



Laddinfrastrukturlösningar för elektrifierad distribution av dagligvaror

– *behov och systemförslag*

INGRID NORDMARK, TFK – TRANSPORTFORSK

LEVERANS NR: 1



Projektnummer 2020.3.2.31
Titel på projektet – svenska Laddinfrastrukturlösningar för elektrifierad distribution av dagligvaror – behov och systemförslag
Titel på projektet – engelska Charging infrastructure solutions for electrified distribution of groceries - needs and system set ups
Projektledareorganisation TFK – TransportForsK
Namn på projektledare Ingrid Nordmark
Namn på ev övriga projektdeltagare Daniel Benett, Amanda Baumgartner/Robin Billsjö, Håkan Ekmyr, Maria-Angeliki Evliati, Anders Josephsson, Bengt Karlsson, Anders Thyselius, Joachim Wiberg
Nyckelord: 5-7 st dagligvaror, livsmedel, transporter, distribution, elfordon, laddinfrastruktur, systemlösningar

Sammanfattning

I denna studie har behov av och lösningar för utformning av en lämplig laddinfrastruktur för distributionsfordon med eldrift hos dagligvaruföretag och livsmedelsgrossister utvärderats. Intresset är stort inom dagligvarubranschen såväl som i andra branscher för att införa tyngre fordon med eldrift för att minska växthusgasutsläppen, fossilberoendet och miljöpåverkan överlag. En uppbyggnad av en laddinfrastruktur är avgörande för att eldrivna distributionslastbilar skall vara möjliga att använda.

Studien bidrar med kunskapssammanställning om svensk livsmedelshandeln, utveckling av elfordon och laddinfrastruktur för att kunna utgöra beslutstöd för dagligvaruföretag, livsmedelsgrossister och andra organisationer med liknande distributionsupplägg samt myndigheter. I en fallstudie, baserat på transporter från ett distributionslager i Stockholm, visas konkret på behov och möjliga laddinfrastrukturupplägg vid eldrivna distributionstransporter av livsmedel. Detta inkluderar analyser av transportarbete, energi- och effektbehov samt påverkan av miljö och ekonomi.

Denna rapport utgör en redovisning av studien *Laddinfrastrukturlösningar för elektrifierad distribution av dagligvaror – behov och systemförslag*. Studien har genomförts av TFK – TransportForsK (TFK) i samarbete med representanter för dagligvaruhandeln, livsmedelsgrossister, tillverkare av kyltransportlösningar, kommunal sektor, påbyggare samt intresseorganisationer inom åkerinäringen och transportbranschen. Arbetet har finansierats av Triple F samt projektdeltagarna vilka tillsammans med övriga intressenter har bidragit med insatser i form av eget arbete. I referensgruppen har följande personer utöver TFKs personal ingått:

Amanda Baumgartner	Stockholms stad, Trafikkontoret
/Robin Billsjö	
Anders Josephsson	Transportföretagen
Anders Thyselius	Thermo King/Ingersoll Rand
Bengt Karlsson	Specialkarosser
Daniel Benett	Dagab Inköp & Logistik
Håkan Ekmyr	Martin & Servera Logistik
Joachim Wiberg	Sveriges Åkeriföretag
Maria-Angeliki Evliati	Stockholms stad, Miljöförvaltningen

TFK vill med detta rikta ett stort tack till studiens finansiärer, intressenter och övriga inblandade vilka medverkat i studien.



Summary

In this study needs and suitable charging infrastructure solutions for fully electric distributions trucks in the grocery trade has been evaluated. The use of these heavier vehicles is interesting for many companies within grocery and other industries, in order to reduce greenhouse gases, emissions and fossil dependence. The construction of charging infrastructure is crucial for electrified grocery distribution.

The study summarizes knowledge about Swedish food trade, development of electric vehicles and charging infrastructure, to provide decision support for grocery companies, food wholesalers and other organizations with similar distribution schemes as well as authorities. A case study with analyzes of transport work, needs of energy and power, environmental aspects and economy for the transports from a warehouse in Stockholm, specially shows the needs and possible charging solutions for electrified food transports.

This report is an accounting of the project *Charging infrastructure solutions for electrified distribution of groceries - needs and system set ups*. The project was conducted by TFK – TransportForsK (TFK) in collaboration with representatives for the grocery trade, manufacturer of transport temperature control solutions, municipalities, body builders and interest organizations within the transport sector. The project was implemented with the financial support of Triple F. The participating stakeholders were supporting the project with their own in kind work. The reference group included the following persons, in addition to TFK personnel:

Amanda Baumgartner/ Robin Billsjö	Stockholms stad, Trafikkontoret
Anders Josephsson	Transportföretagen
Anders Thyselius	Thermo King/Ingersoll Rand
Bengt Karlsson	Specialkarosser
Daniel Benett	Dagab Inköp & Logistik
Joachim Wiberg	Sveriges Åkeriföretag
Håkan Ekmyr	Martin & Servera Logistik
Maria-Angeliki Evliati	Stockholms stad, Miljöförvaltningen

TFK would accordingly bring acknowledgements to project funders, stakeholders and others involved in the study.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Summary	4
Innehållsförteckning	5
1 Inledning	7
1.1 Syfte och mål.....	9
2 Bidrag till Triple F	9
3 Genomförande	10
3.1 Avgränsningar/omfattning.....	10
4 Eldrivna fordon möjliga för dagligvarudistribution	11
4.1 Konvertering till eldrift	14
4.2 Dimensionering batteri	14
5 Laddinfrastruktur	15
5.1 Laddningsanslutning vid stillastående/punktladdning.....	16
5.1.1 Kontaktdonsladdning	16
5.1.2 Laddning med Pantograf upp eller ner.....	18
5.1.3 Laddpunkter för tyngre lastbilar i Sverige	18
5.2 Laddningsanslutning under färd – elvägar	19
5.3 Omvärldsutblick	20
5.4 Aktörer vid laddinfrastruktur för dagligvaru-/livsmedelsdistribution.....	21
5.5 Leverantörer av laddinfrastruktur	21
5.6 Exempel på affärsmodeller för publik laddning.....	22
5.7 Utveckling av affärsmodeller för depåladdning.....	22
5.8 Kostnadsaspekter	23
6 Laddinfrastruktursatsningar/-projekt för tyngre fordon i Sverige	26
6.1 Stöd vid inköp av ellastbil	26
6.2 Stöd vid inköp av laddutrustning.....	26
6.3 Insatser från Sveriges regering	26
6.3.1 Elektrifieringskommissionen	26
6.3.2 17 löften för att elektrifiera regionala godstransporter.....	27
6.3.3 Uppdrag att analysera behovet av laddinfrastruktur för snabbbladdning av tunga fordon längs större vägar	27
6.3.4 Uppdrag att planera för en utbyggnad av elvägar	27
6.3.5 Särskild utredare för elvägar	28
6.4 Satsningar/projekt om laddinfrastruktur	28
6.4.1 RegionEL	28
6.4.2 Dencity.....	30
6.4.3 Laddinfrastruktur för e-handelsdistribution av matvaror	31
6.4.4 Effektiva systemlösningar för tunga ellastbilar	31
6.4.5 Insatser från Stockholm stad.....	32

7	Dagligvaru-/livsmedelshandeln i Sverige	33
7.1	Godsmängder dagligvaror och livsmedel	34
7.2	Martin & Servera Logistik.....	35
7.2.1	Fordon hos Martin & Servera	36
7.3	Dagab.....	36
7.3.1	Fordon hos Dagab.....	37
8	Fallstudie	38
8.1	Transportinsatser	38
8.2	Energi- och effektbehov	39
8.2.1	Önskad samverkan	41
8.3	Miljöpåverkan	41
8.4	Ekonomiska parametrar.....	42
9	Nyttiggörande och nästa steg	43
10	Diskussion	44
10.1	Slutsatser	44
	Referenslista.....	47

1 Inledning

Denna studie har fokuserat på att tydliggöra hur laddinfrastruktur för tyngre lastbilar kan utformas genom att undersöka och utvärdera möjliga systemlösningar inom en bransch, dagligvarubranschen, där det finns efterfrågan på eldrivna lastbilar och laddinfrastruktur. Studien syftar till att utvärdera möjligheter för dagligvarubranschen att bygga upp egna samt utnyttja allmänna och andras laddinfrastrukturlösningar baserat på behov vid ett införande av helelektriska distributionsfordon.

Den publika eller allmänna laddinfrastrukturen har hittills främst varit inriktad på personbilsidan eftersom affärsutvecklingen kommit längre där än för tyngre transporter. Flera modeller av eldrivna distributionsfordon är dock på väg ut på marknaden (Liimatainen et al., 2019; Treiber et al., 2018) vilket gör det alltmer relevant att undersöka förutsättningarna för laddningsinfrastruktur för olika distributionssystem. Tidigare studier har visat att det i många fall är möjligt att använda helelektriska fordon med egna energilagrar för distribution med en räckvidd upp till 60 km och som laddas vid distributionsanläggningar och/eller terminaler (Treiber et al., 2018). Flertalet distributionsbilar med energilagrar som finns på marknaden eller som prototypfordon uppges ha räckvidder på 100–400 km (Liimatainen et al., 2019) och en snabbbladdning uppges ta, från 30 minuter till ett par timmar (Treiber et al., 2018).

Utifrån antagande om lastbilar med elräckvidd på ca 300 km per dag och att det satsas på laddning vid depåer, kompletterat med en del publik laddinfrastruktur, bedömer miljöorganisationen Transport & Environment att hälften av lastbilskilometrarna inom EU skulle kunna utföras med ellastbilar. Om räckvidden förlängs till ca 500 km bedöms två tredjedelar av EUs lastbilstransporter kunna ske med batteridrivna lastbilar (Transport & Environment, 2020).

Utsläppen av växthusgaser från transportsektorn står för nästan en tredjedel av Sveriges totala utsläpp (SCB, 2020), varav godstransporter på väg stod för huvuddelen av de utsläpp som de inrikes godstransporterna gav upphov till. Samtidigt finns specifika målsättningar preciserade i de transportpolitiska målen och miljö kvalitetsmålen avseende att anpassa transportsystemet till en god och hälsosam miljö med en ambition att bryta fossilberoendet samt att ytterligare effektivisera energianvändningen. Lagstiftning inom EU gör gällande att koldioxidutsläppen från nya lastbilar ska vara 15 % lägre år 2025, och 30 % lägre 2030 relativt medelnivån i EU 2019/2020. Därtill kommer fordonstillverkare att från 2025 vara skyldiga att se till att minst en marknadsandel på 2 % av försäljningen av nya fordon består av noll- och lågutsläppsfordon (EU, 2019).

Sveriges klimatpåverkande utsläpp skall vara netto-noll år 2045 och det finns en målsättning om att Sverige ska bli ett av världens första fossilfria välfärdsländer. Utsläppen från inrikes transporter ska minska med minst 70 procent senast år 2030 jämfört med 2010. För att nå dessa mål och ambitioner krävs en ökad användning av transportslag med en hög energieffektivitet och en begränsad användning av fossila bränslen. Vid inköp av el utan fossilt ursprung kan behovet av fossila drivmedel kraftigt minska. Transporter som helt eller delvis framförs med eldrift har en betydelsefull roll för de framtida ambitionerna om att uppfylla transportbehoven på ett hållbart sätt. Utvecklingen av elfordon styrs till hög grad av styrmedel om energieffektivitet, emissionskrav samt marknadsutveckling och ny teknik (Lewald et al, 2017).

Tidigare studier rörande ellastbilar har bland annat undersökt förutsättningar utveckling av elektrifierade distributionsfordon för större tätorter (Sebelius et al., 2014) samt utveckling av elektrifierade fordon för citydistribution av styckegods med elförsörjning under färd (Treiber et al., 2016). Utifrån studier av varuomsättningen i centrala Göteborg respektive Stockholm drar Sebelius et al. (2014) slutsatser om att fordon för dagligvarudistribution kan utformas så att de kan laddas när de

står vid terminaler samt mellanliggande lossningsplatser respektive varumottag. Detta under förutsättning att fordonen ges en tillräcklig batterikapacitet och att laddutrustningar med en hög effekt installeras vid terminaler och varumottag. Den lägsta merkostnaden för ett dagligvarufordon av detta laddhybridutförande, jämfört med ett standardfordon, beräknades till 40 %. En sammanräkning av merkostnader relaterat till minskade energikostnader, visar vid dagligvarudistribution på återbetalningstider mellan 3 och 10 år för en sådan fordonslösning. I en studie rekommenderade Sebelius et al. (2014) en elektrifiering av citylogistiken i de största svenska städerna. Rekommendationen omfattade citydistribution av dagligvaror där förutsättningarna var att skapa ett system och fordonskoncept, för i huvudsak eldrivna transporter av dagligvaror in till stadens centrala delar, utvecklas tillsammans med system för laddning av fordon vid terminaler och lossningsplatser. Treiber et al., (2016) konstaterar att laddning under färd medför problem avseende att den utrustning som krävs för att ett fordon ska kunna elförsörjas under färd medför en stor kostnad samt att vikten för utrustningen kan ha inverkan på fordonets möjliga lastkapacitet. Med ett sjunkande batteripris kan inte ett mindre batteri kompensera för kostnaderna för strömvtagare och återledningssystem. Med sjunkande batteripris, fortsatt batteriutveckling som kan ge batterier med högre energitäthet samt utveckling av snabbbladdning kan olika intermittenta laddningslösningar vara mer fördelaktigt än elförsörjning under färd. Treiber et al. (2016) föreslår fortsatta studier avseende att identifiera laddningslösningar för citylogistik: när och var laddningsmöjligheter finns samt lämplig teknik för detta. Vidare lyfter de möjligheten att anpassa laddinfrastrukturen för olika fordonstyper och verksamheter kan laddplatserna merutnyttjas av exempelvis renhållningsfordon och taxi.

Flera studier visar att även om inköpspriset för ett helelektrisk tungt fordon (en lastbil) är tre gånger så högt som för en diesellastbil så är detta konkurrenskraftigt om den årliga körsträckan är tillräckligt hög och batteriets livslängd matchar fordonets livslängd (Liimatainen et al., 2019).

I Sverige pågår flera projekt inom eldrift och laddinfrastruktur. Ett exempel är pilotprojektet, RegionEL i Västra Götalandsregionen, där en del av projektet riktar in sig på regional infrastruktur för lastbilar. Via intervjuer skapas förståelse för var platser för laddning behöver etableras. Till skillnad från RegionEL som fokuserar på en region, tar detta projekt avstamp i flöden hos ett par aktörer i dagligvaru-/livsmedelsbranschen som äger och styr över en stor del av den fordonsflotta de använder. För fler projekt, initiativ och satsningar i Sverige se kapitel 0.

I dagsläget saknas helhetslösningar för tyngre fordon och laddinfrastruktur för aktörer som vill använda helelektriska distributionsfordon i Sverige. Dagab och Martin & Servera är stora aktörer inom dagligvaru- och livsmedelsbranschen med stora fordonsflottor om vardera ett hundratal egna fordon, vilka har ett utbytesintervall på 5–10 år. Dessa företag efterfrågar reella alternativ för eldrift och eftersom att de både har egna godsflöden, fordon och omlastningsterminaler är de intressanta och relevanta aktörer för uppbyggnad av laddinfrastruktur.

Användning av distributionsfordon med eldrift är intressant för flera dagligvaruföretag. Hittills har mycket av omställningen till fossilfri distribution riktat in sig på fossilfria bränslen. I Norge har dock livsmedelsgrossisten Asko nyligen beställt 75 batterielektiska lastbilar för leverans under de kommande tre åren (Scania, 2020). Både hos dagligvaruföretag, och företag med tankstationer, såsom medlemmar i transportörnätverket TRB, finns planer på framtida utbyggnader av laddinfrastruktur. Hos dagligvaruföretag/livsmedelsgrossiter är utgångspunkten att säkerställa laddningsmöjligheter för såväl lokala distributionsslingor som startat och slutar på samma terminal, som de mer långväga transportererna mellan olika omlastningspunkter.

1.1 Syfte och mål

Studiens syfte var att underlätta implementering av eldistributionsfordon inom dagligvarubranschen genom att beskriva lämpliga systemlösningar för laddinfrastruktur. Studiens mål var att utvärdera möjligheter för laddinfrastrukturlösningar för dagligvarubranschen baserat på ett behov av att använda helelektriska fordon för varudistribution. Genom att utvärdera framtida behov inom branschen och ta fram lämpliga systemlösningar för laddinfrastruktur avses studien bidra till en kunskapsuppbyggnad och kan även utgöra ett beslutstöd för dagligvaruföretag och andra organisationer med liknande distributionsupplägg samt för myndigheter.

Studien har genomförts av TFK – TransportForsk (TFK) i samarbete med representanter för dagligvaruhandeln, tillverkare av kyltransportlösningar, kommunal sektor, påbyggare samt intresseorganisationer inom åkerinäringen och transportbranschen. Arbetet har finansierats av Triple F samt projektdeltagarna vilka tillsammans med övriga intressenter har bidragit med insatser i form av eget arbete. Studien genomfördes under perioden 2020-09-08–2021-06-30.

2 Bidrag till Triple F

Dagligvarubranschen måste, liksom näringslivet i övrigt, ställas om till fossilfria transporter. Inom dagligvarubranschen pågår därför olika satsningar inför omställningen. Hittills har detta i hög grad handlat om omställning till gas, etanol samt att införa laddhybridfordon. Utvecklingen av eldrift för distributionsfordon, den utveckling som pågår för laddinfrastruktur för personbilar tillsammans med de interna och externa kraven på lägre och fossilfria utsläpp från transporter, bidrar till att dagligvarubranschen är intresserade av förslag på system för helelektrisk distribution inför kommande investeringar. Eldrivna fordon kan, genom att inköpt el utan fossilt ursprung väljs, utgöra en snabb omställning till fossilfria godstransporter.

Studien förväntas belysa behov och analysera systemlösningar för eldrivna tyngre transporter och det material underlag som presenteras kan därefter utgöra beslutsunderlag vid utbyte, eller nyanskaffning, av fordonsflottor. I första hand, och på kort sikt, kan det användas av de företag som ingår i studien för vidare demonstration eller implementering av föreslagna system. Systemanalyser, tillsammans med efterföljande demonstrationer, förväntas i sin tur kunna utgöra grund för politiska beslut kopplade till uppbyggnad av laddinfrastruktur. Eftersom utbytesintervallet på fordonsflottan för de medverkande distributörerna är 5–10 år skulle en implementering av ellastbilar inom de närmsta åren innebära att väsentlig förändring av flottornas sammansättning till 2030 och vid val av fossilfri elproduktion kraftigt minska fossilberoendet för transporterna.

Studiens inriktning på att bidra med utveckling av laddinfrastrukturlösningar för dagligvaru-/livsmedelstransporter förväntas reducera användningen av fossila bränslen genom att öka möjligheter att använda fossilfri el för distribution av dagligvaror/livsmedel. Därigenom förväntas studien bidra till att Sverige kan ha netto-noll-utsläpp av koldioxid 2045. Utsläppen från dagligvarubranschens och livsmedelsgrossisternas transporter bedöms kunna minska med som mest 95 000–120 000 ton koldioxidekvivalenter per år på lång sikt, se vidare avsnitt 8 – *Fallstudie*. På kort sikt handlar det om att ersätta enstaka bilar och där bedöms en ellastbil som ersätter en diesellastbil i stadsdistribution bidra med en växthusgasminskning med ca 20–35 ton CO₂e per år. Därtill förväntas även utsläppen av bland annat partiklar och kväveoxider reduceras och tillsammans bidra till att uppfyllandet av Hänsynsmålet, om säkerhet, miljö och hälsa kan nås samtidigt som de trafikpolitiska målen uppfylls. Studien förväntas bidra till att miljö kvalitetsmålen gällande begränsad klimatpåverkan, frisk luft, bara naturlig försurning samt ingen övergödning kan nås och att Agenda 2030-målen kan nås.

Den angivna strävan om en ökad hållbarhet vid transporter av dagligvaror/livsmedel ligger i linje med transportpolitikens övergripande mål om ”att säkerställa en samhällsekonomiskt effektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning för näringslivet i hela landet”. Utvecklingar av systemlösningar för laddning av eldrivna distributionsfordon förväntas ha positiv inverkan på Sveriges fordonsindustriella konkurrenskraft och främja en branschöverskridande samverkan. Projektet främjar även samverkan mellan industri och institut och vill synliggöra möjliga och goda exempel.

3 Genomförande

Studien bestod av följande arbetspaket:

AP 1 – Litteraturstudier och omvärldsanalys

Genomgång och analyser av tidigare genomförda studier inom området.

AP 2 – Kartläggning av flöden och förutsättningar för elektrifierad distribution

Flöden hos dagligvaruaktörer samt förutsättningar för elektrifierad distribution hos dagligvaruaktörer kartlades.

AP 3 – Fallstudie

En fallstudie genomfördes avseende ett befintligt transportsystem för dagligvaror vid Martin & Servera, varvid användning helt eller delvis elektriskt driva fordon till och från de aktuella terminalerna ansattes, analyserades och utvärderades. Effekter av att använda olika transportupplägg kvantifierades och bedömdes avseende transportarbete (tonkm), antal fordonsrörelser, energiförbrukning, effektbehov, miljöpåverkan och ekonomiska parametrar.

AP 4 – Affärsmodeller

Utifrån resultat från fallstudien beskrevs och analyserades möjliga affärsmodeller.

AP 5 – Analyser

I samverkan med intressenter analyserades insamlade data och uppgifter från föregående arbetspaket.

AP 6 – Slutrapportering och kommunikation

En slutrapport för projektet sammanställdes och publicerades i TFKs rapportserie. Relevanta intressenter, resultatmottagare hade identifierats. En plan hade upprättats för riktad kommunikation av resultat gentemot dessa aktörer.

Medverkande företag har bidragit med eget arbete, bistått vid intervjuer samt gett stöd och tagit fram material bland annat vid kartläggningen av nuvarande system. I studien har en referensgrupp ingått bestående av följande organisationer och personer:

Anders Thyselius, Thermo King/Ingersoll Rand
 Anders Josephsson Transportföretagen
 Amanda Baumgartner/Robin Billsjö, Stockholms stad
 Håkan Ekmyr, Martin & Servera Logistik
 Bengt Karlsson, Specialkarosser
 Maria-Angeliki Evliati, Stockholms stad
 Daniel Benett, Dagab Inköp & Logistik
 Joachim Wiberg, Sveriges Åkeriföretag

3.1 Avgränsningar/omfattning





De transporter som studerades var dagligvaror till butiker samt grossister av livsmedel för restaurang och storkök. Dessa aktörgrupper har varugrupper samt distribution med liknande upplägg.








4 Eldrivna fordon möjliga för dagligvarudistribution




Flera modeller av eldrivna tyngre distributionsfordon är på väg ut på marknaden. Lastbilstillverkare som Tesla, Traton Group (tidigare Volkswagen Truck & Bus AG (Reuters, 2018), ägare av Scania och MAN), Volvo samt Nikola, har under senare år presenterat planer på eldrivna fordon. Flera tester pågår hos kunder och serietillverkning är under uppstart. Nedan visas exempel på helelektriska lastbilar, med batterier som energilager, som idag finns på marknaden eller finns som prototypfordon respektive planeras att introduceras på marknaden, se tabell 1.

Vid övergång till eldrivna fordon är den initiala kostnaden högre än för konventionella fordon. Dock är den totala ägarkostnaden (Total Cost of Ownership, TCO) för skåpbilar (*delivery vans*) i dagläget inte längre betydande högre för eldrivna vans alternativt jämfört dieseldrivna. Driftskostnaderna är lägre och förväntas sjunka ytterligare i framtiden, det gäller inte enbart skåpbilar utan från 2023 även tyngre eldrivna fordon (NKL, 2020a).

Tabell 1 Urval av elektriska tunga lastbilar med batterier som energilager

Tillverkare/modell	Information	Status	Referens
DAF CF Electric FT tractor/ FAN rigid 	Bruttovikt: 37 ton (tractor), 28 ton (rigid) Tjänstevikt: 9 ton (tractor), 10,2 ton (rigid) Elmotor: 210 kW Energilager: 350 kWh (315 kWh effective capacity) litium-jon-batterier Räckvidd: 220 km Laddning: snabb 30 min; full 75 min vid 250 kW	Serieprodukt ion i flera länder (100 km-räckvidd) Med förlängd räckvidd – förväntad leverans 2021	DAF, 2020 VDL, 2018
DAF LF Electric 	Bruttovikt: 19 ton Tjänstevikt: 7,3 ton; Lastvikt: 11,7 ton Energilager: 282 kWh (254 kWh effective capacity), lithium iron phosphate (LFP)-batterier Elmotor: 250 kW/ maxeffekt 370 kW Räckvidd: 280 km Snabbladdning: 60 min (från 20%-80%) vid 150 kW Full laddning: 2 h	Produktion startar i maj 2021	DAF, 2021b
Daimler Fuso eCanter 	Bruttovikt: 12 ton Tjänstevikt: 7,5 ton; Lastkapacitet: 4,6 ton Elmotor: 185 kW Räckvidd: 200 km Energilager: 3-6 litium-jon-batterier med 14 kWh/batteri Laddning: Combo 2 Laddningstid: 80 % på 30 min med 170 kW AC laddning 7 h	I serie- produktion	Daimler, 2018a
Emiss 18 serie* 	Bruttovikt: 18 ton; Lastkapacitet: 10, 12 eller 16 ton Elmotor: 250 kW Energilager: LiFePo4-batterier, 120–240 kWh Räckvidd: 100–250 km Laddning: 22 eller 44 kW, 32 eller 64 A Laddningstid: 3–6 h	I serie- produktion	Emiss, 2018

Tillverkare/modell	Information	Status	Referens
MAN eTruck 	Bruttovikt: 12 ton (medium) eller 26 ton (heavy) Elmotor: 250 kW Räckvidd: 200 km	Småskalig produktion 2018. I serieproduktion 2021	MAN, 2018
MAN eTGM 	Bruttovikt: 26 ton Elmotor: 264 kW med vridmoment om 3,100 Nm Räckvidd: 190 km Batteri: 12 lithium-jon NMC batteripack om 185 kWh Laddtid: ca 8 h (22 kW AC), 1 h (150 kW DC)		MAN, 2020
Mercedes-Benz eActros 	Bruttovikt: 18 ton (2-axlig) eller 25 ton (3-axlig) Energilager: Litium-jon-batterier, 240 kWh Räckvidd: 200 km Laddtider: 3–11 h (20–80 kW laddkapacitet) Effekt: 150 kW	I serieproduktion 2021	Daimler, 2018b
Mercedes-Benz Urban eTruck 	Bruttovikt: 26 ton Elmotor: 2 x 125 kW maxeffekt Energilager: Litium-jon-batterier, 212 kWh Räckvidd: 200 km	I serieproduktion	Daimler, 2018c
Scania BEV 	Bruttovikt: max 29 ton Energilager: litiumjonbatterier, 165 kWh med 5 batterier eller 300 kWh med 9 batterier Räckvidd: 130 eller 250 km Effekt: 230 kW Laddning: upp till 130 kW/200 A DC-laddning Laddtider: <55 min eller <100 min 130 kW DC	Tillgänglig för beställning. I produktion.	Scania, 2020, 2021
Tesla Semi 	Bruttovikt för fordonskombination: 36 ton Räckvidd: 480–800 km Energilager: ca 1 000 kWh Laddningstid: 30 min för 640 km räckvidd med Teslas snabbladdare för lastbilar (1 600 kW) Energiförbrukning: < 1,2 kWh/km	Möjlig att reservera	Tesla, 2018
Volta Zero 	Bruttovikt: 16 ton Räckvidd: 150–200 km Batterikapacitet – Standard: 150 kWh (usable)/Hög: 225 kWh (usable) Lastvikt: 8,6 ton Volym: 37,7 m ³ (16 st EU-pallar)	Förbeställning för leverans 2022	Volta, 2021

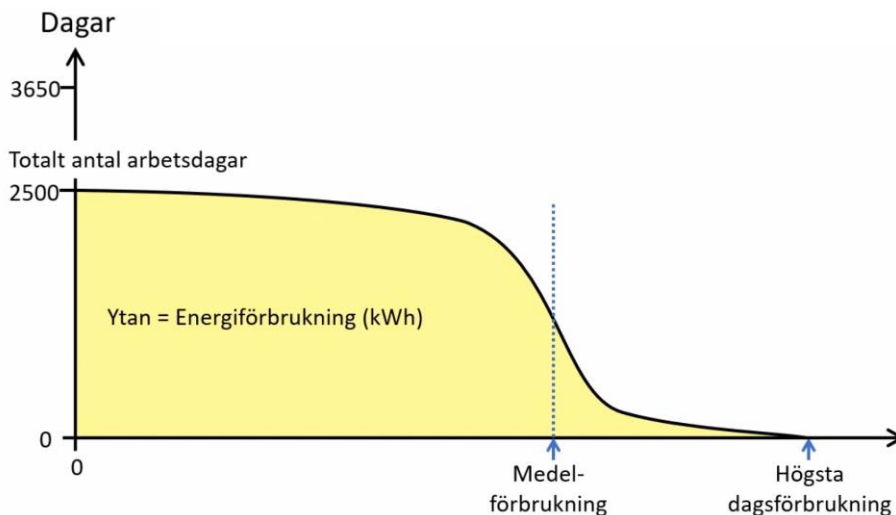
Tillverkare/modell	Information	Status	Referens
Volvo FL Electric  "för lokal distribution och stadsdistribution"	Bruttovikt: 16,7 ton Motoreffekt (topp/kontinuerlig): 200/165 kW Energilager: 4 eller 6 litium-jon-batterier, totalt 200–300 kWh Räckvidd: Upp till 300 km Batterikapacitet: 200–3 96 kWh. Maximalt vridmoment upp till 425 Nm. Laddningstid (snabb/vanlig): mindre än 1 timme/6,5 timmar (3 batterier), 2,1 timmar/14,5 timmar (6 batterier)	I volymproduktion. Tillgängliga för beställning.	Volvo, 2021b
Volvo FE Electric  "för lokal- och stadsdistribution och avfallstransporter"	Bruttovikt: 27 ton Räckvidd: upp till 200 km Bruttovikt: 16,7 ton Motoreffekt (topp/kontinuerlig): 400/330 kW Batterikapacitet upp till 264 kWh Maximalt vridmoment upp till 850 Nm Laddningstid (snabb/vanlig): mindre än 1 timme/6,5 timme (4 batterier)	I volymproduktion. Tillgängliga för beställning	Volvo, 2021b
Volvo FH Electric  "för regionala transporter och intercitytransporter"	Bruttovikt/tågvikt: upp till 44 ton Lastkapacitet: 23 ton Räckvidd: upp till 300 km Motoreffekt (topp/kontinuerlig): 600/490 kW Maximalt vridmoment: 2 400 Nm Batterikapacitet: 450-540 kWh Laddningstid (full laddning): 9,5 timmar med AC-laddning (43 kW), 2,5 timmar med DC-laddning (250 kW)	Tillgängliga för beställning i slutet av 2021. Volymproduktion andra halvan av 2022.	Volvo, 2021a, 2021b
Volvo FM Electric  "en mångsidig lastbil för tunga lokala transporter och regional distribution"	Bruttovikt/tågvikt: upp till 44 ton Räckvidd: upp till 300 km Motoreffekt (topp/kontinuerlig): 600/490 kW Maximalt vridmoment: 2 400 Nm Batterikapacitet: 450-540 kWh Laddningstid (full laddning): 9,5 timmar med AC-laddning (43 kW), 2,5 timmar med DC-laddning (250 kW)	Tillgängliga för beställning i slutet av 2021. Volymproduktion andra halvan av 2022.	Volvo, 2021a, 2021b
Volvo FMX Electric  "för renare och tystare anläggningstransporter"	Bruttovikt/tågvikt: upp till 44 ton Räckvidd: upp till 300 km Motoreffekt (topp/kontinuerlig): 600/490 kW Maximalt vridmoment: 2 400 Nm Batterikapacitet: 450–540 kWh Laddningstid (full laddning): 9,5 timmar med AC-laddning (43 kW), 2,5 timmar med DC-laddning (250 kW)	Tillgängliga för beställning i slutet av 2021. Volymproduktion andra halvan av 2022.	Volvo, 2021a, 2021b

4.1 Konvertering till eldrift

Det finns även företag som konverterar nya och begagnade fordon till eldrift. Ett exempel är det nederländska företaget Emoss som konverterar medium stora samt tunga fordon till helelektiska drivlinor (Emoss, 2021). En lastbil konverterad från diesel till eldrift uppges bli ca 10 % tyngre. Laddning av ett batteripack på 200 kWh (44 kWh/batteri) tar ungefär 4,5 timmar eller 75 minuter med snabbbladdning. Leveranstiden är 12–20 veckor för en standarddrivlina och knappt ett år för specialbeställningar. Garantitiden för kittet är 12–24 månader samt 5 år eller 3 000 laddcykler för batterierna. Kostnaden för en drivlina är från ca 75 000 euro och uppåt. I dagsläget har Emoss konverterat ca 400 fordon som kör på allmänna vägar.

4.2 Dimensionering batteri

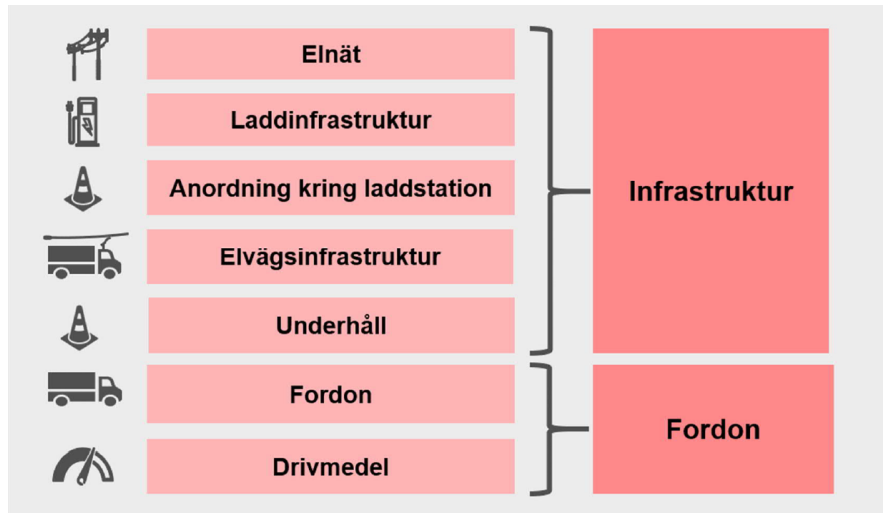
Dimensionering av batterikapacitet bör baseras på analyser av daglig energiförbrukning för fordon (Grauers, 2020). Den dagliga energiförbrukningen kan summeras, se den gula ytan i figur 4.1, och utifrån medelförbrukning kan lämplig batterikapacitet bestämmas. Typiskt beräknas 80 % av batteriets kapacitet vara användbar, vilket exempelvis betyder att med ett batteri med en kapacitet på 200 kWh täcks i realiteten en energiförbrukning på 160 kWh. De dagar som energiförbrukningen överstiger batterikapaciteten kommer stödladdning att behövas. Om detta sker i form av snabbbladdning på publika laddstationer kommer kostnaden bli betydligt högre än om laddning utförs vid egna laddstationer. Det behöver dock inte vara dyrare totalt jämfört med att välja batteri med högre kapacitet då de dagar som stödladdning behövs förväntas vara relativt få. Att öka tiden som fordonet används innebär att den totala energiförbrukningen från batterierna blir högre utan att batterikapaciteten behöver ökas. Batterikostnaden per kWh är densamma oavsett körsträcka, däremot ökar batterivikten ju längre körsträcka batteriet ska täcka, vilket i vissa fall innebär problem, exempelvis för tunga transporter där varje extra vikt innebär mindre lastkapacitet.



Figur 4.1 Principbild av summerad daglig energiförbrukning, här för ett fordon under 10 års drift, inför beräkning av lämplig batterikapacitet (Grauers, 2020)

5 Laddinfrastruktur

I ett elektrifierat transportsystem finns dels fordon och dels laddinfrastrukturen med fasta installationer dvs laddstationer, se figur 5.1. Därtill kommer utrustning och anslutningar kring laddstationen, elnät för eltillförstäl samt underhåll/service.



Figur 5.1 Ett elektrifierat transportsystems olika delar (bild från Trafikverket, 2021)

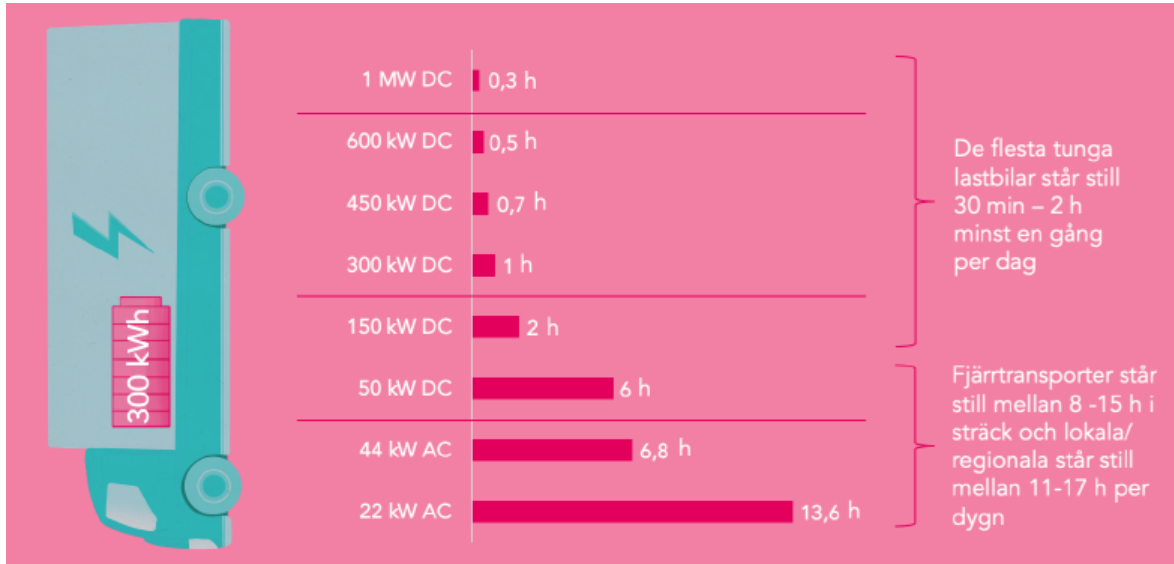
Utbyggnaden av den publika, eller allmänna, laddinfrastrukturen har hittills främst varit inriktad på personbilsidan eftersom denna marknad vuxit snabbare än marknaden för tyngre transporter. Utvecklingen för stillastående laddning för personbilar har kommit långt och det finns redan idag såväl laddutrustning för privat installation att köpa, som publika lösningar av snabbaddningsstationer att tillgå längs vägar och vid tankstationer, t ex hos FastNed, PitPoint och Allego främst i Nederländerna och Tyskland.

För personbilar finns det i Sverige över 12 200 publika laddpunkter, främst i Stockholm, Västra Götaland och Skåne (Power Circle, 2021a). Antalet har ökat kraftigt under de senaste åren, ca 460 % sen 2017. Laddstationsägaren registrerar själv sin laddplats, genom Energimyndigheten, till den nordiska databas Nobil (Energimyndigheten, 2021). Laddstationernas positioner är därefter möjliga att publicera offentligt vilket flertal aktörer gör via hemsidor och appar, exempelvis uppladdning.nu, Chargemap, Open Charge Map, Miljöfordons Laddkarta, Göteborgs energi, E.ON Drive, 1881.no, elbil.no, Vattenfall InCharge, Fortum Charge & Drive och Eniro.

För laddning av tyngre fordon har teknikutvecklingen kommit längst för elbussar. För bussar finns i dagsläget laddare med effekter upp till 750 kW. Laddare med högre effekt finns på sjösidan, t ex, 10 000 kW för färjor mellan Helsingborg och Helsingör. På sikt finns förväntningar om laddare för lastbilar på 1 000–3 000 kW (Grauers, 2020). Det är batterikapaciteten snarare än laddarnas kapacitet som är begränsande vad gäller laddning av tyngre lastbilar.

Utvecklingen av laddinfrastruktur för tunga lastbilar är således fortfarande i startskedet och kommer troligen att se annorlunda ut än utvecklingen för personbilar. Detta bekräftas av en presentation vid det internationala Future of Charging symposium i mars 2020 (NKL, 2020a) där det även summerades att: Mest troligt kommer den huvudsakliga laddningen ske på företagens egna anläggningar; För lättare distributionsfordon som vans blir troligen behovet av publika laddplatser större, men det kommer även behövas laddplatser längs rutter för större fordon; Laddning av större fordonsflottor kommer kräva att extra laddkapacitet är tillgänglig.

Laddning av lastbilar kan ske vid depå, vid semi-publika laddstationer som av- och pålastningsplatser som godsterminaler eller hamnar, eller vid publika laddstationer längs vägar (Power Circle, 2021b). För stadsdistribution kan depåladdning vara tillräcklig. För regional distribution räcker det mestadels med depåladdning men vid enstaka tillfällen kan semipublik eller publik laddning behövas. För fjärrtransporter eller tyngre transporter kan publik laddning på höga effekter vara tillämpbar, se figur 5.2.



Figur 5.2 Laddtider för lastbil med batterikapacitet på 300 kWh, motsvarande runt 200 km (Power Circle, 2021b)

5.1 Laddningsanslutning vid stillastående/punktladdning

För stillastående laddning är det främst två tekniker som dominerar. Kontaktdonsladdning med sladd och kontakt som manuellt ansluts till fordonet, vanliga för personbilar, eller pantograf med kontaktdon på eller över taket som via teknisk styrning ansluts till fordonet, vilket är vanligt förekommande för bussar.

5.1.1 Kontaktdonsladdning

För elbilar har ett par olika kontakter utvecklats, som Typ 1, Typ 2, CCS (Combined Charging System) och CHAdeMO (emobility.se, 2020), se figur 5.3. Typ 1 är en enfaskkontakt på max 32A från USA. Typ 2 är från Tyskland och numera standard inom EU för normalladdning av elbilar, den klarar max 70 A enfask- eller 63 A trefasström. CCS-kontakten är den europeiska standarden för snabbbladdning med likström. Den har en del som är likadan som en Typ 2-kontakt samt ett särskilt uttag för snabbbladdning vilket innebär att fordon med CCS kan alltså både snabb- och normalladda i samma uttag på bilen. CHAdeMO är japansk standard för snabbbladdning med likström, installeras i dagsläget med effekt upp till 100 kW. För fordon som har andra typer av kontakter, som Tesla, finns CCS adapttrar. För semisnabb laddning med växelström kan Typ 1 och Typ 2 användas, medan för likström kan CHAdeMO- och CCS-kontakter användas.



Figur 5.3 Fyra kontakter som kan förekomma på en elbil. Typ 1 och 2 är för normalladdning med växelström, medan CHAdeMO och CCS är för snabbladdning med likström. (chargestorm.se, 2021)

I Sverige är det framförallt laddare av Typ 2 som finns installerade i personbilar och som har ökat mest i antal de senaste åren. Övriga kontakter som förekommer är i fallande ordning CCS/Combo, CHAdeMO, Schuko, Tesla SC samt Typ 1. För elbussar i Sverige finns i princip tre olika kontakter för laddning: CCS2, pantograf upp och pantograf ner.

Exempel på system som finns på marknaden för kontaktdonsladdning är ABBs med CCS-kontakt, se figur 5.4, med specifikation enligt ABB (2021a): effektomfång på mellan 24 och 50 kW med ett spänningsomfång på 150–920 V DC; Effektomfång på mellan 100 och 150 kW med ett spänningsomfång på 150–850 V DC; Sekventiell laddning med upp till 3 uttag med 100 kW och 150 kW per fordon.



Figur 5.4 Kontaktdonsladdning från ABB för laddning av tunga elfordon som bussar och lastbilar med CCS-kontakt (ABB, 2021a);

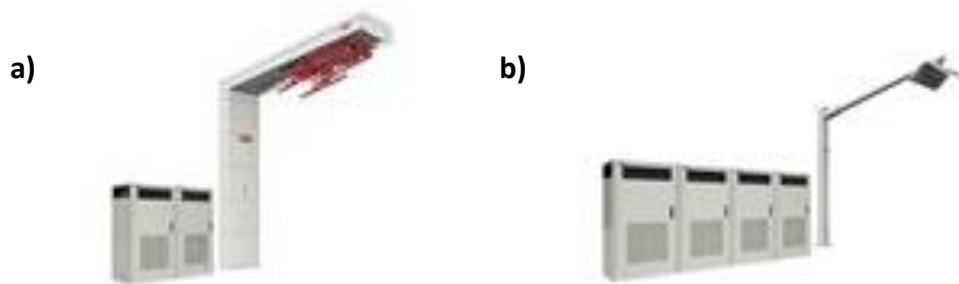


Figur 5.5 Snabbladdare EVBox Ultroniq, här med dubbla kontakter CCS 2 och CHAdeMO (EVBox, 2021)

Snabbladdning med t ex EVBox Ultroniq från Evbox group (2021), se figur 5.5, möjliggör DC-laddning med kontinerliga effekter från 100 till 350 kW och en laddström av 500 A. En laddning under 15 minuter uppges räcka till en körsträcka av 140–480 km för fordon med energiförbrukning på 18 kWh/100 km.

5.1.2 Laddning med Pantograf upp eller ner

För elbussar är det vanligt med laddning via pantograf. Antingen med kontaktdon som sänks ner på bussen eller takmonterade strömavtagare som hissas upp mot kontaktskenor eller liknande. Exempel på specifikationer för laddning ovanifrån för *pantograf ned för elbussar*, figur 5.6a (ABB, 2021b): spänningsomfång på 150–850 V, effektomfång i steg om 150–300–450–600 kW, säker och tillförlitlig helautomatisk anslutning, laddtid på 3–6 minuter. Exempel på specifikationer för *pantograf upp för elbussar* utrustade med takmonterad strömavtagare, figur 5.6b (ABB, 2021c): spänningsomfång på 150–850 V, effektomfång i steg om 50–100–150 kW för laddning över natten, sekventiell laddning med upp till 3 uttag för laddning över natten, effektomfång på 150–300–450–600 kW för snabb-laddning.



Figur 5.6 ABBs laddstationer med a) pantograf ner och b) pantograf upp (ABB, 2021b, 2021c)

5.1.3 Laddpunkter för tyngre lastbilar i Sverige

Sveriges första publika snabbbladdare för eldrivna lastbilar finns uppställd bredvid en bensinmack på Gullbergsvass i Göteborg, se figur 5.7. Det har åstadkommits genom ett samarbete mellan det kommunala energibolaget Göteborg Energi och Volvo Lastvagnar. Laddaren är levererad av ABB, har en installerad effekt på 175 kW och är utrustad med både CCS- och Chademo-uttag. Laddstationen är anpassad för lastbilar på upp till 10 meter och en lastbil i taget kan laddas. I första hand är det DB Schenker som kommer använda laddaren som komplement till ordinarie natlladdning för en ellastbil från Volvo (NyTeknik, 2019).



Figur 5.7 Sveriges första publika snabbbladdare för lastbilar, på Gullbergsvass i Göteborg (Proffs, 2019)

5.2 Laddningsanslutning under färd – elvägar

I Sverige har fyra sorters tekniker för laddning under färd testat, med stöd av bland annat Trafikverket. Det handlar om kontaktledningar över väg, elskenor i vägbana med konduktiv laddning eller kontaktlös, induktiv laddning med installerade kopparspolar under asfalten, se figur 5.8. Följande demonstrationer har genomförts/genomförs:

- Luftledning och strömavtagare, Region Gävleborg, 2016–2020
 - 2 km på E16 mellan Sandvikens västra utfart och Kungsgården
- Elskena i vägbanan, Rosersbergs Utvecklings AB, 2018–2021
 - 2 km på väg 893 mellan Arlanda och en godsterminal i Rosersberg
- Konduktiv lösning med skena i marken, Evolution Road, 2020–2022
 - 1 km på Getingevägen i Lund
- Induktiv laddning, Smartroad Gotland/ElectReon, 2020–2022
 - 1,6 km på Kung Magnus väg och väg 149 mellan Visby och Visby flygplats



Figur 5.8 Elvägar i Sverige (Trafikverket, 2020a; eroadarlanda.se, 2018; evolutionroad.se, 2020; smartroadgotland.com, 2020)

Den kontaktlösa, induktiva laddningen är den senaste tekniken som är under utprovning. Det israeliska företaget ElectReon som står för den induktiva tekniken i projektet Visby har även andra pågående projekt i Israel, Tyskland (Tongur, 2020), Italien och Storbritannien. I Israel byggs en 600 meter lång elektrisk väg för skyttelbussar i Tel Aviv som del av en slinga på 2 km mellan en tågstation och Tel Avivs universitet, se installation i figur 5.9. I Tyskland byggs elektrifierad väg i hamnen i Karlsruhe för en elbuss som ska köra ca 1 km mellan av EnBW:s anläggningar (Energie Baden-Württemberg, energikoncern) till anslutningspunkt för det lokala publika transportnätet. I Italien planeras en km av motorväg A35 mellan Brescia och Milano att elektrifieras som del i ett pilotprojekt. Om projektet blir lyckat planeras kan hela A35 på 62 km komma att elektrifieras.



Figur 5.9 Installation av induktiv laddinfrastruktur i Tel Aviv, Israel (bild från Tongur, 2020).

Den första permanenta elvägen i Sverige ska byggas på E20 mellan Örebro och Hallsberg vilket Trafikverket (2021d) meddelade 1 juli 2021.

5.3 Omvärldsutblick

Kina är världens största elbilmärnad följt av Europa och USA. Områden som särskilt satsat på lastbilar är exempelvis Shenzhen i Kina, som sedan i maj 2018 kräver att alla kommersiella lastbilar ska vara elfordon, och Kalifornien i USA, som har gjort satsningar på laddinfrastruktur för bland annat tunga lastbilar (Hove et al., 2019).

Inom EU finns det i princip inga publika laddstationer för tyngre lastbilar (ACEA, 2019). ACEA bedömer att det till i EU 2025/2030 skulle behövas minst 20 000 laddställen med en effekt av för 150–500 kW samt 6 000 laddställen med effekter över 500 kW längs motorvägar inom EU. Daimler Trucks & Buses har startat ett initiativ om laddinfrastruktur vid lastbilsdepåer “eTruck Charging Initiative”. Fokus är i första hand på marknader i Europa och USA (Daimler, 2020).

I Europa sticker Nederländerna ut från mängden vad gäller planer och samordning för laddinfrastruktur. Det finns flera företag från Nederländerna som riktar in sig på elladdlösningar, om än hittills mest för personbilar. Regering, marknad, forskning och nätooperatörer har tillsammans inrättat en *National Agenda of Charging Infrastructure* (NAL) vilket presenterades under våren 2020 (NKL, 2020b). Delvis utifrån de nationella överenskommelserna i NAL utformar logistikföretag, avsändare och fraktare överenskommelser gällande laddning vid sina kunders lokaler, t ex stormarknader eller företag i cateringbranschen (NKL, 2020a).

För områden där städer städer och stora tätorter ligger tätt såsom, såsom i Nederländerna, är det viktigt med samarbete mellan städer och komuner. Inom landet har redan sex regioner för samarbete etablerats med varsin ”Regional Approach to Charging Infrastructure” (NKL, 2020a).

I en omfattande studie som analyserat behov av laddinfrastruktur för citylogistik i Amsterdam (van den Hoed *et al.*, 2019) framkom det att de publika laddstationerna blev dyrare per kWh än de privata, i de fall de privata användes relativt ofta. Vidare visade det sig att energiskatten hade oväntat hög påverkan på den totala kostnaden per kWh. van den Hoed *et al.* (2019) drog slutsatsen att rationella företag kommer vilja använda privata laddstationer i så stor utsträckning som möjligt, vilket förmodas vara aktuellt i laddområden med flera laddstationer där effektbehoven är så höga att lägre elpriser kan erhållas.

5.4 Aktörer vid laddinfrastruktur för dagligvaru- /livsmedelsdistribution

Aktörer som är/kan vara relevanta vid införande av laddinfrastruktur inom dagligvarubranschen/livsmedelsgrossister:

- Användare – dagligvaruföretag/livsmedelsgrossister (åkerier/speditörer) och förare till de laddbara ellastbilar
- Elhandelsbolag – utöver de som driver försäljning och fakturering av el direkt mot användare eller via annan aktör
- Elnätsaktör – som har ansvar för elnät och nödvändiga kopplingar mellan kraftnät och stationär infrastrukturladdning
- Fastighetsägare – hyr ut mark och lokaler till dagligvaruföretag
- Fordonstillverkare – tillverkar eldriva fordon
- Laddinfrastruktursbolag – agerar inom området laddinfrastruktur, där uppläggen kan variera. Ett exempel är ChargePoint som säljer hård- och mjukvara men som ej äger den
- Laddoperatör – tillhandahåller och hanterar betallosningar, underhåller laddinfrastruktur och erbjuder kundsupport
- Laddstationsägare – investerar i stationär laddinfrastruktur, drift och underhåll samt mätning och debitering
- Parkeringsbolag – tillhandahåller parkeringsplatser, publika och/eller semi-publika laddplatser
- Teknikleverantör/Laddinfrastrukturstillverkare – utvecklar, tillverkar och erbjuder hårdvara för stationär laddning
- Väghållare – aktör som enligt lag har väghållaransvar

5.5 Leverantörer av laddinfrastruktur

Ett tjugotal leverantörer av laddinfrastruktur har identifierats som relevanta för lastbilstillämpningar (Lund *et al.*, 2019) :

- ABB,
- Amply Power,
- BTCPower,
- ChargePoint (inkl. fd GEs charging network),
- Chateau Energy Solutions,
- ClipperCreek,
- Eaton,
- electriphi, Inc,
- eMotorWerks,
- EV Connect,
- EVgo,
- EVoCharge,
- EVSE LLC,
- Greenlots (förvärvat av ett dotterbolag till Royal Dutch Shell 2019),
- Pacific Lighting & Energy Management Company (PLEMCo),
- PowerFlex Systems,
- Rhombus Energy Solutions,
- Siemens,
- Tellus Power,
- Tritium (Australian-based) och
- Webasto

I Sverige står ABB bakom laddutrustningen som finns i Göteborg, se avsnitt 5.1.3. Det finns sedan 2014 avtal mellan Volvo Bussar och ABB om automatiska laddsystem för laddning av elektriska bussar och elhybridbussar. Genom samarbetet kan kompletta elbussystem för städer erbjudas. Scania har gått samman med den franska energikoncernen Engie och dess dotterbolag Evbox group för att erbjuda anpassade och kompletta e-mobilitetslösningar i 13 Europeiska länder (Transportnet, 2020).

5.6 Exempel på affärsmodeller för publik laddning

Företag med drivmedelsstationer, som traditionellt jobbar med att försörja fordon med drivmedel, har börjat erbjuda laddningstjänster för främst personbilar. Ett exempel är Circle K som samarbetar med den europeiska laddkoncernen Mer (tidigare Bee Charging Solutions) och det europeiska nätverket IONITY (med s.k. ultrasnabbladdare med upp till 350 kW). Circle K laddare finns hittills på 58 stationer: 9 stationer med Circle K laddare, 38 med Mer-laddare och 22 med IONITY-laddare (Circle K, 2021). De egna laddarna har effekter på 50, 150 eller 300kW och CCS och CHAdeMO-uttag. Betalning sker per laddning. En laddning från noll till 80 % för en personbil tar ca 40 minuter med 50 kW effekt medan laddning med supersnabbladdarna på 350 kW går på under 10 minuter.

Inom Stockholms stad utvecklas laddgator (dock ej för tunga fordon) där staden skriver nyttjanderättsavtal med privata aktörer som erbjuder laddning för att sätta upp laddinfrastruktur på gatumark.

Ett exempel på aktör med publik laddning är parkeringsbolag. Det kommunala bolaget Stockholm Parkering som har 2 100 laddplatser i sina anläggningar varav 1 400 finns på besöksparkeringar. Av de 20 400 p-platser som finns för uthyrning är således 3 % försedda med laddplats. För de 23 000 besöksparkeringar är motsvarande siffra 6 %. Bolaget har både egna anläggningar och agerar på uppdrag av andra fastighetsägare. Det finns tre varianter av affärsupplägg för personbilsanvändare:

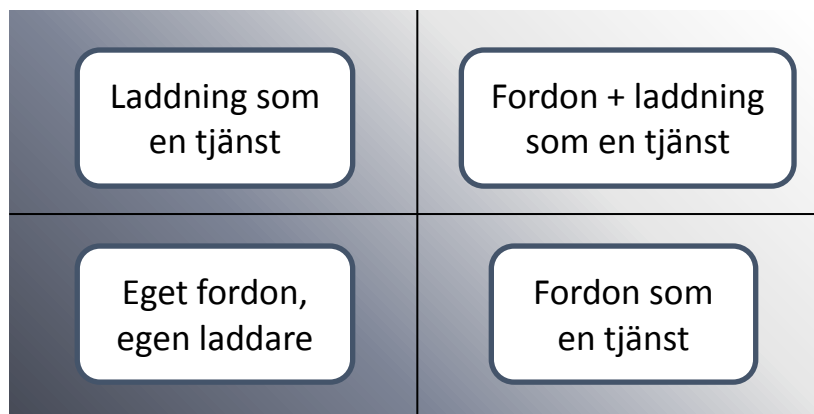
- *Ladda på besöksparkering* – När du besöksparkerar hos Stockholm Parkering betalar du endast parkeringsavgiften. Elen ingår.
- *Ladda på abonnerad p-plats* – Om du abonnerar p-plats, d.v.s. hyr en rörlig dekalplats, ingår elen i hyrpriset. Du kan ladda din elbil på valfri ledig plats.
- *Ladda på förhyrd p-plats* – Om du hyr fast p-plats och vill ha laddmöjlighet för din elbil kostar det utöver normala hyrespriset 500 kr extra per månad, inkl. moms.

Den vanligaste uttagstypen hos Stockholm Parkering är Typ 2 Mode 3. Strömstyrka för laddplatserna på besöksparkeringar är oftast 16 A 1-fasström. I vissa garage är elen lastbalanserad vilket vid kapacitetsbrist innebär att laddningen kan fortsätta men i lägre laddström.

5.7 Utveckling av affärsmodeller för depåladdning

Vid installation och användning av laddinfrastruktur kan flera olika affärsmodeller tillämpas. Användare av laddutrustning befinner sig någonstans på skala mellan att äga all utrustning själv till att inte äga någon del. För depåladdning finns flera affärsmodeller att utveckla med olika grad av eget ägande av fordon och laddinfrastruktur. I dagsläget har användarna främst köpt in fordon och laddare för eget ägande. Möjliga framtida affärsmodeller innefattar erbjudande om:

- Försäljning av elfordon och laddinfrastruktur, hård- och mjukvara, tillsammans eller var för sig
- Elfordon som en tjänst
- Elfordon och laddinfrastruktur som en tjänst
- Elfordon och laddning som en tjänst
- Laddinfrastruktur som en tjänst
- Laddning som en tjänst



Figur 5.10 Möjliga inriktningar på affärsmodeller för elfordon och laddinfrastruktur för depåer.

Figur 5.10 illustrerar möjliga inriktningar på affärsmodeller för elfordon och laddinfrastruktur för depåladdning. Fordonstillverkare kan erbjuda tjänsten transportkapacitet som en helhetstjänst, istället för att sälja en enskild lastbil. Exempel på existerande samarbeten och tjänster: i dagläget har flera fordonstillverkare samarbeten med tillverkare av laddinfrastruktur t ex Volvo trucks och ABB, Scania och Engie (Evbox). Elproducenten Vattenfall (2021) erbjuder Power-as-a-Service, effekt som en tjänst, vilket är en helhetslösning där de äger och tar ansvar för den elektriska infrastrukturen – högspänningsnät och laddinfrastruktur för fordonsflottor med lastbilar, bussar och andra fordon. Vattenfall står för äganderätt, elsäkerhet, underhåll, återinvesteringar och åtgärder vid brister. Användaren betalar en fast månadsavgift under en period på ca tio år för tjänsten. Initial investering och risktagande är störst när fordon och laddare ägs helt inom den egna företaget. Högre grad av leasing möjliggör depåladdning utan lika högt initialt investeringskapital.

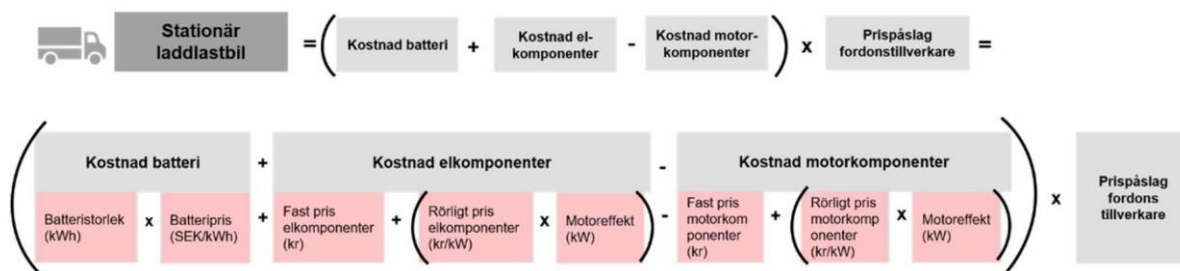
För de enstaka tillfällen när elliastbilar behöver stödladdas vid laddare som inte finns vid egna depåer eller mottagningspunkter kan publika laddplatser komma att användas. I dagläget är de som finns anpassade för personbilar snarare än lastbilar. Vägghållare, kommuner, drivmedelsstationsägare, fastighetsägare och parkeringsbolag är exempel på aktörer som skulle kunna utveckla affärsupplägg för lastbilsladdning.

5.8 Kostnadsaspekter

Generellt kan sägas att inom 5-10 år kommer det troligen att vara kostnadseffektivt att köra elliastbil och det gäller med dagens teknik för lastbilar som (Grauers, 2020):

- används varje dag
- kör lika mycket de flesta dagar
- kan ladda ”hemma” på natten

Med stöd kan det bli kostnadseffektivt tidigare. På längre skikt bedöms den totala kostnaden för batteri, laddinfrastruktur och elförbrukning komma under 4 kr/kWh vilket gör att kostnaden för eldrivna lastbilar bli lägre än för diesellastbilar (Grauers, 2020). Merkostnaderna för elliastbilar kan delas upp i utgiftsposter enligt figur 5.11.

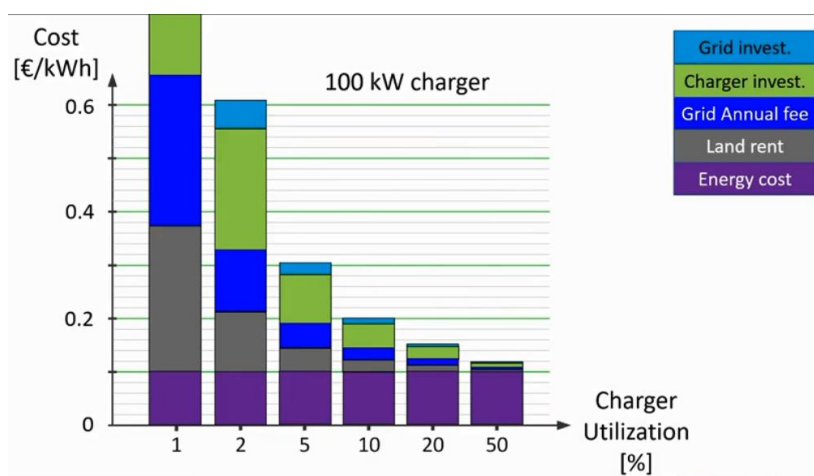


Figur 5.11 Merkostnad för ellastbil, stationär laddning (från TRV, 2021)

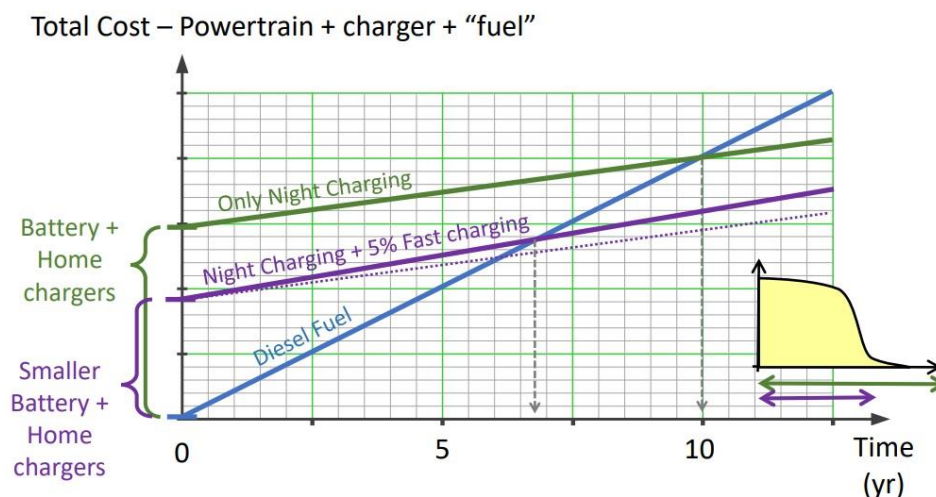
Kostnaden för en icke-publik laddningspunkt är enligt en litteraturstudie av Karlström (2020) cirka 2 000 SEK/kW om för växelström (AC), och cirka 4 000–6 000 SEK/kW om det är laddning med likström (DC). Tabell 2 visar fördelning av uppskattade kostnader för investering i laddare och elnät enligt Grauers (2020). Eftersom många kostnader för laddare och elnät är fasta så kommer det bli billigare ju fler timmar de används, se figur 5.12. För att få kostnadseffektiv laddning så bör utnyttjandegraden vara minst 10 %, vilket motsvarar 2,5 timmar per dygn på full effekt (Grauers, 2020). Kostnad för energi och installationer är i det fallet ungefär lika stora. Kostnaden för egen nattladdning (dvs ombordladdare + laddbox, används 40 h/vecka, billig nattel), ca 1,5 kr/kWh, bedöms bli mycket lägre än den för publik snabbbladdning (delas av många, laddare används ca 20 h/vecka, inkluderar vinst till ägaren) ca 4 kr/kWh. Den initiala kostnaden för ellastbilar och tillhörande infrastruktur är betydligt högre än den för dieseldrivna lastbilar. Figur 5.13 illustrerar principen för kostnadsutveckling för systemlösning med eldrift respektive dieseldrift.

Tabell 2 Uppskattade kostnader för installation och användning av laddare (Grauers, 2020)

	Kostnad	Avskrivningstid
Laddare	3000 kr/kW	7 år
Elnätkoppling (nytt nät sista biten)	2000 kr/kW	21 år
Årliga avgifter för elabonnemang	200 kr/kW/år	
Hyra av mark som laddare står på (kan vara väldigt olika)	20 000 kr/år	
Energikostnad	1 kr/kWh	



Figur 5.12 Fördelning av kostnader för laddinfrastruktur och energianvändning beroende på hur hög utnyttjandegraden för laddarna är (Grauers, 2020)



Figur 5.13 Princip över ekonomiska aspekter över tid för ellastbilar jämfört med dieselastbilar (Grauers, 2020)

Trafikverket har under de senaste åren utrett kalkyler och organisation kring elvägar. I samband med det har ett par företagsekonomiska kalkylmodeller tagits fram för elväg samt stationär laddning. Modellerna kan användas för att analysera scenarier med kombinationer av elväg, stationär laddning och bränsleceller som elektrifieringstekniker (Trafikverket, 2021c). Kalkylmodellen avses fungera som beräkningsstöd för olika konfigurationer av ett system bestående av laddinfrastruktur och på ett övergripande plan simulera konsekvenser utifrån definierade indata. De är dock inte utformade för att användas som underlag för beslut om satsningar på stationär laddning, utan användare som avser gå vidare med investeringsbeslut rekommenderas att genomföra egna analyser i egna modeller för att få ett komplett och rättvisande underlag. För de olika elektrifieringsteknikerna har Trafikverket pekat ut vilka körmönster och delmarknader respektive teknik passar för samt hur systemutbyggnad och fördelning i TCO troligen kommer se ut, se tabell 3.

Tabell 3 Olika elektrifieringstekniker och dess egenskaper (Trafikverket, 2021c)

	Elväg	Stationär laddning	Bränsleceller
Passande körmönster	Långa avstånd, högt trafikerade stråk	Varierande, främst kortare körsträckor	Långa sträckor, oregelbundna körsträckor
Delmarknader	Fjärrfordon	Lokala regionala och fjärrfordon	Fjärrfordon och specialfordon
Systemutbyggnad	Etappvis utbyggnad, infrastruktur färdigställs först	Flexibel, etappvis utbyggnad	Flexibel, etappvis utbyggnad
TCO för fordon	Större vikt vid fordonsinvestering	Större vikt vid fordonsinvestering	Större vikt vid bränslekostnad

6 Laddinfrastruktursatsningar/-projekt för tyngre fordon i Sverige

I följande stycken presenteras aktiviteter och projekt som avser elektrifiering av de tyngre fordonen i Sverige med fokus på laddinfrastruktur.

6.1 Stöd vid inköp av ellastbil

Från september 2020 finns en särskild klimatpremie för lastbilar och arbetsmaskiner att söka. Premien är en del av flera klimatpremier, som regeringen (2020c) beslutat om, fram till 2022 varav lastbils-/arbetsmaskinpremier uppgår till 20 miljoner kronor. Premien gäller vid inköpstillfället för företag, kommuner och regioner som köper in tunga lastbilar som drivs av el, gas eller bioetanol och större arbetsmaskiner som drivs på el. Enligt NyTeknik (2020) räcker premien till ca 70 fordon.

För elbussar finns en premie sedan 2016. Elbusspremier går i korthet ut på att aktörer som bedriver kollektivtrafik (såsom regionala kollektivtrafikmyndigheter, kommuner, aktiebolag samt trafikföretag) kan söka ersättning för en del av merkostnaden för anskaffning av el-, laddhybrid-, bränslecells- och trådbussar med en transportkapacitet på mer än 14 passagerare som ska användas i kollektivtrafik. Premien regleras i *Förordning (2016:836) om elbusspremie* (Sveriges riksdag, 2020). Ersättningen utgörs av 10 % av elbussens inköp för en kollektivtrafikmyndighet, kommun eller aktiebolag som fått befogenhet att upphandla kollektivtrafik. För trafikföretag utgör premien 40 % av mellanskillnaden mellan en elbuss och närmast jämförbara dieselbuss. Laddhybridbussar erhåller halva premiebeloppet. Maxbeloppet som en aktör kan söka är 25 miljoner kr per kalenderår.

Trafikverket lyfter genom sitt arbete med regeringsuppdragen om elvägar och laddinfrastruktur fram behovet av tillfälliga statliga stöd, respektive styrmedel, såsom höjda drivmedelspriser, en miljölastbilspremie eller stöd för byggande av laddinfrastruktur för stationär laddning (Trafikutskottet, 2020).

6.2 Stöd vid inköp av laddutrustning

Via Klimatklivet kan olika slags organisationer som företag, regioner och landsting, kommuner och kommunala bolag, föreningar, bostadsrättsföreningar och stiftelser söka stöd för konkreta klimatsatsningar (Naturvårdsverket, 2021a). Satsningarna måste vara fysiska investeringar och gäller inte för åtgärder som är påbörjade eller av lag tvingade. Stöd till laddningsplats går även att söka för andra fordonstyper än personbil, såsom lastbil, båt, buss, flyg, oavsett om laddningsstationerna kommer vara publika eller ej.

För fastighetsägare och bostadsrättsföreningar finns specifikt stöd att söka för installation av laddpunkter som i huvudsak kommer användas av boende eller anställda (Naturvårdsverket, 2021b). Stödet ges som ett engångsbelopp med högst 50 % av de bidragsberättigade kostnaderna, dock högst 15 000 kr per laddpunkt. För privatpersoner finns sedan 1 januari 2021 skattereduktion att söka från Skatteverket.

6.3 Insatser från Sveriges regering

Nedan redovisas insatser från den svenska regeringen som innefattar laddinfrastruktur för ellastbilar.

6.3.1 Elektrifieringskommissionen

Regeringen har inrättat en elektrifieringskommission med uppdrag att påskynda elektrifieringen av de tunga vägtransporterna och transportsektorn som helhet (Regeringen, 2020a). Kommissionen ska vara

ett rådgivande organ för löpande utbyte av erfarenheter mellan regering och företrädare för näringsliv, intresseorganisationer, forskningsinstitut, universitet och högskolor, kommuner och regioner m.fl. Särskilt fokus för hur elektrifieringen kan påskyndas bör ske inom områdena: Regionala godstransporter, Elektrifiering av de statliga vägarna, För industrin viktiga stråk samt Elektrifiering av transporter i bygg- och anläggningsprojekt. Ordförande i kommissionen är infrastrukturminister Tomas Eneroth. Förutom den särskilda utredaren för Elvägar är följande organisationer representerade i kommissionen: Region Västerbotten, Vattenfall Eldistribution, Göteborgs hamn, Transportföretagen, Nordion Energi, Scania, Hitachi ABB Power Grids i Sverige, Näringslivets transportråd, Northvolt, Volvo AB, E.ON Energidistribution, Power Circle, Swedish Electromobility Centre, Stena Line, Ernsts Express samt Region Skåne.

6.3.2 17 löften för att elektrifiera regionala godstransporter

Ett resultat av elektrifieringskommissionens arbete är 17 elektrifieringslöften från regioner, länsstyrelser och näringsliv, med konkreta åtaganden från 252 aktörer (Regeringen 2021-05-31). Regionerna är: Dalarna, Gotland, Gävleborg, Halland, Jämtland Härjedalen, Jönköping, Kronoberg, Norrbotten, Skåne, Stockholm, Uppsala, Värmland, Västerbotten, Västernorrland, Västmanland, Västra Götaland och Östergötland.

6.3.3 Uppdrag att analysera behovet av laddinfrastruktur för snabbbladdning av tunga fordon längs större vägar

Trafikverket har i ett regeringsuppdrag analyserat behovet av laddinfrastruktur för snabbbladdning av tunga fordon längs större vägar (Trafikverket, 2021a). Uppdraget presenterades i februari 2021. Enligt en genomförd scenarioanalys antas antalet eldrivna lastbilar över 3,5 ton som nyttjar stationär laddning uppgå till över 70 000 fordon till 2040.

Trafikverket konstaterat vidare att det inte finns några legala hinder att bygga ut infrastruktur för stationär laddning. Dock kan tillståndprocesser för att bygga kompletterande elnät fram till laddstationer behöva ses över för snabbare processer. De standarder som finns och tillämpas inom Europa för normalladdning och snabbbladdning med laddeffekter på upp till 375 kW anses erbjuda tillräcklig laddkapacitet för majoriteten av tunga fordon i lokal och regional distribution.

Trafikverket rekommenderar att, för att påskynda omställningen till ett elektrifierat transportsystem, att en klimatpremie för eldrivna tunga fordon (för stationär laddning) införs på upp till 350 000 kr per fordon år 2030–2035. Om inte reduktionsplikten höjs enligt liggande förslag skulle ett högre stöd på upp till 550 000 kr per fordon behöva införas. Trafikverket betonar dock att perioden fram till år 2030 är ännu viktigare men har inom uppdraget inte haft möjlighet att utreda och föreslå vilka nivåer som vore lämpliga.

Trafikverket anser även att det initialt behövs stöd för utbyggnad av publik och semi-publika laddningspunkter. Ett förslag är ett klimatstöd införs på motsvarande upp till 50 % av investeringskostnaden fram till år 2030. Från 2035 bedöms dessa laddningspunkter klara sig kommersiella utan stöd. Ett område som kan behöva ses över är dock tillståndprocesser för att bygga kompletterande elnät fram till laddstationerna.

6.3.4 Uppdrag att planera för en utbyggnad av elvägar

Regeringsuppdraget att planera för en utbyggnad av elvägar innebar att Trafikverket ska upprätta ett förslag till en plan för en samhällsekonomiskt lönsam elektrifiering av delar av det statliga vägnätet. Detta i syfte att, genom utbyggnad av elvägar, halvera utsläppen av växthusgaser från den tunga trafiken på det statliga vägnätet.

I uppdraget som redovisades till Regeringskansliet i februari 2021, anser Trafikverket att elektrifiering av tunga fordon för lokal distribution- och regionala transporter är möjligt att genomföra med batteriförsedda fordon som laddas stationärt (Trafikverket, 2021b). Trafikverket rekommendera att avvakta med att påbörja en storskalig utbyggnad av elvägar i ett för tidigt skede, då den tekniska utvecklingen för olika system för att elektrifiera transportsektorn sker i snabb takt. Utvecklingen av batterier tillsammans med den kunskap som framkommit gällande körmonster för fordonen ger tydliga indikationer på att det är kostnadseffektivt att elektrifiera en majoritet av lokala- och regionala transporter i Sverige med ett system med stationär laddning. För fjärrtransporter ser Trafikverket flera troliga alternativ för elektrifiering: elvägar, bränsleceller och stationär laddning.

6.3.5 Särskild utredare för elvägar

En särskild utredare har utsetts, som ska analysera och föreslå hur en reglering av elvägar kan utformas och hur drift och underhåll av elvägar kan finansieras (Regeringen, 2020b). Utredaren ska utarbeta nödvändiga författningsförslag och redovisa sina förslag till regeringen senast den 1 september 2021.

6.4 Satsningar/projekt om laddinfrastruktur

Följande stycken presenterar pågående satsningar/projekt som fokuserar på laddinfrastruktur med punktladdning för tyngre vägfordon.

6.4.1 RegionEL

I Västra Götalandsregionen pågår projektet Region EL – *Laddinfrastruktur för stationär laddning av lätta och tunga fordon i Västra Götaland*. Projektet verkar för att vara en samlande kraft för en större elektrifiering av transportsektorn (Västra Götalandsregionen, 2019). Deltagare är fordonsaktörer, elnätsbolag och offentliga aktörer. Det övergripande målet är att ”skapa ett eller flera konsortier bestående av fordonsindustrin, åkerier, speditörer, transportköpare, elnätsbolag, fastighetsbolag och i samverkan med Västra Götalandsregionen (VGR) och kommunala aktörer ta fram en projektbeskrivning för uppbyggnad av en bärande laddinfrastruktur i VGR som kan accelerera övergången till elektrifierade lätta och tunga fordon” (Ohlin, 2020). Projektmålen är: ett förslag på sammanhållet regionalt system för laddning av tunga lastbilar baserat på verklig potential och förutsättningar från åkerinäringen samt ett förslag på lokalisering av snabbaddare för tunga lastbilar utmed de större stråken i regionen.

De generella intrycken från möten med åkerier är att (Ohlin, 2021a)

- Åkerierna är intresserade, pålästa och positiva till ny teknik
- En stor del av flottan skulle kunna elektrifieras
- Lönsamheten är helt avgörande

Hittills har trafiken hos två åkerier har analyserats avseende lokaldistribution i Göteborg med omnejd respektive regional distribution. För de två åkerierna framkom följande:

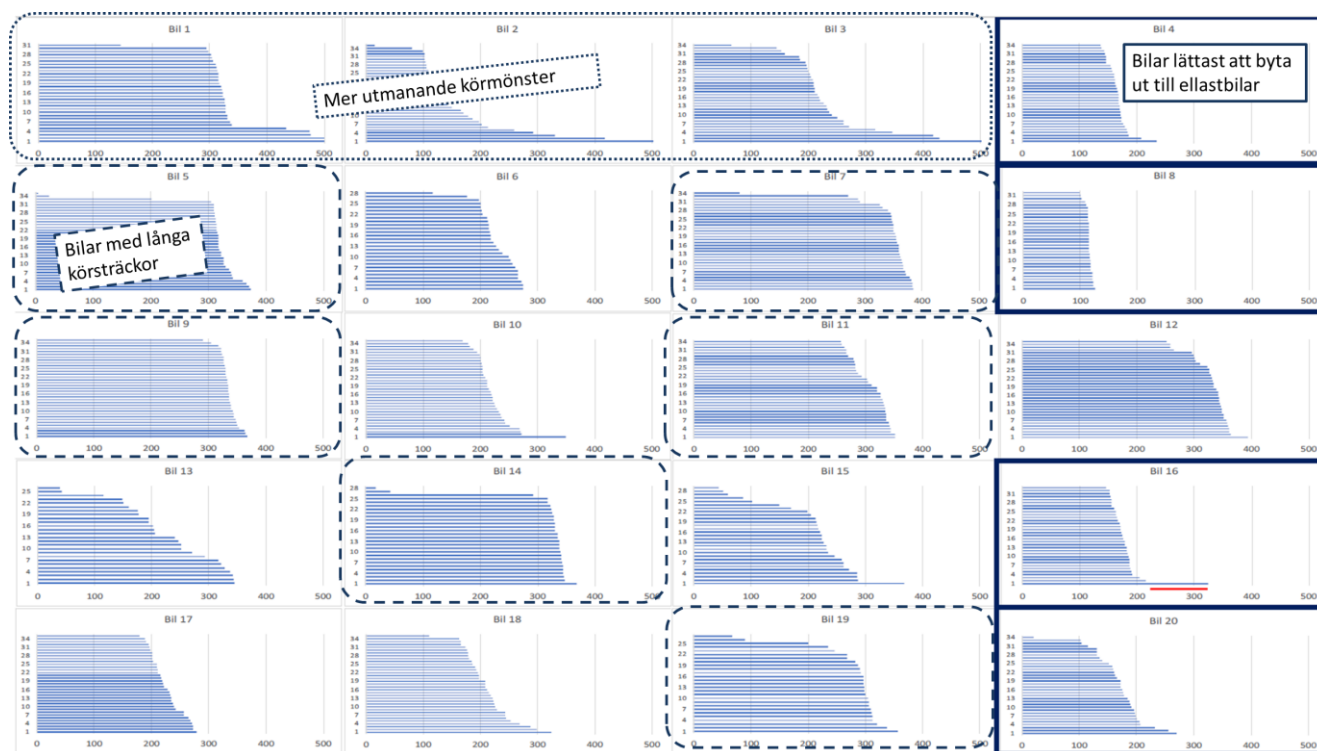
Åkeri 1 har en terminal på Hisingen i Göteborg och har en flotta på cirka 40 tunga lastbilar där merparten utför distribution i och omkring Göteborg. Baserat på en veckas körning, för 36 lastbilar över 3,5 ton med dagliga körsträckor mellan ca 20–150 km, beräknades den totala ackumulerade dagliga energiförbrukningen till 2,2–3,3 MWh för lastbilarna. Laddeffekten beräknades för tre scenarier: låg – 1,0 kWh/km, medium – 1,2 kWh/km och hög – 1,5 kWh/km. För laddning under 12 timmar krävs i fallet med medelhög energiförbrukning effekt på 222 kW totalt och 6 kW per fordon, se tabell 4.

Tabell 4 Beräknad laddeffekt för åkeri 1 samt åkeri 2 i RegionEL (Ohlin, 2021a)

Available charging time (h)	Aggregated			Per vehicle (average)		
	Low (kW)	Medium (kW)	High (kW)	Low (kW)	Medium (kW)	High (kW)
8	278	333	417	8	9	12
10	222	267	333	6	7	9
12	185	222	278	5	6	8
14	159	190	238	4	5	7
16	139	167	208	4	5	6

Available charging time (h)	Aggregated			Per vehicle (average)		
	Low (kW)	Medium (kW)	High (kW)	Low (kW)	Medium (kW)	High (kW)
8	559	671	838	28	34	42
10	447	537	671	22	27	34
12	373	447	559	19	22	28
14	319	383	479	16	19	24
16	270	335	419	14	17	21

Åkeri 2 har en terminal i Härryda och har cirka 20 tunga lastbilar som utför distribution i Göteborgsområdet och regionalt i Västsverige. Körsträckorna varierar mellan ca ett tiotal km till över 500 km per dag. Den totala körsträckan per dag varierade lite och låg på ca 4 500 km. Det totala effektbehovet med 12 timmars laddning krävs i fallet med medelhög energiförbrukning effekt på 447 kW totalt och 22 kW per fordon, se tabell 4. Bilarna kan delas in olika kategorier beroende på hur lätt de skulle kunna ersättas med ellastbilar utifrån deras körmönster, se figur 6.1.



Figur 6.1 Körsträckor för 20 fordon vid åkeri 2 i RegionEL under 34 dagar. Inringade diagram är exempel på fordon lättast att byta ut (heldragna kantlinjer), fordon med långa körsträckor (streckade kantlinjer) och fordon med mer utmanande körmönster (prickade kantlinjer) (Ohlin, 2021a, bearbetad)

RegionEl har resulterat i ett par följdprojekt: REEL – *Regional Electrified Logistics* och SLaddEl – *Skandinavisk Laddinfrastruktur för Ellastbilar* (Ohlin, 2021b).

REEL

I projektet, Re:EL - *Initial systemdemonstration av regionala elektrifierade logistikflöden*, initieras demonstrationer i Stockholm Mälardalen samt Västra Götaland för att testa och utveckla elektrifiering av regionala transporter med tunga lastbilar i praktiken. Projektet fokuserar på transporter på upp till 30 mil i Mälardalen och Västra Götaland. Medverkande parter i projektet är Chalmers, Closer, Dagab,

DHL, EVBox, Göteborg Energi, Scania, Vattenfall och Volvokoncernen. Projektet stöds via Vinnova och pågår 2020–2021.

I Mälardalen kommer exempelvis en 3-axlig ellastbil från Scania med kylaggregat och testas för distribution från Dagabs lager i Jordbro till ett antal olika butiker etc, i Stockholmsområdet (Björkquist, 2020). I Västra Götaland kommer en ellastbil, en helelektrisk Volvo FH med en bruttovikt för en hel fordonskombination på upp till 60 ton, att testköras mellan två av DHLs terminaler i Göteborg och Jönköping, en sträcka på 150 km (DHL, 2021). I projektet ingår även en förberedelse inför en storskalig systemdemonstrator med regionala logistikflöden, cirka 100 batterielektriska lastbilar i regionala flöden i Mälardalen, Västra Götaland och Skåne inklusive stödjande laddinfrastruktur (Vinnova, 2021).

Erfarenheter från projektet förväntas bland annat klargöra frågor som (Closer, 2020a): Vem tar kostnaden och risken när lastbilar blir dyrare att producera? Var och hur är det praktiskt att ladda elektrifierade lastbilar? Vilken infrastruktur behövs när många ska ladda samtidigt? Vad innebär det när transporter, lastning och lossning i större utsträckning kanske på natten för att utnyttja kapacitet eftersom fordonen är tystgående? Kan ett elektrifierat godstransportsystem öka transporteffektiviteten ur såväl energi-, miljö-, resurs- som ekonomiskt perspektiv? Hur optimeras logistikflöden och schemaläggning för förare, fordon, laddstationer och lastplatser för att minimera stopptid för lastbilarna? Hur garanteras öppenhet och standardisering som möjliggör konkurrens och ekonomisk bärighet i alla delar av systemet? Hur kan offentlig styrning och stöd effektivt främja utvecklingen i övergången?

Logistikbehov och systemkoncept kommer att matchas avseende: komplett fordon (konfigurering av lastbilar med avseende på påbyggnad och batteristorlek), lastplatser, laddstrategi (effekt, energi, depå/destination/publik), laddstationer (inklusive lokalisering, laddpunkter, fysisk utformning och nätkopplingar), relaterade tjänster samt övergripande operationsstyrning (Closer, 2020c).

SLaddEI – Skandinavisk laddinfrastruktur för ellastbilar

Skandinavisk laddinfrastruktur för ellastbilar har som mål att forma ett nätverk av aktörer och organisationer som identifierar gemensamma behov och utbyter kunskap om existerande samt framtida regelverk, ekonomiska incitament, systemlösningar, tjänster samt produkter för elektrifierade lastbilstransporter (Closer, 2020b). Exempel på en checklist för aktörer intresserade att installera laddinfrastruktur finns i bilaga 1. SLaddEIs finansörer och huvudpartners är Intereg Öresund-Kattegatt-Skagerak, Västra Götalandsregionen, Region Halland, Region Skåne, Business Region Göteborg, Region Huvudstaden samt Viken fylkeskommune. De ingående regionerna siktar på ett gemensamt systemarbete för intra- samt inter-regionala elektrifierade vägtransportssystem.

6.4.2 Dencity

Syftet med projektet DenCity är att utveckla innovativa lösningar för hållbara och yteffektiva person- och godstransporter i täta städer samt att bidra främst till samhällsutmaningen Hållbara städer och samhällen. En del av DenCity, ”Nollemitterande transporter“, fokuserar på att elektrifierade tunga gods- och avfallsfordon ska kunna användas i kommersiell trafik i Sverige och övriga Europa.

En helelektrisk testbil från Volvo används sedan våren 2019 av åkeriföretaget TGM för att genom DB Schenker transportera matvaror åt Coop i Göteborg. Den ursprungliga planen var att ta fram ett elhybridfordon, men under projekts gång kom detta att ändras till ett helelektriskt fordon, Fordonet har 3 batterier på vardera 50 kWh, eller totalt 150 kWh. Batterierna väger 500 kg styck, eller totalt 1500 kg. Lastförmågan ligger på strax över 6 ton och fordonet rymmer 18 pallar. Det kan köra ca 12 mil per dag med kylanordning i lastutrymmet påslagen. Kylaggregatet är från Frigoblock,

TermoKing. Lastbilen laddas nattetid 7–9 timmar vid DB Schenkers terminal i Bäckebol, men kan även stödladdas dagtid vid snabbaddare. På ca 30–40 minuter laddas batterierna med snabbaddning till ca 70 %.

Erfarenheter från Åkeriföretaget TGM (Nilsson, 2020):

- Det har fungerat fantastiskt bra att ha bilen i drift och föraren har varit mycket nöjd. Att slippa både buller och vibrationer upplevs som mycket positivt.
- Det har fungerat bra att nattladda, stödladdning har inte behövts i särskilt stor grad.
- Inga stora tekniska problem sett från TGMs sida. I början fanns vissa saker som behövde åtgärdas, t ex kopplat till väta ute och hur det skvätter. Lite småproblem har funnits med att få laddstationen att synka med bilen.
- Rörlig service upplevs inte ha behövts i någon större utsträckning jämfört med diesellastbilar. För påbyggnationer som bakgavellyft och kylaggregat är servicerutinerna desamma som för dieselfordon.
- Det har gällt att hitta de modeller som fungerar med avseende på de begräsningar som finns med körstäckor och lastförmåga. Körcykeln behöver planeras för kunna utnyttja räckvidden på 12 mil.
- Regelverken behöver nog ser över. Batterivikt ska kanske läggas utanför lastförmågan, vilket särskilt är relevant för lastbilarna med 3,5 tons totalvikt.
- Laddningen ses som en jätteutmaning framöver. Det har fungerat bra med en enda lastbil som ska laddas 7-9 timmar per natt, men farhågor finns hos transportföretaget om hur det ska gå framöver när det är många bilar som varje natt ska laddas, inom det egna företag såväl som annan laddning i närområdet. Det kommer behövas mycket el.
- I Göteborg finns två snabbaddstationer. När dessa har gått sönder har det ibland tagit flera dagar innan de åter fungerat. Detta är en utmaning att klara i framtiden.

6.4.3 Laddinfrastruktur för e-handelsdistribution av matvaror

Inom projektet ”E-handelsdistribution av livsmedel i städer med elfordon” (E-DEL) arbetar Chalmers Industriteknik, Gordon Delivery, E-Tron AB, Coop, Castellum och Stockholms Stad, för en ökad användning av elfordon vid transport av livsmedel i stadsmiljö (Chalmers Industriteknik, 2020). Projektet fokusera på att hitta en lösning som beaktar utmaningar och möjligheter med *tekniken* (då primärt fordonens kylanordningar och batterikapacitet), *infrastrukturen* (i form av omlastnings- och laddningscentraler) och *logistiksystemet* (t.ex. rutter, antal stopp, volymer, kundkrav) samtidigt. Målet är att vid projektet slut ha en färdig lösning som kan testas i verkliga distributionssystem.

6.4.4 Effektiva systemlösningar för tunga ellastbilar

Projektet ”Effektiva systemlösningar för tunga ellastbilar”, som leds av forskare på Chalmers Tekniska Högskola, avser söka svar på hur system av laddare och lastbilar kan göras kostnadseffektiva för olika typer av medellånga och längre transporter (Triple F, 2020). Genom att utveckla och använda analysmetoder på olika slags transportuppdrag syftar projektet att kunna visa på vilka nischer som är mest lämpliga att börja elektrifieras samt vad som kommer krävas av publika laddare för att bidra till en snabbare elektrifiering av tunga lastbilar.

6.4.5 *Insatser från Stockholm stad*

Stockholms stad har åtaganden i förbundet C40, som samlar världens största städer (König Jerlmyr et al., 2021). Inom samarbetet med C40 startas nätverket Cities Business Climate Alliance, där Stockholms fokusområde kommer att vara klimatsmarta leveranser. Ett mål för personbilar och lätta lastbilar som staden har är 2 000 offentliga laddplatser samt 2 000 i parkeringsgarage till år 2022.

Eltransport Stockholm 2030

Inom projektet Eltransport Stockholm 2030 (WSP, 2018) togs en handlingsplan fram för hur Stockholms innerstad kan elektrifieras till år 2030. Projektet genomfördes av WSP på uppdrag av Ellevio, Scania, Vattenfall och Volkswagen.

Erfarenheter: För lastbilar nämns i projektets slutrapport fyra alternativ för laddinfrastruktur. *Normalladdning i depå* där antalet laddpunkter baseras på hur många lastbilar som respektive transportföretag äger och som står i depån samtidigt. *Snabbladdning vid omlastningsnoder, eller "ändhållplatser"*, för lastbilar med relativt korta och förutsägbara transportmönster. Att snabbladda innebär att det inte krävs lika mycket batterier, och att fordonen kan bli mer kostnadseffektiva, vilket är lämpligt för citydistribution eller regional distribution. *Snabbladdning vid "elmackar" längs stora vägar* är lämpligt för långväga transporter in till Stockholm. Rapporten nämner att teknik håller på att utvecklas för ellastbilar som ska kunna laddas på 30 minuter och nå en räckvidd på ca 640 km (400 miles). Effektuttag på 1,6 MW skulle enligt rapporten då behövas. *Elvägar* som är lämplig för laddning av tunga lastbilar för långväga transporter som har en förutbestämd körsträcka.

En viktig slutsats är att det kommer krävas samverkan mellan aktörer i näringsliv, kommuner, företag, stat och andra organisationer för att nå målen om elektrifierade transporter till 2030. Gemensamma åtaganden, samarbeten kring byggande av laddinfrastruktur, enande av standarder, stärkta elnät och förbättra lagringsmöjligheter nämns som förutsättningar för att lyckas. Initiativtagarna till projektet inbjuder till en vidare dialog om hur en innovativ, lönsam, ren och harmonisk framtid i en stad där transporter är elektrifierade kan realiseras.

Elektrifieringspakten

Stockholms stad har startat Elektrifieringspakten, tillsammans med Ellevio, Scania och Volkswagen (König Jerlmyr et al., 2021). Konferensen *Elektrifieringspakten: så elektrifierar vi transporter i Stockholm till 2030*, genomfördes i mars 2021 i ett samarrangemang mellan Stockholms stad, Ellevio, Scania Sverige och Volkswagen Group Sverige. Syftet med konferensen är att starta en samverkan för att se till att elektrifieringen av transportsektorn kan realiseras så snart som möjligt i Stockholmsregionen (Eltransport Stockholm 2030, 2021). Det fortsatta arbetet sker i fyra arbetsgrupper med fokus på publik laddning, hemmaladdning, tung trafik och effekt.

7 Dagligvaru-/livsmedelshandeln i Sverige

Den svenska dagligvaruhandeln domineras av tre stora aktörer i segmentet butiker till privata kunder: ICA som står för mer än hälften av försäljningen följt av Axfood och Coop. Av den totala försäljningen år 2019 stod ICA för 52 %, Coop 19 %, Axfood 19 %, Bergendahls 5 % och Lidl för 5 % enligt Dagligvarukartan 2020 (DLF, 2020). I tabell 5 listas de lagerorter som de fem största aktörerna har i Sverige.

Tabell 5 Lagerorter för de största svenska dagligvaruaktörerna

ICA	Dagab (Axfood)	Coop	Bergendahls	Lidl
1265 butiker på 285 orter (ICA, 2021)	Levererar till ca 7 000 butiker och kunder. Partner till Willys (213 butiker), Hemköp (196 butiker) och Axfood Snabbgross. (Axfood, 2021a)	383 butiker (Coop, 2021)	City Gross: 43 stormarknader samt e-handel), Den Svenska Matrebellan (ett 70-tal butiker), Matöppet (ca 45 butiker) (Bergendahls, 2021)	204 butiker (Lidl, 2021)
<ul style="list-style-type: none"> • Västerås • Helsingborg • Kungälv • Göteborg, e-handel, • Stockholm, e-handelslager • (e-handelslager planeras i Malmö) 	<ul style="list-style-type: none"> • Jordbro • Göteborg, fullsortimentslager samt automatiserat höglager. • Haninge, fullsortiments-centrallager- och automatiserat höglager. • Jönköping, terminal för färskvaror transit. • Borlänge • Skellefteå • Årsta • Örebro • Bålsta (i drift 2023, högautomatiserat logistikcenter ersätter Jordbro, Borlänge, Årsta, Örebro, Skellefteå och Sätra) • Landskrona (i drift 2022, frukt och gröntlager, ersätter Helsingborg) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bro, centrallager • Västerås, färskvaruterminal • Enköping, fryslager • Kungens kurva, e-handel Eskilstuna (automationslager i drift 2024 parallellt ett par år innan det ersätter lagren i Bro och Västerås) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hässleholm, centrallager • Stockholm • Göteborg 	<ul style="list-style-type: none"> • Halmstad • Rosersberg • Örebro

Av de livsmedelsgrossister som levererar till restaurang och storkök är Martin & Servera, Menigo och Svensk Cater bland de största. I tabell 6 listas lagerorter för dessa. Martin & Servera har cirka 40 % av marknadsandelarna (Affärsvärlden, 2020).

Tabell 6 Lagerorter för ett urval av svenska livsmedelsgrossister med inriktning mot restauranger och storkök

Martin & Servera omsättning 2019: 11 883 607 tkr	Menigo omsättning: 6 832 017 tkr	Svensk Cater omsättning: 4 496 347 tkr
4 lager, 20-tal rangerorter	8 lager (Menigo, 2021)	16 lager (Svensk Cater, 2021)
<ul style="list-style-type: none"> • Umeå • Norrköping • Enköping • Halmstad 	<ul style="list-style-type: none"> • Stockholm • Göteborg • Karlstad • Malmö • Helsingborg • Sundsvall • Strängnäs (centrallager) • Västerås 	<ul style="list-style-type: none"> • Borlänge • Gävle • Göteborg • Kalmar • Karlstad • Linköping • Luleå • Malmö • Skellefteå • Stockholm • Söderhamn • Uddevalla • Ängelholm • Örebro • Örnsköldsvik • Östersund

Inom dagligvarubranschen och bland livsmedelsgrossisterna har flera företag, såsom ICA, Coop och Menigo, uppsatta mål om fossilfria transporter inom verksamheten till senast 2030. I storstadsregionerna Stockholm, Göteborg och Malmö har till exempel ICA ambitionen att transporter skall vara fossilfria redan 2025. Inom Axfood är målet att år 2020 vara klimatneutrala när det gäller den egna verksamheten. För transporter gäller en differentiering av fordonsparken till el, elhybrider, gas, ED95 samt andra hållbart producerade biodrivmedel. Coop arbetar med val av fordon och drivmedel, främst HVO (Hydrogated Vegetable Oil), samt samdistribution och planläggning av rutter för att minska miljöpåverkan från transporter. En tredjedel av Coops transportarbete utförs med det egna intermodala Coop-tåget.

Grossisten Svenska Cater har förpliktigt sig att minimera dess negativa påverkan på miljön från transporter. Martin & Servera har som mål att vidta omedelbara åtgärder för att bekämpa klimatförändringarna och dess konsekvenser och prioriterar minskning av bränsleförbrukning och utsläpp från transporter inom sin verksamhet.

7.1 Godsmängder dagligvaror och livsmedel

Godsmängderna i dagligvarubranschen kartlades av Trafikanalys (2015) genom att studera de fem största aktörerna Dagab, Axfood, Coop, Ica samt Bergendahls under en vecka (v. 37) 2013, se tabell 7. Den totala godsmängden uppgick vid den veckan till 111 400 ton. Aktörerna stod vid tillfället för över 90 % av försäljningen på dagligvarumarknaden. Den totala försäljningen uppgick för åren 2013 och 2019 till 232 respektive 270 miljarder kronor inklusive moms. Baserat på uppgifter om godsmängder, försäljning och marknadsandelar kunde den totala godsmängden inom dagligvarumarknaden således grovt uppskattas till ca 6,1 miljoner ton under hela 2013 och till ca 6,8 miljoner ton år 2019 (justerat för inflation).

Tabell 7 Mängder gods hanterat under vecka 37 2013 av de största aktörerna på dagligvarumarknaden samt försäljning 2013 och 2019

Aktör (fördelning ¹)	Godsmängd v. 37 2013 [ton] ¹	Försäljning inkl. moms 2013 [mnkr] ²	Försäljning inkl. moms 2019 [mnkr] ³
Ica (55 %)	ca 61 700	117,7	141,4
Coop (23 %)	ca 25 200	48,5	50,9
Axfood (4 %)	ca 4 700	37	50,1
Dagab (15 %)	ca 16 900		
Bergendahls (3 %)	ca 2 900	15,8	14,2
Lidl	ingick ej	7,7	13,7
Netto	ingick ej	5,3	ingår i Coop
Totalt	111 400	232	270

1 Trafikanalys (Trafikanalys, 2015)

2 Dagligvarukartan 2014 (Delfi, 2014)

3 Dagligvarukartan 2020 (DHL et al., 2020)

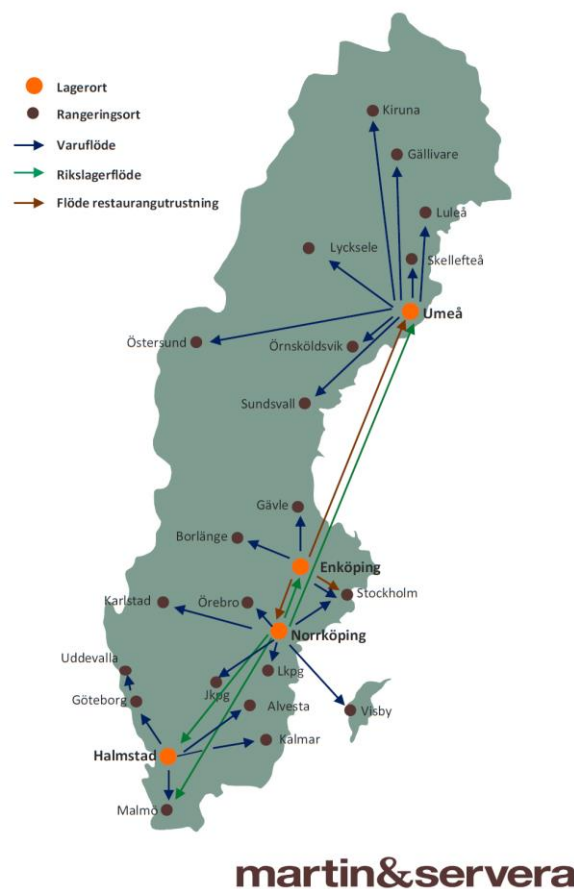
Leveranser till butiker omfattar generellt större varumängder och tar längre tid än leveranser till restauranger och storkök. Vid leverans till butiker finns således större möjligheter att stödladda vilket dessutom underlättas av att mottagaren ofta tillhör samma organisation som leveratören. Möjlighet till stödladdning under leveransrutter är betydligt mindre för de livsmedelsgrossister som stannar kortare tid vid olika butiker, eller anläggningar som inte tillhör samma organisation.

7.2 Martin & Servera Logistik

Martin & Servera Logistik är ett bolag inom Martin & Servera-koncernen vilket hanterar merparten av koncernens varuvolymer och distributionsflöden. Lager- och logistikverksamhet är uppbyggt kring fyra lagerorter Umeå, Norrköping, Enköping och Halmstad och ett antal rangeringsorter runt om i landet, se figur 7.1. Från rikslagret i Norrköping utgår flöden till övriga lagerorter Halmstad, Enköping och Umeå eller direkt till rangeringsorter där det samlas ihop med de övriga varuflödena. Från rangeringsorterna sker slutdistribution till kund i rullburar och pallar. I Enköping finns rikslagret för restaurangutrustning. Dessa varor flödas antingen vidare till övriga lagerorter för omlastning/rangering eller direkt till rangeringsort. Den totala lagerytan är 175 000 kvm på den 14 lagren (Martin & Servera, 2020).

Dagligen sker ungefär 5 000–6 000 leveranser till restauranger, hotell och storkök runt om i landet. För distributionen används totalt 400 fordon. Martin & Servera Logistik har 4 olika typer av distributionsupplägg:

- distribution med Martin & Serveras egenägda fordon och egenanställda chaufförer (ca 100 fordon),
- distribution med chartrade fordon där åkerier kör enbart för Martin & Servera,
- samdistribution där åkerierna även kör ut gods till andra kunder,
- mellantransporter.



Figur 7.1 Lagerorter, rangeringsorter och flöden inom Martin & Servera Logistik (Ekmyr, 2020)

7.2.1 Fordon hos Martin & Servera

Fordonsflottan består av till 95 % av fordon som drivs av dieselbränslen, inklusive HVO (Ekmyr, 2020). Det finns 24 gasdrivna lastbilar i fordonsflottan och 3 elhybridlastbilar, se tabell 8 (Martin & Servera, 2021a). Elhybridlastbilarna utgår från Stockholm, Enköping och Norrköping. Inversteringsstöd från Naturvårdsverkets Klimatklivet, om 2,5 miljoner kronor, har beviljats Martin & Servera för 20 biogasfordon de närmsta fyra åren (Martin & Servera, 2021b). Fordonsflottan är diversifierad men består främst av 2- och 3-axliga fordon. I storstäderna Stockholm och Göteborg dominerar 2-axliga lastbilar.

Under våren 2021 har Martin & Servera köpt in en eldriven lastbil FE från Volvo. Lastbilen ska användas för distribution i Stockholm och kommer att köras i tre skift: förmiddag, eftermiddag och natt. Laddningsstationen planeras ha en effekt på 150 kW DC, med möjlighet att ladda två fordon samtidigt.

Tabell 8 Martin & Serveras fordonsflotta

Tunga lastbilar	Antal/Andel
Diesel, inkl. HVO	ca 400; 95 %
Biogas	15 egna, 9 externa
Elhybrid (laddas under körning, drivs på RME)	2 egna, 1 extern

Martin & Servera Logistik har som mål att nå helt klimatneutrala transporter till 2030 (Martin & Servera 2021a). Avskrivningstiden för fordonen uppgår till 7–8 år. Martin & Servera Logistik arbetar efter en långsiktig plan för att fasa ut äldre bilar. För befintliga fordon kan övergång till HVO eller biodiesel (RME) vara ett sätt att nå fossilfrihet, men på sikt behövs investeringar i el- eller gasbilar/ED95 eftersom större delen av fordonsflottan behöver bytas ut.

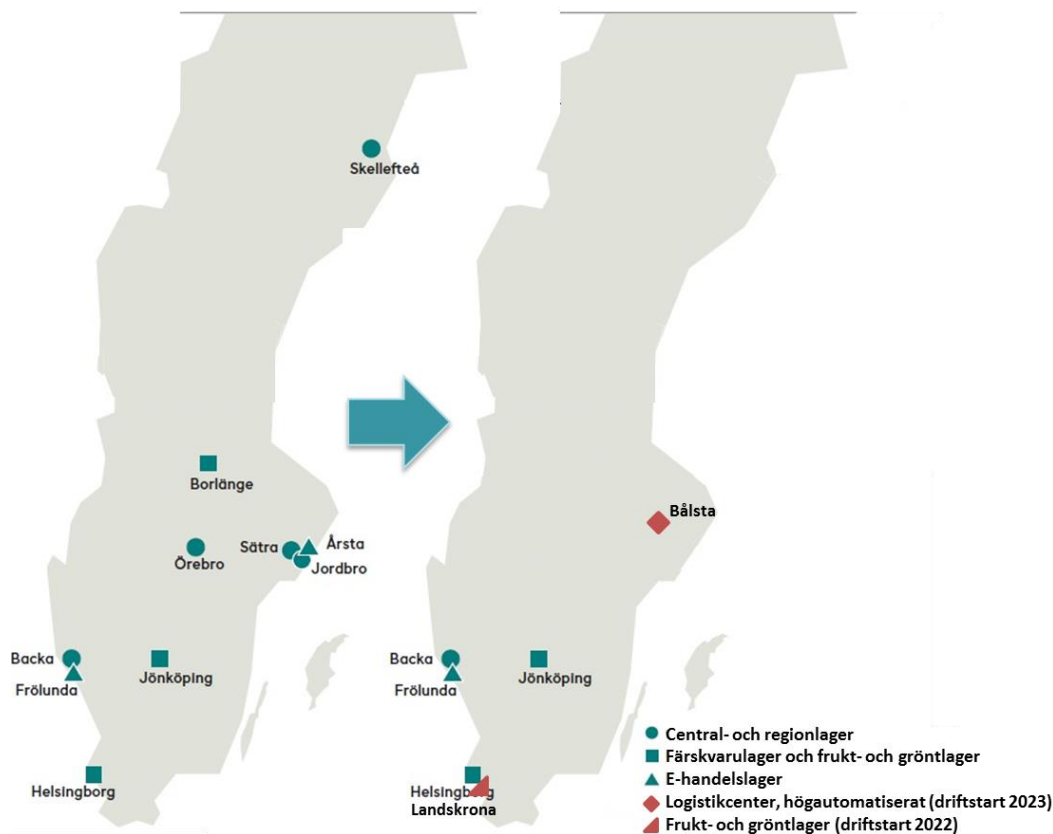
Växthusgasutsläppen från de egna godstransporterna år 2019 var 5 521 ton CO₂-ekvivalenter och 10 051 ton CO₂-ekvivalenter för köpta godstransporter. Det motsvarar 30,9 % respektive 56,2 % av Martin & Serveras totala utsläpp (Martin & Servera, 2020).

7.3 Dagab

Dagab Inköp & Logistik är Axfoods koncernens logistikbolag och fungerar som partner till butiker som Willys, Hemköp och Axfood Snabbgross. Axfood har ca 300 egna butiker och drygt 600 samverkande handlarägda butiker (Axfood, 2021).

- Dagab levererar till cirka 7 000 butiker och kunder runt om i Sverige (Axfood, 2021)
- Lagret omsätts i snitt var 11:e dag, totalt cirka 33 ggr/år (Axfood, 2021)
- 910 000 butiksleveranser 2019 (Axfood, 2020)

Lager och logistikverksamheten är koncentrerat kring två fullsortimentlager i Hisings Backa, Göteborg och i Jordbro, Stockholm samt ett antal mindre lager, se figur 7.2. Ett nytt logistikcenter, inklusive ett högautomatiserat lager, byggs i Bålsta vilket kommer att ersätta befintliga lager i Jordbro, Borlänge, Årsta, Örebro, Skellefteå och Sätra. Det nya lagret beräknas stå klart år 2023 och kommer då att hantera 60 % av Dagabs volymer (Axfood, 2020). I Landskrona kommer ett nytt frukt- och gröntlager byggas för driftstart 2022 (Axfood, 2021b). Det kommer ersätta det befintliga frukt och gröntlagret i Helsingborg.



Figur 7.2 Dagabs lager före och efter öppnandet av logistikcentret i Bålsta samt Frukt- och gröntlager i Landskrona (Axfood, 2021, bearbetad). Central- och regionlager finns i Backa, Örebro och Jordbro, Sättra och Skellefteå. Färskvarulager och frukt- och gröntlager finns i Helsingborg, Jönköping och Borlänge. E-handelslager finns i Frölunda och Årsta.

7.3.1 Fordon hos Dagab

Fordonsflottan hos Dagab består dels av drygt 150 tunga lastbilar för butiksleverans och 110 lätta lastbilar till konsument (Axfood, 2021). Mer än hälften av de tyngre bilarna drivs med alternativa drivmedel som RME (rapsolemetylester), LBG/LNG (flytande biogas), CNG (komprimerad biogas) eller ED95 (etanol), se tabell 9. Inversteringsstöd från Naturvårdsverkets Klimatklivet har erhållits i samband med alla investeringar i fordon som drivs med CBG (CNG), LBG (LNG) samt för PHEV (plug-in elhybrid) och BEV (batterielektiskt fordon). De lätta lastbilarna genomför tusentals hemleveranser varje dag via e-handel. Växthusgasutsläppen från de egna transportererna motsvarade 12 000 ton koldioxidekvivalenter år 2020. De genomsnittliga växthusgasutsläppen var 15,6 CO₂e per ton inom egen distribution.

Tabell 9 Axfoods fordonsflotta, tunga lastbilar (Axfood, 2021-03-26) och lätta lastbilar (Axfood 2021)

Tunga lastbilar till butik	Antal
Diesel	65
Biogas (26 LBG & 3 CNG 14)	29
RME	58 (utökas ständigt)
Etanol	3
Elhybrid (laddas under körning, drivs på RME)	3
Lätta lastbilar till konsument	
Diesel	110

I juni 2021 driftsatte Dagab sin första helelektriska lastbil, se figur 7.3, en treaxlad Scania BEV med batterier om 300 kWh och med räckvidd på upp till 250 km (Axfood, 2021-06-15). Det sker inom ramen för Reel-projektet, se avsnitt 6.4.1, där även en plug-in hybrid kommer testas. Den helelektriska lastbilen kommer att utföra leveranser till 5–10 butiker per dag i Storstockholm, under 5 rutter på totalt 300 km. Laddning sker på lagret i Jordbro som nattladdning på en lägre effekt, 25 kW, samt snabbaddning vid hög effekt, 130 kW, under dagen. Laddutrustningen är från EVBox, har CCS-kontakter med extra långa kablar för att nå fram till kontakten under lastning.



Figur 7.3 Dagabs första helelektriska lastbil på laddning vid lagret i Jordbro inför leveranser i Storstockholm (Axfood, 2021-06-15)

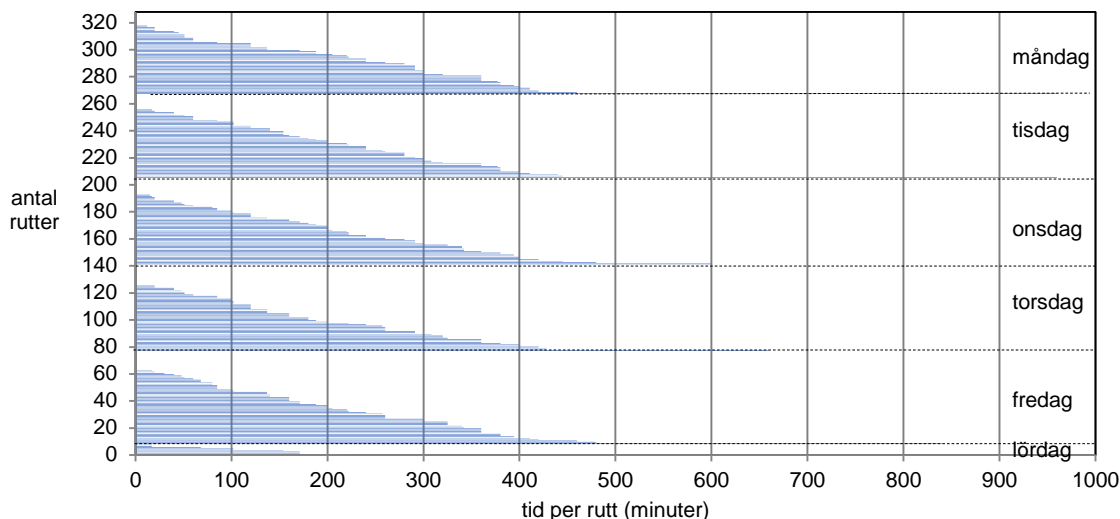
8 Fallstudie

För fallstudien valdes Martin & Serveras distribution i Stockholm. Inom denna finns rutter med många, kortare stopp och som även liknar distribution inom andra branscher. Som underlag användes uppgifter från december 2019 och maj 2021. Jämfört med övriga landet utförs transportuppdragen i Stockholm över ett ur geografisk synpunkt mycket koncentrerat område.

Sommaren 2021 inledde Martin & Servera Logistik trafik med sin första helt elektrifierade lastbil, en Volvo FE Electric. Laddningen beräknas ta 30–40 minuter vid en effekt på 150 kW DC. Sträckan som lastbilen körde beräknades uppgå till 130 km per dag med en genomsnittlig hastighet på 17 km/h. Varje stopp beräknades ta 10 minuter.

8.1 Transportinsatser

Under en undersökt vecka, se figur 8.1, utfördes cirka 330 rutter med 670 ton varor av 70 chaufförer. I genomsnitt tog varje tur 3,5 timmar och hade 10 stopp. Under antagandet att varje stopp tog 10 minuter och att körhastigheten i genomsnitt var 30 eller 50 km/h så var rutternas i genomsnitt 40 eller 70 km långa. Det totala transportarbetet under en vecka beräknad därefter till cirka 25 000 eller 45 000 tonkm beroende på om 30 eller 50 km/h valts som genomsnittligt körhastighet.

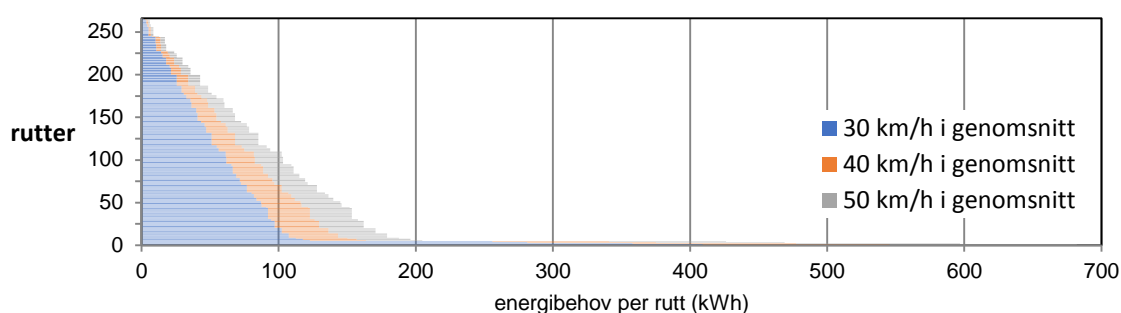


Figur 8.1 Tidsåtgång i minuter för distributionsrutter under en vecka.

8.2 Energi- och effektbehov

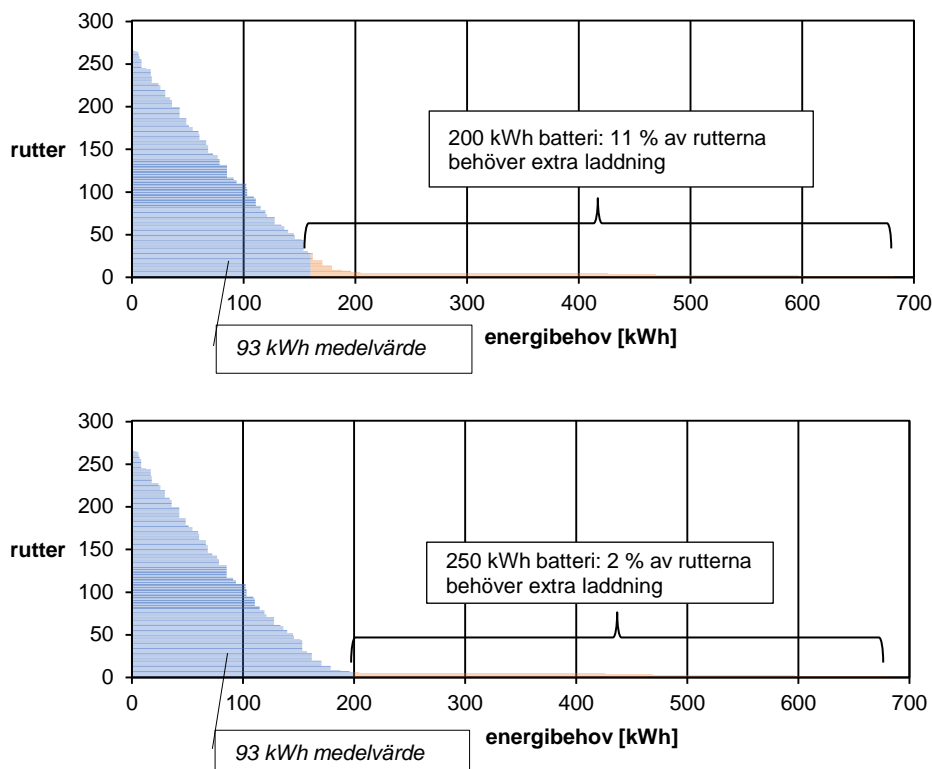
Utifrån de uppskattade längderna på rutter beräknades förbrukningen i liter diesel under antagande en bränsleförbrukning på 0,29 l/km och en körhastighet på i genomsnitt 30, 40 respektive 50 km/h. Energibehovet beräknades till i genomsnitt 56, 74 respektive 93 kWh per rutt vid de olika hastigheterna. Ett batteri med tillräckligt mycket energi för en genomsnittsrutt beräknades behöva ha en kapacitet på ca 120 kWh, beräknat utifrån en genomsnittskörhastighet på 50 km/h, att 80 % av batteriets kapacitet används och att verkningsgraden på ellastbilen antogs vara 95 %.

Energibehovet fördelat på samtliga rutter, som hade angiven tidsåtgång, återfinns illustrerat i figur 8.2. Det totala energibehovet, för rutter med tidsangivelse, uppgår i cirka 3 700–6 200 kWh per dag eller 15 000–25 000 kWh per vecka. Estimerat för att inkludera även de rutter som saknade tidsangivelse, uppgår det totala energibehovet i cirka 4 500–7 500 kWh per dag, 16 500–27 500 kWh per vecka eller 860–1 400 MWh per år.



Figur 8.2 Energibehov per rutt (kWh) under antagande att genomsnittlig körhastighet är 30, 40 respektive 50 km/h.

Om ett batteri med en kapacitet på 200 respektive 250 kWh används för rutterna är det 11 respektive 2 % av rutterna som behöver extra laddning se figur 8.3, eller som behöver läggas om. Det gäller för det mest energikrävande scenariot med 50 km/h som genomsnittshastighet.



Figur 8.3 Energibehov för rutter (körhastighet i genomsnitt 50 km/h) samt andel rutter som skulle behöva extra laddning under rutt om batteri på 200 kWh respektive 250 kWh används i fordonen.

För laddning av tunga lastbilar är det i första hand tre alternativ som tidigare lyfts fram (Karlström, 2020):

- Icke-publik laddning vid hem eller depå med förhållandevis låg effekt
- Publik laddning med hög effekt
- Semi-publik laddning vid av- och omlastning med relativt hög effekt.

De upplägg som företagen i studien planerat för är snarare icke-publik laddning vid hem eller depå med förhållandevis låg och relativt hög effekt. På det sättet möjliggörs en eller flera korta laddningar per dag samt en längre nattladdning. En laddare som används för två snabbaddningar på vardera 40 minuter samt en längre laddning på lägre effekt, så kallad nattladdning, på 6 timmar per dag under 6 dagar i veckan, används under 26 % av tiden. En laddare kan således teoretiskt räcka till 3 fordon som laddar på detta sätt, men då behöver färdrutterna justeras en hel del och den längre laddperioden kan behöva delas upp så att det blir svårt att matcha med förarnas tider. Fler laddare ger mer flexibilitet och bättre möjlighet till att planera rutter och laddning så det passar förare, batteri och ger en bra ruttplanering. Exempel på laddschema för en laddare och två ellastbilar ges i tabell 10. Laddaren skulle i det fallet bli användas 52 % av tiden. Utnyttjandegraden för en laddare vid två snabbaddningar på vardera 40 minuter samt en laddning på lägre effekt på 6 timmar, är 8, 12 respektive 15 % om laddeffekten nattetid är 15, 33 eller 50 % av laddarens maximala effekt.

Tabell 10 Exempel på kör- och laddschema för två ellastbilar och ett ladduttag.

tid	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
bil 1	pass 1						⚡	pass 2						⚡	pass 3						laddning ⚡					
bil 2	laddning ⚡						pass 1						⚡	pass 2						⚡	pass 3					

Effektbehovet beräknades i ett utgångsläge för en fordonspark som till 100 % består av ellastbilar, som används enligt det nuvarande upplägget, vilket innebär att det som mest skulle vara 10 lastbilar inne för laddning samtidigt. Ändras inte upplägget krävs 1,5 MW för att kunna ladda alla dessa 10 lastbilar samtidigt. Utnyttjadegraden skulle dock bli väldigt låg i det fallet. Genom att göra justeringar av fordonsanvändningen kan effektbehovet minskas. Ska 5 lastbilar laddas samtidigt behövs i detta fall ett effektbehov på 750 kW, för 2 lastbilar behövs 300 kW.

8.2.1 Önskad samverkan

Under fallstudien framkom även en önskan om större intresse och initiativ från fastighetsägarna för att installera laddinfrastruktur. Många företag med distribution har sina lager och depåer i fastigheter som de hyr varför just fastighetsägarna blir en viktig part när laddinfrastruktur ska byggas upp och laddutrustning installeras.

8.3 Miljöpåverkan

Miljöpåverkan i form av växthusgasutsläpp från distributionssystem med och utan elfordon har analyserats och jämförts. För utsläppsberäkningar har emissionsfaktorer från Energimyndigheten (2020) använts, se tabell 11. I denna jämförelse har ingen fullständig livscykelanalys ingått som tar hänsyn till miljöpåverkan från med vagnen till graven för lastbilarna och batterierna, utan enbart utsläpp från olika drivmedel har ingått.

Tabell 11 Emissionsfaktorer (Energimyndigheten, 2020)

Drivmedel	g CO ₂ e/MJ	g CO ₂ e/liter	MJ/liter
Diesel MK1	76,5	2 690	35,2
HVO100	13,2	454	34,3
El	13,0	-	-

Vid övergång från diesel- till eldrift minskar växthusgasutsläppen med ca 95 % (Naturvårdsverket, 2020). En övergång till eldrift från förbränningsmotordrift innebär även att mängden försurande, övergödande och hälsovådliga utsläpp minskar. Framförallt innebär att skifte att de lokala utsläppen nästan helt försvinner. Undantaget är partikelföreningar som uppkommer genom väg- och däckslitage. Dock är det viktigt att den elenergi som väljs, i så hög grad som möjligt, produceras utan förbränning av fossila råvaror. Detta för att undvika att utsläpp istället uppkommer vid t ex kolkraftverk.

Utsläppen från Martin & Serveras rutter i Stockholm har beräknats utifrån antagandet om att alla fordon använder MK1 diesel, HVO eller elenergi. En genomsnittlig tur med dieselfordon och genomsnittlig körhastighet på 50 km/h släpper ut ca 65 kg CO₂e. Utsläpp fördelat på varornas vikt ger ca 30 kg CO₂e/ton varor, se tabell 12.

Tabell 12 Utsläpp av växthusgaser i genomsnitt per rutt utifrån antagande om att medelkörhastigheten är 30, 40 respektive 50 km/h

Utsläpp per rutt	Koldioxidutsläpp [kg CO ₂ e/rutt]			Koldioxidutsläpp [kg CO ₂ e/ton] medelhastighet 50 km/h
	medelhastighet 30 km/h	medelhastighet 40 km/h	medelhastighet 50 km/h	
Fordon med diesel (MK1)	38	51	64	31
Fordon med biodiesel (HVO)	6	9	11	5
Batterielektriska fordon	2	3	4	2

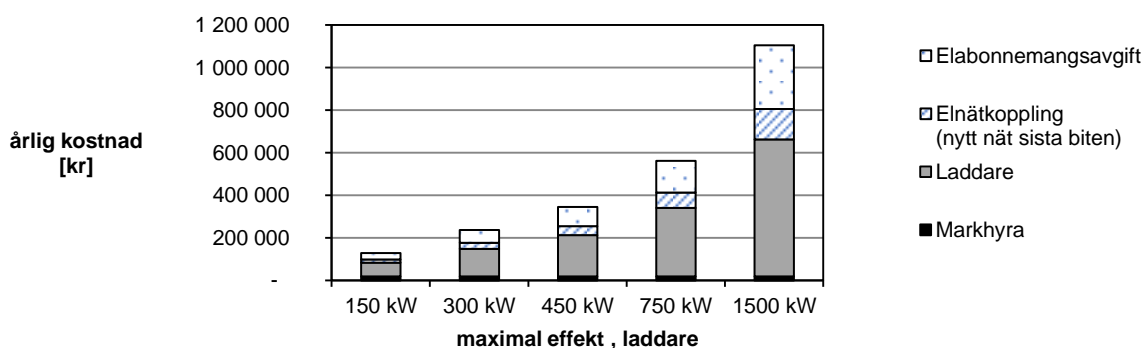
På kort sikt är det rimligt att anta att aktörerna introducerar några enstaka ellastbilar var. Om en ellastbil ersätter en dieseldriven lastbil med två rutter per dag i stadsdistribution med ca 2 ton varor per rutt, minskar växthusgasutsläppen med ca 20–35 ton CO₂e per år. Tio aktörer som var och en ersätter två diesellastbilar var betyder en minskning med 500–750 ton CO₂e per år.

En total övergång till eldrift hos Dagab och Martin & Servera skulle medföra en minskning av växthusgasutsläppen från 27 500 ton CO₂e per år ner till som mest 1 400 ton. Det innebär en minskning på som mest ca 26 000 ton koldioxidekvivalenter per år för de två aktörerna. Eftersom delar av deras fordonsflottor redan drivs med bränslen med mindre mängd utsläpp än diesel är den verkliga mängden dock något lägre.

En total övergång från diesel- till eldrift i hela dagligvarubranschen och hos livsmedelsgrossisterna har uppskattats baserat på marknadsandelar och utsläpp hos Dagab respektive Martin & Servera. I dagligvarubranschen uppskattas en minskning på högst 60 000–90 000 ton CO₂e per år. Hos livsmedelsgrossisterna uppskattas minskningen till högst 35 000 ton CO₂e per år. Totalt rör det som om minskning på som mest 95 000–120 000 ton CO₂e per år.

8.4 Ekonomiska parametrar

Installation av laddinfrastruktur har med stöd av uppgifter från Grauers (2020) (tabell 2) uppskattas för laddare med maximala laddeffekter i intervallet 150–1 500 kW. Den årliga kostnaden för laddinfrastrukturer kan hamna på 130 000–1 100 000 kr för 150–1 500 kW, se figur 8.4. En bra nivå på utnyttjandegrad på laddare, dvs kring 10 %, ger energikostnad i samma storleksordning på 130 000–1 300 000 kr per år, se tabell 13. Energifkostnaden uppskattades för 5, 10 och 15 % utnyttjandegrad, vilket motsvarar laddning på full effekt i 1,2 samt 2,4 respektive 3,6 timmar per dag.



Figur 8.4 Uppskattad årliga kostnader för laddare, koppling till elnät, elabonnemang samt markhyra för laddare med maximal effekt mellan 150 kW och 1 500 kW.

Tabell 13 Uppskattad årliga elenergifkostnader för laddare med maximal effekt mellan 150 kW och 1 500 kW.

Utnyttjandegrad laddare	Energifkostnad [tkr] för laddare med maxeffekt på				
	150 kW	300 kW	450 kW	750 kW	1 500 kW
5 %	66	130	20	330	660
10 %	130	260	390	660	1 300
15 %	200	390	590	990	2 600

9 Nyttiggörande och nästa steg

Helelektriska tyngre lastbilar är på väg in på den svenska transportmarknaden. Flera varuägare och transportörer är redo att köpa in och satsa på ellastbilar. Beskrivningar av laddinfrastrukturupplägg och tillhörande affärsmodeller är dock något som flera branscher saknar och efterfrågar. Denna studie har tagit avstamp i utvecklingen och efterfrågan av batteridrivna tyngre lastbilar och varit inriktad mot att presentera tillämpbara laddinfrastrukturupplägg inom dagligvaru-/livsmedelsbranscherna.

Studien har kombinerat ny kunskap med befintlig för att dimensionera system utvecklade för specifika flöden. Dels sammanfattades inom projektet mycket av den pågående utvecklingen kring ellastbilar och laddinfrastruktur för tyngre fordon, dels undersöktes förutsättningar för ökad användning av tyngre ellastbilar inom de svenska dagligvaru-/livsmedelsbranscherna i samarbete med problemägarna. Studien har potential att utgöra grunden för demonstration och/eller direkt implementering av laddinfrastrukturlösningar inom dagligvarubranschen.

Resultaten från studien, i form av kunskapsuppbyggnad och förslag på systemlösningar, är tänkt att kunna utgöra beslutsunderlag rörande implementering hos aktörer som planerar för ökad andel distributionsfordon med helelektriska drivsystem. Detta för såväl aktörer inom dagligvarubranschen som andra intresserade parter. Studien är även tänkt att ligga till grund för efterföljande implementeringsinriktade och/eller teknikutvecklande projekt. För att få till stånd den kraftiga omställning från fossilberoende och höga växthusgasutsläpp som är nödvändig är det av stor vikt att underlätta för de aktörer som behöver genomföra förändringar. Där är kunskapsspridning till såväl aktörer som mellan studier och projekt viktigt. I denna studie har erfarenhetsutbyte med framförallt initiativet RegionEL, ett laddinfrastrukturpilotprojekt i Västra Götalandsregionen, varit värdefulla och har haft direkt inverkan vid analysarbetet.

Slutrapporter från denna studie publiceras genom Triple F och samt i TFKs rapportserie. Parterna i referensgruppen är viktiga problemägare som medverkar i studien utifrån aspekten att det är ett effektivt sätt att inhämta ny och värdefull kunskap. Det föreligger därför starka incitament för att, i den egna verksamheten, omsätta den kunskap som genereras. Dagab och Martin & Servera har möjlighet att omsätta resultaten omgående och även Stockholms stad har möjlighet att direkt få input om uppbyggnad av publik laddning. För Thermo King som arbetar med temperering finns möjlighet att genom projektet bidra till utveckling av system för elektrisk temperering. Genom riktade informationsinsatser kommer TFK tillsammans med aktörerna att medverka till att informationen sprids bland annat genom fackpress. Resultatet kommer även att publiceras via TFKs nätverk och kommittéer samt på årsmöten och konferenser, till TFKs medlemmar inom näringsliv, handel och transportväsen, samt presenteras vid konferenser som Transportforum.

I nästa steg är det viktigt att bland annat:

- Myndigheter planera för hur distributörerna ska ha råd att börja byta till eldrift.
- Distributörer ser över sina transportupplägg, identifierar de rutter som är lättast att ersätta, planerar för hur hela omställningen ska gå till för att klara mål till 2030 och 2045.
- Involvera fastighetsägare för etablering av laddning.
- Förstå på vilka strategiska punkter i städer stödladdning behövs.
- Utveckla affärsmodeller för fordon och laddning.
- Fortsätta utveckla kunskapssammanfattningar för distributörer att ta del av.

10 Diskussion

Den övergripande studien och dess ingående fallstudie har visat på goda möjligheter att ställa om till ellastbilar för distributörer av dagligvaror och livsmedel. Det finns ca 20 lager i Sverige hos de fem största svenska butiksinriktade dagligvaruaktörerna. Det finns ca 28 lagerorter för tre stora svenska livsmedelsgrossister med inriktning mot restauranger och storkök. Från varje lager är det högst troligt att några eller många distributionsrutter är lämpliga att elektrifiera.

För framtida utveckling är det relevant att fortsätta studera möjligheter och begränsningar med eldrift, både i form av ren batteridrift, bränsleceller, hybridfordon och även varianter med batteribytessystem. Kylaggregatens påverkan på räckvidden är även det en relevant fråga att klargöra vidare.

De långsiktiga analyser som gjorts i andra projekt visar på att ekonomiskt kommer troligen ellastbilar bli mer fördelaktigt jämfört med dieseldrivna lastbilar. En stor skillnad är dock de höga initiala kostnaderna, dels för fordon och dels för att bygga laddinfrastruktur.

I många branscher kan korta kontraktstider vara ett hinder i de ekonomiska kalkyler som skulle kunna ligga till grund för samt motivera en övergång till eldrivna fordon. För dagligvaru- och livsmedelsdistribution är förutsättningarna något mer gynnsamma då distributionspunkter, mottagande kunder och godsmängder är mer fasta än för t ex byggtransporter. Trots detta är de ekonomiska aspekterna ytterst viktiga och möjligheter till ekonomiskt stöd för investeringar i fordon och infrastruktur är speciellt viktiga i denna inledande fas när tyngre eldrivna lastbilar har börjat introduceras på marknaden. Hittills är ellastbilarna betydligt dyrare i inköp än konventionella fordon med förbränningsmotorer även om den totala ägandekostnaden, TCO, kan vara längre.

10.1 Slutsatser

Här samlas slutsatser från projektet:

- Introduktion av eldrivna lastbilar för distribution av livsmedel och dagligvaror är idag möjlig, då det finns kommersiella produkter både fordon och laddinfrastruktur, vilket även inledda tester i liten skala visar.
- Transportuppdrag som är repetitiva och huvudsak likadana varje dag och med långa lossningstider är lättast att flytta över till eldrivna lastbilar då snabblossning vid lossningsplats såsom butik är möjlig som komplement till enbart laddning vid lunchpauser. Svårast att flytta över är långa och oregelbundna rutter med korta stopp.
- För att lyckas med matchningen av eldrivna lastbilar och leveranser till mottagare är frågan om ändrade leveranstider mycket relevant. Leveranser kan inte koncentreras till morgon/förmiddag utan kommer behöva fördelas mer jämnt över dygnet.
- Livsmedelsgrossister har mindre möjlighet att bygga upp infrastruktur för stödladdning utanför terminal jämfört med de dagligvaruföretag som ofta har organisatoriskt inflytande över mottagningsplatserna. Behovet att kunna använda publik stödladdning under färd är således större för dagligvarugrossisterna.
- Beräkning av transportarbete, energiförbrukning och miljöpåverkan är möjlig med detaljerade uppgifter om fordons egenskaper samt tidsåtgång och körsträckor från rutter. Initiala kalkylberäkningar kan även göras med hjälp av kalkylmodell från t ex Trafikverket.

- I fallstudien estimerades det totala energibehovet för Martin & Serveras samtliga rutter från lagret i Stockholm till ca 4 500–7 500 kWh per dag, vilket ger 860–1 400 MWh per år.
- Potentialen att minska växthusgaser och andra miljö och hälsovådliga utsläpp är stor vid övergång till eldrivna lastbilar.
- I fallstudien beräknas växthusgasutsläppen, baserat på Martin & Serveras transporter i Stockholm, kunna minska från ca 30 till 2 kg CO₂e/transporterat ton gods vid en omställning till eldrift hos lastbilarna.
- I dagligvarubranschen uppskattas omställning till eldrift hos transporterarna innebära en minskning på som mest 60 000–90 000 ton CO₂e per år. Hos livsmedelsgrossisterna uppskattas minskningen till högst 35 000 ton CO₂e per år.
- Effektbehovet i fallstudien var för ett oförändrat upplägg upp till 1 500 kW vilket är tillräckligt för att tio lastbilar samtidigt ska kunna ladda. Genom att justera rutterna kan effektbehovet minska avsevärt. Ska 5 respektive 2 lastbilar laddas samtidigt behövs uppskattningsvis en effektkapacitet på 750 respektive 300 kW.
- För en distributör av dagligvaror eller livsmedel, såsom för Martin & Serveras rutter i Stockholm i fallstudien, finns behov att kunna snabbadda på hög effekt en eller flera gånger per dag plus en nattladdning på lägre effekt.
- För enstaka långa rutter kan användning av publika laddningsplatser och/eller reservladdplatser, som t ex hör till laddinfrastrukturer för elbussar, vara en lösning. I första hand gäller dock att planera rutter så att laddning kan ske vid egna anläggningar och i samband med längre pauser som stämmer överens med förarnas lunchraster och omlastning för lastbilen.
- För fjärtrafiken är utbyggnad av publika laddstationerna med plats och kapacitet för ett flertal lastbilar, betydligt mer intressant än för regionala transporter som har mycket större möjligheter till depåladdning.
- En uppbyggnad av laddinfrastrukturer vid dagligvarudistributörens och livsmedelsgrossisternas egna omlastningspunkter skulle vid en övergång från dieselfordon till enbart elfordon betyda en minskning på uppskattningsvis 95 000–120 000 ton CO₂e per år. Den verkliga potentialen är troligen något lägre eftersom vissa dieselfordon redan ersatts med t ex biogasfordon. Vidare är det även på lång sikt troligt att fordonsflottorna kommer innehålla en blandning av drivmedel, om än med lägre miljöpåverkan och minskande fossilberoende. Att ersätta enstaka diesellastbil i stadsdistribution till ellastbilar bedöms bidra med en växthusgasminskning med ca 20–35 ton CO₂e per år.

Utvecklingsmöjligheter

- Utvecklingen av affärsmodeller för laddning av ellastbilar är än så länge i ett tidigt stadium. Vilka upplägg som kommer bli vanligast är ännu oklart. Om de höga initialkostnaderna kvarstår är det troligt det blir vanligare med tjänster som erbjuder fordon och laddning för tung trafik än vad som hittills gällt för personbilar.
- I ännu högre grad än idag behöver fordonsinköpen framöver att planeras efter hur fordonen ska användas.

- Det finns många aktörer som är intresserade av att hitta marknadsandelar som laddkoncerner och elbolag. Samarbeten med hårdvarutillverkare och fordonstillverkare är vanligt.
- Det finns utvecklingsmöjligheter för fastighetsägarnas roll i den kommande utbyggnaden av laddinfrastruktur. För de distributörer som använder sig av hyrda lokaler är det önskvärt att fastighetsägarna tar mer initiativ och visar större intresse för installationerna.
- I första hand har distributörerna valt att själva stå för ägande av laddinfrastruktur. Framöver är det dock möjligt med en ökad grad av leasing, av både fordon och laddutrustning som en tjänst, och då i samarbete med fastighetsägare respektive kommuner.
- Beräkningar av ekonomiska aspekter har fortfarande hög osäkerhet. De kalkylmodeller som har tagits fram, bland annat från Trafikverket, möjliggör mer detaljerade analyser men ger inget heltäckande stöd.
- I dagsläget är det i princip en total avsaknad av helt publika laddplatser för lastbilar. Utbyggnaden av laddplatser för större fordon och fordonskombinationer är en viktig del i omställningen till minskade växthusgasutsläpp. Dock är de publika laddplatserna främst viktiga för längre transporter, region- och fjärrtrafik som inte med kortare mellanrum återkommer till samma depå/lager/omlastningsplats.
- I utformandet av mer hållbara leveranskedjor är det, förutom val av fordon och drivmedel, även viktigt att jobba vidare med vilka produkter som kan och bör transporteras för att uppnå mesta möjliga hållbarhet, dvs cirkulär logistik, både sett till säsong under året och tidpunkt under på dygnet för slutleverans.
- Det är viktigt att i samtal kring minskat fossilberoende och växthusgasutsläpp ta i beaktande att flera tekniker det kommer finnas och utvecklas parallellt med elbil/batteriutvecklingen som även de kommer bidra. Det handlar inte om vilken teknik som är bästa, för att utesluta resten, utan vilken som passar bäst till olika förutsättningar och ändamål.

Referenslista

- ABB (2021), *Kontakttdonsladdning för elbussar och ellastbilar*, hämtad 2021-04-07, <https://new.abb.com/ev-charging/sv/produkter/kontakttdonsladdning-elbussar-ellastbilar>
- ABB (2021b), *Pantograf ned för elbussar*, hämtad 2021-04-07, <https://new.abb.com/ev-charging/sv/produkter/pantograf-ned>
- ABB (2021c), *Pantograf upp för elbussar*, hämtad 2021-04-07, <https://new.abb.com/ev-charging/sv/produkter/pantograf-upp>
- ACEA (2019), *Truck CO2 targets: no public charging points for electric or hydrogen trucks available, data reveals*, The European Automobile Manufacturers' Association (ACEA), januari 2019. <https://www.acea.be/press-releases/article/truck-co2-targets-no-public-charging-points-for-electric-or-hydrogen-trucks>
- Affärsvärlden (2020), *Inga nyheter är bra nyheter*, 2020-07-16, <https://www.affarsvarlden.se/analys/inga-nyheter-ar-bra-nyheter>
- Alight (2020), *Alight bygger Sveriges största solpark åt Martin & Servera*, pressmeddelande, 2020-012-18, <https://www.mynewsdesk.com/se/alight/pressreleases/alight-bygger-sveriges-stoersta-solpark-aat-martin-och-servera-3060536>
- Allego (2020), *Frequently Asked Questions*, hämtad från <https://www.allego.eu/sv-se/> 2020-08-20
- Axfood (2021), *Års- och hållbarhetsredovisning 2020*, hämtad 2021-03-31 <https://www.axfood.se/globalassets/startsidea/investerare/rapporter-och-presentationer/2020/axfood-ars--och-hallbarhetsredovisning-2020.pdf>
- Axfood (2021-03-26), *Dagens Dagab-lastbilflotta Gröna transporter blir ännu grönare*, 26 mars 2021, hämtad 2021-03-31, <https://www.axfood.se/nyhetsrum/nyheter/grona-transporter-blir-annu-gronare/>
- Axfood (2021-06-15), *Första helelektriska Scania-lastbilen i drift när Dagab växlar upp elektrifieringen av transporter*, pressmeddelande 2021-06-15, <https://www.axfood.se/nyhetsrum/pressmeddelanden/2021/06/forsta-helelektriska-scania-lastbilen-i-drift-nar-dagab-vaxlar-upp-elektrifieringen-av-transporter/>
- Axfood (2021a), *Axfoodfamiljen*, hämtad 2021-02-04, <https://www.axfood.se/om-axfood/bolagsfamilj/>
- Axfood (2021b), *Dagab etablerar nytt rikslager för frukt och grönt i Landskrona*, pressmeddelande 2021-04-22, hämtad 2021-04-23 <https://www.axfood.se/nyhetsrum/pressmeddelanden/2021/04/dagab-etablerar-nytt-rikslager-for-frukt-och-gront-i-landskrona/>
- Baumgartner A. (2020), *Trafikkontoret Stockholms stad*, elektronisk kommunikation, 2020-08-24
- Bergendahls (2021), *Varumärken inom Bergendahls*, hämtad 2021-02-04, <https://bergendahls.se/vara-varumarken/>
- Björkqvist J (2020), ”Scania och elektrifieringen”, Scania, presentation vid webinarium ”Nu elektrifierar vi Sveriges lastbilstransporter” som del i projektet Skandinavisk laddinfrastruktur för ellastbilar, 2020-11-18, hämtad <https://www.youtube.com/watch?v=iGwKOeN06PM> 2021-01-04

Chalmers Industriteknik (2020), *Eldrivna hemleveranser av livsmedel*, pressmedelände 2020-09-22, <https://www.mynewsdesk.com/se/chalmers-industriteknik/pressreleases/eldrivna-hemleveranser-av-livsmedel-3036546>

chargestorm.se (2021), *Typer laddning. jpg*, https://chargestorm.se/wp-content/uploads/typer_laddning.jpg

Circle K (2021), *Ladda elbil*, hämtad 2021-07-03 från <https://www.circlek.se/ladda-elbil>

Closer (2020a), *Unikt samarbete banar väg för elektrifierade godstransporter*, 2020-11-04, hämtad 2020-11-26, <https://closer.lindholmen.se/nyheter/unikt-samarbete-banar-vag-elektrifierade-godstransporter>

Closer (2020b), *Skandinavisk laddinfrastruktur för ellastbilar*, <https://closer.lindholmen.se/closer-projekt/skandinavisk-laddinfrastruktur-ellastbilar>

Closer (2020c), *Elektrifierade regionala logistikflöden*, 2020-12-11, <https://closer.lindholmen.se/closer-projekt/elektrifierade-regionala-logistikfloden>

Coop (2021) *Butiker*, hämtad 2021-02-04, <https://www.coop.se/globalt-sok/?query=butik&category=Stores>

DAF (2020), *DAF introduces CF Electric with Extended Range*, 2020-09-02, <https://www.daf.global/en-us/news-and-media/news-articles/global/2020/q3/daf-introduces-cf-electric-with-extended-range>

DAF (2021), *Battery Electric Vehicles*, <https://www.daf.global/en-us/trucks/alternative-fuels-and-drivelines/battery-electric-vehicles>, hämtad 2021-01-28

DAF (2021b), *DAF LF Electric for 'zero emission' urban distribution*, 2021-01-26, <https://www.daf.global/en-us/news-and-media/news-articles/global/2021/q1/27-01-2021-daf-lf-electric-for-zero-emission-urban-distribution>, hämtad 2021-01-28

Daimler (2018a), *The new Fuso eCanter. E-Pioneer among light trucks*, hämtad 2018-07-05, <https://www.daimler.com/products/trucks/fuso/ecanter.html>

Daimler (2018b), *The Mercedes-Benz Electric Truck. Connectivity meets eMobility*, hämtad 2018-07-05 <https://www.daimler.com/products/trucks/mercedes-benz/world-premiere-mercedes-benz-electric-truck.html>

Daimler (2018c), *All-electric Mercedes-Benz trucks for the heavy-duty distribution sector*, hämtad, 2021-01-12 <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko.xhtml?oid=33451264&relId=1001&resultInfoTypeId=175#toRelation>

Daimler (2020), *Daimler Trucks: E-Mobility Group starts global initiative for electric-truck charging infrastructure*, 2020-02-18, <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Daimler-Trucks-E-Mobility-Group-starts-global-initiative-for-electric-truck-charging-infrastructure.xhtml?oid=45656812>

Delfi (2014), *Dagligvarukartan 2014*, Delfi, DLF och Fri Köpenskap, hämtad 2020-12-17 <https://www.delfi.se/wp-content/uploads/dagligvarukartan2014.pdf>

DHL (2021-02-23), *DHL Freight och Volvo lastvagnar satsar gemensamt på fossilfri vägtransport för längre sträckor*, pressmeddelande DHL, 2021-02-23, hämtat 2021-03-05 <https://www.dhl.com/se-sv/home/press/pressarkiv/2021/dhl-freight-och-volvo-lastvagnar-satsar-gemensamt-pa-fossilfri-vaegtransport-foer-laengre-straeckor.html>

DLF (2020), *Dagligvarukartan 2020*, DLF, Delfi Marknadspartner och Dagligvarunytt, hämtad 2020-12-17 <https://www.delfi.se/wp-content/uploads/Dagligvarukartan-2020-1.pdf>

Ekmyr Håkan (2020), (Välkommen till Martin & Servera, presentation 2020-10-20 Ladda-projektet)

Eltransport Stockholm 2030 (2021), *Save the Date! Elektrifieringspakten: så elektrifierar vi transportererna i Stockholm till 2030*, Eltransport Stockholm 2030 och Stockholms stad, inbjudan inför 2021-03-25, https://mailchi.mp/d84bcddf8345/elektrifieringspakten_25mars_savethedate

E-mobility.se (2020), *Laddstionsguide*, hämtad 2020-10-27, <http://emobility.se/startside/laddstationsguiden/>

Emoss (2018), *Electric trucks: the future for inner city distribution is here*, hämtad 2018-07-05, <http://www.emoss.nl/en/electric-vehicles/full-electric-truck/>

Emoss (2021), *Frequently asked questions*, hämtad 2021-01-12 <https://www.emoss.nl/en/faq>

Energimyndigheten (2020), *Växthusgasutsläpp*, senast ändrad: 2020-11-18 <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/drivmedelslagen/vaxthusgasutslapp/>

Energimyndigheten (2021), *Energimyndigheten tar över registrering av laddstationer i Sverige*, pressmeddelande 2021-02-18, <https://www.energimyndigheten.se/nyhetsarkiv/2021/energimyndigheten-tar-over-registrering-av-laddstationer-i-sverige/>

EU (2019), *MEPs approve new CO2 emissions limits for trucks*, 18-04-2019, <https://www.europarl.europa.eu/news/sv/press-room/20190412IPR39009/meps-approve-new-co2-emissions-limits-for-trucks>

Evbox (2021), *EVBox Ultroniq*, hämtad 2021-06-01 <https://evbox.com/sv-se/produkter/evbox-ultroniq>

FastNed (2020), *About us*, hämtad från <https://fastnedcharging.com/en/investing/about-us> 2020-08-19

FastNed (2020b), *Our stations*, hämtad från <https://support.fastned.nl/hc/en-gb/articles/360009906117-Can-I-charge-a-bus-or-truck-at-Fastned-> 2020-08-19

Folkbladet (2019), *Det här har vi längtat efter*, 2019-11-29, <https://folkbladet.se/artikel/7r3edxkj>

Grauers A (2020), *Räkna med Anders!*, workshop på temat ”Det är kostnadseffektivt att köra ellastbil”, 2020-12-04, hämtad från <https://www.youtube.com/watch?v=9wFy8cXGr9c>

Hove A, Sandalow D (2019), *Electric Vehicle Charging In China and The United States*, Energypolicy, Columbia.Edu, februari 2019

ICA (2021), *Hitta butiker*, hämtad 2021-02-04, <https://www.ica.se/butiker/>

- Karlsson, R (2019), *KVAL – Validering av Samgods mot lastbilsstatistik*, VTI, Sweco, KTH, Trafikverket, 2019-07-05, hämtad 2021-04-07, https://www.trafikverket.se/contentassets/773857bcf506430a880a79f76195a080/2019/validering-av-samgods-mot-lastbilsstatistik_2019-07-05.pdf
- Karlström M (2020), *Kunskapssammanställning stationär laddning till tunga lastbilar*, Lindholmen Science Park, 2020-01-20 hämtad från https://www.trafikverket.se/contentassets/445611d179bf44938793269fe58376b6/kunskapssammanstallning_trafikverket_final.pdf
- König Jerlmyr A, Helldén D, Lindehag J, Källsäter D, Forsberg S, (2021-01-19), *Elektrifieringspakt gör Stockholm fossilfritt*, debattartikel från representanter för Stockholm stad, Ellevio, Scania Sverige, Volkswagen Personbilar Sverige, Dagens industri, 2021-01-19, hämtad 2021-03-11 <https://www.di.se/debatt/elektrifieringspakt-gor-stockholm-fossilfritt/>
- Lewald A, Rinaldo L, Svahn E (2017), *Elfordon i samhället*, Energimyndigheten, presenterad vid Energirelaterad fordonsforskning, 4-5 oktober 2017, Göteborg, <https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/konferenser-och-seminarier/energirelaterad-fordonsforskning2/>
- Lidl (2021), *Om oss*, hämtad 2021-02-04, <https://om.lidl.se/om-oss>
- Liimatainen, H., van Vliet, O., Aplyn, D. (2019), *The potential of electric trucks – An international commodity-level analysis*, Applied Energy, Vol. 236.
- Lubbers B. (2015), *The Fastned Story part I&II*, hämtad från <https://cdn.fastnedcharging.com/uploads/documents/fastned-story-2-en.pdf>
- Lund J, Mihelic R, Roeth M (2019), *Amping Up: Charging Infrastructure for Electric Trucks*, NACFE-North American Council for Freight Efficiency, 2019-03-01, hämtad från https://www.researchgate.net/publication/338660304_Amping_Up_Charging_Infrastructure_for_Electric_Trucks 2020-08-20
- MAN (2018), *Trucks of the future – MAN delivers sustainable electromobility concepts*, hämtad 2018-07-05, <https://www.truck.man.eu/de/en/eTruck.html>
- MAN (2020), *Electromobility that delivers: the new MAN eTGM*, MAN Truck & Bus Deutschland GmbH, https://www.man.eu/ntg_media/media/en/content_medien/doc/bw_master/truck_2/man_lkw_broschure_etgm.pdf
- Martin & Servera (2020), *2019 Års- och hållbarhetsberättelse*, Martin & Servera-gruppen
- Martin & Servera (2021a), *2020 Års- och hållbarhetsberättelse*, Martin & Servera-gruppen
- Martin & Servera (2021b), *Hållbarhet i fokus*, hämtad 2021-06-11 från <https://www.martinservera.se/logistik/hallbarhet-i-fokus>
- Menigo (2021), *Företagsfakta & organisation*, hämtad 2021-02-04, <https://www.menigo.se/om-menigo/foretagsfakta-organisation>

Naturvårdsverket (2020), *Beräkningsverktyg för transportutsläpp*, uppdatering dec. 2020, hämtad från https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhället/miljoarbete-i-sverige/klimat/klimatverktyg_transporter_statliga_%20myndigheter.xlsx

Naturvårdsverket (2021a), *Vem kan få stöd från Klimatklivet och för vad?*, uppdaterad 2021-03-17 <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/Klimatklivet/For-dig-som-vill-soka-stod-/Fran-ide-till-beslut-om-stod/Vilka-kan-fa-stod-fran-Klimatklivet/>

Naturvårdsverket (2021b), *Ladda bilen – bidrag för laddstation*, hämtad 2021-07-13 <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Bidrag/laddstation-elfordon/>

Nilsson R. (2020), vd TGM, deltagande vid webinarium Vägen till den utsläppsfria Transportsektorn, 2020-11-26, organiserat av Transportföretagen

NKL (2020a), *Experts on charging for the logistics sector*, The Netherlands Knowledge Platform for Public Charging Infrastructure, 4 maj 2020, hämtad från <https://www.nklnederland.com/news/experts-on-charging-for-the-logistics-sector/>

NKL (2020b), *NL JOINS FORCES TO SCALE UP CHARGING INFRASTRUCTURE*, 2020-04-23 hämtad från <https://www.nklnederland.com/news/nl-joins-forces-to-scale-up-charging-infrastructure/>

NyTeknik (2019), *Här är Sveriges första snabbladdare för lastbilar*, 2019-06-04, <https://www.nyteknik.se/fordon/har-ar-sveriges-forsta-snabbaddare-for-lastbilar-6960839>,

NyTeknik (2020), *Här är lastbilarna som får miljöpremie – räcker till 70 fordon*, 2020-08-12, <https://www.nyteknik.se/fordon/har-ar-lastbilarna-som-far-miljopremie-racker-till-70-fordon-6999339>

Ohlin G. (2020), *RegionEl - Laddinfrastruktur för stationär laddning av lätta och tunga fordon i Västra Götaland*, presentation vid webinarium Hur elektrifierar vi lastbilstransporterna i Sverige?, inom RegionEL, 2020-04-01

Ohlin G. (2021a), *RegionEl TUNGA- Laddinfrastruktur för stationär laddning av tunga fordon i Västra Götaland* – presentation, Transportforum 2021-01-13, Gunnar Ohlin Lindholmen Science Park

Ohlin Gunnar, (2021b), Lindholmen Science Park, digital konvensation 2021-01-18

PitPoint (2020), *Our History*, hämtad från <https://www.pitpointcleanfuels.com/history/> 2020-08-20

Power Circle (2021a), *Laddpunkter i Sverige 2017-2021*, februari 2021, hämtad 2021-04-03 www.elbilsstatistik.se/laddinfrastruktur

Power Circle (2021b), *Elektrifiering och laddning av tunga transporter*, faktablad skapats inom projektet ScandELivery, ett Interreg-finansierat projekt med fokus på elektrifieringen av varu- och godstransporter, juni 2021, <https://powercircle.org/elektrifieradelastbilar.pdf>

Proffs (2019), *Första supersnabbaddaren för nyttofordon i Göteborg*, foto S-E Lindstrand, 2019-06-03, <https://www.tidningenproffs.se/nyhet/2019/06/forsta-supersnabbaddaren-for-nyttfordon-i-goteborg/>

Regeringen (2020a), *Elektrifieringskommissionens uppdrag*, Bilaga 1 till beslut I 6 vid regeringssammanträde den 14 oktober 2020 I2020/02592

<https://www.regeringen.se/4a944c/contentassets/8a54d1f3a61b4f078460f775f9b4ffe6/elektrifieringskommissionens-uppdrag.pdf>

Regeringen (2020b), *Reglering av elvägar utreds*, 2020-10-15 <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/transportsektorn-elektrifieras/el-3/>

Regeringen (2020c), *Premie ska ge fler miljölastbilar och eldrivna arbetsmaskiner*, 2020-08-13 <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/08/premie-ska-ge-fler-miljolastbilar-och-eldrivna-arbetsmaskiner/>

Regeringen (2021-05-31), *17 löften för att elektrifiera regionala godstransporter*, 2021-05-31, <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2021/05/17-loften-for-att-elektrifiera-regionala-godstransporter/>

Reuters (2018), *Volkswagen Truck & Bus to be renamed Traton*, 20 juni 2018, hämtad från <https://www.reuters.com/article/us-volkswagen-trucks/volkswagen-truck-bus-to-be-renamed-traton-idUSKBN1JG1E9>

Rodríguez F, Delgado O (2019) *The Future of Vecto: CO2 Certification of Advanced Heavy-Duty Vehicles in the European Union*, ICCT, hämtad 2020-10-20 https://theicct.org/sites/default/files/publications/Future_of_VECTO_CO2_certification_20191009.pdf

Scania (2020), *Scania lanserar elektrisk lastbil med 250 km räckvidd*, Scania, september 2020, hämtad 2021-01-11 <https://www.scania.com/se/sv/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/2020/09/Scantias-ellastbil.html>

Scania (2021), *Ellastbil BEV*, hämtad 2021-01-11 <https://www.scania.com/se/sv/home/products-and-services/trucks/our-range/scania-battery-electric-truck.html>

SCB (2020), *Totala utsläpp och upptag av växthusgaser efter växthusgas och sektor. År 1990 - 2018*, http://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__MI__MI0107/TotaltUtslappN/table/tableViewLayout1/, hämtad 2020-03-30

Sebelius, S., Bark, P. (2014), *Elektrifierad citylogistik. Utveckling av elektrifierade distributionsfordon för större tätorter*, TFK rapport 2014:1.

Svensk Cater (2021), *Våra kontor*, hämtad 2021-02-04, <https://svenskcater.se/vara-kontor/>

Sveriges Riskdag (2020), *Förordning (2016:836) om elbusspremie*, hämtad 2021-04-14 https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-2016836-om-elbusspremie_sfs-2016-836

Tesla (2018), *Semi*, hämtad 2018-07-05 <https://www.tesla.com/semi>

Tongur Stefan (2020), *ElectReon presentation –Miljökommittémöte 12 Okt*, 2020-10-12, ElectReon

Trafikanalys (2015), *Dagligvaruhandelns distribution – en kartläggning*, PM 2015:17 https://www.trafa.se/globalassets/pm/2011-2015/2015/pm-2015_17-dagligvaruhandelns-distribution---en-kartlaggning.pdf

Trafikutskottet (2020), *Väg- och fordonsfrågor*, Trafikutskottets betänkande 2020/21:TU9, <https://data.riksdagen.se/fil/FD67F147-EF29-485C-9599-9CB5CC812984>

- Trafikverket (2020a), *Elektrifiering för tunga transporter*, Trafikverket
<https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/forskning-och-innovation/aktuell-forskning/transport-pa-vag/elektrifiering-for-tunga-transporter/>
- Trafikverket (2020-augusti), *Affärsmodeller för elektrifierade tunga vägtransportsystem*, Delrapport 4; organisering av ett elvägssystem samt kalkylmodell för stationär laddning, Rapport från EY, augusti 2020
- Trafikverket (2021a), *Behov av laddinfrastruktur för snabbbladdning av tunga fordon längs större vägar*, 2021-02-01, rapport 2021:012
- Trafikverket (2021b), *Regeringsuppdrag - Analysera förutsättningar och planera för en utbyggnad av elvägar*, 2021-02-01, rapport 2021:013
- Trafikverket (2021c), *Elektrifiering av tunga vägtransporter – analys av system för vätgas och bränsleceller samt jämförelser av elektrifieringsalternativ*, 2021-04-08, rapport 2021:094
- Trafikverket (2021d), *Sveriges första elväg byggs mellan Örebro och Hallsberg*, 2021-07-01
<https://www.trafikverket.se/om-oss/pressrum/pressmeddelanden/lansvisa-pressmeddelande/Orebro/2021/sveriges-forsta-elveg-byggs-mellan-orebro-och-hallsberg/>
- Transport & Environment (2020), *Recharge EU trucks: time to act! – A roadmap for electric truck charging infrastructure deployment*, februari 2020.
<https://www.transportenvironment.org/publications/roadmap-electric-truck-charging>
- Transportnet (2020), *Scania går in i laddsamarbete*, 2020-11-13,
https://www.transportnet.se/article/view/750330/scania_gar_in_i_laddsamarbete
- Treiber, A., Bark, P. (2016) *Elektrifierade fordon för citydistribution av stycke gods med elförsörjning under färd*, TFK rapport 2016:2.
- Treiber, A., Bark, P. (2018), *Elektrifierad distribution av dagligvaror*, TFK rapport 2018:4.
- Triple F (2020), *2020.3.2.32 Effektiva systemlösningar för tunga ellastbilar*, Triple F, hämtad 2020-10-27 från <https://triplef.lindholmen.se/node/84238>
- van den Hoed R., Balm S., Kin B., Otten M., Ploos van Amstel W., Groen M., Vos G., Verweij K., Schoo R., de Goffau W., Wagter H., van den Engel A., Quak H., Nesterova N., Neering Bogel W., Kindt M. och Tol E. (2019), *Charging infrastructure for electric vehicles in city logistics in Amsterdam*, Conference: Connekt Green Deal Zero Emission, 2019-11-28, Ede, Netherlands
https://www.researchgate.net/publication/337242871_Charging_infrastructure_for_electric_vehicles_in_city_logistics_in_Amsterdam
- van Loon P., Olsson L. och Klintbom P. (2019), *LCA guidelines for electric vehicles - How to determine the environmental impact of electric passenger cars and compare them against conventional internal-combustion vehicles*, RISE Viktoria, 2019 hämtad 2020-10-16 från
<https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/riktlinjer-utvardering-av-verkliga-miljofordelar-fran-elektriska-fordon>
- Vattenfall (2021), *Power-as-a-Service*, faktablad elektrifierade vägtransporter, hämtad 2021-04-22,
<https://www.vattenfall.se/4a53d2/globalassets/foretag/energilosningar/network->

[solutions/transport/one-pager-paas_road2.pdf](#) eller
<https://www.vattenfall.se/foretag/energilosningar/network-solutions/transport/>

VDL (2018), *VDL Groep and DAF present electric truck*, hämtad 2018-05-16
<https://www.vdlgroep.com/en/news/vdl-groep-and-daf-present-electric-truck>

Vinnova (2021), *Re:EL - Initial systemdemonstration av regionala elektrifierade logistikflöden*,
<https://www.vinnova.se/p/reel---initial-systemdemonstration-av-regionala-elektrifierade-logistikfloden/>

Volta (2021), *Volta Zero*, hämtad 2021-04-27 https://www.voltatrucks.com/volta_zero

Volvo (2018b), *Premiere for Volvo Trucks´ first all-electric truck*, hämtad 2018-04-12
<http://www.volvogroup.com/en-en/news/2018/apr/news-2879838.html>

Volvo (2019), *Electromobility made easy*, Volvo_Trucks_Product_Guide_Electromobility_en-EN, 2019-03-25 ENG Version 01, hämtad 2021-01-11, <https://www.volvotrucks.com/en-en/trucks/alternative-fuels/electric-trucks.html>

Volvo (2021a), *Eldrivna lastbilar*, hämtad <https://www.volvotrucks.se/sv-se/trucks/trucks/alternative-fuels/electric-trucks.html>

Volvo (2021b), *Volvo Lastvagnar är redo att elektrifiera en stor del av godstransporterna*, 2021-04-20, <https://www.volvotrucks.se/sv-se/news/press-releases/2021/apr/volvo-trucks-now-ready-to-electrify.html>

WSP (2018), *Eltransporter Stockholm 2030*, rapport 2018-06-20, hämtad 2021-02-18
<https://via.tt.se/data/attachments/00875/d6c3252d-3d30-4c8b-9524-a13147df7721.pdf>

Västra Götalandsregionen (2019), *Västra Götaland 2020 Strategi för tillväxt och utveckling i Västra Götaland 2014-2020, Återrapportering 2019* <https://www.vgregion.se/regional-utveckling/sa-styrs-regional-utveckling/regional-utvecklingsstrategi/strategi-for-tillvaxt-och-utveckling/vg2020--genomforande-uppfoljning-och-rekommendationer/>

Bilaga 1

Exempel på checklista för intressenter till eldrivna lastbilar och tillhörande laddinfrastruktur, presenterat av E-on 2020-11-18, vid nätverksträffen **Nu elektrifierar vi Sveriges Lastbilstransporter**, inom projektet **Skandinavisk laddinfrastruktur för ellastbilar**.

Checklista	
<h3>Elnätsanslutning</h3> <ol style="list-style-type: none">1 Tillgänglig kapacitet Hur ser tillgänglig kapacitet ut i den befintliga elnätsanslutningen. Behöver den utökas eller är det ett bättre alternativt att ha en ny separat anslutning för laddningen2 Framtidsplaner Hur ser våra planer ut gällande elektrifiering de kommande 2–5 åren. Tänk gärna in behov av laddning för alla fordonsslag, ex även personbilar för anställda.3 Leveranstider Små elnätsanslutningar har en leveranstid på ca 3 månader. Stora elnätsanslutningar kan ha en leveranstid på 3–18 månader.	<h3>Design av laddlösning</h3> <ol style="list-style-type: none">1 Förutsättningar för laddning Körschema, energiförbrukning och tid då fordonen står stilla är viktiga ingångsvärden vid design av laddlösningar2 Installation Installera lösningen för laddning så att framtida utbyggnad underlättas och kan genomföras på ett kostnadseffektivt sätt3 Tid för laddning Längre tid för laddning ger lägre effektkostnader. Då elnätsavgifter till stor del är baserade på effektkostnader så kan kapande av dessa ge lägre kostnader
<h3>Att tänka på....</h3> <ol style="list-style-type: none">1 Laddare Laddare kan ha olika grad av flexibilitet och möjligheter skalbarhet2 SW Load Management kan minska elnätskostnader och blir allt mer relevant i takt med att fordonsflottan växer3 Installation Kan installationen byggas flexibel ger detta möjlighet till förändringar utan att onödigt stora kostnader tillkommer4 Ledtider Leveranstid för elnätsanslutningar är inte sällan det som sätter förutsättningarna för tidplanen i projektet. Även laddare kan ha en leveranstid på 10–12 veckor.	