen till elbussar. Därför har en så kallad ”scoping review” genomförts. En ”scoping review” ger en bedömning av omfattningen av tillgänglig litteratur och även litteraturens karaktär, det kan sägas att denna typ av litteraturgenomgång ger en beskrivning av kvantitet och kvalitet av befintlig litteratur (Grant & Booth, 2009; Munn et al., 2018).

Det finns inget exakt tillvägagångssätt för en ”scoping review”, utan själva sökningen tillvägagångssätt bestäms av syftet och omfattningen av studien (Grant & Booth, 2009; Munn et al., 2018). En styrka med ”scoping review” är att den kan ge forskare och beslutsfattare en god överblick av befintlig forskning, och att kriterierna för inkludering eller exkludering av litteratur kan baseras på litteraturens bidrag till den tilltänkta publiken (Grant & Booth, 2009).

Själva litteratursökningen har genomförts på följande vis. Sökningar med termerna ”*electric bus + public transport*” har använts i kombination med ”*transport planning*”, och ”*urban planning*”, i Lunds Universitetsbiblioteks e-tjänst, Google Scholar samt Scopus. Detta riktar särskilt in sig på akademisk litteratur, det vill säga vetenskapliga artiklar på ämnet. Vi har även valt att inkludera så kallad ”grå litteratur”, det vill säga

rapporter, manuskript, riktlinjer mm. framtagna av myndigheter och andra organisationer och företag. Exempelvis har det varit viktigt i denna studie att inkludera rapporter från organisationer som exempelvis UITP eller ITDP, där kunskapsöversikter och riktlinjer ofta publiceras. Med tanke på att omställningen till elbussar går relativt fort så finns även risk att den akademiska litteraturen är fördröjd (med tanke på hur lång tid det tar att framställa och publicera resultat för vetenskaplig publikation), vilket stärker beslutet att även inkludera grå litteratur. Sökningen för denna typ av litteratur genomfördes på Google, med samma termer som ovan och även motsvarande termer på svenska för att även säkerställa att den kunskap som publicerats i Sverige inkluderas. Vi har också strävat efter att hitta så aktuell litteratur som möjligt, och har därför avgränsat sökningen till publikationer från 2016 och framåt.

Sökningen genererade ett stort antal artiklar och ett begränsat antal rapporter, och i detta skede påbörjades en första sortering baserat på inkluderings- och exkluderingskriterier. Kunskapsöversikten ska vara relevant för den svenska kontexten, varför studier från Europa och Norden har inkluderats. Studier som enbart fokuserar på ett fall i en kontext mycket annorlunda från Sverige har exkluderats.

En sammanställning och överblick av litteraturgenomgången presenteras i kapitel 4.

3.2. Fallstudier

Utöver den breda litteratursökningen har vi genomfört fallstudier i 10 olika fall där man elektrifierat hela eller delar av kollektivtrafikens bussflotta. Vi har valt att studera specifika upphandlingar/kontrakt, det vi har klassat som ett ”fall” är därmed den trafik som elektrifierats till följd av en viss upphandlingsprocess. Staden där elbusstrafiken körs är således inte själva fallet, därför säger vi att vi har 10 fallstudier, men i nio städer (då vi studerat två fall i Oslo). Tabellen på nästa sida visar vilken upphandling det rör sig om, när trafiken startade, hur många elbussar som introducerades som resultat av upphandlingsprocessen, samt vilken laddstrategi som valts för den trafiken.

Tabell 1 - Översikt av fallstudier

Stad	Fall: Kontrakt/Upphandling	Trafikstart	Antal elbussar ¹	Laddstrategi
Sverige				
Göteborg	Göteborg sydväst/stom/ Partille/ Mölndal/ Express	December 2020	145	Depå + tilläggladdning pantograf
Jönköping	Jönköpings stadstrafik	Juni 2021	43	Depå + tilläggladdning pantograf
Malmö	Malmö Central	Juni 2021	95	Depå + tilläggladdning pantograf
Piteå	Piteå stad	Juli 2021	13	Depå
Stockholm	Tilläggsavtal E22 Stockholm innerstad Lidingö	Augusti 2022	15	Depå
Ystad	Tilläggsavtal elbuss Ystad stad	Augusti 2019	5	Depå
Norge				
Oslo	Oslo Syd	Januari 2022	102	Depå + tilläggladdning pantograf
	Oslo Indre By	Oktober 2022	183	Depå + tilläggladdning pantograf
Trondheim	Stor-Trondheim	Augusti 2019	35	Depå + tilläggladdning pantograf
Nederländerna				
Eindhoven	Concession Zuidost- Brabant	Juni 2017	43	Depå + tilläggladdning pantograf

För varje fall har vi genomfört intervjuer och dokumentstudier. Intervjuerna är del av datainsamlingen i projektet e(+)buss i stort, och därför inte specifikt för denna rapport. För intervjuerna användes en intervjuguide med frågor om ämnena (1) Bakgrund och beslutsprocess, (2) Avtal, upphandling och samverkan, samt (3) Erfarenheter från drift och underhåll och (4) Elbussen i transportsystemet, energisystemet och staden. Som framgår av dessa ämnen, så är det främst inom (4) som frågor relevanta för denna delrapport tagits upp, men även inom de andra ämnena finns intressanta lärdomar som är av relevans. Dessa redovisas i andra delrapporter i projektet.

Materialet består av 29 intervjuer, med 36 intervjupersoner, som utfördes mellan mars 2021-maj 2022. Intervjuerna varade i snitt 60 min. Intervjupersonerna listas i tabellen nedan.

¹ Denna siffra representerar inte det totala antalet elbussar i den specifika staden, utan hur många elbussar som introducerats till följs av en viss upphandlingsprocess.

Tabell 2 - Intervjupersoner

Fallstudie	Organisation	ID	Intervjudatum
Ystad	Bergkvarabuss	1	2021-03-30
		2	2021-03-30
	Skånetrafiken	3	2021-05-19
	Ystad kommun	4	2021-04-13
	Ystad Energi	5	2021-05-21
Piteå	Piteå Kommun	6	2021-10-05
		7	2021-10-05
	Nobina	8	2021-09-13
	RKM Norrbotten	9	2021-10-29
Jönköping	Jönköping Energi	10	2021-07-07
	Jönköping kommun	11	2021-07-08
	Jönköpings Länsstrafik	12	2021-09-30
	Vy Buss	13	2021-08-30
		14	2021-08-30
Malmö	Skånetrafiken	15	2021-10-12
		16	2021-10-01
	Nobina	17	2021-10-12
	Malmö Stad	18	2021-11-04
Göteborg	Västtrafik	19	2021-11-08
		20	2021-11-19
	Transdev	21	2021-11-08
		22	2021-11-08
	Göteborgs stad	23	2021-10-25
		24	2021-11-01
	Göteborg Energi	25	2021-10-25
Stockholm	Keolis	26	2021-11-16
	Trafikförvaltningen	27	2021-11-04
Trondheim	AtB	28	2022-04-08
	Tide Buss	29	2022-04-26
Oslo	Ruter	30	2022-03-17
		31	2022-03-17
	Norgesbuss	32	2022-04-11
		33	2022-04-11
	Unibuss	34	2022-04-01
Eindhoven	OV Noord- Brabant	35	2022-05-23
		36	2022-05-23

Vi kan konstatera att mycket har förändrats sedan intervjuerna genomfördes. Det ekonomiska läget har förändrats drastiskt på senare år med höga räntor och ansträngd ekonomi i många regioner. Regeringsskiftet 2022 har också inneburit en annan riktning för svensk klimat- och energipolitik, där exempelvis förändringar i elbusspremien (Klimat- och näringslivsdepartementet, 2023), samt avskaffandet av stadsmiljöbidragen

har direkt bäring på införandet av elbussar framgent. Det har med all säkerhet även hunnit ske tekniska framsteg när det gäller elbussar som inte fångas i dessa intervjuer. Trots det menar vi att intervjuerna ger värdefull kunskap då de har syftat till att fånga erfarenheterna som inblandade aktörer har samlat vid det första, eller ett av de första tillfällena då elbussar introducerats i den ordinarie kollektivtrafiken.

Projektet e(+)buss omfattar en mängd olika teman relevanta för omställningen till elbussar, vilket speglas i intervjuguiden. Det speglas även i valet av intervjupersoner, då det har varit viktigt att samla erfarenheter från aktörer som verkar på både en strategisk nivå, och från aktörer som arbetar med daglig drift. Dessutom har det varit viktigt att intervjua aktörer som varit involverade både i etableringsfasen och i driftsfasen.

Samtliga intervjuer spelades in och transkriberades. I arbetet med denna rapport har sedan materialet bearbetats och kodats enligt kategorierna nedan. Kategorierna motsvarar dels teman som identifierats i litteraturgenomgången, dels teman som vi identifierat i materialet från fallstudierna.

- Stadsutveckling och stadsplanering
- Bygglov och planprocess
- Laddstrategi
 - Depåplacering
 - Tilläggladdning
- Kollektivtrafik som strukturbildande element
- Urbana kvaliteter
 - Buller
 - Luftkvalitet
 - Estetiska kvaliteter

Parallellt med intervjuerna har vi även samlat och analyserat dokument från de olika fallstudierna. Exempel på dokument som har varit relevanta för denna studie är stadsplaneringsstrategier, översiktsplaner, elektrifieringsplaner och programdokument. Dokumentanalysen har genomförts med syfte att undersöka kopplingen mellan elektrifiering av bussar i kollektivtrafiken och stadsplaneringsstrategier i ovannämnda fall.

4. Elbussar och stadsutveckling i litteraturen

Resultaten från litteratursökningen om elbussens påverkan på stadsutvecklingen berör huvudsakligen två teman:

- lokalisering av laddinfrastruktur i stadsmiljön
- elbussens (och el-fordon överlag) positiva inverkan på folkhälsan och bidrag till en mer attraktiv urban miljö till följd av mindre utsläpp och minskat buller.

Vi ser att frågan om lokalisering av laddinfrastruktur är väl undersökt i den vetenskapliga litteraturen, men inte lika många studier finns som omfattar elbussens påverkan på urbana kvaliteter, exempelvis påverkan på buller, luftkvalitet, eller frågor kring estetik och utformning av laddinfrastruktur i stadsmiljö. Det motsatta kan sägas gälla för den grå litteraturen. I dessa rapporter och policyrekommendationer som vi funnit lyfts andra frågor än just lokaliseringen i diskussioner kring laddinfrastruktur, exempelvis påverkan på markanvändning och tillståndsprocesser. Dessutom lyfts fördelarna med minskat buller och bättre luftkvalitet oftare fram i denna senare kategori av litteratur.

4.1. Elbussar leder till nya platsanspråk i det offentliga rummet

I en policy-brief från UITP (2019) nämns att elbussens tillhörande laddinfrastruktur som aspekt av omställningen kan utgöra både en möjlighet och en utmaning i omställningen till elbussar sett ur ett stadsplaneringsperspektiv. Just lokaliseringen och etableringen av laddinfrastruktur är en viktig fråga i såväl uppstartsfasen som i drift och i ett framtida perspektiv. En tidigare kunskapsöversikt om forskningen kring elbussar (Åslund et al., 2021) visade att studier som syftar till att optimera och effektivisera laddningen är i majoritet inom forskningsområdet. Dessa studier utgår från bussens tidtabell, linjedragning och behov av laddning för att identifiera en optimal placering av laddare. Utgångspunkten är ofta att elektrifieringen av bussarna inte ska påverka tidtabellerna eller det existerande kollektivtrafiksystemet (Abdelwahed et al., 2021; An, 2020; Chen et al., 2018). Ofta optimeras denna typ av modeller med hänsyn till kostnads- och energieffektivitet.

Men, lokaliseringen av laddinfrastruktur behöver hänsyn tas till många fler parametrar än de som specifikt rör linjedragning och tidtabell, vilket framhålls i ett flertal rapporter. Exempelvis bör hänsyn tas till markanvändning, tillståndsprocesser, säkerhetsaspekter och hur laddinfrastruktur i det offentliga rummet uppfattas av allmänheten och hur det påverkar stadsbilden, vilket redogörs för nedan. Detta är något som inte framkommer lika starkt i den akademiska litteraturen.

4.1.1. Markanvändning och platsanspråk i stadsmiljön

Etableringen av laddinfrastruktur i stadsmiljön innebär ofta att kollektivtrafiken behöver mer plats i gatuutrymmet. Beroende på laddstrategi varierar det hur mycket detta påverkar stadsmiljön, exempelvis huruvida bussarna laddas längs med en linje eller vid ändhållplatser med tilläggladdning, eller om de enbart laddas på depå. Detta beror också på laddtekniken, exempelvis så behöver hållplatslägen eventuellt byggas om för att upprätta pantograf.

I lokaliseringen av laddinfrastruktur för tilläggladdning är det även viktigt att ta hänsyn till elnätets kapacitet och om det går att samordna laddning eller strömförsörjning med andra transportslag eller infrastruktur.

Frågor om markanvändning är även relevanta i fråga om depåer. En eldriven bussflotta uppges t.ex. kräva mellan 15-30 % mer depå-yta än en depå för bussar med förbränningsmotor (Leeder et al., 2021), dels för att det krävs mer yta för laddinfrastruktur, dels för att eldrift uppges kräva fler fordon. Detta ställer ytterligare krav på befintliga depåer, om läget tillåter en sådan utbyggnad eller anpassning, eller om detta begränsar hur många bussar som kan elektrifieras. Nya depåer kan behöva byggas för att möta det nya behovet, vilket då behöver planeras i samråd med utbyggnadsstrategier för staden, då det är fler intressen som konkurrerar om marken.

Det resoneras även kring möjligheten att anlägga depåer närmare och i staden tack vare elbussens tysta teknik (Bloomberg New Energy Finance, 2018; Jain & Draexler, 2023), exempelvis i köpcentrum eller i bottenplan på kontors- och bostadshus. Vi har dock enbart hittat ett exempel på en elbussdepå inomhus i stadsmiljön. I Paris finns en elbussdepå under ett bostads- och kontorshus, vilket är beläget nära bussarnas ändhållplats (UITP, 2019).

4.1.2. Etableringsfas och tillståndsprocesser

Att anlägga laddare i stadsmiljö kan innebära långa och omfattande tillståndsprocesser. För att säkerställa att all nödvändig infrastruktur är på plats och redo för drift till trafikstart krävs framförhållning i planeringen. Vissa rekommendationer pekar på att redan 18 månader innan trafikstart bör aktörerna som är involverade i tillståndsprocessen vara del av den strategiska planeringen (ITDP, 2021).

4.1.3. Allmänhetens uppfattning och offentlig miljö

Förutom att elbussens laddinfrastruktur tar mer plats så innebär också etableringen av laddinfrastruktur i stadsmiljön att utseendet på hållplatser och även andra kollektivtrafiktäta stråk kan ändras. Laddare är relativt stora installationer som hamnar i blickfånget hos resenärer och allmänheten.

I en rapport från Leeder et al. (2021) klassas olika laddstrategier påverkan på stadsmiljön på en skala från låg påverkan till hög påverkan. Depå anses ha en låg påverkan, medan tilläggladdning anses ha en medelhög påverkan. Kommuner kan vilja reglera hur dessa laddstationer i stadsmiljön ska komma att se ut, för att säkerställa att utseendet inte står i strid med stadens visuella identitet eller estetiska kvaliteter (UITP, 2019).

Allmänhetens uppfattning av laddinfrastrukturen är en fråga som tas upp i samband med etablering av laddinfrastruktur i gatumiljön (Bloomberg New Energy Finance, 2018).

4.2. Elbussar och stadsmiljön – folkhälsa och attraktiva urbana miljöer

Förutom att elektrifiering av kollektivtrafiken kan bidra till transportsektorns utsläpp av växthusgaser minskar och kan bidra till att nå klimatmål ur ett globalt perspektiv, så kan även elbussar kan vara ett positivt tillskott i den urbana miljön ur ett lokalt perspektiv. Detta mycket tack vare att elbussar inte ger några utsläpp under drift och därmed kan bidra till förbättrad luftkvalitet, men också till följd av den tystare elmotorn vilken kan minska bullernivåer i städer. Just förbättrad luftkvalitet och minskat buller framhålls ofta som de två främsta fördelarna med elbussar ur ett lokalt miljöperspektiv (ITDP, 2021).

4.2.1. Förbättrad folkhälsa med tysta och utsläppsfria bussar

Modellberäkningar har genomförts för att utvärdera samhällsvinsten med elbussar jämfört med bussar med förbränningsmotor. Resultaten från studier visar att det finns potentiella samhällsvinster med elektrifiering av bussflottan med hänsyn till minskat buller (Borén, 2020), samt samhällsvinster som en följd av bättre luftkvalitet (Quarles et al. 2020). Dessa studier rör dock enstaka busslinjer och fall, hur detta ter sig på en större skala finns inga vetenskapliga studier på.

Förbättrad luftkvalitet och minskat buller talas framför allt om i relation till den tystare och utsläppsfria drivlinan. Det är samtidigt viktigt att poängtera att elbussen trots detta bär vissa likheter med bussar med förbränningsmotor, exempelvis buller och partikelutsläpp från däckslitage. Exempelvis visar Laib et al. (2019) att elbussen fördelar vad gäller buller framförallt märks i låga hastigheter, exempelvis i stadstrafik, och på gator där enbart elfordon körs. I hastigheter högre än 50 km/h och i blandtrafik är elbussar och bussar med förbränningsmotor likvärdiga enligt studien (Laib et al., 2019).

4.2.2. Möjlighet till att skapa attraktiva urbana miljöer och förbättra tillgång till kollektivtrafik

Förutom vinster för folkhälsan så anses minskat buller och förbättrad luftkvalitet även kunna bidra till attraktiva stadsmiljöer och öka tillgången till kollektivtrafik. En tyst och utsläppsfri busstrafik kan teoretiskt köra i tätbebyggda områden, Leeder et al. (2021) menar att ett viktigt skäl för elektrifiering av bussar är att det öppnar för möjligheten att köra bussar på ”känsliga gator”, exempelvis historiska stadskärnor och handelstäta stråk. Detta skulle även innebära att hållplatser kan lokaliseras på fler platser där det tidigare inte varit möjligt, vilket, förutom att detta ökar tillgängligheten till kollektivtrafik, även kan öka intäkterna.

4.3. Potential finns – men hur realiseras dessa visioner?

Sammantaget visar litteratursökningen att det finns potentiella synergier mellan omställningen till elbussar och planeringen av hållbara städer. Exempelvis vinner vad gäller folkhälsa till följd av minskat buller och förbättrad luftkvalitet, eller skapandet av en attraktiv kollektivtrafik vilket kan ge minskat bilberoende. Sett till fysisk planering så framhålls det att elektrifiering även kan bidra till att kollektivtrafiken tar större plats i stadsmiljön och bidrar med strukturbildande element i kollektivtrafiksystemet. Även från detta perspektiv så anses elbussen kunna bidra till en attraktiv kollektivtrafik, exempelvis möjligheten att ha busslinjer och hållplatser i en tätbyggd miljö.

Litteraturen lyfter ofta fram positiva effekter för stadsplaneringen till följd av införandet av elbussar. Samtidigt är det mesta relativt spekulativt, dessa förbättringar och synergier *kan* infrias. Vi hittar få rapporter eller artiklar där man har utvärderat eller följt upp huruvida detta faktiskt har infriats och vad som har krävts för att realisera detta. Elektrifiering av bussflottan kan i sig självt inte heller uppfylla alla dessa visioner, utan det krävs mer och fler åtgärder, riktade mot transportsystemet i stort men även för planeringen av hållbara städer. Erfarenheterna från fallstudierna bidrar därför med ytterligare perspektiv på omställningen, då dessa ger inblick i hur vissa av dessa frågor faktiskt har hanterats i praktiken.

5. Elbussar ur ett stadsplaneringsperspektiv – erfarenheter från de olika fallen

”Här måste man ta på de större glasögonen och se vad vi gör åt samhället i stort. Det är inte bara en resa från A till B, utan det handlar ju om den totala miljön, boendemiljön. Buller, utsläpp...” (Intervjuperson 21, Transdev)

Citatet från intervjupersonen ovan belyser generella resonemang om hur elbussar kopplar till frågor kring stadsutveckling och påverkan på stads- och bebyggelsemiljöer. Föga förvånande så står minskat buller och förbättrad luftkvalitet i fokus. När det gäller att finna lösningar på den typen av problem har elbussar fördelar gentemot bussar med förbränningsmotorer. I avsnitt 4.2.1 nedan analyserar vi i mer detalj hur intervjupersonerna resonerar kring hur *Tysta och rena bussar ger nya möjligheter*, samt för vem dessa möjligheter ges.

”Det blev konflikter mellan Trafikkontoret, som är de som skulle utföra det, och Stadsbyggnadskontoret i bygglovsprocessen. Det blev konflikter kring... Ja, men man tyckte de [pantograferna] var fula, liksom.” (Intervjuperson 24, Göteborgs stad)

Ett annat tema som var tydligt i intervjuerna speglas i citatet ovan, nämligen att etablering av laddinfrastruktur är förknippat med utmaningar avseende tillståndprocesser och estetisk utformning. Indirekt kan också sättet på vilket dessa utmaningar hanteras leda till inlåsningseffekter avseende exempelvis linjedragning. Detta tema diskuterar vi vidare i avsnitt 4.2.2 *Laddinfrastruktur i stadsmiljö – tillståndprocesser, estetik och inlåsningseffekter*.

”Stadsbyggnadskontoret var ju intresserade av: ”Hur ska de se ut? Hur kan vi jobba preventivt när det gäller bygglovsprocessen för de här anläggningarna? Var ska de ligga nästan i staden?”... Och elbolagen framförallt var ju väldigt speciellt, liksom: ”Var ska det ligga? Och hur mycket effekt ska det vara?” (Intervjuperson 24, Göteborgs stad)

Ett tredje tema handlar om *Depåplacering – elektrifiering och lokalisering* där sambanden mellan övergången till elbussar och lokaliseringsfrågan diskuterades. Här identifierades tre underteman kring lokalisering som handlar om att undvika för mycket tomkörning, tillgång till effekt i elnätet, samt ett ökande behov av yta för bussdepåer i samband med övergången till elbussar.

5.1. Tysta och rena bussar ger nya möjligheter

Förbättrad luftkvalitet och minskat buller diskuteras i intervjuerna som en av de stora drivkrafterna och fördelarna med elbussar, vilket inte är så förvånande. Dessa egenskaper anses vidare kunna bidra till mer attraktiva och hållbara städer, samt förbättrad folkhälsa.

”2007 hade vi rätt så stort tryck från länsstyrelsen att få ner föroreningsnivåer där vi överskred miljökvalitetsnormen för kvävedioxid, bland annat. [...] jag insåg att busstrafiken står för en del... särskilt i innerstadsmiljöer, så vi har jobbat både för att dämpa personsbiltrafik på de svåra ställena, men insåg också att vi var tvungna att få renare bussar.” (Intervjuperson 18, Malmö stad)

Som intervjuperson 18 ovan påpekar så har tidigare teknikskiften för bussar (ex. biogas och biodiesel) inte löst problemen som handlar om lokala utsläpp från förbränningsmotorer. Problem med luftkvalitet förekommer lokalt i många svenska städer. Samma intervjuperson tog upp förhållandet att en effekt av detta var att i vissa stråk, eller på vissa platser innebar förbränningsmotorernas utsläpp en begränsande faktor för hur många bussar som kunde trafikera. Förutom på platser i staden där miljökvalitetsnormer faktiskt riskerar att överskridas, är avsaknaden av lokala utsläpp också en fördel om busslinjer passerar förskolor, parker eller områden med uteserveringar.

Elbussars potential att förbättra luftkvaliteten i städer diskuterades också av intervjupersoner som en fråga om att förbättra kollektivtrafikens image, bort från bussar som bullrande fordon som bidrar till luftföroreningsproblem, till ”...tysta, rena, fina saker som transporterar oss på ett bra sätt.” (Intervjuperson 18, Malmö stad) I samma anda menade andra (ex Intervjuperson 17, Nobina och 19, Västtrafik) att i takt med att många städers miljökrav succesivt skärps (ex. strängare krav i miljözoner) är elektrifiering en strategiskt viktig fråga för att i framtiden kunna köra bussar i vissa delar av staden, samt för att kunna konkurrera med privatbilismen, som också elektrifieras.

En intervjuperson (Intervjuperson 19, Västtrafik) beskrev exempelvis hur skärpta miljöutsläppskrav innebar att de fick söka dispens för att bedriva trafiken med befintliga bussar (Euro 5 klassade) i vissa delar av staden medan de väntade på trafikstart för elbussar. Elektrifiering innebär därmed ett strategisk val där RKM och operatörer kan vara säkra på att valet av fordon ger dem tillgång till alla delar av staden, oavsett hur regler och lagstiftning kring miljözoner utvecklas. En annan av intervjupersonerna reflekterade över att elbussar kan ge möjlighet för kollektivtrafiken att få tillgång till andra gatuutrymmen än vad bilister får, vilket ses som en möjlig ”...fördel på lite sikt då när bilen förhoppningsvis kommer bli utestängd från Malmö” (Intervjuperson 17, Nobina).

En annan aspekt som diskuterades var att övergången till elbussar öppnar upp möjligheter för att förtäta, eller bygga nytt i lägen som tidigare inte var lämpliga, exempelvis p.g.a. bullerproblematik eller problem med luftföroreningar.

”vi måste förtäta, bygga högre längre upp och använda områden som kanske är gammal industrimark. Och då vill man få in tysta [fordon] och mer elektrifiering” (Intervjuperson 12, Jönköpings Länstrafik)

Intervjuperson ovan belyser hur minskat buller är en viktig fråga för stadsutveckling i allmänhet. En annan intervjuperson vidareutvecklade resonemanget och menade att om trafiken körs med elbussar så medger det tätare trafik i tätbebyggda områden där boende hade blivit mer störda av exempelvis biogasbussar eller dieselbussar (Intervjuperson 11, Jönköpings kommun)

Andra tog upp att minskat buller från busstrafiken också skulle kunna innebära en ekonomisk fördel för bostadsbyggande på vissa platser.

”Du behöver inte bullerskärmar och du behöver inte tjocka fasader och specialfönster till exempel. Och när vi bygger nya områden som vi då kan säga att det bara går elbussar här...och ellastbilar, sopbilar till exempel som ska in där. Då kan man ju faktiskt dra ner på kostnaderna. Man kan köra fordonen närmare husen och man behöver inte ljuddämpa lika hårt. Och där ser vi ju för framtiden då stora möjligheter att bygga på ett annat sätt.” (Intervjuperson 23, Göteborgs stad)

En del intervjupersoner uttryckte sig i mer försiktiga ordalag kring var och i vilken utsträckning elbussar faktiskt bidrar till minskat buller.

”... ska man vara ärlig om och säga att, när man kör i 40, eller 50 och däröver hörs däcken så mycket att den stora bullervinsten egentligen är när de står still vid hållplats eller ändhållplatser. Då är det ju knäpptyst.” (Intervjuperson 18, Malmö stad)

Som intervjuperson 18 ovan påpekar så finns det anledning att noga pröva vilka de faktiska fördelarna är med eldrift sett till att bussarna i sig bara har möjlighet att påverka vissa faktorer. En intervjuperson i Oslo (Intervjuperson 30, Ruter) poängterade exempelvis att elmotorer visserligen eliminerar de utsläpp som kopplas till förbränningsmotorn (framförallt NOx), men att problem orsakade exempelvis av däck och bromsar (PM2,5 och PM10) kvarstår.

Förbättring av luftkvalitet och minskat buller som en följd av omställning till elbussar sker förstås främst i de gaturum och delar av staden som trafikeras av många bussar (och som intervjuperson 30 ovan påpekar, vid hållplatser).

”I och med att trafiken kör i de mest centrala delarna och vi också då har busshållplatser utanför en del lägenheter och sådant så är det ju ett sätt att vi klarar ju bullerkraven och bullernivåerna på ett mycket bättre sätt.” (Intervjuperson 11, Jönköpings kommun)

En av intervjupersonerna (Intervjuperson 24, Göteborgs stad) tog upp att det efterfrågas kunskap om hur elbussar påverkar bullernivåer, exempelvis i bullerberäkningar i samband med att detaljplaner tas fram. Sådana beräkningar bygger ofta en lång tidshorisont och då uppstår frågor om trafiken i det aktuella området ska köras med elbussar och hur det kommer påverka bullernivåerna.

När det gäller förväntningarna på att elbussar skulle möjliggöra trafikering av känsliga miljöer, eller inomhushållplatser, som nämndes inledningsvis i den här rapporten, så var det några av intervjupersonerna som reflekterade kring den frågan. En intervjuperson från Malmö (Intervjuperson 18, Malmö stad) berättade att det fanns tankar på att eldrift och tysta och utsläppsfria bussar skulle möjliggöra omdragning av linjer in på sjukhusområdet. Sådana idéer var dock inte förankrade med Region Skånes sjukvårdsverksamhet och intervjupersonen beskrev det som att det fanns olika föreställningar om vad elbusstrafik handlade om:

”Vad är det man ser framför sig? Från sjukhussidan såg de kanske en mysig liten buss som rullar runt på sjukhusområdet, men att dundra in där med en MalmöExpress var trettiofemte sekund var nog inte vad de såg framför sig. Så det har fallit bort lite, kan man säga.”

Andra intervjupersoner menade dock att potentialen för exempelvis inomhushållplatser finns i och med övergången till elbussar, men att det är något som kräver nytänkande och gemensamma målbilder på lång sikt. Intervjupersonerna 21 och 22, från Transdev, pratade exempelvis om möjligheterna att skapa en sammanhängande inomhusmiljö:

”...så man kan gå mellan bussen och tåget, för det är ju inget bekymmer om det är elbuss. Om det finns tak över och utsläppen är noll. Då behöver man ha den strategin klar för sig för en tidsperiod som är långt mycket längre än ett sådant här kontrakt.”

En intervjuperson (Intervjuperson 24, Göteborgs stad) kopplade frågan om inomhushållplatser till planeringsprocesser och regelverk.

”Det var ju nån fråga där om elbussarnas potential när det gäller inomhushållplatser [...] Det är väl, skulle jag tro, en detaljplanefråga. För jag tror inte att du inom en befintlig detaljplan får köra in en buss i ett hus, till exempel. Så då blir det ju en detaljplaneändring. Och då är det ju långt fram [...] Jag har inte fått nån fråga från nån detaljplan än om att liksom: 'Blir det en elbuss här, kan vi i såna fall anlägga en hållplats inomhus?' Det har jag inte fått nån än [...]"

Vi kan konstatera att det inte i någon av fallstudierna har anlagts inomhushållplatser och att förväntningarna på att elbussar skulle leda till mer radikala förändringar i trafikering eller långtgående effekter på stadsutveckling, har än så länge inte infriats. Som intervjuperson 18, Malmö stad konstaterade kan man säga att introduktionen av elbussen, så här långt i alla fall, kan sammanfattas som att:

”Det är mer en buss som kör där bussarna körde innan också, och den har inga avgaser.”

5.2. Laddinfrastruktur i stadsmiljön – estetik, tillståndprocesser och inlåsningseffekter

”Och om man tänker hade man byggt trådbuss eller byggt spårvagn och sådant då hade det ju förutsatt detaljplanändringar. Så det är väl fördelen här också då, att man inte har behövt det.” (Intervjuperson 11, Jönköpings kommun)

Som intervjuperson 11 ovan påpekar så är omställningen till elbussar ur ett stadsplaneringsperspektiv relativt okomplicerad, speciellt om man jämför med mer infrastrukturtunga alternativ, som trådbuss eller spårvägstrafik. Etableringen av laddinfrastruktur för tilläggsaddning i gatumiljö, i praktiken då med pantografer, var dock något som diskuterades i många intervjuer. I samtliga fall där man har tilläggsaddning med pantografer framkommer det att processen med att planera och etablera dessa är något som kräver mycket tid och koordination med involverade parter.

Medan man i forskningen (som nämns i kapitel 3.1) ofta har fokuserat på optimal placering av laddinfrastruktur från ett kollektivtrafikperspektiv, avseende drift av bussarna, så diskuterade intervjupersonerna även frågor som rörde estetik och konflikter om hur utrymmen i staden ska användas. Citaten från intervjupersonerna nedan illustrerar hur hänsyn till estetik och stadsgestaltning spelar in i planeringsprocesser för etablering av laddinfrastruktur i staden.

”Det här är inte bara tekniska anläggningar, utan det är anläggningar som ska byggas mitt i staden. Och de ska ha inte bara en teknisk funktion, utan de ska även ha en utformning som är attraktiv och [passa in i stadsmiljön]” (Intervjuperson 23, Göteborgs stad)

”På en linje där det skulle finnas ändhållplatsladdning så hamnade ena laddplatsen i Oslo centrum, nära Rådhuset. Det var cykelvägar och vattenledningar och gågator och Teatercaféén så den laddplatsen kom aldrig på plats. Det var en sorts kamp om gaturummet och estetik mot kollektivtrafiken. Vissa tyckte det skulle bli fult. I centrum blev det väldigt svårt med tilläggsaddning.” (Intervjuperson 32, Norgesbuss)

Laddinfrastrukturens påverkan på estetiska värden skapade inte bara konflikter i de centrala delarna av städerna, som citaten ovan diskuterar. Intervjuerna gav fler exempel på att liknande frågor behövde hanteras i samband med byggande av ändhållplatsladdning i mer urbant perifera lokaliseringar. Mer specifikt handlade det om påverkan på kulturmiljön i ett gammalt fabriksområde i ett fall (Intervjuperson 24, Göteborgs stad). I ett annat fall ledde beslutet att placera en pantograf i ett villaområde till överklagande av

planbeslutet då grannarna ansåg att placeringen påverkade utsikten över omgivande nejder negativt. (Intervjuperson 11, Jönköpings kommun).

Att diskussioner om utformning, estetik och placering var viktiga att hantera innebar att flera intervjupersoner reflekterade kring behovet av att ha tid för att hantera frågorna.

”...om man ska upphandla trafiken och om man ska överlåta ansvaret för laddutrustningen på trafikföretaget, då behöver man längre etableringstid än ett år.” (Intervjuperson 24, Göteborgs stad)

I Göteborg, som citatet ovan avser, förklarade samma intervjuperson utmaningen med att hantera vad som i praktiken blev tre olika upphandlingsprocesser, efter det att trafikföretaget vunnit själva upphandlingen av trafiken. Den ena processen handlade om att kommunen gjorde en upphandling av den fysiska markanläggningen. Elinstallationen, d.v.s. anslutningen till elnätet krävde sedan en separat upphandling och slutligen så krävdes en upphandling för installationen av själva laddarna. Ytterligare ett problem att hantera var att det inte fanns någon naturlig part som kunde ansvara för och samordna processerna. Varken kommunen eller trafikföretaget ansåg sig kunna ta helhetsansvaret för upphandlingsprocesserna för att etablera laddutrustningen. Därför blev lösningen att handla upp en konsult som fick ta ansvar för att färdigställa den nödvändiga utrustningen.

En intervjuperson från Stockholm (Intervjuperson 27, Trafikförvaltningen) reflekterade kring erfarenheterna från Göteborg och konstaterade att de hade insett att byggande av laddinfrastruktur i stadsmiljö var kostsamt och skulle innebära ett behov av att hantera många plan- och bygglovsfrågor med olika kommuner, vilket blev ett argument som talade för att satsa på depåladdade bussar.

En annan aspekt av tilläggs-laddning som togs upp av intervjupersoner i Stockholm och i Malmö handlade om inlåsnings-effekter. Intervjuperson 27, Trafikförvaltningen konstaterade att: -

”vi märkte i pilotprojekten att det blir inlåsnings-effekter när man har laddstolpar. Så fort du behöver dra om en linje, eller det blir andra förutsättningar på en linje– och har man byggt den där laddstolpen där för många miljoner, och då kanske man inte kan fortsätta använda den för att det blir förändring. Dels kostar det mycket, dels minskar det flexibiliteten i bussystemet.”

Både i Malmö och i Stockholm förklarade intervjupersoner hur den minskade flexibiliteten innebar problem eftersom städerna hade växt oväntat snabbt på ett sätt som inte hade förutsatts när elektrifieringen av busslinjerna genomfördes.

Tanken med de åtta labbhybriderna, mellan Ropsten och Karolinska institutet, var att de skulle rulla vidare efter testperioden på två år, men då hade det visat sig att Stockholms stad hade byggt så mycket bostäder i norra Djurgårdsstaden att de där bussarna inte räckte till. Det var vanliga 12-metersbussar. Keolis behövde införa ledbussar där för att svälja alla resenärer från de nybyggda områdena. Då kunde vi inte ha kvar bussarna där, för de var

för små. Då stod laddstolpen kvar som ett monument där, trots att vi hade tänkt att bussarna skulle finnas där. Nu rullar de åtta bussarna i Göteborg i stället.” (Intervjuperson 27, Trafikförvaltningen, Stockholm)

En intervjuperson från Malmö (Intervjuperson 17, Nobina) vittnade om en liknande utmaning där, som grundade sig i en snabb befolkningstillväxt i det område som trafikerades av den aktuella linjen (linje 7). Den snabba ökningen av invånare har inneburit att man har slagit i kapacitetstaket för de 12-metersbussar som ursprungligen körde linjen. Det finns nu ett behov av att trafikera linjen med 18-metersbussar. Detta skulle dock innebära att de befintliga 12-metersbussarna och dess tillhörande infrastruktur för tilläggladdning skulle behöva flyttas någon annanstans.

En möjlig lösning för att undvika den inlåsningseffekt som diskuteras av intervjupersonerna ovan skulle kunna vara att placera tilläggladdare centralt, vid stora knutpunkter, i stället för vid ändhållplatser. Detta eftersom sådana kollektivtrafikknutpunkter troligtvis är permanenta oavsett linjedragning. Det skulle också möjliggöra att förändringar i kapacitetsbehov kan lösas genom att flytta bussar mellan olika linjer. En intervjuperson från Jönköping gav dock ett exempel på varför en central placering inte valdes. Citatet nedan belyser att frågan om placering av tilläggladdning centralt eller vid ändhållplatser även kopplar till frågor om tidtabellplanering och trafikupplägg:

”vi diskuterade var det var smartast att lägga de här laddplatserna. Är det verkligen i änden, eller skulle man lägga dem centralt då för att kunna ha ett flexiblare linjenät och kunna göra justeringar och ändringar? Men sedan är det ju det att trafikmässigt och när man lägger tidtabeller och sådant så är det ju lättare att ha dem i ändarna, så det landade ju ändå där” (Intervjuperson 11, Jönköpings kommun)

5.2.1. Depåplacering – elektrifiering och lokalisering

För all busstrafik är en depåplacering som innebär så lite tomkörning som möjligt fördelaktig. Att köra bussar mellan depåer och ändhållplatser innebär förstås en tidsåtgång och kostar pengar. Oavsett drivmedel eftersträvas därför så lite tomkörning som möjligt och depåer ska därför helst ligga i närhet till de rutter som bussarna ska trafikera.

För elbussar, speciellt depåladdade sådana, blir frågan om depåplacering extra viktig. Detta eftersom energiåtgång för tomkörning påverkar hur länge bussen kan vara i trafik (i motsats till en buss med förbränningsmotor där full tank vanligtvis räcker för att köra hela passet). Om ett trafikupplägg med depåladdade elbussar innebär ett behov av laddning under dagen, är det också viktigt att depån är lokaliserad i ett läge som är lämpligt i förhållande till andra funktioner i staden. Intervjupersonen nedan resonerade kring hur sådana trafikupplägg kopplar till depåplaceringen:

”Ja det har ju att göra med var depåerna ligger någonstans. Och hur mycket tomkörning det kan bli om alla bussar ska tillbaka till depån på dagen. Det kan nog bli ganska mycket extra trafik utifrån det. Och då beroende på var depån ligger och hur bra det är. Vi har ju till exempel den nya depån [...] den

ligger ju precis bredvid en skola. Då vet vi ju att vi vill ju inte ha bussar som kör där [under dagen]. Det är jättebra om de kör ut jättetidigt på morgonen och kommer hem ganska sent på kvällen.” (Intervjuperson 23, Göteborgs stad)

I samband med elektrifiering krävs även tillräcklig kapacitet i elnätet för att möjliggöra laddning. Detta innebär att vissa platser är mer lämpliga än andra för att lokalisera elbussdepåer. En av intervjupersonerna från Malmö reflekterade kring hur förutsättningarna för lokaliseringen av elbussdepån hängde samman med strukturer som formats av tidigare epokers teknik:

”...de stora lokstallarna som fanns i Malmö fanns ju där vi befinner oss... Så det ligger extremt mycket kapacitet i det nätet sedan tidigare då, så att just lokaliseringen anser vi är väldigt viktig.” (Intervjuperson 17, Nobina)

I Ystad var också frågan om tillräcklig kapacitet i elnätet en viktig fråga. Intervjuperson 1, Bergkvara bussbeskrev hur elnätet i anslutning till depån saknade förutsättningar att leverera den effekt som behövdes för att kunna ladda elbussar. För att säkerställa önskvärd effekt krävdes omfattande arbete med att gräva för nya kablar, samt anslutningar till depån. Att genomföra sådana uppgraderingar av elnätet omfattar flera tidskrävande moment där kommunens bygg- och planeringsprocesser är viktiga element.

Slutligen kan omställningen till elbussar också innebära ett behov av att anpassa depåer som kan leda till nya anspråk på tillgång till ytor. Vid tidpunkten för intervjuerna medförde övergången till elektrifiering ofta ett ökat antal bussar, och det krävdes även utrymme för laddare. Det blir därför extra viktigt att säkerställa att depåer är placerade så att det passar med långsiktiga strategier för både kollektivtrafiken och stadsutvecklingen. En av intervjupersonerna reflekterade kring att det finns en konflikt mellan ytanspråk för elbussdepåer och stadsutveckling:

”Där såg vårt stadsbyggnadskontor tidigt att det här kan riskera att krocka med stadsplaneringen. Det blev väldigt tydligt när vi började prata om elektrifiering, att om staden ska kunna växa på bästa sätt riskerar bussdepåerna att trängas ut längre och längre.” (Intervjuperson 18, Malmö stad)

En annan intervjuperson diskuterade samma tendens och menade att man borde undersöka möjligheterna att etablera mindre depåer inne i centrala delarna dagens depålösningar på väldigt stora depåer med många bussar. Ett problem med att flytta ut depåerna i stadens utkanter handlar om det som togs upp inledningsvis i detta avsnitt, tomkörning och störningsmoment från att behöva köra bussar till laddning under dagtid:

”...vissa av de här bussarna som går väldigt långa lopp... där är ...ladd strategin egentligen att de planeras att gå in mitt på dagen, där man byter förare och sedan så laddas de ett par timmar och sedan körs de ut igen. Jag skulle gärna se en lösning där man tittar på mindre depålösningar i Malmö

och där de kanske också kan bli lite mer centrala. Där man kan ställa kanske ... bara två, tre bussar som får tilläggsaddning mitt på dagen. Det skulle ju vara både ekonomiskt bra och miljömässigt bra att vi slipper köra en massa kilometer utan anledning” (Intervjuperson 17, Nobina)

6. Diskussion

Syftet med den här rapporten har varit att, på ett explorativt vis, analysera och diskutera sambanden mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer. Vi utgick från frågeställningen: Hur har övergången till eldrift förändrat bussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv? Vilka samband finns mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer? Vi börjar med att diskutera den andra frågan i avsnitt 6.1 och hur resultaten från fallstudierna förhåller sig till tidigare forskning. Sedan diskuterar vi den bredare frågan om hur övergången eldrift har förändrat bussens roll i staden i avsnitt 6.2.

6.1. Vilka samband finns mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer?

6.1.1. Eldrift ger nya möjligheter – men elbussar löser inte alla problem

Föga förvånande bekräftar resultaten från fallstudierna bilden av att minskade lokala luftföroreningar och minskat buller som en följd av introduktionen av elbussar uppfattas både som en drivkraft och som en möjlighet för stora förändringar.

Jämfört med bussar med förbränningsmotor innebär övergången till eldrift en möjlighet att minska utsläppen av kvävedioxid (NO_x), men slitage från vägbana, däck och bromsar kvarstår. Så om problemen med luftkvalitet handlar om partikelutsläpp (PM2.5 eller PM10), så har troligtvis övergången till elbussar en mer begränsad effekt. För att sätta problemen med luftföroreningar i perspektiv kan man konstatera att i dagsläget är det ett tiotal större- och medelstora svenska städer som har problem med halterna av kvävedioxid. Halterna av partiklar utgör ett mer utbrett problem och ett trettiotal större- och medelstora svenska städer har problem med halterna av PM10 (Naturvårdsverket, 2023).

När det gäller förbättrad luftkvalitet kan vi alltså konstatera att potential finns, men baserat på resultaten från fallstudierna (och från litteraturgenomgången) ser vi också att det saknas kunskap om hur och i vilken utsträckning övergången till elbussar faktiskt har påverkat luftkvaliteten.

Att betydande förbättringar av luftkvalitet ska ske förutsätter kanske också att stora delar, eller kanske till och med hela bussflottan elektrifieras. Då det i nuläget främst är klass I bussar, d.v.s. bussar avsedda för stadstrafik som elektrifierats, medan bussar för regionaltrafik fortfarande domineras av förbränningsmotorer, är en intressant fråga var i staden och i vilken utsträckning förväntningarna på elbussens positiva bidrag har infriats. På det stora hela handlar det förstås också om hur stor andel av trafikflödet på en specifik plats som utgörs av bussar i jämförelse med annan tung trafik och bilar.

Det är tydligt att minskat buller, framförallt lågfrekvent buller, öppnar upp för nya möjligheter när det gäller stads- och bebyggelsemiljöer. Detta innebär exempelvis att det finns möjligheter till förtätning kring hållplatser där buller från förbränningsmotorer

tidigare utgjorde ett problem. Eftersom bullerdämpning är kostnadsdrivande i byggprojekt kan övergång till elbussar i sådana miljöer vara en viktig faktor för att stadsutvecklingsprojekt ska gå att genomföra. Samtidigt tycks inte än så länge de relativt stora förväntningarna på en mer utvecklad och samordnad stadsplanering, där elbussarna integreras i stadsmiljön ännu ha infriats. Mer om detta nedan.

När det gäller minskat buller så kan man utgå från att kontextuella förutsättningar på olika sätt spelar in på förväntningarna om att elbussar ska bidra till minskat buller. Två exempel på sådana förutsättningar handlar om vägbeläggning (ex. kullersten vs asfalt) samt stadens topografi (ex. förekomsten av backar som innebär att bussen måste gasa mycket). I en stad, eller på en linje med kullerstensbeläggning har troligtvis skiftet till elbussar mindre effekt på minskningen av buller, medan effekterna bör vara större i en stad, eller på en linje med mycket backar. Sambandet mellan topografi och påverkan på lågfrekvent buller bekräftas av Persson et al., (2021) som genomförde en före- och efterstudie av effekterna av introduktionen av elbussar på linje 60 i Göteborg.

6.2. Hur har övergången till eldrift förändrat bussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv?

6.2.1. Inkrementella förändringar – men nya frågor aktualiseras

Resultaten från fallstudierna belyser att övergången till elbussar har haft en begränsad effekt på exempelvis linjedragningar genom känsliga miljöer, eller nya lösningar som inomhushållplatser. Den typen av förväntningar som exempelvis torgfördes inom Electricity samarbetet (Electricity, 2018; Electricity n.d) där omställningen till elbussar sågs som en möjlighet till ganska omfattande förändringar av busstrafiken, har ännu inte realiserats. Resultaten från intervjuerna indikerar att hinder i form av gällande förutsättningar i detaljplaner som behöver ändras är en förklaringsfaktor till den relativt blygsamma förändring som kan iakttas. Ett annat hinder som inte berördes så mycket i intervjuerna, är att riskerna med batterier och bränder är en fråga som blivit allt mer aktuell. Även om bränder i elbussar inte är vanligare än bränder i andra typer av bussar, så har riskerna med bränder i batterier fått stor uppmärksamhet, inte minst efter incidenter internationellt, (ex. i Frankrike, Storbritannien och Tyskland (Bussmagasinet, 2022; RT-Forum, 2021). Den tekniska utvecklingen av batterier sker också snabbt. Utvecklingen går mot större och kraftfullare batterier. Detta har stor betydelse för om det behövs laddning i stadstrafiken (exempelvis tilläggladdning med pantograf vid hållplats), men innebär också att frågor kring risker med bränder blir allt viktigare att hantera.

Tillsammans utgör planförutsättningar och frågor kring risker med batterier hämmande faktorer för mer radikala förändringar. Elbussen är ett fordon som används på samma sätt som tidigare busstrafik, men driften är renare och bullrar mindre. Samtidigt kan vi konstatera att omställningen till elbussar är i en tidig fas. Elbussen har i viss mån standardiserats, men de långsiktiga effekterna av omställningen har troligtvis inte fått fullt genomslag än.

Däremot innebär övergången till eldrift att nya frågor har aktualiserats, exempelvis kring placering och utformning av laddinfrastruktur i stadsmiljöer. Tidigare forskning har främst fokuserat på hur laddare kan etableras för en så kostnads- och energieffektiv lokalisering som möjligt (se t.ex. Abdelwahed et al., 2021). Resultaten från fallstudierna

belyser ett behov av att förstå hur inblandade aktörer har löst konflikter mellan olika intressen. I praktiken konkurrerar även andra intressen om marken. Etablering av laddinfrastruktur handlar inte bara om att ha valt den mest effektiva lokalisering för laddaren, utan det krävs bygglovsprocesser och koordinering mellan många instanser.

Det sätt som omställningen till elbussar har tagit sig uttryck i de olika fallstudierna (avseende exempelvis val av tekniska lösningar, lokalisering av depåer och laddinfrastruktur, estetisk utformning, linjedragningar m.m.) är konsekvenser av samspelet mellan aktörer, med olika mandat och rådighet. Om det är önskvärt att förväntningarna på mer radikala förändringar som en följd av elektrifierad busstrafik ska infrias kan det krävas det att branschens aktörer (regionala kollektivtrafikmyndigheter, operatörer, kommuner, elnätsägare, fordonsindustri) arbetar gemensamt för att identifiera hinder och möjligheter i den fortsatta omställningen.

6.2.2. Depåer och laddinfrastruktur kräver förberedelser och nya samverkanskonstellationer

Resultaten från fallstudierna belyser också hur lokalisering av bussdepåer har blivit en allt viktigare fråga i och med övergången till elbussar. Medan en lokalisering som gör att för mycket tomkörning kan undvikas är fördelaktig för busstrafik i allmänhet, blir behovet ännu tydligare i och med övergången till elbussar, eftersom de intervjuade framfört att onödig energiåtgång för tomkörning är ett större problem för en elbuss än för bussar med förbränningsmotor. I tillägg beskrev intervjupersoner hur tillgång till effekt i elnätet, samt ett ökande behov av yta för bussdepåer i samband med övergången till elbussar, var nya aspekter när det gäller lokalisering av bussdepåer.

Det finns tydliga utmaningar med att försöka tillgodose dessa tre olika aspekter samtidigt. Inte minst med tanke på att det finns många andra platsanspråk i en stad, exempelvis platsbehov för byggande av bostäder, arbetsplatser och service. Detta innebär ett behov av att hantera markintressen både inom långsiktig kommunal planering och inom den regionala kollektivtrafikplaneringen. Vi kan också konstatera att den här typen av frågor inte har behandlats i den litteratur vi har gått igenom. Återigen har tidigare forskning fokuserat på lokaliseringsoptimering utifrån andra parametrar (såsom batteriprestanda, tidtabelloptimering m.m.).

Fallstudierna belyser också att etablering av tilläggsledning, samt förberedelse av depåer för elbussar innebär ett behov att hantera många tillståndsprocesser, samt att det ofta krävs separata upphandlingsprocesser för tekniska installationer. Sådana förberedelser tar således mycket tid och vi kan konstatera att det krävs förberedelser och samverkan mellan många olika aktörer. Det som är nytt när det gäller elbussar är att det krävs samverkan mellan aktörer som tidigare inte har erfarenhet av att samverka. Ett exempel på detta är att förberedelsearbetet innebär ett behov av dialog med elnätsägare som inte tidigare varit involverade i liknande frågor. Ett annat exempel är vid etablering av tilläggsledning i stadsmiljöer då operatören, eller den regionala kollektivtrafikmyndigheten har behövt samverkan med stadsbyggnadskontoret när det gäller frågor om estetik, utformning och placering. Teknikutvecklingen av mer kraftfulla batterier har bidragit till att tilläggsledning i stadsmiljöer inte är lika relevant längre, eftersom depåledning blir det vanligaste valet. Beroende på geografisk kontext och trafikupplägg kan dock tilläggsledning fortfarande vara aktuellt i vissa städer, eller på vissa linjer.

7. Slutsatser

Övergången till elbussar har både drivits av och skapat förväntningar på att elektrifieringen av busstrafiken ska ge nya förutsättningar för stads- och bebyggelsemiljöer. I den här rapporten har vi undersökt två frågeställningar:

- Vilka samband finns mellan elbussar och stads- och bebyggelsemiljöer?
- Hur har övergången till eldrift förändrat bussens roll ur ett stadsplaneringsperspektiv?

Vi konstaterar att eldriften av bussar har gett nya möjligheter för stadsutveckling på platser eller längs sträckor där luftföroreningar och buller från bussar tidigare har utgjort ett hinder för exempelvis ny bebyggelse. När det gäller effekten på luftkvalitet är det viktigt att poängtera att en övergång till eldrift främst reducerar utsläppen av kvävedioxider, medan utsläppen av partiklar från bromsar och från slitage av vägbana troligtvis inte påverkas i samma utsträckning. Resultaten belyser vidare att övergången till elbussar så här långt har haft en begränsad effekt på exempelvis linjedragningar genom känsliga miljöer, eller nya lösningar som inomhushållplatser. Förväntningarna att elbussar skulle bidra till mer omfattande förändringar av busstrafiken har ännu inte realiserats.

Samtidigt innebär övergången till eldrift att nya frågor har aktualiserats ur ett stadsplaneringsperspektiv. Detta omfattar exempelvis placering och utformning av laddinfrastruktur i stadsmiljöer, där frågor kring estetik och synkronisering av olika planerings- och upphandlingsprocesser ställer höga krav på samverkan, ofta mellan aktörer som inte tidigare har samarbetat. Ett annat exempel på en ny fråga av stor vikt ur ett stadsplaneringsperspektiv handlar om kapacitet i elnätet och tillgång till effekt vid rätt plats och vid rätt tid i samband med introduktionen av elbussar. Kopplat till detta är även lokalisering av depåer en annan viktig fråga som kompliceras av att möjliga platser begränsas av faktorer som tillgång till effekt i elnätet, ett eventuellt ökande behov av yta för bussdepåer, samt lämplighet i förhållande till start- och ändpunkter i busslinjenätet. I större urbana områden där det ofta är högt tryck på att exploatera mark för bostäder och verksamheter blir därför elektrifiering av busstrafiken en strategiskt viktig fråga ur ett stadsplaneringsperspektiv.

Att studera elektrifieringen av busstrafiken ur ett stadsplaneringsperspektiv har visat på behovet att ta ett brett systemperspektiv på omställningen till elektrifierade fordon. Där mycket av tidigare forskning fokuserat på hur teknik kan passas in i ett befintligt system så belyser stadsplaneringsperspektivet potentiella synergier mellan elektrifiering och stadsplanering som kan bidra till utvecklingen av hållbara städer. I takt med att elektrifieringen av busstrafiken fortsätter finns möjligheter att fortsatt undersöka utvecklingens effekt på urbana kvaliteter, som luft- och ljudmiljö, och även hur koordinering mellan kommunal planering och planering för laddinfrastruktur kan utvecklas för framtidens hållbara städer.

8. Referenser

- Abdelwahed, A., van den Berg, P. L., Brandt, T., Ketter, W., & Mulder, J. (2021). A Boost for Urban Sustainability: Optimizing Electric Transit Bus Networks in Rotterdam. *INFORMS Journal on Applied Analytics*, 51(5), 391–407. <https://doi.org/10.1287/inte.2021.1092>
- An, K. (2020). Battery electric bus infrastructure planning under demand uncertainty. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 111, 572–587. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.01.009>
- BBC. (2023, December 6). *How China's buses shaped the world's EV revolution*. <https://www.bbc.com/future/article/20231206-climate-change-how-chinas-electric-vehicle-revolution-began-with-buses>
- Bloomberg New Energy Finance. (2018). *Electric Buses in Cities - Driving Towards Cleaner Air and Lower CO 2 Electric Buses in Cities*.
- Borén, S. (2020). Electric buses' sustainability effects, noise, energy use, and costs. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14(12), 956–971. <https://doi.org/10.1080/15568318.2019.1666324>
- Bussmagasinet. (2022, May 31). *KONTAKT – internationella elbussnyheter i urval*. <https://www.bussmagasinet.se/2022/05/kontakt-internationella-elbussnyheter-i-urval-38/>
- Chen, Z., Yin, Y., & Song, Z. (2018). A cost-competitiveness analysis of charging infrastructure for electric bus operations. *Transportation Research Part C*, 93, 351–366.
- Directive (EU) 2019/1161 of the European Parliament and of the Council - Amending Directive 2009/33/EC on the Promotion of Clean and Energy-Efficient Road Transport Vehicles, Pub. L. No. 2019/1161 (2019).
- Electricity. (n.d.). *Forskning för hållbara städer*. Retrieved December 15, 2023, from <https://www.electricitygoteborg.se/sv/vad-vi-gor/forskning-hallbara-stader>
- Electricity. (2018, January 22). *Passengers turned the electric bus stop into a living room*. <https://www.electricitygoteborg.se/en/news/passengers-turned-electric-bus-stop-living-room>
- European Commission. (2023). *European Green Deal: Commission proposes 2030 zero-emissions target for new city buses and 90% emission reductions for new trucks by 2040*. European Commission.
- Gadepalli, R., Kumar, L., & Nandy, R. (2020). *Electric bus procurement under FAME-II - Lessons learnt and recommendations for phase-II*.
- Göhlich, D., Fay, T. A., Jefferies, D., Lauth, E., Kunith, A., & Zhang, X. (2018). Design of urban electric bus systems. *Design Science*, 4. <https://doi.org/10.1017/dsj.2018.10>
- Graham, J. (2020). *Electric Buses: Why Now?* www.ifc.org/infrastructure
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. In *Health Information and Libraries Journal* (Vol. 26, Issue 2, pp. 91–108). <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- International Energy Agency. (2022). *Global EV Outlook 2022 - Securing supplies for an electric future*. www.iea.org/t&c/
- Interreg Europe. (2021, December 12). *National Administrative Agreement Zero Emission Buses (BAZEB) in 2016 in the Netherlands*. <https://www.interregeurope.eu/good-practices/national-administrative-agreement-zero-emission-buses-bazeb-in-2016-in-the-netherlands>
- ITDP. (2021). *From Santiago to Shenzhen - How electric buses are moving cities*.
- Jackson, J., Lee, B., & Silver, F. (2020). *Zeroing in on ZEBs - The Advanced Technology Transit Bus Index- A North American ZEB Inventory Report*. www.calstart.org

- Jain, A., & Draexler, S. (2023). *Comparative analysis of bus technologies for fleet renewal*.
- Kågeson, P. (2023). *Vägen till fossilfri fordonstrafik*.
- Klimat- och näringslivsdepartementet. (2023). *Elbusspremien riktas om för att träffa rätt*.
<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2023/06/elbusspremien-riktas-om-for-att-traffa-ratt/>
- Kunith, A., Mendelevitch, R., & Goehlich, D. (2017). Electrification of a city bus network—An optimization model for cost-effective placing of charging infrastructure and battery sizing of fast-charging electric bus systems. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(10), 707–720. <https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1310962>
- Lai, F., Braun, A., & Rd, W. (2019). Modelling noise reductions using electric buses in urban traffic. A case study from Stuttgart, Germany. *Transportation Research Procedia*, 37, 377–384.
- Leeder, D., Jain, A., Jennings, I., Wang, X., & Tvedt, K. (2021). *Going electric - A pathway to zero-emission buses*. www.ebrd.com
- Manzoli, J. A., Trovão, J. P., & Antunes, C. H. (2022). A review of electric bus vehicles research topics – Methods and trends. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 159). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112211>
- Mulholland, E., & Rodríguez, F. (2022). *The rapid deployment of zero-emission buses in Europe*.
- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Naturvårdsverket. (2023, September 12). *Luftkvalitet i tätorter*.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/luft/statistik--utslapp-och-halter/luften-i-sverige/luftkvalitet-i-tatorter/>
- Persson Waye, K., Li, H., Wiberg, A., Sandström, L., Parra, J., & Glebe, D. (2021). *Påverkan på buller, bullerstörning och hälsa bland boende före och efter införande av elektrifierad busstrafik - En interventionsstudie i Göteborg*. www.amm.se
- Perumal, S. S. G., Lusby, R. M., & Larsen, J. (2022). Electric bus planning & scheduling: A review of related problems and methodologies. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 301, Issue 2, pp. 395–413). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.10.058>
- Quarles, N., Kockelman, K. M., & Mohamed, M. (2020). Costs and benefits of electrifying and automating bus transit fleets. *Sustainability (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/SU12103977>
- RT-Forum. (2021, October 12). *Depån brann – elbussladdning trolig orsak*. https://www.rt-forum.se/article/view/813710/depan_brann_elbussladdning_trolig_orsak
- Sustainable Bus. (2022). *Electric bus deployment speeding up in Latin America [TUMI E-Bus Mission #3]*. <https://www.sustainable-bus.com/news/electric-bus-deployment-latin-america-tumi/>
- Svensk kollektivtrafik. (2020). *Upphandlingsschema 2021-2030*.
<https://www.svenskkollektivtrafik.se/globalassets/svenskkollektivtrafik/dokument/fakta/branschfakta/upphandlingsschema-2021-2030-7-juni-2021.pdf>
- Svensk kollektivtrafik. (2023). *FRIDA miljö- och fordonsdatabas*.
<https://frida.port.se/hemsidan/default.cfm?val=startsida>
- Trafikanalys. (2022). *Fordon 2022*. In *Fordon 2022*. Trafikanalys.
- UITP. (2019). *The Impact of Electric Buses on Urban Life*. www.zeeus.eu
- UITP. (2022). *Clean Bus Report - An overview of clean buses in Europe*.
https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2022/05/ASSURED-Clean-Bus-report_final2.pdf
- Åslund, V., & Pettersson-Löfstedt, F. (2023). Rationales for transitioning to electric buses in Swedish public transport. *Research in Transportation Economics*, 100.

- Åslund, V., Pettersson-Löfstedt, F., & Danielson, H. (2021). *Elbussen är här! Lärdomar och kunskapsluckor i forskning om elbussar*.
- Åslund, V., Pettersson-Löfstedt, F., & Danielson, H. (2022). *Omställning till elbussar i svenska städer Lärdomar om affärsmodeller, ägarskap och upphandling*. K2 .
- Åslund, V., Pettersson-Löfstedt, F., & Danielsson, H. (2023). *Omställning till elbussar - Lärdomar, erfarenheter och rekommendationer*.



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

