



LUND UNIVERSITY

Samhällsekonomiska effekter av att elektrifiera lastbilstransporter

Lantz, Mikael

2024

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Lantz, M. (2024). *Samhällsekonomiska effekter av att elektrifiera lastbilstransporter*. (TFEM; Nr. 3123). Lund University.

Total number of authors:

1

General rights

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

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

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

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

Take down policy

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

LUND UNIVERSITY

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

Samhällsekonomiska effekter av att elektrifiera lastbilstransporter

Mikael Lantz



LUNDS
UNIVERSITET

Dokumentutgivare

LUNDS UNIVERSITET
Miljö- och Energisystem, LTH
Box 118
221 00 Lund, Sweden

Dokumentnamn: Rapport

Utgivningsdatum 2024-02-07

Författare Mikael Lantz

Dokumenttitel och undertitel

Samhällsekonomiska effekter av att elektrifiera lastbilstransporter

Abstrakt

Transportsektorn är en central och nödvändig del av det moderna samhället samtidigt som den också ger upphov till flera negativa samhällseffekter. Sådana effekter är till exempel emissioner av växthusgaser, partiklar och andra föroreningar som har en negativ påverkan på människors hälsa och miljön. Andra effekter är till exempel buller och olyckor som har en negativ effekt på människors hälsa. Syftet med denna studie är att beskriva och kvantifiera samhällsekonomiska effekter av att elektrifiera lastbilstransporter jämfört med lastbilar som har konventionell dieselmotor. Sammantaget visar studiens resultat att det finns ett samhällsekonomiskt värde av att elektriska lastbilar ersätter dieseldrivna lastbilar under svenska förhållanden och att den absoluta merparten av värdet är kopplat till minskad klimatpåverkan. Om de elektriska lastbilarna istället ersätter lastbilar som drivs av HVO minskar nyttan betydligt och blir till och med negativ i vissa fall. För lastbilar i tätortstrafik finns det dock även här en samhällsnytta om de elektriska lastbilarna drivs med förnybar elektricitet eller svensk elmix.

Nyckelord

Elektriska lastbilar, samhällsnytta

Omfång: 29 sidor

Språk Svenska

ISRN LUTFD2/TFEM-- 24/3123--SE + (1--29)

ISBN 978-91-86961-58-9

Intern institutionsbeteckning

IMES Rapport nr 132

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Syfte.....	1
1.2	Metod och avgränsningar.....	1
2	Samhällsekonomiska analyser	2
2.1	Vägtransporters samhällsekonomiska kostnader.....	2
2.2	Parametrar som påverkas av att elektrifiera lastbilar.....	4
3	Elektriska vs konventionella lastbilar	6
3.1	Produktion av lastbilar.....	6
3.2	Produktion och användning av laddinfrastruktur.....	8
3.3	Användning av lastbilar.....	9
3.3.1	Emissioner av växthusgaser.....	9
3.3.2	Lokala luftföroreningar.....	11
3.3.3	Buller.....	12
4	Samhällsekonomisk värdering	13
4.1	Emissioner av växthusgaser.....	13
4.2	Lokala luftföroreningar.....	14
4.3	Buller.....	14
4.4	Sammanfattad värdering.....	15
5	Referenser	17
	Bilaga A: Emissioner av växthusgaser	19
	Klimatpåverkan från produktion och användning av diesel.....	19
	Klimatpåverkan från produktion och användning av elektricitet.....	20
	Samhällsekonomisk kostnad för emissioner av växthusgaser.....	20
	Bilaga B: Lokala luftföroreningar	22
	Bilaga C: Buller	23

1 Inledning

Transportsektorn är en central och nödvändig del av det moderna samhället samtidigt som den också ger upphov till flera negativa samhällseffekter. Sådana effekter är till exempel emissioner av växthusgaser, partiklar och andra föroreningar som har en negativ påverkan på människors hälsa och miljön. Andra effekter är till exempel buller och olyckor som har en negativ effekt på människors hälsa. I de fall det uppstår trängsel på vägarna kan detta leda till förseningar för gods och personer vilket också ger en samhällsekonomisk kostnad. På motsvarande sätt kan det uppstå externa samhällsekonomiska nyttor som till exempel de arbetstillfällen som skapas inom transportsektorn och tack vare transportsektorn vilket är positivt för samhällsekonomin (Trafikverket, 2012, 2023a).

Det finns flera studier som försöker kvantifiera och värdera dessa så kallade externa effekter. Dels för att ge olika typer av beslutsunderlag för att kunna maximera samhällsnyttan av transportsektorn, dels för att identifiera hur externa kostnader kan internaliseras och därmed bäras direkt av transportsektorn.

En kvantifiering av dessa externa effekter kan också bidra till att mer effektiva lösningar identifieras och eventuellt motivera stöd från samhället för att premiera en viss lösning framför en annan.

1.1 Syfte

Syftet med denna studie är att beskriva och kvantifiera samhällsekonomiska effekter av att elektrifiera lastbilstransporter jämfört med lastbilar som har konventionell dieselmotor.

1.2 Metod och avgränsningar

Denna studie baseras på en litteraturstudie och avgränsas till att analysera skillnaden mellan konventionella och elektrifierade lastbilar. Därmed beaktas inte vara sig positiva eller negativa effekter som bedöms uppstå oavsett om lastbilarna drivs med diesel eller elektricitet.

Här beaktas inte heller effekterna av att byta ut en gammal lastbil mot en ny utan endast effekten av att välja en ny elektrisk lastbil i stället för en ny lastbil med dieselmotor.

2 Samhällsekonomiska analyser

Samhällsekonomiska analyser syftar till att beräkna det totala värdet av en viss aktivitet eller en viss åtgärd för alla berörda i samhället. Den samhällsekonomiska analysen består dels av effekter som kan ges ett monetärt värde, dels av en beskrivning av de effekter som är för svåra eller omöjliga att värdera (Trafikverket, 2012;2023a).

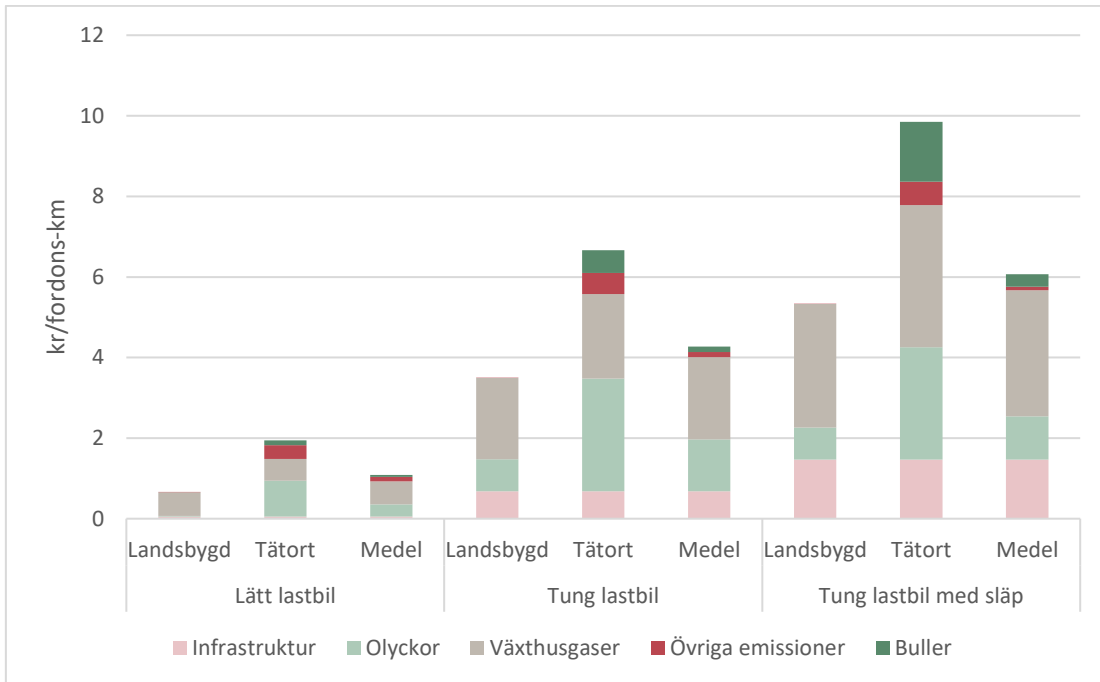
I en perfekt fungerande marknadsekonomi skulle alla effekter redan ha ett monetärt marknadsvärde och det skulle inte vara nödvändigt att göra samhällsekonomiska analyser (Trafikverket, 2023a). Eftersom traditionella företagsekonomiska eller privatekonomiska kalkyler inte sätter ett värde på alla externa effekter krävs dock att dessa värderas ur ett samhällsperspektiv. Det kan till exempel göras genom att beräkna kostnaden för att återställa en skada på miljön eller genom undersökningar av vad individer är beredda att betala för olika nyttigheter eller för att slippa utsättas för vissa negativa effekter som till exempel buller.

I föreliggande kapitel redovisas den samhällsekonomiska kostnaden för lastbilstransporter idag. Avsikten är att ge läsaren en uppfattning om vilka parametrar som normalt inkluderas i dessa analyser samt identifiera vilka aspekter som skulle ändras vid en elektrifiering. I följande kapitel beräknas därefter effekterna av att välja elektriska lastbilar i stället för dieseldrivna.

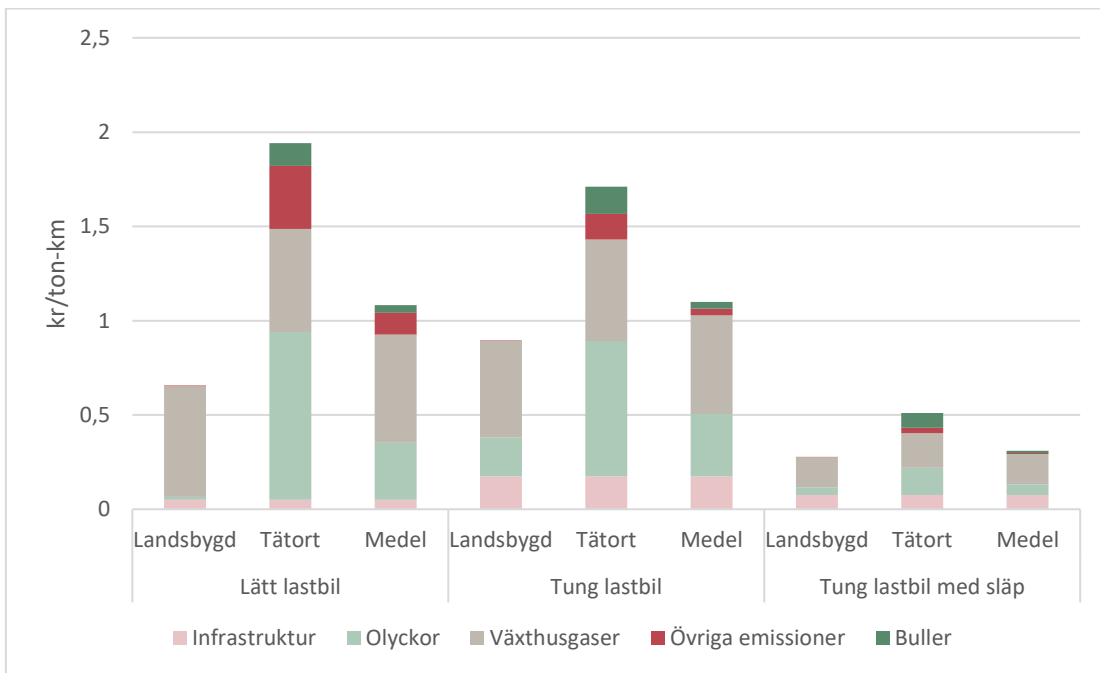
2.1 Vägtransporters samhällsekonomiska kostnader

Vägtransporters samhällsekonomiska kostnader är dels kopplat till den faktiska transporten i form av till exempel avgaser, slitage från vägbana och däck, buller, olyckor och trängsel. Därutöver uppstår också kostnader kopplat till produktion av fordon och infrastruktur samt kvittblivning av dessa. De samhällsekonomiska kostnaderna av dessa olika parametrar beror på de faktiska egenskaperna för respektive fordon men också på vart och när det används.

För EU28 beräknas vägtransportsektorns externa kostnader, det vill säga kostnader som inte direkt täcks av transportören, till drygt 820 miljarder Euro varav 15,3 miljarder Euro i Sverige (Europeiska Kommissionen, 2019). För de tunga lastbilstransporterna, som står för närmare 10% av vägtransporternas totala samhällskostnad, är det kostnaden för olyckor, trängsel och luftföroreningar som dominerar. Sammantaget anges kostnaden till drygt 4 €-cent per ton-km för tunga lastbilar uttryckt i 2016-års kostnadsläge. Som jämförelse beräknar Trafikanalys (2023a) den samhällsekonomiska kostnaden för tunga lastbilar i Sverige till 0,28–1,71 kr/ton-km, beroende på om lastbilen har släp eller inte, uttryckt i 2022-års kostnadsläge. Den beräknade kostnaden är därmed i samma storleksordning även om de olika studierna inkluderar olika aspekter och även värderar dessa på olika sätt. I Europeiska Kommissionen (2019) inkluderas till exempel kostnader för trängsel vilket inte är fallet i Trafikanalys (2023a). Samtidigt har Trafikanalys (2023a) inkluderat kostnaden för infrastruktur vilket inte finns med i beräkningarna från Europeiska Kommissionen (2019). Den totala kostnaden varierar också betydligt beroende på om lastbilen körs i tätort eller på landsbygd samt hur mycket last den antas ta med. Detta illustreras i Figur 1 där den samhällsekonomiska kostnaden uttrycks per fordons-km för olika ekipage och i Figur 2 där samma kostnad uttrycks per ton-km.



Figur 1: Samhällsekonomisk kostnad för godstransporter (Trafikanalys, 2023b)



Figur 2: Samhällsekonomisk kostnad för godstransporter uttryckt per ton-km (Trafikanalys, 2023b)

2.2 Parametrar som påverkas av att elektrifiera lastbilar

Som beskrivits i föregående avsnitt är det ett antal olika parametrar som tillsammans bidrar till vägtransportsektorns samhällsekonomiska kostnader. Huruvida fordonen är elektriska eller inte har betydelse för flera av dessa parametrar men inte alla.

Då syftet med föreliggande studie är att beräkna effekterna av att välja nya elektriska lastbilar jämfört med nya lastbilar med dieselmotor är det dock viktigt att identifiera vilka parametrar som påverkas av detta val.

Här antas till exempel att risken för olyckor och konsekvensen av dessa olyckor är den samma oavsett om fordonen är elektrifierade eller konventionella.

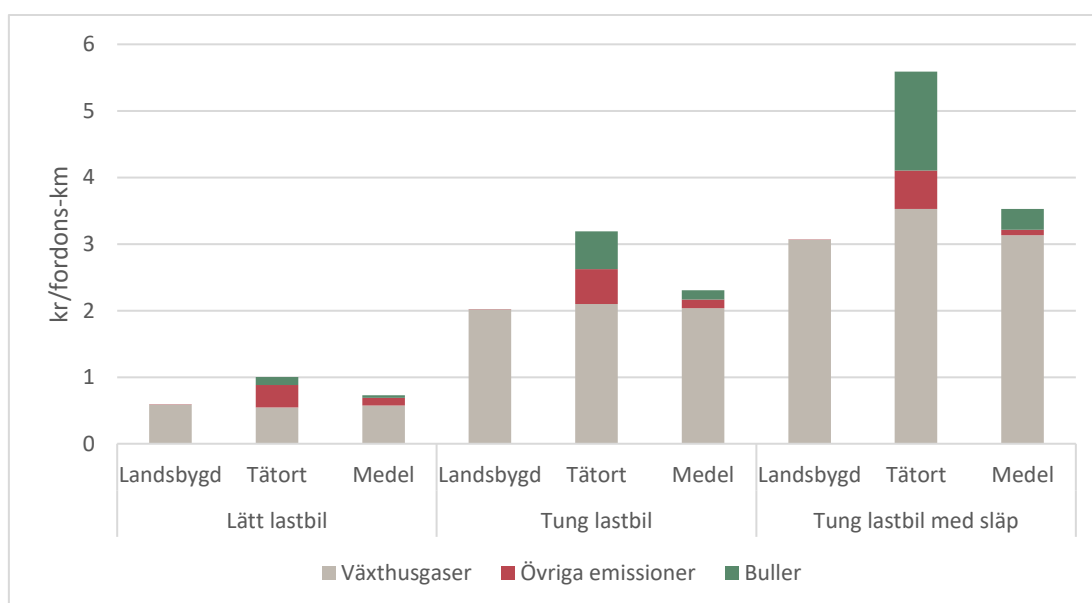
När det gäller trängsel skulle elektrifierade lastbilar kunna leda till lägre kostnader eftersom de har en lägre ljudnivå vilket ökar möjligheten att köra på kvällar och nätter i städer där det annars finns restriktioner på när tung trafik får förekomma. Då Trafikanalys (2023a) inte inkluderar kostnader för trängsel beaktas inte heller eventuellt förändrad trängsel i föreliggande studie.

Givet att det totala transportarbetet inte påverkas antas att kostnaden för infrastruktur i form av vägar och rastplatser med mera är oförändrad vid en elektrifiering. Däremot tillkommer ny infrastruktur i form av laddstationer vilket bör beaktas vid en jämförelse mellan konventionella och elektriska lastbilar.

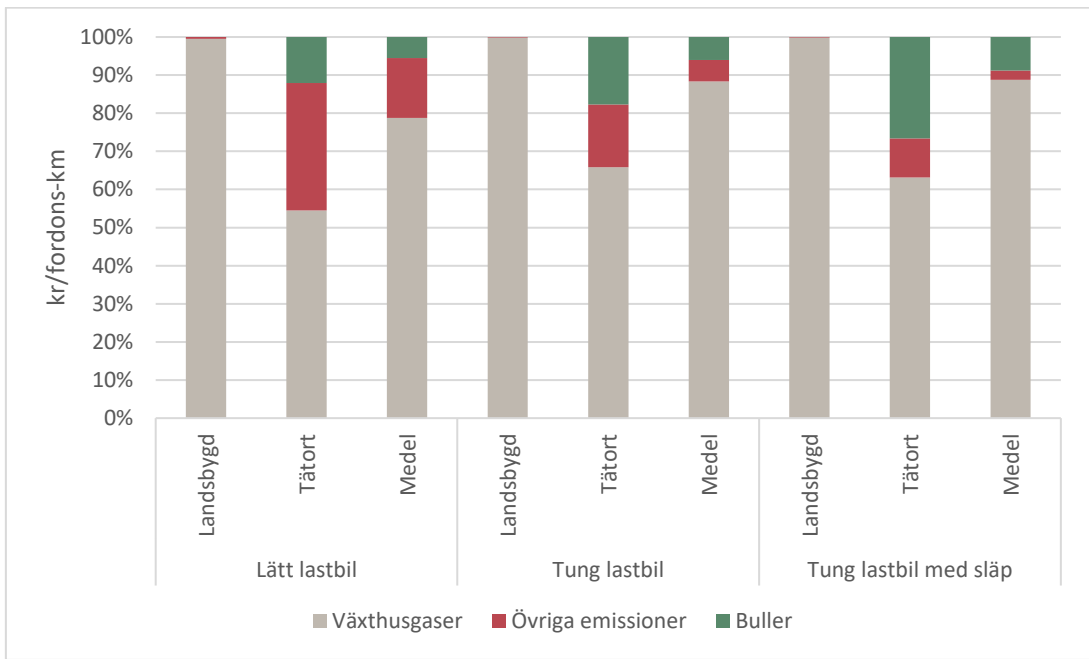
På motsvarande sätt bör också skillnaden mellan att producera och använda elektrifierade lastbilar och lastbilar med konventionell dieselmotor inkluderas i en jämförande analys.

Läsaren bör också notera att de värden som redovisats i föregående kapitel gäller för den befintliga fordonsflottan och ska inte användas som jämförelse med nya elektriska lastbilar.

I figur 3 och 4 redovisas den samhällsekonomiska kostnaden som beräknats av Trafikanalys (2023b) exklusive kostnaden för infrastruktur och olyckor. Där framgår att för landsbygdstrafik är den samhällsekonomiska kostnaden nästan helt kopplat till emissioner av växthusgaser. I stadstrafik ökar betydelsen av buller och övriga emissioner även om det fortfarande är växthusgaser som står för mer än hälften av den totala kostnaden.



Figur 3: Samhällsekonomisk kostnad för godstransporter som bedöms bli påverkade av en elektrifiering (Trafikanalys, 2023b)



Figur 4: Samhällsekonomisk kostnad för godstransporter som bedöms bli påverkade av en elektrifiering (Trafikanalys, 2023b)

3 Elektriska vs konventionella lastbilar

I föreliggande kapitel kvantifieras skillnaderna mellan elektriska och konventionella lastbilar ur ett systemperspektiv omfattande produktion, användning och kvittblivning av lastbilar och laddinfrastruktur. De parametrar som inkluderas är emissioner av växthusgaser samt skillnader i lokala luftföroreningar och buller vid användning av fordonen. Övriga aspekter så som användning av kritiska råmaterial, påverkan på arbetstillfällen och andra emissioner som uppstår vid produktion av fordon och infrastruktur inkluderas inte.

Observera att här jämförs en ny dieseldriven lastbil (Euro VI) med en ny eldriven lastbil. De värden som beräknas är därmed inte helt jämförbara med de värden som redovisats i kapitel 2 eftersom dessa gäller för den befintliga fordonsflottan.

3.1 Produktion av lastbilar

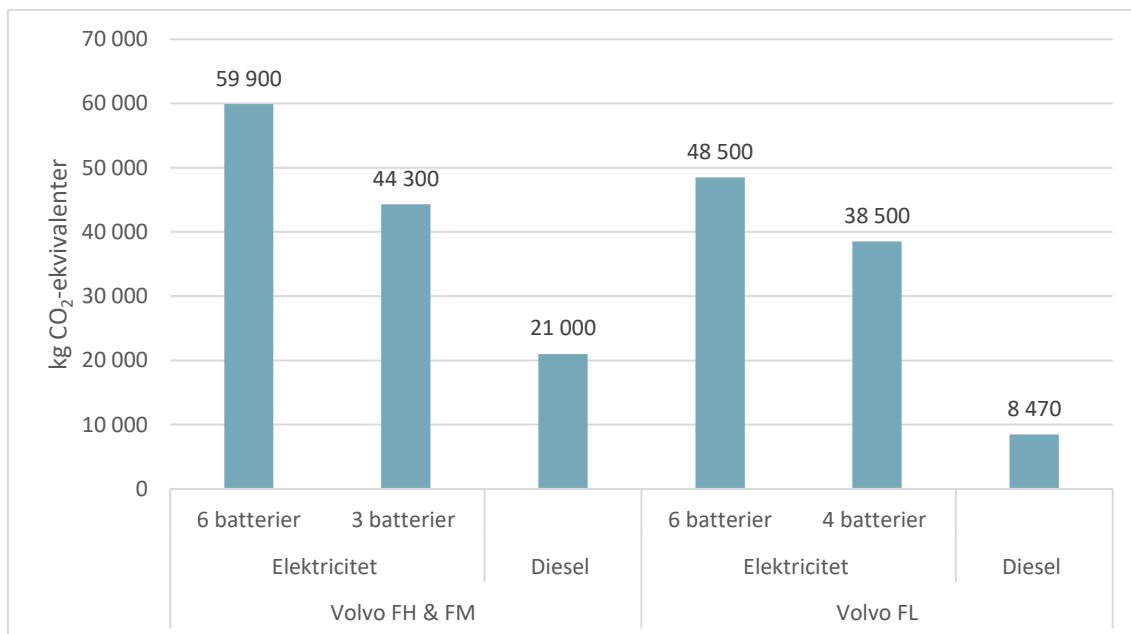
Produktion av lastbilar medför en användning av resurser och energi vilket i sin tur ger upphov till emissioner av olika slag. Som beskrivits ovan beaktas dock endast emissioner av växthusgaser i föreliggande analys.

Skillnaden mellan elektriska och konventionella lastbilar ligger framför allt i batteriet vars produktion kräver mycket energi. Hur stora emissionerna blir beror på hur energin producerats vilket kan variera betydligt mellan olika länder och olika kraftslag, se också bilaga A. En eldriven lastbil har också mer elektronik som för med sig ytterligare emissioner. Samtidigt kommer motorn att vara något mindre och lättare jämfört med en konventionell dieselmotor vilket minskar resursanvändningen. En högre andel material med höga emissioner av växthusgas så som koppar jämnar dock ut skillnaden mellan elmotorn och dieselmotorn (Mårtensson, 2022).

Vid en jämförelse av olika elektriska lastbilar är det viktigt att notera att batteriet står för en mycket stor del av lastbilens totala klimatpåverkan. En rättvis jämförelse av olika fordon kräver därför att batterikapaciteten beaktas. Detta redovisas i figur 5 där klimatpåverkan för tre olika lastbilar med olika batterilagringsskapacitet visas. För Volvo FH och Volvo FM, som båda har en bruttovikt på 44 ton, är emissionerna av växthusgaser cirka 20 – 40 ton högre för den elektrifierade modellen jämfört med motsvarande dieselmodell beroende på antalet batterier. För den mindre Volvo FL, som har en bruttovikt på 16,7 ton, är emissionerna av växthusgaser cirka 30–40 ton högre än motsvarande dieselmodell. Som jämförelse anger Burul och Algsten (2021) att produktionen av en elektrisk lastbil från Scania med en bruttovikt på 28 ton för med sig cirka 26 ton CO₂-ekv. extra jämfört med motsvarande bil med dieselmotor.

För Volvo FH och FM har batteripacken en lagringsskapacitet på 90 kWh styck och om hela skillnaden mellan fordonen med 3 respektive 6 batterier är kopplade till batterierna kan emissionerna beräknas till cirka 60 kg CO₂-ekv. per kWh lagringsskapacitet. För Volvo FL är batteripacken på cirka 65 kWh och emissionerna av växthusgaser beräknas uppgå till närmare 80 kg CO₂-ekv. per kWh lagringsskapacitet.

Som jämförelse anger Burul och Algsten (2021) att produktionen av battericellerna till en lastbil från Scania för med sig 74 kg CO₂-ekv. per kWh lagringsskapacitet. Den totala skillnaden mellan den elektriska och den dieseldrivna lastbilen är i deras studie dock motsvarande 87 kg CO₂-ekv. per kWh lagringsskapacitet.



Figur 5: Emissioner av växthusgaser för produktion och kvittblivning av elektriska och dieseldrivna lastbilar (Mårtensson, 2022)

För att beräkna emissionerna av växthusgaser per fordonskilometer antas här att samtliga fordon kör 700 000 km under sin livslängd. En Volvo FH med tre respektive sex batterier skulle då ha en extra växthusgasbelastning på 56 – 76 gram CO₂-ekvivalenter per km jämfört med motsvarande dieseldrivna lastbil.

Som jämförelse anger Trafikverket (2023b) att de totala emissionerna för faktiska ellastbilar med och utan släp är 41 – 71 gram CO₂-ekv./km. Motsvarande siffror för diesellastbilar anges till 19 – 27 gram CO₂-ekv./km. Den extra växthusgasbelastningen för en elektrisk lastbil skulle därmed endast uppgå till 22 – 44 gram/km. Eftersom dessa data baseras på faktiska fordonsflottan är det dock inte säkert att de elektriska och konventionella lastbilarna är jämförbara.

Här baseras beräkningarna på att batteriet för med sig 76 gram CO₂-ekv./km.

3.2 Produktion och användning av laddinfrastruktur

Elektrifierade lastbilar förutsätter att det också finns en infrastruktur för laddning. Eftersom denna infrastruktur inte finns idag inkluderas den i jämförelsen mellan konventionella och elektriska lastbilar.

Laddinfrastruktur förekommer i flera olika varianter vad gäller teknisk utformning, vilken effekt de erbjuder och vart de är lokaliserade med mera. Resursanvändning och miljöpåverkan kan därför variera mellan olika installationer. I Tabell 1 ges ett exempel på materialsammansättning i en laddare för bussar på 350 kW. Enligt Zhao et al. (2021) beräknas produktion, installation, nedmontering och återvinning av denna laddstation ge upphov till cirka 8 200 kg CO₂-ekv.

Tabell 1: Materialsammansättning för en laddstation på 350 kW (Zhao et al., 2021).

Material	Vikt (kg)
Aluminium	199
Koppar	837
Plast	50
Stål	180
Övrigt	114
Totalt	1 380

Laddinfrastrukturens totala påverkan beror dock på hur mycket den används och under hur lång tid den bedöms vara i drift. Ur ett systemperspektiv är det också viktigt att notera att det är den genomsnittliga utnyttjandegraden som är intressant och inte den enskilda utnyttjandegraden av en enskild laddstation. Det kan till exempel vara så att huvuddelen av laddningen sker på ett fåtal stationer med hög utnyttjandegrad men att det också krävs ett antal laddstationer med lågt utnyttjande för att systemet som helhet ska fungera.

Om laddstationen som beskrivit ovan skulle distribuera elektricitet motsvarande en fullasttimma per dygn i 10 år motsvarar detta 5,4 gram CO₂-ekvivalenter per kWh levererad elektricitet. En högre utnyttjandegrad minskar emissioner per kWh linjärt så länge som den totala livslängden inte påverkas. För kommersiella anläggningar är utnyttjandegraden sannolikt högre.

Här antas att laddinfrastrukturen i genomsnitt används cirka 2 fullasttimmar per dag i 10 år och att emissionerna uppgår till 2,5 gram CO₂-ekvivalenter per kWh levererad elektricitet.

När laddstationen används uppstår också vissa överföringsförluster som enligt Zhao et al. (2021) uppgår till 1,5% av tillförd elektricitet. Samtidigt antar Burul och Algesten (2021) att förlusterna uppgår till 5% för långsamladdning och 10% för snabbaddning och baserat på antaget laddmönster sätter de förlusterna till 6% i genomsnitt. Baserat på den intervjustudie som presenterats av CLOSER (2022) laddar elektriska lastbilar i regional trafik nästan uteslutande på depå och över hälften av den tillförda energin laddas vid effekter upp till 49 kW.

Här antas därför att laddningsförlusterna uppgår till 5%.

3.3 Användning av lastbilar

Den miljöpåverkan som uppstår vid användning av elektriska lastbilar är dels kopplad till produktion av elektricitet, dels till buller och lokala luftföroreningar som uppstår på grund av friktionen mellan vägbana och däck. Miljöpåverkan från dieseldrivna lastbilar består i stället av emissioner kopplade till produktion och användning av diesel, buller och lokala luftföroreningar som uppstår på grund av friktionen mellan vägbana och däck men också lokala luftföroreningar från förbränningsmotorn. Miljöpåverkan påverkas också av i vilken utsträckning det sker någon inblandning av biodiesel i den fossila dieseln.

3.3.1 Emissioner av växthusgaser

Emissioner av växthusgaser uppstår vid produktion av elektricitet samt produktion och användning av diesel. Hur stora emissionerna blir beror bland annat på hur elektriciteten produceras och eventuell inblandning av biodrivmedel. Antaganden om emissioner av växthusgaser samt den samhällsekonomiska kostnaden för dessa emissioner presenteras i bilaga A.

För att kvantifiera emissionerna av växthusgaser behövs också information om lastbilarnas energianvändning. Hur mycket energi som används för olika lastbilstransporter kan variera avsevärt beroende på typen av fordon, hur tungt lastad bilen är, utomhustemperatur och förarens körstil med mera. En rättvisande jämförelse av en dieseldriven lastbil med en elektrifierad lastbil förutsätter därmed att dessa parametrar är så lika som möjligt.

I tabell 2 redovisas den genomsnittliga energiförbrukningen för elektriska respektive dieseldrivna lastbilar i Sverige år 2021 beroende om de kör med släp eller inte och beroende på om de kör i stadstrafik eller på landsbygd. För lastbil med släp anger Trafikverket (2023b) en genomsnittlig energiförbrukning till 1,5 kWh elektricitet/km år 2021. Som jämförelse anger T&E (2020) att en generisk lastbil i Europa som lastar 40 ton drar 1,44 kWh/km. Samtidig sätter Borlaug et al. (2021) elanvändningen till 1,1 kWh för en generisk lastbil utan att ange antagen vikt. I en känslighetsanalys varierar också elanvändningen från 0,9 – 1,7 kWh/km. Det kan jämföras med den teoretiska beräkning av elektriska lastbilars energiförbrukning beroende på vikt som tagits fram av Jahangir Samet et al. (2021) och som redovisas i figur 6.

Sammanfattningsvis varierar den angivna energiförbrukningen kraftigt i dessa olika källor vilket sannolikt beror på att data inte anges under samma förutsättningar. Ingen av dessa källor anges till exempel vad motsvarande dieseldrivna lastbil skulle dra under samma förutsättningar.

I tabell 3 redovisas resultatet från en litteraturstudie över elektriska lastbilars elanvändning där det också anges dieselförbrukningen för motsvarande konventionella lastbil. Uppgifterna gäller för flera olika typer av fordon och den angivna energianvändningen baseras på teoretiska beräkningar såväl som faktiskt uppmätt förbrukning. Även dessa värden ska därför användas med försiktighet. I genomsnitt anges de elektriska lastbilarna använda 1,2 kWh/km vilket är en besparing på 60% jämfört med de konventionella dieseldrivna bilarna som anges dra 3,1 kWh diesel/km. Även här finns det dock stora variationer mellan olika typer av ekipage.

I föreliggande studie antas som basfall att den elektriska lastbilen drar 1,3 kWh/km och att motsvarande dieseldrivna lastbil drar 2,7 kWh/km vilket motsvarar en minskad energianvändning på cirka 52%. Som känslighetsanalys visas också hur resultatet påverkas av att en elektrifiering leder till att energianvändningen minskar med cirka 60% och att den elektriska lastbilen därmed använder 1,1 kWh elektricitet/km.

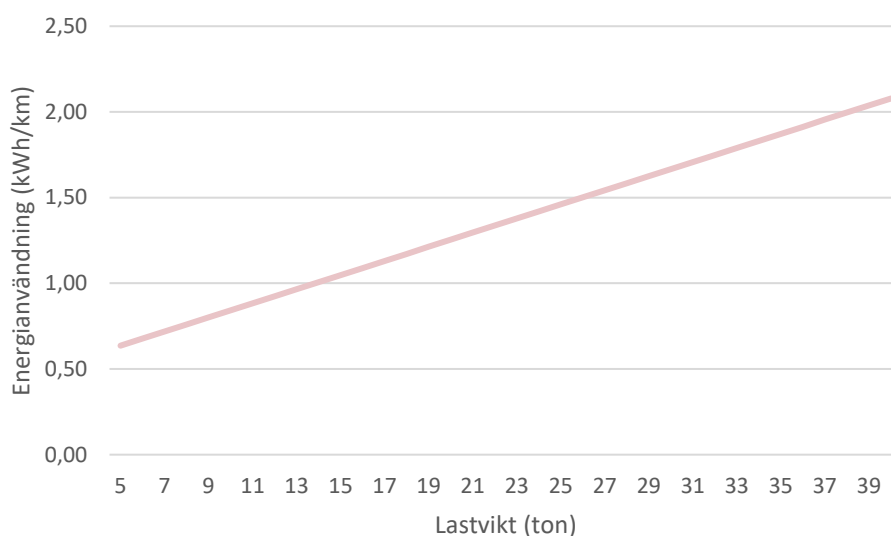
Tabell 2: Genomsnittlig energianvändning för svenska lastbilar 2021 (Trafikverket, 2023b)

	Energianvändning (kWh/km)	
	El	Diesel
Lastbil utan släp (stad)	0,79	2,60
Lastbil utan släp (land)	0,89	2,50
Lastbil med släp (stad)	1,4	4,20
Lastbil med släp (land)	1,5	3,80
Lastbil utan släp (genomsnitt)	0,87	2,50
Lastbil med släp (genomsnitt)	1,5	3,90

Tabell 3: Energianvändning för elektriska vs dieseldrivna lastbilar

	Energianvändning (kWh/km)		Besparing med elektrifiering	Referens
	El	Diesel*		
Volvo FH Electric	1,32	2,71	51 %	Mårtensson (2022)
Volvo FMX Electric	1,49	3,20	53 %	Mårtensson (2022)
Volvo FH Electric (40 ton)	1,1	2,2	50 %	Volvo (2022)
Distributionslastbil (28 ton)	0,93	2,47	62 %	Burul och Algsten (2021)
Frysbil (27 ton)	1,25	2,62	52 %	CLOSER (2022)
Semitrailer, styckegods	1,2	3,39	65 %	CLOSER (2022)
Fjärrtransport (64 ton)	2,0	4,17	52 %	CLOSER (2022)
Livsmedelsdistribution	0,78	2,99	74 %	Elganovan et al. (2021)
Lastbil – basfall	0,7	2,9	76 %	Zhou et al. (2017)
Lastbil	1,25	3,9	68 %	Cunanan et al. (2021)
Genomsnitt	1,2	3,1	60%	

*Diesel antas ha ett energiinnehåll på 9,8 kWh/liter (Energimyndigheten, 2023a).



Figur 6: Beräknad energianvändning beroende på maximal lastvikt (Jahangir Samet et al., 2021)

3.3.2 Lokala luftföroreningar

Utöver emissioner av växthusgaser ger vägtrafik också upphov till en rad övriga emissioner. Dessa kommer dels från förbränningsmotorn, dels från den friktion som uppstår mellan vägbana och däck. När det gäller slitagepartiklar anges dessa av Trafikverket (2023b) till 0,2 gram per fordonskilometer för lätta som tunga lastbilar. Trafikanalys (2023b) anger istället ett intervall på 0,123 – 0,200 gram/kilometer baserat på OECD (2020) och Trafikverket (2023a). Trafikanalys (2023b) bedömer också att ett medelvärde på 0,165 gram/fordonskilometer, skulle kunna vara representativt för Sverige som helhet. Dessa slitagepartiklar har också inkluderats i de samhällsekonomiska beräkningarna som redovisats i kapitel 2 i denna rapport. Här antas dock att en elektrifiering av lastbilar inte påverkar slitaget mellan däck och vägbana och därför inkluderas inte slitagepartiklar i de beräkningar som genomförs i denna studie.

Emissionerna från förbränningsmotorn beror på flera olika faktorer så som EURO-klass, bränsle och körmönster med mera. I tabell 4 redovisas emissionerna för lastbil med och utan släp som körs på diesel, gas samt flytande gas på landsbygd respektive i tätort. De värden som anges där gäller för den genomsnittliga fordonsflottan i Sverige år 2021. Dessutom redovisas gränsvärdena för EURO VI-motorer. Det är dock inte säkert att alla lastbilar i praktisk drift faktiskt uppfyller gällande gränsvärden. Bernard et al. (2023) redovisar till exempel mätningar från några olika städer i Europa där det framgår att 35% av de EURO VI fordon som kontrollerades i Tjeckien hade högre emissioner av NO_x än gränsvärdet. Som genomsnitt för den kontrollerade flottan var emissionerna från EURO VI-fordonen 80% högre än gränsvärdet. För EURO V var det betydligt fler fordon som överskred gränsvärdet och i genomsnitt var emissionerna av NO_x mer än dubbelt så höga som gränsvärdet för EURO V.

Som basfall antas att en ny elektrifierad lastbil ersätter en EURO VI-motor. Som känslighetsanalys visas också hur resultatet påverkas om den elektriska lastbilen ersätter ett genomsnittsfordon ur den befintliga flottan.

Samhällsekonomiska kostnader för lokala luftföroreningar presenteras vidare i bilaga B.

Tabell 4: Emissionsfaktorer för lastbilsflottan 2021 samt gränsvärde EURO VI (g/km) (Trafikverket, 2023b; ICCT, 2016)

Fordon	Landsbygd		Tätort		Genomsnitt Sverige	
	NO _x	PM avgaser	NO _x	PM avgaser	NO _x	PM avgaser
Lastbil utan släp						
- diesel	1,80	0,0300	2,30	0,0330	1,90	0,0310
- gas	0,36	0,0034	0,36	0,0035	0,36	0,0034
- flytande gas	0,28	0,0035	0,29	0,0036	0,28	0,0035
Lastbil med släp						
- diesel	1,40	0,0230	2,20	0,0300	1,50	0,0240
- flytande gas	0,34	0,0091	0,76	0,0150	0,45	0,0110
EURO VI					0,4	0,01

3.3.3 Buller

Enligt Trafikverket (2023c) kan buller definieras som ett icke-önskat ljud som människor utsätts för på olika platser. När det gäller buller från trafik finns de flesta bullerutsatta i städerna men det kan också uppstå störningar på mindre orter med mycket genomfartstrafik.

Hur mycket buller som ett fordon ger upphov till beror på flera parametrar så som motor och avgassystem, däck, material i vägbanan samt hastighet. Vid låga hastigheter (30 – 50 km/h för personbilar och 50 – 70 km/h för tunga fordon) dominerar ljudet från motor och avgassystem. Vid högre hastigheter är det framförallt ljudet från däck och vägbanan som skapar buller (Trafikverket, 2023c). Detta förhållande gör att skillnaden mellan elektriska fordon och fordon med förbränningsmotor är som störst vid låga hastigheter. Detta bekräftas också av Campello-Vicente et al. (2017) som simulerat trafikflöden med 1 350 fordon där 100% elektriska lätta fordon ställts mot 100% konventionella fordon med förbränningsmotor. Vid 30 km/h var skillnaden 2 dB(A) (från 55 till 53 dB(A)) mellan dessa båda alternativ och skillnaden minskade med högre hastighet. Om beräkningarna också inkluderar konventionella tunga fordon blir den totala skillnaden ännu mindre.

En studie som jämfört hur bullret förändrats längs en busslinje i Göteborg efter att hybridbussar ersatts av elektriska bussar kommer dock fram till något annorlunda resultat. Intervjustudier visade till exempel att antalet närboende som märkte buller och vibrationer från bussarna minskade betydligt. Mätningar visade också att det lågfrekventa bullret inomhus minskade med cirka 6 – 7 decibel. Sammanfattningsvis kommer studien fram till att de elektriska bussarna har minskar bullerexponeringen i det aktuella området och då särskilt med avseende på det lågfrekventa bullret inomhus (Persson Waye et al., 2021). Läsaren bör dock notera att författarna framhåller att den aktuella busslinjen delvis är mycket kuperad och att buller från busstrafik i uppforsbacke har tidigare upplevts som särskilt störande. Det är därmed oklart i vilken utsträckning resultatet skulle kunna överföras till andra områden med annorlunda topografi.

I vilken utsträckning elektrifierade fordon och då särskilt tyngre fordon påverkar bullerexponeringen och därmed de samhällsekonomiska kostnaderna för buller har inte kunnat klargöras inom ramen för denna studie. Vid låga hastigheter och kuperade vägsträckor bör en elektrifiering dock ge en signifikant skillnad. Vid högre hastigheter är skillnaden sannolikt marginell. Som ett grovt exempel beräknas här det samhällsekonomiska värdet av att bullret minskar med 2 dB(A) på det sätt som visas av Campello-Vicente et al. (2017). Läsaren bör dock observera att detta värde baseras på lätta fordon.

Samhällsekonomiska kostnader för buller presenteras vidare i bilaga C.

4 Samhällsekonomisk värdering

I föreliggande kapitel beräknas den samhällsekonomiska nyttan av att använda elektriska lastbilar jämfört med lastbilar med konventionell dieselmotor baserat på den energianvändning och de emissioner som redovisats i kapitel 3 samt de nyckeltal för samhällsekonomisk värdering som redovisas i bilaga A – C.

4.1 Emissioner av växthusgaser

Produktionen av elektriska lastbilar ger som tidigare beskrivits upphov till högre emissioner av växthusgaser än motsvarande lastbilar med dieselmotor. I vilken utsträckning dessa kompenseras av lägre emissioner under driftfasen beror framförallt på vilken elektricitet som används men också skillnaden i bränsleförbrukning mellan den elektriska och konventionella lastbilen samt vilket drivmedel som används av den konventionella lastbilen.

I tabell 5 redovisas de totala emissionerna av växthusgaser för elektriska lastbilar givet de olika antaganden som presenterats i kapitel 3 samt beroende på vilken elektricitet som används för att driva lastbilen. Där redovisas också emissionerna av växthusgaser för motsvarande lastbil med dieselmotor som drivs av diesel eller HVO.

Slutligen redovisas nettoeffekten av att välja en elektrisk lastbil istället för en med dieselmotor och det samhällsekonomiska värdet av detta val beroende på hur emissioner av växthusgaser värderas.

Tabell 5: Emissioner av växthusgaser för en elektrisk vs konventionell lastbil (gram CO₂-ekv./km)

	Svensk elmix (26 g/kWh)	Nordisk elmix (90,4 g/kWh)	Vindkraft (11 g/kWh)
Elektrisk lastbil			
Batterier	76	76	76
Laddinfrastruktur	2,5	2,5	2,5
Laddningsförluster – 5%	1,7	5,9	0,7
Framdrift – 1,3 kWh/km	33,8	117,5	14,3
Summa	114	202	93,5
Konventionell lastbil – 2,7 kWh/km – diesel	869	869	869
Konventionell lastbil – 2,7 kWh/km – HVO	103	103	103
Elektrisk lastbil istället för diesel	-755	-668	-776
Elektrisk lastbil istället för FAME	11	99	-9
Samhällsekonomisk värde – 4,2 kr/kg CO ₂	-0,05 – 3,2	-0,4 – 2,8	0,04 – 3,3
Samhällsekonomisk värde – 1,0 kr/kg CO ₂	-0,01 – 0,8	-0,1 – 0,7	0,01 – 0,8
Samhällsekonomisk värde – 7 kr/kg CO ₂	-0,08 – 5,3	-0,7 – 4,7	0,06 – 5,4

4.2 Lokala luftföroreningar

Lokala luftföroreningar som kväveoxider och partiklar uppstår dels i förbränningsmotorn, dels vid det slitage som uppstår mellan däck och vägbana. Som beskrivits i kapitel 3 antas det här att elektriska och konventionella lastbilar ger upphov till samma emissioner från väglitage vilket därför inte inkluderas här. Därmed är det endast de undvikna emissionerna från förbränningsmotorn som beaktas vid den samhällsekonomiska värderingen.

I tabell 6 nedan visas det samhällsekonomiska värdet av att undvika emissioner av NO_x och partiklar baserat på de emissioner som redovisats i tabell 4 samt den samhällsekonomiska kostnaden för dessa emissioner som redovisas i bilaga B. Dessutom visas hur det samhällsekonomiska värdet ökar om det antas att EURO VI-fordonen i praktisk drift inte uppfyller gränsvärdena på det sätt som beskrivits i kapitel 3.

Tabell 6: Samhällsekonomiskt värde av att undvika emissioner av NO_x och PM från olika lastbilstyper baserat på genomsnittsflottan 2021 samt gränsvärdena i EURO VI

Fordon	Landsbygd		Tätort		Genomsnitt Sverige	
	NO _x	PM avgaser	NO _x	PM avgaser	NO _x	PM avgaser
Lastbil utan släp						
- diesel	0,002	0,22	0,003	0,25	0,002	0,23
- gas	0,0004	0,03	0,0004	0,03	0,0004	0,03
- flytande gas	0,0003	0,03	0,0003	0,03	0,0003	0,03
Lastbil med släp						
- diesel	0,002	0,17				0,18
- gas						
- flytande gas	0,0004	0,07				0,08
EURO VI					0,00044	0,07
EURI VI + 80%					0,0008	0,13

4.3 Buller

Det buller som uppstår vid lastbilstrafik kan bland annat kopplas till ljud från motor och avgassystem och ljud som uppstår från friktion mellan vägbana och däck. Elektriska lastbilar har ingen förbränningsmotor och därmed elimineras en del av bullret från lastbilen. Samtidigt kvarstår det buller som inte är direkt kopplat till förbränningsmotorn vilket vid högre hastigheter dominerar ljudbilden, se också kapitel 3.

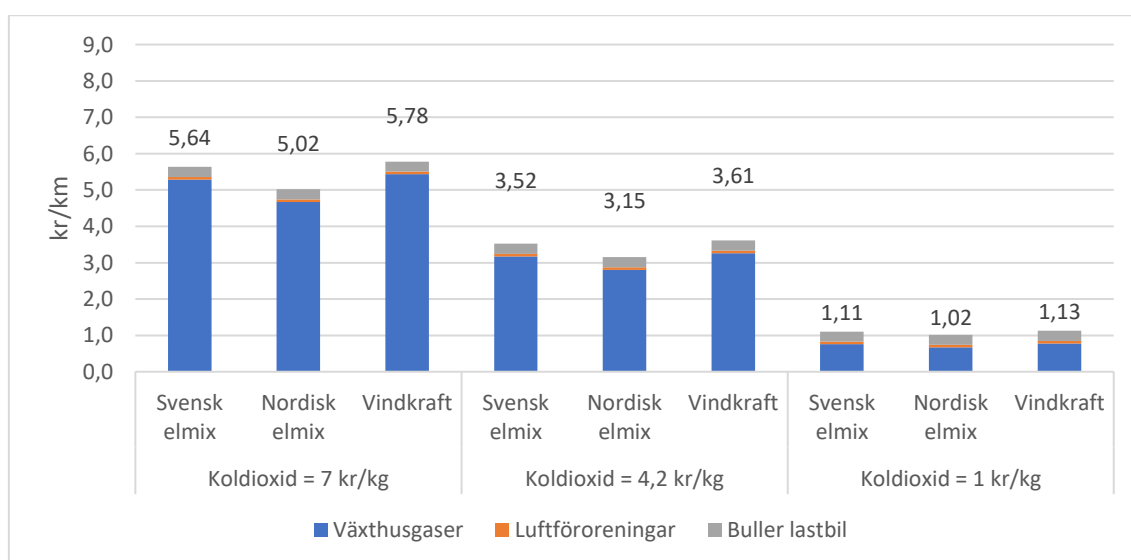
Inom ramen för föreliggande studie har det inte gått att kvantifiera hur mycket bullret skulle minska tack vare elektriska lastbilar och därmed går det inte heller beräkna det samhällsekonomiska värdet. Som beskrivits i kapitel 3 baseras den samhällsekonomiska värderingen istället på ett exempel där bullret minskar från 55 till 53 dB(A). Enligt data i tabell 8 i bilaga C medför detta att den samhällsekonomiska kostnaden per bullerutsatt person minskar med närmare 50%.

Samtidigt anger Trafikanalys (2023b) att den samhällsekonomiska kostnaden för buller i tätort är 1,49 kr/km respektive 0,56 kr/km för lastbil med och utan släp. Om den samhällsekonomiska kostnaden för buller halveras innebär det därmed en besparing på 0,75 respektive 0,28 kr/km.

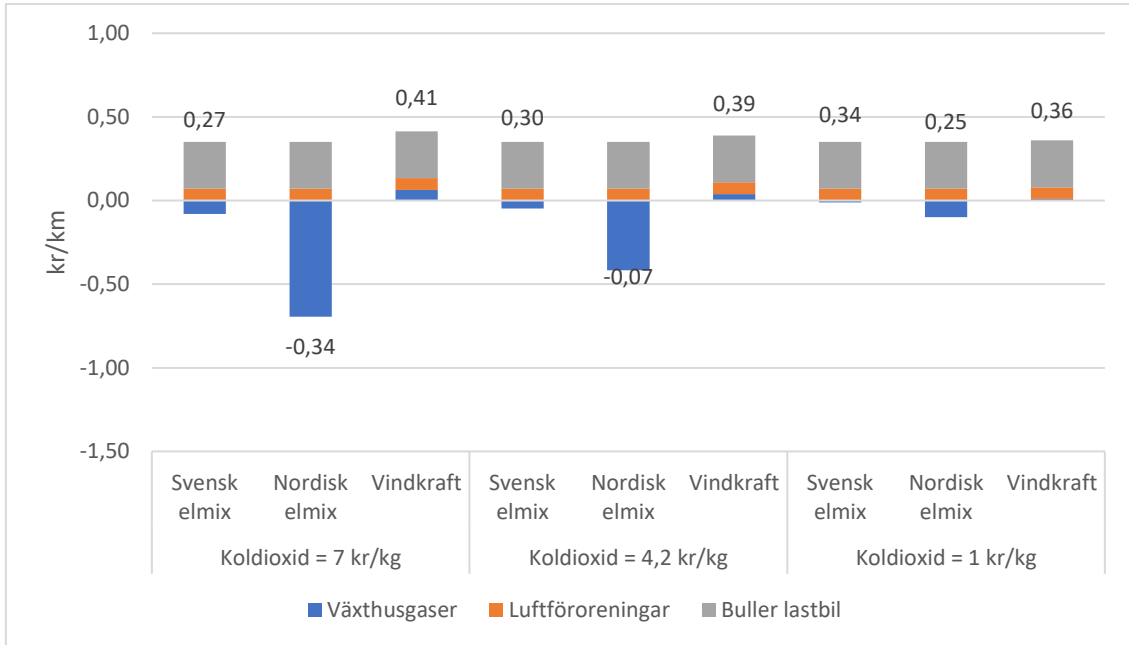
4.4 Sammanfattad värdering

Elektriska lastbilar ger precis som konventionella lastbilar upphov till samhällsekonomiska kostnader. Hur stora dessa kostnader är beror framförallt på produktion av batteriet och energiåtgång för framdrift samt vilka emissioner detta antas föra med sig. De samhällsekonomiska effekterna av att elektrifiera lastbilar beror också på vilka lastbilar och drivmedel som de elektriska lastbilarna antas ersätta. Det är till exempel stor skillnad på att ersätta en dieseldriven lastbil jämfört med en som drivs av HVO. Slutligen beror det samhällsekonomiska värdet också på hur olika emissioner och störningar som buller värderas. Det innebär till exempel att det kan vara stor skillnad mellan en lastbil som kör i stadsmiljö jämfört med en lastbil som kör på landsbygden.

I figur X redovisas den samhällsekonomiska effekten av att elektriska lastbilar ersätter nya konventionella dieseldrivna lastbilar som kör i tätort beroende på vilken elmix som de elektriska lastbilarna använder och hur emissioner av växthusgaser värderas. I figur XX visas motsvarande data för lastbilar som drivs med HVO. Sammantaget kan det konstateras att det finns ett samhällsekonomiskt värde av att ersätta dieseldrivna lastbilar oavsett vilken elektricitet som används och oavsett hur emissioner av växthusgaser värderas. Det kan också konstateras att den i särklass viktigaste parametern är undvikna emissioner av växthusgaser. Det finns alltså ett mycket begränsat värde i att fokusera på stadstrafik. Om det däremot är så att en elektrisk lastbil ersätter en lastbil som drivs med HVO blir resultatet annorlunda. När det gäller klimatpåverkan blir det i de flesta fall som analyserats här en negativ effekt av att elektrifiera istället för att använda HVO. Så länge som lastbilen används i stadstrafik kommer minskade lokala luftföroreningar och buller dock resultera i en positiv samhällsnytta om lastbilen använder el från förnybara energikällor eller svensk elmix. Om det antas att de elektriska lastbilarna helt eller delvis ersätter lastbilar som drivs med biodrivmedel är det därmed viktigt att prioritera tätortstrafik och att den elektricitet som används har låg klimatpåverkan.



Figur 7: Samhällsekonomiskt värde av att elektriska lastbilar ersätter dieseldrivna nya lastbil i tätortstrafik beroende på använd elektricitet samt värdering av klimatpåverkan



Figur 8: Samhällsekonomiskt värde av att elektriska lastbilar ersätter HVO-drivna nya lastbil i tätortstrafik beroende på använd elektricitet samt värdering av klimatpåverkan

5 Referenser

- Boverket (2011) Trafikbuller och nybyggda bostäder, rapport 2011:10, Boverket
- Bernard, Y., Lee, K. och Borken-Kleefeld, J. (2023) CARES (City air remote emission sensing), Deliverable D4.5 – Report on real-world emission factors and impact of low-emission zones
- Borlaug, B., Muratori, M., Gilleran, M., Woody, D., Muston, W., Canada, T., Ingram, A., Gresham, H och McQueen, C. (2021) Heavy-duty truck electrification and the impacts of depot charging on electricity distribution systems. *Nat Energy* 6, 673–682
- Burul, D. och Algesten, D. (2021) Life cycle assessment of distribution vehicles – Battery electric vs diesel driven, Scania
- Campello-Vicente, H., Peral-Orts, R., Campillo-Davo, N. och Velasco-Sanchez, E. (2017) The effect of electric vehicles on urban noise maps, *Applied Acoustics*, Volume 116, Pages 59-64,
- CLOSER (2022) REEL Regional Electrified Logistics – Report based on interviews with logistic actors, 1st edition 2022:10, CLOSER
- Cunanan, C., Tran, M-K., Lee, Y., Kwok, S., Leung, V. och Fowler, M. (2021) A review of Heavy-Duty Vehicle Powertrain Technologies: Diesel Engine Vehicles, Battery Electric Vehicles, and Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles, *Clean Technol.* 3: 474-489
- Elangovan, R., Kanwhen, O., Dong, Z., Mohammad, A. och Rojas-Cessa, R. (2021) Comparative analysis of energy use and Greenhouse gas emissions of Diesel and Electric Trucks for Food Distribution in Gowanus District of New York City, *Frontiers in Big Data*
- Energimyndigheten (2021) Växthusgasutsläpp från vindkraft, Energimyndigheten
- Energimyndigheten (2023a) Reduktionsplikten, <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/reduktionsplikt/>, hämtad 2023-10-15
- Energimyndigheten (2023b) Drivmedel 2022, rapport ER 2023:19
- Energimyndigheten (2023c) Vägledning gällande regelverket om reduktion av växthusgasutsläpp från vissa fossila drivmedel (för bensin, diesel och flygfotogen) – Version 1.0, Energimyndigheten
- Energimyndigheten (2023d) Växthusgasberäkning – frågor och svar om vilket värde som ska användas för svensk elmix, <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/hallbarhetslagen/fragor-och-svar/vaxthusgasberakning/>, hämtad 2023-10-15
- Europeiska Kommissionen (2019) Handbook on the external costs of transport, version 2019-1.1, European Commission, Direktorat-General for Mobility and Transport
- Europeiska Kommissionen (2023) Commission is calling for experts to advise on the implementation of the emissions trading system for buildings, road transport and additional sectors (ETS2), https://climate.ec.europa.eu/news-your-voice/news/commission-calling-experts-advise-implementation-emissions-trading-system-buildings-road-transport-2023-04-05_en, hämtad 2023-06-22
- ICCT (2016) A technical summary of Euro 6/VI vehicle emission standards, The International Council of Clean Transportation

- Jahangir Samet M, Liimatainen H, van Vliet OPR, Pöllänen M. (2021) Road Freight Transport Electrification Potential by Using Battery Electric Trucks in Finland and Switzerland. *Energies*. 14(4):823
- Mårtensson, L. (2022) Assessing the environmental performance of heavy-duty electric vehicles – The case of Volvo FH and FMX, Engineering report, Volvo
- Naturvårdsverket (2023) Undersökningar av hur många som är störda av buller, <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/buller/undersokningar-av-hur-manga-som-utsatts-for-buller>, hämtad 2023-06-17
- OECD (2020)
- Persson Wayne, K., Huigi, L. Wiberg, A., Sandström, L., Parra, J. och Glebe, D. (2021) Påverkan på buller, bullerstörning och hälsa bland boende före och efter införande av elektrifierad busstrafik – en interventionsstudie i Göteborg, rapport nr 4:2021, Avdelningen samhällsmedicin och folkhälsa, Sahlgrenska akademien
- Sandgren, A. och Nilsson, J. (2021) Emissionsfaktor för nordisk elmix med hänsyn till import och export – Utredning av lämplig systemgräns för elmix samt beräkning av det nordiska elsystemets klimatpåverkan, SMED Rapport 4, 2021
- Statista (2023) European Union Emission Trading System (EU-ETS) carbon pricing from January 2022 to May 2023 <https://www.statista.com/statistics/1322214/carbon-prices-european-union-emission-trading-scheme/>, hämtad 2023-06-22
- Trafikanalys (2023a) Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader 2022, rapport 2023:4, Trafikanalys
- Trafikanalys (2023b) Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader 2022 – bilagor, PM 2023:1, Trafikanalys
- Trafikverket (2012) Introduktion till samhällsekonomisk analys, rapport 2012:220, Trafikverket
- Trafikverket (2023a) Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.1, version 2023-02-01, Trafikverket
- Trafikverket (2023b) Emissionsfaktorer vägtrafik 2021-2030-2040, <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/minskad-klimatpaverkan/emissionsberakningsmodellen-hbefa/>, hämtad 2023-07-03
- Trafikverket (2023c) Buller från vägtrafik, hämtad 2023-05-06, <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/buller-och-vibrationer---for-dig-i-branschen/Fakta-om-buller-och-vibrationer/buller-fran-vagtrafik/>
- T&E (2020) Comparison of hydrogen and battery electric trucks – Methodology and underlying assumptions. Transport and Environment
- Volvo (2022) Volvo's heavy-duty electric truck is put to the test: excels in both range and energy efficiency, <https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/jan/volvos-heavy-duty-electric-truck-is-put-to-the-test-excels-in-both-range-and-energy-efficiency.html>, uppdaterad 2022-01-04, hämtad 2023-06-27
- Zhao, E., May, E., Walker, P. och Surawski, N. (2021) Emissions life cycle assessment of charging infrastructures for electric buses, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 48:101605

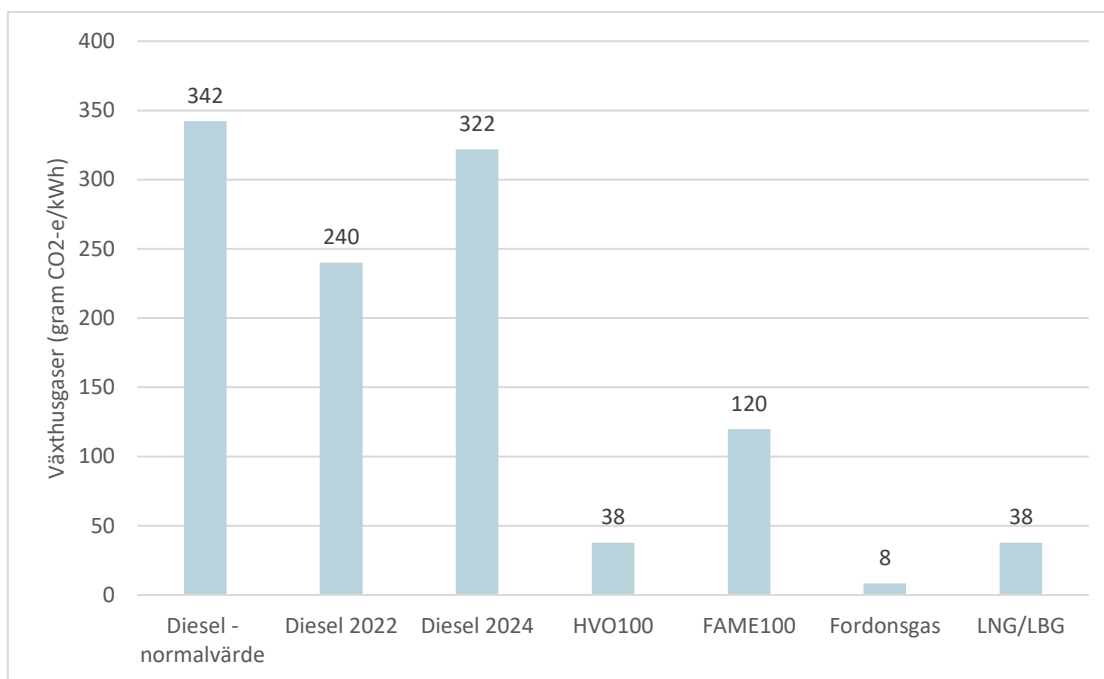
Bilaga A: Emissioner av växthusgaser

Förbränning av fossila bränslen ger upphov till emissioner av fossil koldioxid vilket tillsammans med emissioner av metan, lustgas och andra så kallade växthusgaser påverkar växthuseffekten. Här redovisas de emissioner av växthusgaser som kan kopplas till användningen av lastbilar. Därmed inkluderas emissioner som uppstår vid förbränningen i dieselmotorn men också de emissioner som uppstår vid produktion och distribution av drivmedel och elektricitet. Slutligen redovisas den samhällsekonomiska kostnaden kopplad till emissioner av växthusgaser.

Klimatpåverkan från produktion och användning av diesel

Konventionella lastbilar med dieselmotor kan använda olika typer av bränslen. Dels diesel med eller utan låginblandning av biodrivmedel alternativt endast biodrivmedel. I figur 7 nedan redovisas emissioner av växthusgaser för några olika bränslen som var tillgängliga på den svenska marknaden år 2022. Värdena för diesel 2022 innefattar en låginblandning av biodrivmedel på drygt 30%. Dessutom redovisas data för diesel utan någon inblandning av biodrivmedel samt diesel med 6% utsläppsreduktion jämfört med den fossila referensen. Detta motsvarar de uppdaterade reglerna inom reduktionsplikten som ska gälla från den 1:a januari 2024 (Energimyndigheten, 2023a).

I föreliggande studie används emissionerna för diesel med 6% utsläppsreduktion vilket motsvarar 322 gram CO₂-ekvivalenter/kWh. Som känslighetsanalys visas också hur resultatet påverkas om emissionerna sätts till 38 gram CO₂-ekvivalenter/kWh vilket motsvarar en användning av HVO eller flytande metan istället för diesel.



Figur 9: Emissioner av växthusgaser för olika drivmedel år 2022 samt bedömda emissioner för 2024 för diesel (Energimyndigheten, 2023a,b,c)

Klimatpåverkan från produktion och användning av elektricitet

Den klimatpåverkan som uppstår vid produktion av elektricitet varierar beroende på hur elektriciteten produceras. Förnybar produktion som till exempel vattenkraft och vindkraft ger låga emissioner av växthusgaser samtidigt som fossila bränslen och då i synnerhet kol resulterar i höga emissioner.

Enligt Energimyndigheten (2023d) ska växthusgasberäkningar som utförs med anledning av lagen om hållbarhetskriterier använda en emissionsfaktor på 26 gram CO₂-ekv/kWh. Denna faktor motsvarar svensk elmix på lokalnätets nivå och har beräknats med hänsyn till produktion, import och export av elektricitet år 2019. Samtidigt anger Sandgren och Nilsson (2021) en beräknad emissionsfaktor på 90,4 gram CO₂-ekvivalenter per kWh för nordisk elmix som ett genomsnitt för år 2016–2018. Detta kan till exempel jämföras med vindkraft med en emissionsfaktor på cirka 11 gram CO₂-ekvivalenter/kWh (Energimyndigheten, 2021). Här baseras beräkningarna på svensk elmix och en emissionsfaktor på 26 gram CO₂-ekvivalenter per kWh. Som känslighetsanalys visas också resultatet för en emissionsfaktor på 90,4 respektive 11 gram/kWh som motsvarar nordisk elmix respektive vindkraft.

Samhällsekonomisk kostnad för emissioner av växthusgaser

Emissioner av växthusgaser påverkar växthuseffekten och ger därmed upphov till olika negativa konsekvenser som ger en kostnad för samhället. Trafikverket (2023a) bedömer dock att dessa samband är så omfattande, långsiktiga, komplicerade och osäkra att de inte kan värderas utifrån skadestånd eller medborgarnas indirekta värdering av skadestånd på det sätt som görs för andra negativa effekter. Trafikverket (2023a) värderar därför emissioner av växthusgaser utifrån politiska mål och styrmedel. I tidigare versioner av ASEK har denna värdering utgått från den svenska koldioxidskatten. I ASEK 7.1 baseras värdet på reduktionspliktsavgiften

och sätts därför till 7 kr/kg koldioxidekvivalent uttryckt i 2017-års prisnivå. Eftersom värdet bedöms spegla långsiktiga åtgärdskostnader rekommenderas dock ingen uppräknings över tid. Som jämförelse värderar Trafikanalys (2023a) emissioner av växthusgaser till 4,2 kr/kg CO₂-ekvivalent.

Europeiska kommissionen (2019) värderar slutligen emissioner av växthusgaser baserat på vad det kostar att undvika tillräckligt med emissioner för att uppfylla Parisavtalet. Baserat på en omfattande litteraturstudie anges kostnaden till 100 € per ton CO₂-ekvivalent i 2016 års penningvärde fram till år 2030 och 269 euro/ton CO₂-ekvivalent till år 2060.

Ett annat styrmedel som reglerar priset på koldioxid är EU:s handel med utsläppsrätter. I dagsläget är vägtransportsektorn inte inkluderad i systemet men i EU ETS2 kommer bland annat transportsektorn att inkluderas. Reglerna för EU ETS2 är inte klara men de kommer inte rikta sig mot slutkonsumenten av fossila bränslen utan troligen den som idag är ansvarig för att betala in drivmedelsskatter. Systemen ska börja gälla år 2028 och då avse verifierade emissioner för 2027 (Europeiska Kommissionen, 2023). Inom det nuvarande systemet har priset på utsläppsrätter varierar betydligt men under våren 2023 nåddes de högsta nivåerna någonsin på över 1 kr/kg CO₂-ekvivalent (Statista, 2023).

I föreliggande studie baseras beräkningarna på 4,2 kr/kg CO₂-ekvivalent. Som känslighetsanalys visas också hur det samhällsekonomiska värdet förändras om emissioner av växthusgaser värderas till 1 kr/kg respektive 7 kr/kg.

Bilaga B: Lokala luftföroreningar

Utöver emissioner av växthusgaser ger vägtrafik också upphov till en rad övriga emissioner. Dessa kommer dels från förbränningsmotorn, dels från den friktion som uppstår mellan vägbana och däck. Idag rekommenderar Trafikverket (2023a) att ammoniak, kväveoxider och partiklar inkluderas i samhällsekonomiska beräkningar. Trafikverket (2023a) skiljer också på lokala och regionala effekter. Lokala effekter uppstår nära utsläppskällan och kan till exempel vara negativa hälsoeffekter men också nedsmutsning och materiella skador. Eftersom betydligt fler personer och byggnader utsätts för emissionerna i tätort blir den samhällsekonomiska kostnaden högre där än på landsbygden. Emissioner som ger lokala effekter kan i vissa fall också omvandlas till föroreningar som sprids över ett större område och ger regionala effekter. Kväveföreningar kan till exempel ge upphov till övergödning av mark och vatten samt marknära ozon som bland annat kan orsaka skador på grödor och skog men också ge upphov till allergier och andningsproblem.

Trafikverket (2023a) anger samhällsekonomiska kostnader för emissioner av partiklar (PM_{2,5} samt PM₁₀), NO_x och ammoniak. Samtidigt anges att kostnaderna för emissioner av ammoniak är försumbara uttryckt per fordonskilometer. Ammoniak inkluderas därför inte här. Kväveoxider bildas i förbränningsmotorn och partiklar kommer dels från förbränningen, dels från slitage mellan däck och vägbana.

I tabell 7 redovisas samhällsekonomiska kostnader för emissioner av partiklar och kväveoxider baserat på Trafikverket (2023a) vilka även används i denna studie. Observera att kostnaden för emissioner på landsbygd endast omfattar regionala effekter samtidigt som emissioner i tätort inkluderar både lokala och regionala effekter.

Tabell 7: Värdering av luftföroreningars lokala och regionala effekter, prisnivå 2023 (kr/kg) (Trafikverket, 2023a)

EFFEKTER	Typ av emission	Skadekostnad (givet nationell exponering)
Lokala effekter		
Hälsoeffekter av avgaspartiklar	Partiklar PM _{2,5}	7 454
Hälsoeffekter av slitagepartiklar	Partiklar PM ₁₀	1 531
Nedsmutsning	Partiklar PM ₁₀	349
Regionala effekter		
Effekter av marknära ozon	Kväveoxider	1,1 (medelvärde Sverige) ^a
Marin övergödning	Kväveoxider	2,2

^a Norrland: 0,55; Svealand 1,09 och Götaland 1,64 kr/kg

Bilaga C: Buller

Den samhällsekonomiska kostnaden för buller baseras enligt Trafikverket (2023a) dels på de negativa hälsoeffekter som buller kan leda till i form av sjukdom och förlorade levnadsår men framför allt på individers betalningsvilja för en god ljudmiljö. Denna betalningsvilja baseras på observerbara skillnader i fastighetspriser mellan liknande fastigheter med olika ljudmiljö (Trafikverket, 2023a). De samhällsekonomiska kostnaderna per bullerutsatt person presenteras i tabell 9. Givet dessa värden rekommenderar Trafikverket (2023) att samhällsekonomiska analyser av trafik i tätort ska använda de marginalkostnader för buller från vägtrafik som redovisas i Tabell 10. När det gäller trafik på landsbygd sätter Trafikverket (2023a) kostnaden till noll.

Tabell 8: Samhällsekonomiska kostnader för störningseffekter och hälsoeffekter relaterat till buller uttryckt i kr person och år (Trafikverket, 2023a).

Bullernivå utomhus	Kostnad för störningseffekter	Kostnad för hälsoeffekter	Totalt
50	168		168
51	525		525
52	1 071		1 071
53	1 804		1 804
54	2 726		2 726
55	3 836		3 836
56	5 134		5 134
57	6 621		6 621
58	8 296	74	8 370
59	10 159	134	10 293
60	12 210	223	12 433
61	14 451	327	14 778
62	16 879	461	17 340
63	19 495	624	20 119
64	22 300	803	23 103
65	25 292	996	26 288
66	28 474	1 220	29 694
67	31 844	1 472	33 315
68	35 401	1 754	37 156
69	39 147	2 056	41 203
70	43 082	2 403	45 486
71	47 205	2 768	49 973
72	51 516	3 160	54 676
73	56 015	3 583	59 598
74	60 702	4 036	64 738
75	65 579	4 533	70 112

Tabell 9: Marginalkostnader (kr/fkm) för vägtrafikens buller i 2017-års prisnivå (Trafikverket, 2023a)

Fordon	ÖBT ^a	GBT ^b	MBT ^c	TBT ^d	Genomsnitt tätort
Personbil	0,006	0,026	0,108	0,178	0,116
Tung lastbil utan släp	0,034	0,125	0,504	0,829	0,524
Tung lastbil med släp	0,087	0,327	1,326	2,063	1,365
Buss	0,034	0,125	0,504	0,829	0,542

^a Övriga tätorter (befolkningstäthet 131 – 400 personer/km²)

^a Glest befolkad tätort (befolkningstäthet mellan 400 – 1 000 personer/km²)

^a Medelbefolkad tätort (befolkningstäthet mellan 1 000 – 2 000 personer/km²)

^a Tätbefolkad tätort (befolkningstäthet över 2 000 personer/km²)

Som framgår av tabell 10 skiljer Trafikverket (2023a) inte på fordon med olika bränslen. Detta tillvägagångssätt används även av Trafikanalys (2023b) som anger samma bullerkostnad för personbilar oavsett om de drivs med bensin, diesel eller elektricitet. På samma sätt används samma värden för elektriska bussar och bussar med dieselmotor. För lastbil redovisas inte bränsleslag och det antas här att alla värden därför gäller dieselemotorer. I tabell 10 redovisas de samhällsekonomiska kostnaderna för buller som Trafikanalys (2023b) beräknar för fordonsflottan så som den såg ut 2022. Det framgår inte någon motivering till varför eldrivna fordon inte bedöms ha en lägre kostnad för buller. Däremot anges att analysen endas omfattar de statliga vägarna vilka generellt är de större vägarna där hastigheten kan antas vara relativt hög. Givet vad som presenterats tidigare i denna bilaga är skillnaden mellan elektriska och konventionella fordon sannolikt marginell på dessa vägar.

Tabell 10: Marginalkostnader (kr/fkm) för vägtrafikens buller i 2022-års prisnivå (Trafikanalys, 2023b)

Fordon	Landsbygd	Tätort	Viktat medel
Personbil	0	0,121	0,040
Lätt lastbil	0	0,121	0,040
Buss	0	0,564	0,161
Tung lastbil utan släp	0	0,564	0,139
Tung lastbil med släp	0	1,485	0,210

Det bör samtidigt beaktas att det statliga vägnätet framförallt finns utanför tätorterna och att antalet personer som exponeras för buller från vägtrafik ökar kraftigt om de kommunala vägarna inkluderas. Boverket (2011) anger till exempel att 80% av de bullerutsatta berörs av buller från det kommunala vägnätet. Detta framgår också av den nationella bullerkartläggningen som genomförs vart femte år och som omfattar antalet bullerexponerade personer i alla kommuner med över 100 000 invånare (13 stycken) samt längs med vägar som trafikeras av fler än 3 miljoner fordon per år och som ligger utanför de kartlagda kommunerna (Naturvårdsverket, 2023). Resultaten från den senaste kartläggningen redovisas i tabell 12 och 13.

Tabell 11: Antalet personer exponerade för vägtrafik vid större vägar samt alla vägar inom kartlagda kommuner (Naturvårdsverket, 2023).

Fordon	L _{den} 55-59	L _{den} 56-64	L _{den} 65-69	L _{den} 70-74	L _{den} 75	Totalt L _{den} >55
Kommuner	613 400	387 100	184 900	39 700	3 000	1 228 100
Trafikverket	171 600	99 400	45 600	11 400	1 500	329 500
Totalt	785 000	486 500	230 500	51 100	4 500	1 557 600

Tabell 12: Antalet personer exponerade för vägtrafik vid större vägar samt alla vägar inom kartlagda kommuner på natten (Naturvårdsverket, 2023).

Fordon	L_{natt} 55-59	L_{natt} 56-64	L_{natt} 65-69	L_{natt} 70-74	L_{natt} 75	Totalt L_{natt} >55
Kommuner	405 900	210 300	61 200	6 400	300	684 100
Trafikverket	115 900	60 800	17 700	3 400	100	197 900
Totalt	521 800	271 100	78 900	9 800	400	882 000

Sammanfattningsvis bör de samhällsekonomiska kostnaderna för buller som redovisas av Trafikanalys (2023b) och som endast gäller det statliga vägnätet vara underskattade eftersom betydligt fler är bullerexponerade längs med det kommunala vägnätet.