



KÄLLDATA FÖR ELFORDON

Analys av tillgängliga data i litteraturen och deras
lämplighet för Nord2000 i Sverige

SAMMANFATTNING

Andelen elfordon har ökat de senaste åren och kommer enligt prognoser att ytterligare öka markant de kommande åren. I den gällande "Användarhandledning för beräkning av buller från väg- och spårtrafik för svenskt bruk, Version 1.0 2024-12-20" presenteras källdata för elfordon som baseras på befintliga data från olika projekt där buller från enstaka fordon mätts. Denna rapport presenterar en genomgång av publicerade data för bulleremission från elfordon som underlag för eventuell komplettering av de som ingår i användarhandledningen, inklusive analys av hur väl publicerade data tar hänsyn till olika mekanismer och utstrålningsegenskaper samt hur väl de är lämpade för svenska förhållanden.

Anders Genell, VTI
Andreas Gustafson, VTI

2026-05-25

Innehållsförteckning

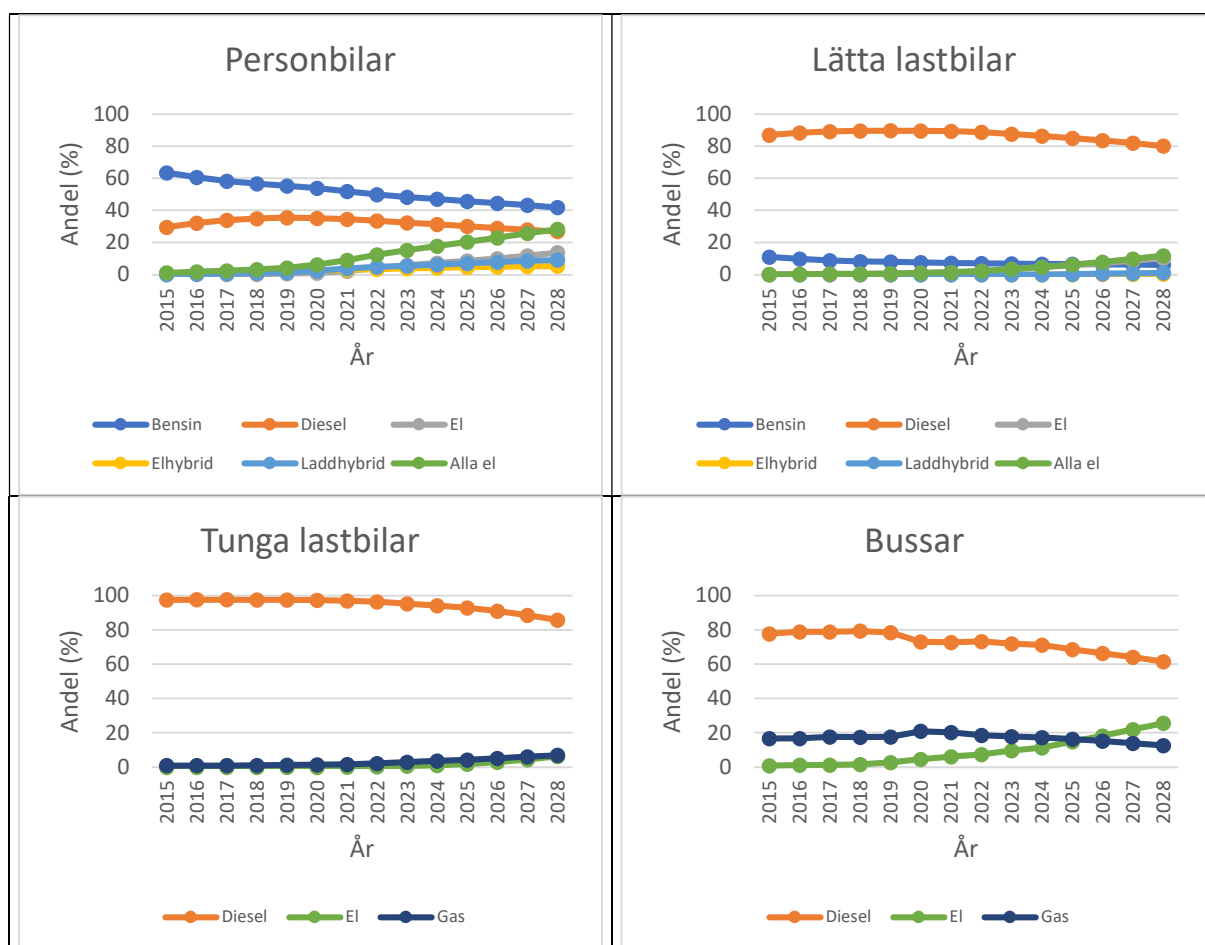
1	Bakgrund	2
2	Förkortningar och begrepp	4
3	Nuvarande underlag för buller från elfordon i Sverige	5
4	Övriga publicerade studier	6
4.1	EU-projektet COMPETT	6
4.2	EU-projektet E-VIA.....	6
4.3	EU-projektet STEER	7
5	Konferensbidrag	9
5.1	Genomgång av konferensbidrag 2018 – 2024	9
6	Analys av rapporter om inmätning av källdata från SINTEF.....	11
7	Däck	14
8	AVAS	15
9	Övriga artificiella ljud.....	19
10	Slutsatser	19
11	Referenser	21
Bilaga 1.	Märkning av däck	24
	Behov av forskning	25
Bilaga 2.	Kjell Strömmers analys av STEER.....	27
Bilaga 3.	Kjell Strömmers analys av ‘Noise emissions: what to expect from electric vehicles compared to combustion vehicles?’	30

1 Bakgrund

Med ökad andel elektriska fordon har behovet av att kunna beskriva elfordon som specifik källa till buller blivit alltmer aktuellt. Vid senaste inmätningen av emissionsdata för vägtrafik år 2015 var antalet elfordon relativt litet så inget specifikt emissionsdata för elfordon togs fram då. Som kan utläsas ur Tabell 1 har, enligt fordonsdata från Fordonsregistret, andelen elfordon ökat väsentligt sedan dess så att helelektriska fordon idag utgör drygt 7 procent av fordonsflottan, och om även elhybridfordon och laddhybridfordon inkluderas så utgör den samlade kategorin 17,7 % år 2024 jämfört med 1,2 % år 2015.

Tabell 1. Lätta fordon i trafik uppdelat på bränsletyp för åren 2015 och 2024. Källa Fordonsregistret via Trafikanalys 2025.

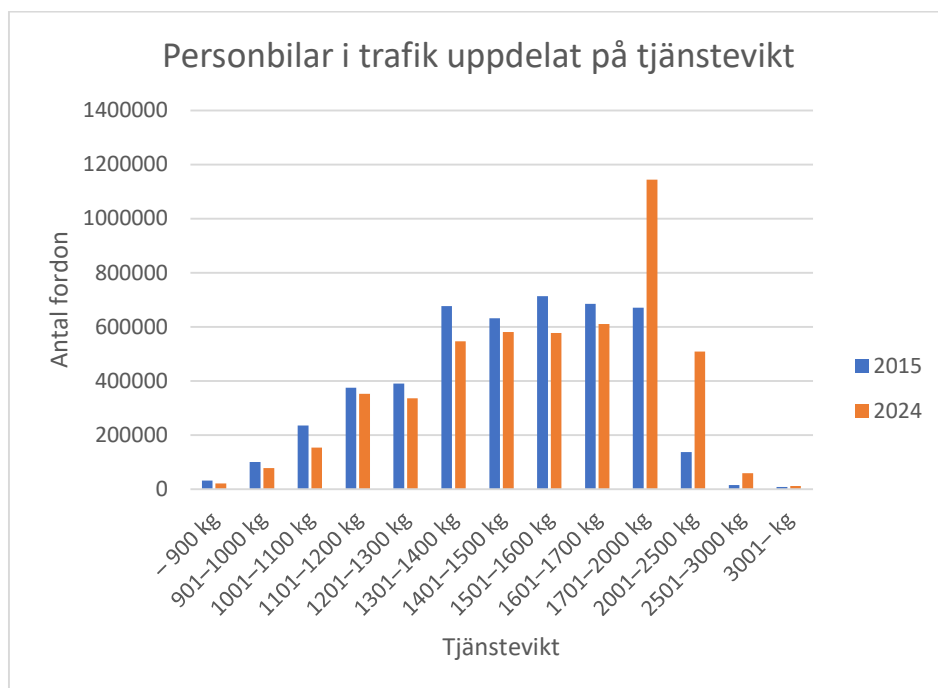
	2015		2024	
BENSIN	2958846	63,4 %	2337500	47,0 %
DIESEL	1381784	29,6 %	1558131	31,3 %
EL	4765	0,1 %	358260	7,2 %
ELHYBRID	42778	0,9 %	209152	4,2 %
LADDHYBRID	9780	0,2 %	313546	6,3 %
ETANOL	228175	4,9 %	166793	3,4 %
GAS	42671	0,9 %	34138	0,7 %
TOTALT	4669063	100,0 %	4977791	100,0 %



Figur 1. Fordon i trafik uppdelat på bränsletyp år 2015 - 2024 och prognos för åren 2025 - 2028. Källa Trafikanalys [från data publicerat på Trafikanalys websida: <https://www.trafa.se/vagtrafik/korttidsprognoser-for-vagfordons-flottan-2025-15418>].

Trafikanalys publicerar löpande korttidsprognoser för vägfordonsflottan och i prognoser publicerade 2024 för åren 2025 – 2028 förväntas andelen elfordon öka ytterligare. Figur 1 visar trenden från år 2015 till år 2024 och prognos för utvecklingen över åren 2025 – 2028. För personbilar pekar en tydlig trend på att bensin- och dieselfordon ersätts av elfordon över tid och redan 2028 är antalet fordon med någon form av eldrift fler än antalet dieselfordon enligt prognosen. Samma trend syns även tydligt för bussar där miljöalternativet (bio)gas verkar tas över av el som miljöalternativ redan 2025 enligt prognos. För både lätta och tunga lastbilar ser trenden ut att vara liknande men verkar vara i sin linda även år 2028 enligt prognos. Trafikanalys har fått ett regeringsuppdrag att ta fram mer omfattande statistik kring hur elektrifieringen av fordonsflottan utvecklas och förväntas redovisa resultatet under 2026.

Ett relaterat uppdrag till Trafikanalys under 2024 var att ta fram ett kunskapsunderlag om en storskalig elektrifiering av transportsektorn, vilket resulterade i två rapporter varav den ena bland annat redovisade Trafikverkets prognoser för elektrifiering av vägtrafiken som visar att i stort sett alla fordon antas vara elektrifierade till år 2050 (Eriksson et al., 2024). Denna ökning av elfordon utgör i sig en anledning till att ta fram emissionsdata för fordon utan förbränningsmotor, och med tanke på att nuvarande prognoser för bullerexponering som beslutsunderlag sträcker sig till 2045 är det viktigt att kunna predicera emissionen av den framtida fordonsflottan redan idag.



Figur 2. Lätta fordon i trafik uppdelade på fordonsvikt för åren 2015 och 2024.

Utöver att antalet elfordon har ökat kraftigt sedan 2015 så har även fordonsflottans vikt ökat. Figur 2 visar fördelningen av fordonsvikt för hela fordonsflottan av lätta fordon för åren 2015 och 2024, baserat på data från Fordonsregistret. Fordon med en vikt på upp till 1700 kg har minskat i antal medan fordon med en tjänstevikt över 1700 kg har ökat kraftigt i antal. Hur korrelationen ser ut mellan ökning av andel elfordon och ökad tjänstevikt hos fordonsflottan är inte självklar, men det är rimligt att anta att batterier för elfordon utgör en del av viktökningen. Ökad fordonsvikt innebär ett högre last-index för fordonets däck vilket brukar relateras till högre bullernivåer.

2 Förkortningar och begrepp

Tabell 2. Förkortningar och begrepp för olika typer av framdrivning

Förkortning	Utläses	Betyder	Gruppering
EV	Electric Vehicles	Elfordon – Betydelsen varierar i olika publikationer. Inkluderar antingen alla fordon som uteslutande drivs med elektricitet ELLER alla fordon med någon form av elmotor involverad i drivlinan. I denna rapport är det den förra betydelsen som används.	Blå färg: Fordon med högre vikt än motsvarande ICE-fordon.
BEV	Battery Electric Vehicles	Batterifordon – fordon som endast drivs med elmotorer som får kraft från uppladdningsbara batterier.	
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicles	Bränslecellsfordon – fordon som endast drivs med elmotorer som får kraft från bränsleceller vilka omvandlar kemisk energi till elektrisk energi. Det finns många bränslecellstyper men i fordonssammanhang är det främst syre-vätebränsleceller som används.	
HEV	Hybrid Electric Vehicles	Hybridfordon – fordon som både har elmotor och batteri men också en ordinär förbränningsmotor. De kan vanligen köras korta sträckor med endast eldrift, annars är förbränningsmotorn igång och drivningen sker i en kombination av elmotor och förbränningsmotor.	
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicles	Laddhybridfordon – fordon som liksom HEV har både elmotor och förbränningsmotor, med skillnaden att batteriet har något högre kapacitet och går att ladda från ett externt ladduttag som komplement till laddning från förbränningsmotorn. Kan oftast köras ca 5 mil i eldrift innan batteriet är urladdat.	
ICE	Internal Combustion Engine	Förbränningsmotor – en ordinarie ottomotor eller dieselmotor som direkt driver fordonet utan inblandning av någon elmotor. Ibland används förkortningen ICEV för att liksom övriga förkortningar inkludera "fordon". I denna rapport används förkortningen i formen "ICE-fordon" då "ICE" är den vanligaste formen av förkortningen.	Orange färg: Fordon med förbränningsmotor.
		Grön färg: Fordon utan förbränningsmotor; benämns gemensamt i denna rapport som elfordon (EV). Förkortningen FEV (Fully Electric Vehicle) är inte vedertagen men förekommer ibland i litteraturen.	

Allteftersom olika varianter av framdrivningssystem blivit tillgängliga på marknaden har olika begrepp och förkortningar introducerats för att skilja de olika grupperna åt. I denna rapport används de

mest vedertagna förkortningarna, vilka oftast är definierade på engelska, i kombination med svenska benämningar på olika fordonstyper.

I Tabell 2 har de förkortningar och begrepp som oftast förekommer gällande olika typer av framdrivning för vägfordon sammanställts. De olika förkortningarna skiljer mellan olika tekniker, men i denna rapport är det uteslutande fokus på bullerkällor och de olika fordonstyperna grupperas därför efter bullerrelaterade egenskaper. Två olika sätt att gruppera fordonstyper är aktuella för denna rapport: fordonsvikt och framdrivningsbuller. Fordon med elmotorer och batterier, med eller utan förbränningsmotorer, väger mer än motsvarande ICE-fordon med endast förbränningsmotorer. Hypotesen är att den ökade vikten innebär mer energi i däck-väginteraktionen och därmed mer buller. Därav är det gynnsamt att gruppera elfordon i betydelsen alla fordon med någon form av elmotor i drivlinan som en grupp med liknande däckbulleregenskaper, men eftersom den vedertagna betydelsen av elfordon utesluter hybridfordon så kan man istället kalla gruppen EPT-fordon (Electric Power Train) för att skilja grupperna åt. EPT-gruppen representeras med blå färg i Tabell 2. Fordon utan förbränningsmotor anses i många sammanhang helt sakna framdrivningsbuller, och kan därför inkluderas i en gemensam grupp vilken är identisk med den vedertagna betydelsen av elfordon (EV). Den gruppen representeras med grön färg i Tabell 2. På samma sätt kan alla fordon med någon form av förbränningsmotor inkluderas i en grupp som har två dominerande ljudkällor, drivlinan och däck-väginteraktionen. Den gruppen representeras med orange färg i Tabell 2.

3 Nuvarande underlag för buller från elfordon i Sverige

För fordonskategori 1 har emissionerna från elfordon approximeras med stöd av resultat från EU-projektet FOREVER (M. A. Pallas et al., 2015) som 2013–2014 undersökte hur framdrivningsbullret skilde mellan elfordon och fordon med förbränningsmotorer. Underlaget i undersökningen var begränsat till två elfordon, en småbil (Citroen C-Zero, se Figur 3) och en oidentifierad större hybridbil som enligt EuroNCAP klassas som "large family"-bil vilket motsvarar D-segmentet i europeiska fordonsegmenteringen för personbilar. En typisk sådan bil är Volvo S60/V60.

De uppmätta skillnaderna i FOREVER har i Sverige använts för att ta fram korrektionstermer för framdrivningsbullret, vilka anges per oktavband 63 Hz – 4 kHz i enlighet med behovet hos beräkningsmetoden CNOSSOS-EU. För att kunna användas tillsammans med Nord2000 har de interpolerats och extrapolerats till tersband 25 Hz – 10 kHz.

FOREVER-projektet publicerade inga koefficienter för acceleration/retardation för elbilar, även om påtaglig effekt på bulleremission visades i mätresultat.

Förbifartsmätningar genomfördes för hastigheter mellan 17 km/h och 102 km/h för den helektriska Citroen C-Zero. Resultat redovisades bl.a. som grafer över relationen mellan emissionsnivå och logaritmerad hastighet för varje oktavband mellan 63 Hz och 4 kHz. För oktavband från och med 500 Hz och uppåt visade resultaten det förväntade linjära sambandet mellan logaritmerad hastighet och ljudnivå, men för lägre frekvenser var sambandet med hastigheten mer komplext. Att fordonspassagera uppvisade ljudenergi även i de lägre frekvensbanden verkar dock vara fastställt. I rapporten skrivs också att de genomförda mätningarna inte med säkerhet kan utesluta att elfordonens ljudemission inkluderar ljud från drivlinan såväl som från interaktionen mellan däck och vägbanan.



Figur 3. Citroen C1, ett av två elfordon inkluderade i EU-projektet FOREVER för undersökning av bulleremission. Det aktuella fordonet hade däck av dimension 175/55 R 15 på de drivande bakhjulen vid mättillfället.

Därför rekommenderades i slutrapporten till FOREVER att samma modell som för förbränningsmotorfordon används för elfordon, med anpassningen att en korrektionsfaktor appliceras på varje frekvensband för framdrivningsbullenstermen i CNOSSOS-EU:s källmodell. Det är sannolikt att utvecklingen av elfordon sedan FOREVER-projektet avslutades 2015 innebär att slutsatserna inte längre är helt giltiga, framförallt gällande buller från drivlinan.

För elfordon av kategori 2 och 3 utgörs det befintliga underlaget av mätningar av en enstaka elbuss inom projektet ElectriCity samt ett fåtal mätningar på en ellastbil. Något större statistiskt underlag för elfordon av kategori 2 och 3 verkar inte finnas publicerat.

4 Övriga publicerade studier

4.1 EU-projektet COMPETT

Projektet COMPETT (Stahlfest Holck Skov & Møller Iversen, 2015), som finansierats som en del av ERA-NET Electromobility+ inom EU:s sjunde ramprogram, liknar FOREVER-projektet i att det genomförde mätningar av två ordinära ICE-fordon (Citroën Berlingo ICE, VW Golf Variant ICE) och helelektriska fordon (Citroën Berlingo EV och Nissan Leaf EV). Mätningarna utfördes i juni 2014 för både konstant fart och under acceleration och retardation på en beläggning som beskrivs som "dense graded asphalt concrete with soft binder", sannolikt motsvarande en svensk ABT-beläggning, men där största stenstorlek inte anges. Projektet publicerade inte några bulleremissionskoefficienter som i FOREVER, men presenterade tersbandsspektra och sammanräknade dB(A)-värden för de olika fordonen och körfallen. Förbifartsmätningarna genomfördes på en stor parkeringsplats där en del grästäckta bitar delade upp de olika parkeringsfällorna. Det är svårt att avgöra hur nära det var mellan parkerade fordon och det rullande mätfordonet men de parkeringsplatser som var närmast såg ut att ge ett minsta avstånd på ett par meter till närmsta parkerade fordon. Utan att veta sannolikheten för att utstrålat ljud reflekterats i parkerade bilar, och utan att veta hur markimpedansen varierar för reflexen mellan ljudkälla och mikrofonen under hela passagen så är det svårt att estimerar källkoefficienter från redovisade tersbandsspektra. Författarnas slutsats var att de eldrivna fordonen i genomsnitt var 4–5 dB tystare än ICE-fordonen i mycket låga farter, men att skillnaden var obetydlig redan vid 30 km/h. Vid retardation med motorbroms i låga farter fanns elfordonen vara 2–4 dB tystare.

4.2 EU-projektet E-VIA

Inom EU:s LIFE-program har Licitra et. al. (Licitra et al., 2023) i ett arbetspaket i projektet E-VIA (Electric Vehicle noise control by Assessment and optimization of tyre/road interaction) tagit fram förslag till bulleremissionskoefficienter för elfordon till CNOSSOS-EU. Kontrollerade

förfartsmätningar (CPB) genomfördes för 8 fordon fördelade på fyra olika bilmodeller: Nissan Leaf, Hyundai Ionic, Nissan NV200 och Tesla Model 3. Mätningarna genomfördes i hastigheter mellan 20 och 70 km/h. De resulterande koefficienterna har inkluderats i Figur 5 för jämförelse med andra aktuella källdata. Författarna fastställer antagandet att elfordon helt saknar ljudbidrag från framdrivningen och har således tillskrivit all ljudutstrålning till däck-vägbaneinteraktionen. Trots det visar de framtagna koefficienterna betydande utstrålning i oktavbanden under 200 Hz, vilket talar emot gängse kunskap om utstrålningsegenskaper hos personbilsdäck. Mätningarna har också utförts på två olika beläggningar som båda etablerats som del i projektet E-VIA. Den ena har största stenstorlek 6 mm, vilken anges som "referens", den andra består till stor del av gummigranulat. Båda avviker från CNOSSOS-EU/Nord2000 referensbeläggning, men avvikelserna anges inte i den publicerade artikeln. Författarna hänvisar också till en egenutvecklad variant av kontrollerad förfartsmätning (CPB) (Moreno et al., 2023) som de enligt utsago använder för att mätplatsen inte uppfyller kraven på en bakgrunds nivå lägre än 10 dB under mätobjektets aktuella ljudtrycksnivå så för att minimera bidrag från omgivningen så har ett smalt tidsfönster kring passagens maximalnivå används för att representera hela passagens ljudutstrålning. Det gör att direktivitetseffekter inte ingår vilket är speciellt olyckligt för däck-vägbanebuller med tanke på horneffektens direktiva egenskaper.

Marie-Agnès Pallas, som var ledande i FOREVER-projektets arbete med inmätning av elfordon och som också är involverad i E-VIA-projektet, har efter publikationen av artikeln från E-VIA projektet publicerat en korrespondensartikel där hon kritiserar hur författarna hänvisar till FOREVER-projektets data och hur de modellerat och beräknat rullbullrets hastighetsberoende (M.-A. Pallas, 2024). Pallas och Cesbron presenterade egna förfartsmätningar från E-VIA-projektet som konferensbidrag vid Inter-Noise 2023 där de körde sex olika elfordon dels längs en vägyta som uppfyller ISO 10844, dels de två beläggningstyper som tagits fram inom E-VIA-projektet (M. Pallas et al., 2022). Huvudfokus var att identifiera ljudkällornas placering genom att mäta med så kallad akustisk kamera, och för A-vägda ljudnivåer var däcken helt dominerande för samtliga fordon och hastigheter. Någon uppdelning i olika frekvensband presenterades inte.

Med hänvisning till avvikelser från gängse standardiserad mätmetod och referensförhållanden, och med tanke på den riktade kritiken från andra experter på området, blir slutsatsen att de framtagna koefficienterna från Licitra et. al. inte är pålitliga nog för att utgöra ett robust underlag för svenska förhållanden.

4.3 EU-projektet STEER

EU-projektet STEER – Strengthening the Effect of quieter tyres on European Roads, genomfördes 2019–2022 med målet att utveckla praktiska lösningar för att förbättra däckmärkningen för bulleremission inom EU med avseende på reproducerbarhet och representativitet. Projektet hade inte som fokus att producera källbullertermer för olika fordon och har heller inte publicerat några sådana, men projektet fokuserar på däckbuller och bl.a. på hur representativ bullermärkningen är för olika däcktyper, vilket är av stor vikt för elfordon där avsaknaden av drivlinebuller från t.ex. avgasrörets mynning gör att däckbuller är den helt dominerande bullerkällan.

Kjell Strømmer, dåvarande bullerexpert hos Trafikverket, fick 2023 i uppdrag av Beredningsgruppen för Kunskapscentrum om Buller att analysera projektets delrapport "Evaluation of strategies enhancing proliferation of quieter tyres and its implications for NRAs, STEER Deliverable WP5" (Schlatter et al., 2022) för att kunna dra eventuella slutsatser om bulleremission för elfordon. Kjell Strømmers tidigare opublicerade analys återges oredigerad i 0.

Kjell Strømmer konstaterar bl.a. att rapporten noterar att trenden med större och tyngre SUV:ar ökar däckbuller med ca 1 dB jämfört med motsvarande mindre personbilar, men att trots att rapporten

också noterar att elfordon har högre vikt och högre vridmotstånd än ICE-fordon så är rapportens slutsats att effekten på buller är marginell, vilket Kjell anser motsägelsefullt.

Utöver Kjell Strömmers analys kan man läsa i rapporten att det argumenteras för att elfordon ofta utrustas med hjul av större diameter än andra fordon, för att genom att samtidigt minska däckbredden få ner rullmotståndet jämfört med ordinarie däck, och den smalare däckbredden skulle också kunna ha en bullerminskande effekt. Effekten är dock beroende på hur däckets utformas, och rapporten konstaterar att det finns exempel där den ökade diametern inte ger minskat buller, snarare tvärtom.

Det argumenteras också för att de flesta elfordon begränsas i högsta möjliga hastighet till ca 150 km/h jämfört med 250 km/h som är vanligt hos flera europeiska ICE-fordon. Det skulle tillåta ett lägre hastighetsindex för däcken vilket skulle möjliggöra tystare däck. Få däck finns dock tillgängliga på marknaden idag som har sådana lägre hastighetsindex i de dimensioner som används för de vanliga förekommande elfordonen.

Huvudfokus i STEER-projektet var den bullermärkning som förekommer på däcken som säljs på den europeiska marknaden. I projektets slutrapport "Call 2018 Noise and Nuisance STEER Project Final Report - CEDR Contractor Report 2022-07" (Bühlmann et al., n.d.) dras slutsatserna att märkningen brister dels igenom att endast en dimension av en däckmodell används för mätning av buller som grund för bullermärkning, och övriga däckdimensioner antas inte avvika mer än 2 dB. Projektets resultat visar exempel på avvikelser på upp till 6 dB från märkningens bullernivå.

Dels brister märkningen genom att mätmetoden endast föreskriver slät beläggning av typen som föreskrivs för förbifartsprov enligt ISO 10844. Resultaten i STEER visar att mätning på grövre underlag, mer lika de som utgör vanlig vägbeläggning i Europa, ger resultat som pekar på att däck vars märkning indikerar att de är bland de tystaste istället hamnar bland de bullrigare däcken jämfört med andra uppmätta på samma underlag.

Osäkerheten i märkningen och bristen på mätunderlag för alla kombinationer av däckdiameter, däckbredd, däckmodell och skillnad i egenskaper mellan ICE-fordon och motsvarande elfordon gör det svårt att dra generella slutsatser från STEER-projektet om hur buller skiljer mellan ICE-fordon och elfordon, men slutsatsen att en SUV har ca 1 dB högre däckbuller än en motsvarande mindre/lättare personbil bör vara giltigt för elfordon också, och om elfordonet dessutom är en SUV så bör effekten bli ännu större givet samma argument. För att säkerställa hur stor effekten är behövs omfattande kunskap om däckanvändning hos fordonsflottan vilket saknas idag.

5 Konferensbidrag

5.1 Genomgång av konferensbidrag 2018 – 2024

För att få en översiktlig bild av de senaste årens potentiella arbete med bulleremission från elfordon gjordes en genomgång av de proceedings från akustikkonferenser som författarna har tillgång till. Dessa omfattar proceedings för Euronoise 2018, ICA 2022, Forum Acusticum 2023 samt Inter-Noise 2019 – 2024. Nedan presenteras de konferensbidrag som kunde identifieras som relaterande till bulleremission från elfordon.

Euronoise 2018

Hammer och Bühlmann jämförde i ett konferensbidrag bulleremission från olika personbilsdäck uppmätt med en modifierad CPX-mätvagn på olika vägbeläggningar med största stenstorlek varierande mellan 6 och 32 mm (Hammer & Bühlmann, 2018). Olika parametrar så som däckprofil, hastighetsindex, och gummiårldhet undersöktes och ett av de däck som ingick i undersökning var avsett för en BMW i3 elbil. Det var det smalaste däck i studien och också det tystaste. Slutsatser som drogs var att det fanns outnyttjad potential till utveckling av tystare däck och att dessa skulle vara särskilt lämpliga för elfordon för att minska den sammanlagda emissionen. Studien omfattade däck i tre storleksklasser från 185 mm bredd och 15 tum i diameter till 225 mm bredd och 19 tum i diameter, vilket är smalare än däck vanliga på dagens elbilar – t.ex. har en VW ID4 255 mm däckbredd på de drivande bakhjulen. För de däck som ingick i studien fanns att ljudtrycksnivån ökade med 0,1 dB per 5 mm däckbredd. Spridningen i uppmätt nivå inom varje däckstorlekssegment tolkades som potential för bullerreduktion, och potentialen fanns minska med ökad däckbredd; 3 dB för 185 mm bred och 1–1,5 dB för de större bredderna. Hårdheten var också en ingående parameter, vilken kan relateras till lastindex, men visade inte en statistiskt signifikant korrelation med ljudtrycksnivå.

Inter-Noise 2019

Sakamoto och Yonemura har genomfört förbifartsmätningar vid 20 olika platser i Japan (Sakamoto & Yonemura, 2019). Fordonstyp noterades för varje passage vilket möjliggjorde jämförelse mellan el- eller elhybridfordon och förbränningsmotorfordon. Hastigheten varierade mellan 30 km/h och 70 km/h för de individuella passagera. Förhållanden som vägyteegenskaper redovisades inte. Slutsatsen författarna kom fram till var att el- och hybridfordon i genomsnitt var ca 1dB tystare och att den största skillnaden var för frekvenser under 630 Hz men att de var något tystare även i frekvenser över 1,6 kHz oberoende av hastighet.

Yamauchi och Yabuno har genomfört kontrollerade förbifartsmätningar i hastigheter mellan 15 km/h och 35 km/h av sex olika fordon uppdelat på ett elfordon, tre hybridfordon, ett förbränningsmotorfordon och ett bränslecellselfordon (Yamauchi & Yabuno, 2019). Mätningarna genomfördes vid fyra olika mätplatser, tre i Japan och en i Spanien. Olyckligtvis mättes förbränningsmotorfordonet på endast en av mätplatserna, så jämförelse mellan alla fordonstyper under samma förhållanden är omöjlig. Författarnas slutsats var ändå att elfordon är 2–4 dB tystare än förbränningsmotorfordon i de låga hastigheter som ingått i studien.

Inter-Noise 2021

Salomons och Dittrich har utfört beräkningar av exponering för olika framtida trafikscenarier, baserat på beräkningsmetoden CNOSSOS-EU (Salomons & Dittrich, 2021). Ett scenario baseras på ökande inblandning av elfordon under åren fram till mållåret 2035. Elfordon representeras i CNOSSOS-EU av ordinarie fordon med drivlinebuller minskat med 10dB för alla frekvensband. Slutsatsen är att påverkan på exponering och därmed på olika hälsoutfall är liten för ökande inblandning av elfordon, vilket

inte är förvånande med tanke på att däckbullerdelen, som dominerar bulleremissionen i de flesta hastigheter utom de lägsta som förekommer i normal körning, är identisk mellan fordonstyperna i studien.

Yamauchi och Yoshino har genomfört kontrollerade mätningar av ljudemission under acceleration för ett elfordon, två elhybridfordon och tre förbränningsmotorfordon (Yamauchi & Yoshino, 2021). Mätningarna utfördes vid två olika mätplatser i Japan, och fordonen accelererades från stillastående till ca 30 km/h. En slutsats var att redan vid en acceleration motsvarande 1 m/s^2 ökar bulleremissionen med ca 3dB för elfordon jämfört med konstant fart.

Inter-Noise 2022

Pallas et. al. genomförde inom ramen för E-VIA-projektet kontrollerade förbifartsmätningar av sex olika elfordon i konstant hastighet mellan 20 km/h och 110 km/h och under dels acceleration, dels retardation (M. Pallas et al., 2022). Författarna var i stort sett samma grupp som 2014 utförde motsvarande mätningar i FOREVER-projektet. Mätningarna utfördes på en mätbana belagd med en ISO-yta. Mätningar har därtill utförts på några olika specialbeläggningar med små stenstorlekar och i vissa fall även med gummiinblandning. Slutsatser var att i konstant fart är den dominerande bullerkällan bakdäcken, medan för acceleration är det drivhjulen, i de flesta fall framhjulen, som dominerar. En hypotes presenterades om att horn-effekt i kombination med karossens konstruktion var orsak till att bakdäcken var dominerande källa i konstant fart, medan det ökade vridmomentet fick drivhjulen att dominera utstrålningen vid acceleration. De olika beläggningarnas effekt på bulleremissionen visade sig vara komplex och vissa fordon-vägytakombinationer var bättre än andra vilket pekar på svårigheten i att genomföra åtgärder som är effektiva i alla situationer.

Inter-Noise 2023

Henning, Kowalski och Haan genomförde mätningar av elbussar och simulerade stopp och start vid busshållplats (Henning et al., 2023). De använde en mikrofonarray för att fånga ljudnivån längs med hela stopp-startproceduren. De genomförde också förbifartsmätningar vid konstant fart i några olika hastigheter som jämförelse. Vid stopp och start vid busshållplats bidrog inbromsningen till ett tydligt "bromsljud", vilket sannolikt skall tolkas som att komma från bromssystemet, och/eller regenereringen av el till batteriet vilken ofta utgör bromskraft för elfordon, och inte från däcken. Vid acceleration dominerade rullbullrets hastighetsberoende resultaten. Slutsatsen var att i "normal" körning med stopp och start bidrog inte retardation och acceleration till något signifikant ökat däcksbuller jämfört med förbifartsmätningar i 30 km/h.

Inter-Noise 2024

Gebhardt, Kirchoff och Männel genomförde oövervakade förbifartsmätningar på 30 olika platser i Tyskland (Gebhardt et al., 2024). Beläggningens bulleregenskaper på varje mätplats utvärderades dessutom med hjälp av CPX-mätningar. Fordonens registreringsskylt fotograferades med en automatiserad kamera för att samla in fordonsinformation från ett fordonsregister och korrelera med mätdata. Totalt samlades fordonsdata och bulleremissionsdata för drygt 40 000 fordon. Den huvudsakliga frågeställningen var ifall fordonsflottan i Tyskland blivit tystare med tiden. Slutsatser var att elfordon verkar vara i genomsnitt 0,5 – 1 dB tystare än diesel- och bensinfordon vid 80 km/h, och att den tyska fordonsflottan blivit ca 1 dB tystare mellan 2002 och 2012, medan skillnaden var obetydlig mellan 2012 och 2022.

Wadman, Olafsen och Forssén genomförde förbifartsmätningar vid nio mätplatser under 2023 och vid fyra mätplatser under 2024 i Oslo, av både elfordon och förbränningsmotorfordon (Wadman et al., 2024). Den skyltade hastigheten varierade mellan 15 km/h och 60 km/h för de olika mätplatserna. Resultaten skilde sig markant mellan de båda åren. 2023 visade t.ex. resultaten att elfordon var i snitt 2,3 dB tystare än förbränningsmotorfordon i 30 km/h. 2024 var samma skillnad 0 dB. För hastigheter över 40 km/h var skillnaderna små mellan fordonstyperna och mellan mätåren. Ingen genomgående analys av eller förklaring till skillnaden mellan mätåren presenterades.

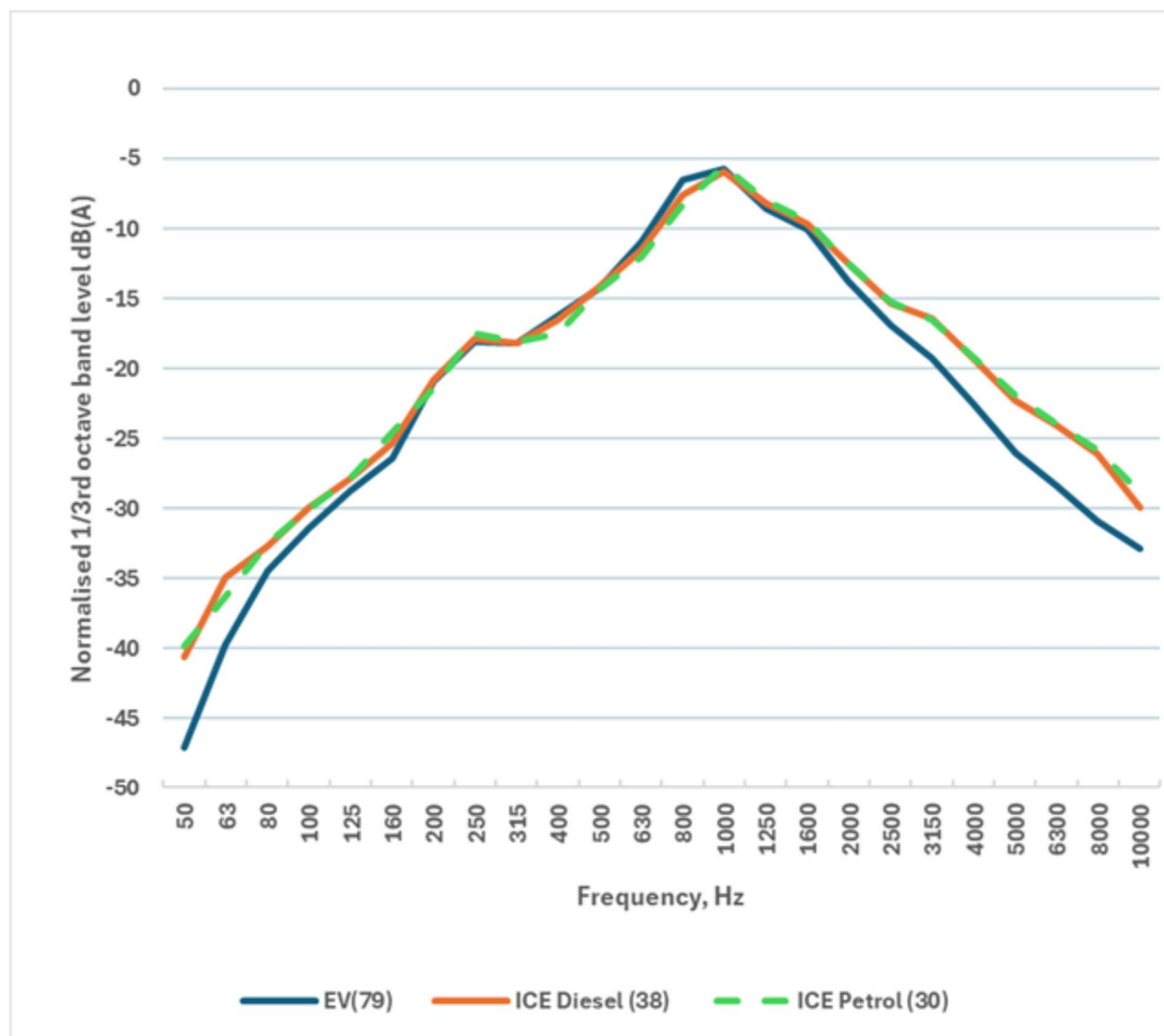
ICSV 2023

Schweizer et al., 2023 publicerade ett bidrag med titeln "Noise emissions: what to expect from electric vehicles compared to combustion vehicles?" som presenterar jämförande ljudmätningar av sju elfordon och sju förbränningsmotorfordon av motsvarande storlek och typ för några olika typer av vägbeläggningar. Några bulleremissionsparametrar presenterades inte, och inte heller ljudnivåer i frekvensband, men jämförelse av sammantagna a-vägda maximalnivåer för respektive fordonspassage redovisades. Man fann ingen skillnad mellan elfordon och ICE-fordon för konstant hastighet, men för acceleration var elfordon 1,5 – 2 dB(A) tystare vid körning på en beläggning som ungefär motsvarar en svensk asfalt av typen ABT 8. För en tystare beläggning med 4 mm maximal stenstorlek och med viss porositet var elfordonen 4 – 5 dB(A) tystare under acceleration. En mer omfattande analys av konferensbidraget har gjorts av Kjell Strømmer i egenskap av bullerexpert på uppdrag av Trafikverket (se Bilaga 3).

6 Analys av rapporter om inmätning av källdata från SINTEF

SINTEF i Norge publicerade en rapport 2024 som beskrev hur de gjort omfattande mätningar av fordonspassager som underlag till nya källtermer för bullerberäkning (Evensen et al., 2024). Kunskapscentrum om buller fick genom sina återkommande kontakter med SINTEF förhandsinformation om arbetet vilket verkade mycket lovande som potentiellt underlag för källbullertermer även i Sverige då förhållandena är förhållandevis lika mellan Norge och Sverige. Mätningarna genomfördes med hjälp av automatiserade mätstationer utvecklade inom EU-projektet NEMO (Noise and Emissions Monitoring and Radical Mitigation) där SINTEF var en deltagande part (Rauniyar et al., 2023). Mätstationen utrustades med kamera för att läsa av de passerande fordonens registreringsskylt så att egenskaper hos fordonen, så som om det var elfordon eller förbränningsmotorfordon, i efterhand kunde korreleras med uppmätt ljudnivå. Även hastighetsradar användes ihop med mätstationen för att registrera hastighet och eventuell acceleration. Sex olika mätplatser användes med skyltad hastighet mellan 50 och 100 km/h, med två olika typer av beläggning med största stenstorlek 11 mm eller 16 mm och med olika vägtyper från mindre lokalgata till landsväg och motorväg. Enskilda passager identifierades genom att först beräkna högupplöst ljudnivå som funktion av tid, jämna ut kurvan över hela mätperioden för att undvika tillfälliga störningar, automatiskt analysera ljudtoppar och sedan skapa ett tidsfönster runt varje topp där gränserna bestäms av att nivån var 6 dB lägre än toppen, vilket är samma krav på nivåsenkning mellan individuella fordonspassager som i SPB-metoden, ISO 11819-1 (International Organization for Standardization, 2023). Denna analys resulterade i totalt 166 769 enskilda fordonspassager. Avläsning av registreringsskylt lyckades inte för alla identifierade enskilda passager, och registrering av hastighet med radar misslyckades också för en del passager, så de passager som både registrerade hastighet och avläste registreringsskylt utgjorde endast 620 passager. Dessa passager analyserades av en av SINTEF:s medarbetare för att identifiera körriktning, fordonstyp (lätt, medeltung eller tung) och om det förekom fler än ett fordon samtidigt. Genom mätstationens två mikrofoner kunde en stereoljudsignal skapas och både riktning och fordonstyp och förekomst av mötande fordon avgjordes av SINTEF:s medarbetare genom lyssning. Det resulterande validerade datasetet användes sedan för att träna en AI-model för att göra samma identifikation automatiskt. Det

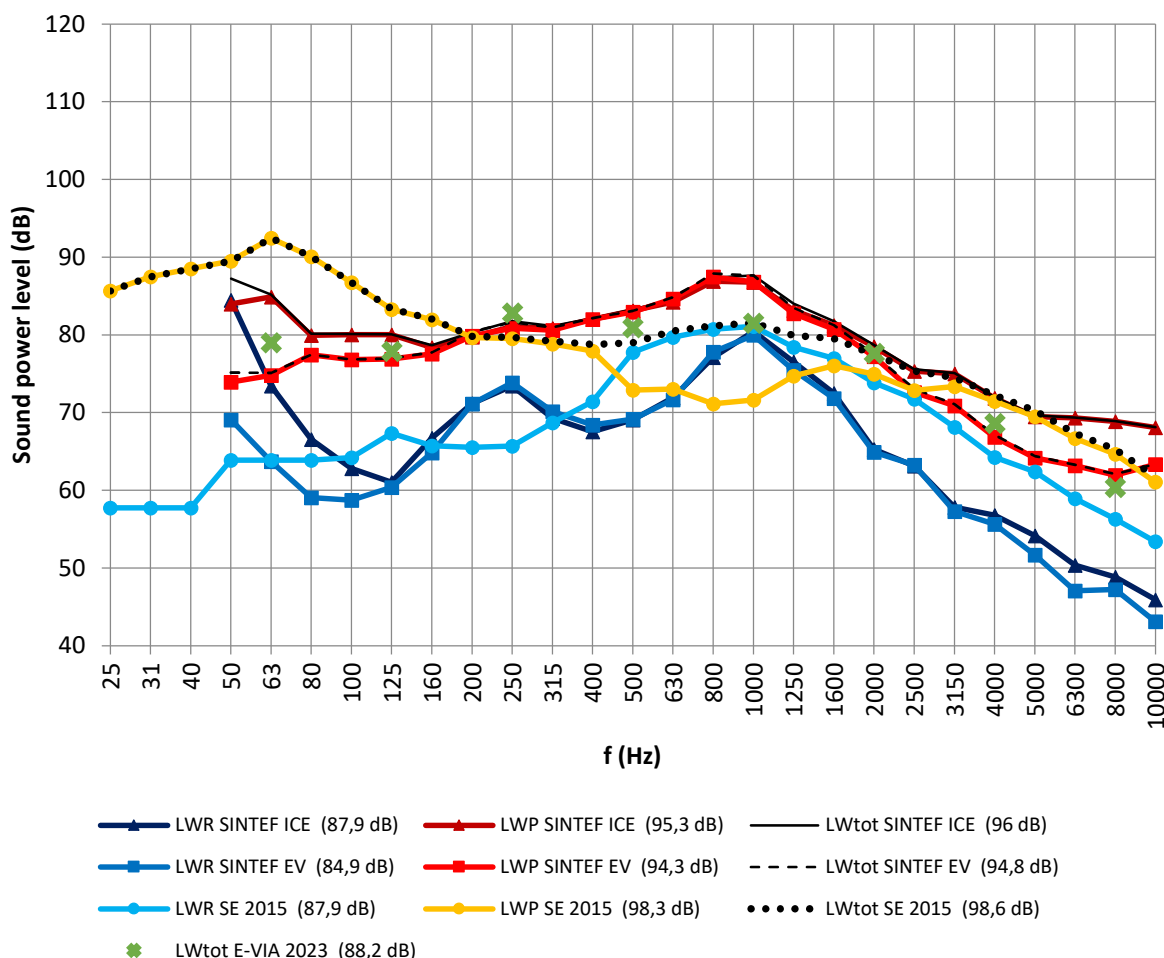
manuellt validerade datasetet omfattade 716 fordon, och AI-identifieringen resulterade i ytterligare 1410 fordonspassager så att totalt 2126 enskilda fordonspassager låg till grund för de framtagna källbulertermerna till Nord2000.



Figur 4. Tersbandsspektrum för förbränningsmotorfordon och elfordon. Från (Berge & Olsen, 2025).

En kompletterande rapport om SINTEF:s mätningar som publicerades 2025 redovisar fler jämförelser mellan ICE-fordon och elfordon, bl.a. genom att välja ut passager vid lägre hastighet (Berge & Olsen, 2025). Granskning av grafer över mätresultaten i SINTEF:s rapport (Figur 4) indikerar att förbränningsmotorfordon uppvisar något högre ljudnivåer i de lägsta tersbanden under 200 Hz, och i de högsta tersbanden över 2 kHz, men att skillnaden i A-vägd ljudnivå är mycket liten i de flesta hastigheter. Detta överensstämmer med resultat från andra publicerade mätningar och kan tolkas som att buller från motor och drivlina dominerar i de lägre och i de högsta tersbanden. I de nya källdata som SINTEF tagit fram har dock framdrivningsbuller och rullbuller givits lika höga nivåer i alla tersband, vilket är en stor avvikelse från tidigare källdata (Figur 5). SINTEF:s källdata för elfordon uppvisar dock samma skillnad mot ICE-fordon som mätningarna indikerar, men även för elfordon har ljudeffekten fördelats lika mellan rullbuller och framdrivningsbuller.

Ljudeffektnivå fordonskategori 1, hastighet = 70 km/h



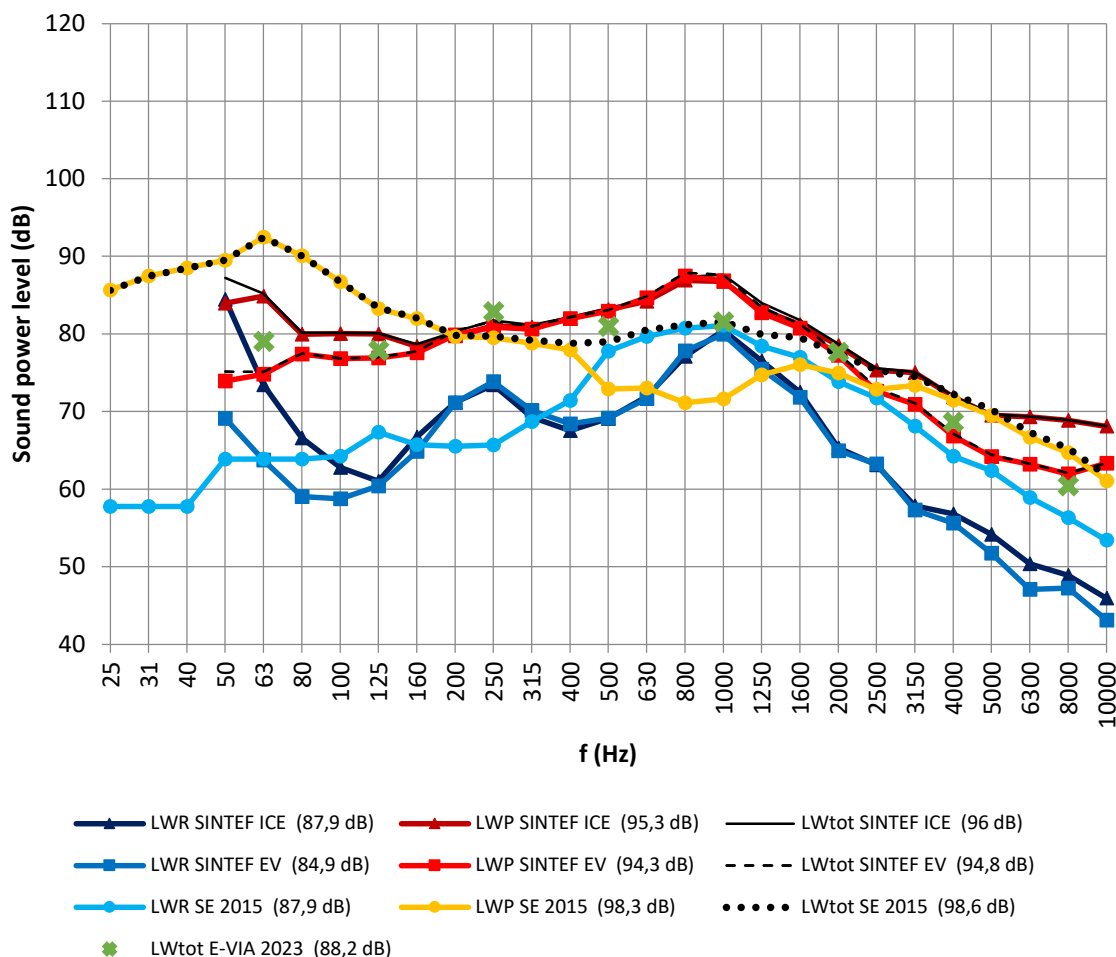
Figur 5. Jämförelse mellan gällande svenska källdata för lätta fordon (benämnda "2015" i diagrammet) och de nyligen framtagna data hos SINTEF, uppdelat på ljudbidrag från rullning (LWR) och framdrivning (LWP). Även ljudeffektnivåer beräknade från koefficienterna i E-VIA-projektet har inkluderats som jämförelse. Ljudeffekt beräknad för referenshastigheten 70 km/h.

Under 2024 genomfördes mätningar inom Kunskapscentrum om Buller som underlag för beräkning av maxnivå för tre fordonskategorier i Nord2000 (Gustafson & Genell, 2024). Mätningarna omfattade 686 passager av lätta fordon och en enklare jämförelse av de mätresultaten med de källdata som togs fram av SP/RISE 2015 (Larsson & Jonasson, 2015) indikerar att i A-vägd entalsljudeffektnivå så är fordonen inmätta 2024 i snitt 2–3 dB bullrigare än de inmätta 2015 vid de uppmätta hastigheterna 50, 70 och 100 km/h. De nya norska källdata som tagits fram av SINTEF är ca 3 dB högre än de svenska som togs fram 2015, vid referenshastighet 70 km/h och vid 120 km/h är skillnaden så stor som 7 dB mellan data från 2015 och nya norska källdata (Figur 6).

Att skillnaden för den svenska fordonsflottan skulle öka från 2–3 dB i 100 km/h till 7 dB vid 120 km/h är inte sannolikt, så de källdata som tagits fram i Norge är sannolikt inte giltiga för svenska förhållanden. Därtill har mätningarna i Norge genomförts på olika vägytor för de olika hastigheterna, så det är inte möjligt att skilja effekten av beläggning från effekten av hastighetsvariation. De källdatatermer för lätta fordon som tagits fram delar bidraget från framdrivningen och bidraget från däck-vägbaneinteraktionen lika, vilket frångår den rekommenderade NORDTEST-metoden (Nordtest, 2004) som bl.a. användes vid inmätningen av vägfordon 2015. Den mätupställning som användes av SINTEF är

också något för begränsad för att applicera den ordinarie metoden då den saknar mikrofoner placerade på olika höjd för vertikal separation av bullerkällor.

Ljudeffektnivå fordonskategori 1, hastighet = 120 km/h



Figur 6. Jämförelse mellan gällande svenska källdata för lätta fordon (benämnda "2015" i diagrammet) och de nyligen framtagna data hos SINTEF, uppdelat på ljudbidrag från rullning (LWR) och framdrivning (LWP). Även ljudeffektnivåer beräknade från koefficienterna i E-VIA-projektet har inkluderats som jämförelse. Ljudeffekt beräknad för högsta skyltade hastighet i Sverige, 120 km/h.

7 Däck

För ordinarie förbränningsmotorfordon domineras den totala ljudutstrålningen av ljudet från interaktionen mellan däck och vägbanan för högre hastigheter. Olika projekt som studerat frågan presenterar olika hastigheter vid vilken bullernivån börjar domineras av däck-vägbanebuller, men den hamnar vanligen omkring 20-30 km/h för lätta fordon och något högre för tunga fordon. För elfordon är det naturligtvis däck-vägbanebullret som dominerar ljudutstrålningen i alla hastigheter utom möjligen i mycket höga hastigheter där det aerodynamiska bullret kan komma att dominera.

Detta avspeglas till exempel i fördelningen mellan rullbuller och framdrivningsbuller i svenska källdata för Nord2000 från 2015, presenterat i individuella tersband i referenshastigheten 70 km/h i

Figur 5. Däckens egenskaper relaterade till ljudutstrålning har studerats under relativt lång tid och det finns idag flera olika fysikaliska modeller som kopplar mätbara egenskaper hos däcken så som dimension, belastningstålighet, hastighetstålighet, gummihårdhet m.m. till egenskaper för generering och utstrålning av buller. I de allra flesta fall är dock den tillverkarspecifika databas som relaterar däckegenskaper med vibrationsmoder, kontaktkrafter och utstrålat buller hos verkliga däck inte öppet tillgänglig då den utgör en del av däcktillverkarens immateriella rättigheter. Därtill finns en viss variation i utstrålad ljudnivå för samma däcksegenskaper som till del beror på att däckens gummiblandning och olika lager av väv m.m. vulkaniseras ihop till en enhet vars egenskaper ändras i vulkaniseringsprocessen och därför inte helt går att förutsäga utifrån de ingående delarnas egenskaper.

Däcken som säljs på den europeiska marknaden är märkta på olika sätt för att ange däckens olika egenskaper (se Bilaga 1). Dimensionsmärkningen anger däckets innerdiameter i tum, bredd i millimeter samt däckets höjd från fälgkant till slityta i procent av diametern. Olika studier har visat en korrelation mellan däckbredd och bullernivå på någon till några tiondels dB per 5 mm däckbredd [(Hammer & Bühlmann, 2018), (Bühlmann et al., 2022)]. En annan del av märkningen är hastighetsindex och belastningsindex. Båda dessa relaterar till hur styv däckkonstruktionen är; högre last kräver styvare däck för att bära lasten och högre rotationshastighet kräver styvare däck för att inte deformeras. En styvare konstruktion korrelerar med mer gynnsamma utstrålningsegenskaper och därmed högre ljudnivå. Dessutom innebär en ökad fordonsvikt mer energi i däck-vägbaneinteraktionen och även det ökar det utstrålade bullret.

De rekommenderade metoderna för att mäta buller från däck saknar i de flesta fall mätningar under acceleration. Den snabba ökningen av användning av elfordon innebär att allt fler fordon får ökat vridmoment från start i kombination med avsaknad av ljud från en förbränningsmotor under gaspådrag. Det aktualiserar behovet av att också inkludera accelerationens inverkan på rullbuller. En del forskning har bedrivits för att undersöka effekten av acceleration på buller från elfordon. Kjell Strömmers analys av STEER-projektet (0) inkluderar en graf över ökade ljudnivåer från däck-vägbaneinteraktion under acceleration som inte ingår i STEER-rapporten utan som erhållits från Ulf Sandberg, VTI. Den visar på en ökning på ca 3 dB från 0 till 1 m/s² och ytterligare 3 dB för en dubbling av accelerationen. Schweizer (Schweizer et al., 2023) gjorde mätningar av buller från både ICE-fordon och elfordon under både acceleration och under konstant fart och kunde konstatera att skillnaden mellan elfordon och ICE-fordon var tydlig endast under acceleration. Baclet (Baclet et al., 2025) kompletterade 2025 mätningarna som gjordes inom ramen för E-VIA-projektet med att göra mätningar samma fordon under olika accelerationsfall. Deras mätningar resulterade i korrektionsfaktorer i oktavband för användning med CNOSSOS-EU-metoden (Tabell 3). Dessa korrektionsparametrar ger en ökning av rullbullerbidraget från +3 dB(A) vid 20 km/h till +/- 0dB vid 100 km/h.

Tabell 3. Korrektionsfaktorer för rullbuller vid acceleration, för användning i CNOSSOS-EU. Från (Baclet et al., 2025).

Octave band (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A _{corr}	0,0	0,0	16,5	24,5	8,1	15,9	29,1	27,1
B _{corr}	0,0	0,0	-9,1	-12,6	-4,1	-7,5	-13,7	-12,7

8 AVAS

Ett stort antal konferensbidrag och artiklar har publicerats de senaste dryga 5 åren angående akustiska varningssignaler, AVAS (Acoustic Vehicle Alerting System), som elfordon utrustas med enligt föreskrifter inom EU. Detta PM innehåller inte någon djupare genomgång av de publikationer som

förekommer, men återger nedan den del av *Regulation No 138 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UNECE) — Uniform provisions concerning the approval of Quiet Road Transport Vehicles with regard to their reduced audibility* (United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2017) som kravsätter ljudnivå för AVAS system. Dessa system ingår idag inte som källdata i någon beräkningsmetod, och i de fall där man gör beräkningar i områden med dominerande hastigheter under 20 km/h kan därför ljudnivåerna komma att underskattas.

Utdrag ur UNECE R158:

"Specifications on maximum sound level for AVAS

When tested under the conditions of Annex 3 paragraph 3.3.2, the vehicle shall emit a sound

- (a) That has a minimum overall sound pressure level for the applicable test speed according to Table 2 of paragraph 6.2.8.;*
- (b) That has at least two of the one-third octave bands according to Table 2 of paragraph 6.2.8. At least one of these bands shall be below or within the 1,600 Hz one-third octave band;*
- (c) With minimum sound pressure levels in the chosen bands for the applicable test speed according to Table 2 of paragraph 6.2.8., column 3 or column 4*

[...]

When tested under the conditions of Annex 3 paragraph 3.3.2, a vehicle which is equipped with an AVAS, shall not emit an overall sound level of more than 75 dB(A), if driving in forward direction.

[...]

The maximum overall sound pressure level of 75 dB(A) measured at a distance of 2 m is corresponding to the overall sound pressure level of 66 dB(A) measured at a distance of 7,5 m. The limit value of 66 dB(A) at a distance of 7,5 m is the lowest permitted maximum value in Regulations established under the 1958 Agreement"

Tabell 4. Lägsta tillåtna ljudtrycksnivåer för AVAS-system, uppmätt 2 m från testbanans mittlinje.

F	10 km/h	20 km/h
Tot	50	56
160	45	50
200	44	49
250	43	48
315	44	49
400	45	50
500	45	50
630	46	51
800	46	51
1000	46	51
1250	46	51
1600	44	49
2000	42	47
2500	39	44
3150	36	41
4000	34	39
5000	31	36

Tabell 4 visar de lägsta tillåtna nivåerna för respektive tersband mellan 160 Hz och 5 kHz vid ett avstånd på 2 meter från testbanans mittlinje. Den totala nivån måste vara minst 50 dB(A) vid en hastighet på 10 km/h och minst 56 dB(A) vid 20 km/h. Summerar man över samtliga lägsta tillåtna nivåer i tersbanden i

Tabell 4 så erhålls en nivå som överstiger de angivna lägsta tillåtna totalnivåerna för respektive hastighet. Det beror på att AVAS-signalen inte måste innehålla ljudenergi inom alla föreskrivna tersband, det räcker med minst tre, så de föreskrivna tersbandens lägsta tillåtna nivåer och den totala tillåtna nivån för respektive hastighet kompletterar varandra så att varje ingående del av signalen skall vara hörbar. Högst får fordonet ha en ljudtrycksnivå på 75 dB(A) under de förhållanden som gäller för provning enligt UNECE R158. De föreskrivna lägsta tillåtna nivåerna och den föreskrivna högsta tillåtna nivån innebär sammantaget stor frihet för fordonstillverkare i utformning av AVAS-ljudsignaler, vilket gör att ett statistiskt mätunderlag behöver samlas in för att ta fram källtermer för beräkningar med Nord2000 eller CNOSSOS-EU.

9 Övriga artificiella ljud

Utöver AVAS, som enligt reglementet endast krävs i hastigheter under 20 km/h, så pågår under 2026 förhandlingar mellan olika intressegrupper i Task Force on Vehicles' Sound (TF-VS) som är en del av Working Party on Noise and Tyres (GRBP) inom World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29), för att tillåta fordonstillverkare att lägga till ljud till sina fordon som inte avser att ha samma funktion som föreskrivs i UNECE R138, utan som snarare är tänkta för varumärkesidentitet och för att tilltala specifika kundgrupper. Då dessa ljud är tänkta att förekomma i hastigheter över 20 km/h gäller inte begränsningarna i UNECE R138. Det reglemente som föreskriver högsta tillåtna ljudnivå för typgodkännande av fordon, UNECE R51 (United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 2017), utvecklades för fordon med förbränningsmotorer vilket innebär att de körfall som skall användas vid provning, så som fullgasacceleration vid en viss växel under maximal belastning, är utformade för att mäta ljudnivån då den sannolikt är som högst under fordonets olika förekommande körfall. Några experter i arbetsgruppen inom GRBP hyser farhågor att det skulle vara möjligt att uppfylla kraven i UNECE R51 och ändå lägga till ljud vars nivåer överstiger de föreskrivna genom att de uppträder vid andra körfall än de som ingår i provningen eftersom de tillagda ljudens egenskaper kan vara helt frikopplade från fordonets framdrivning. I juni 2026 skall ett förslag som tagits fram av arbetsgrupperna, "Proposal for Supplement 11 to the 03 series of amendments to UN Regulation No. 51", röstas om för "slutligt beslut" i UNECE WP 29, och om vissa elektriska fordon kan komma att ha artificiella ljud tillagda utöver det föreskrivna AVAS-systemet så kommer det att kunna ha stor effekt på utstrålat buller från elfordon och från vägfordonstrafiken i allmänhet.

10 Slutsatser

Det kan tyckas att genom elektrifiering av fordonsflottan skulle bullerexponering från vägtrafikbuller minska avsevärt i samhället. Även före genombrottet för elfordon på marknaden har det dock varit välkänt att i de flesta situationer så dominerar buller från vägtrafik av interaktionen mellan däck och väg. Detta avspeglas exempelvis i att det endast är i hastigheter upp till 20 km/h som akustiska varningssignaler anses vara nödvändiga för elfordon. I hastigheter däröver är skillnaden i ljudnivå mellan elfordon och ICE-fordon för liten för att motivera användning av varningssignaler. Skillnaden mellan ICE-fordon och BEV-fordon är större för medeltunga och tunga fordon eftersom de har större och kraftfullare motorer än lätta fordon, men även för de fordonskategorierna dominerar däck-väginteraktionen det utstrålade bullret i högre hastigheter.

Sammanställningen av publicerade studier om buller från elfordon visar att många olika ansatser har gjorts för att bestämma hur buller från eldrivna fordon skiljer sig från buller från fordon med förbränningsmotorer. Det visar sig dock att resultaten från de olika studierna skiljer sig markant. I vissa fall indikeras att elfordon överlag är tystare än förbränningsmotorfordon. I andra fall visar resultaten det motsatta. Olika studier har olika förutsättningar vad gäller hastighet, fordonsstorlek, däckdimension, vägbeläggning m.m. Vissa studier tittar endast på sammanlagd A-vägd ljudnivå medan andra

redovisar spektrum. För användning i bullerberäkningar med Nord2000 krävs ljudeffekt i tersband eftersom utbredningsegenskaperna skiljer sig mellan olika frekvenser. Det gör att även om uppmätta passager intill vägen angivna som sammanlagda A-vägda ljudnivåer visar liten skillnad så kan nivåerna vid fasad på ett större avstånd uppvisa betydande skillnader.

Framdrivningsbuller bör kunna antas vara obetydligt hos elfordon men mätningar i de olika projekt som analyserats i denna rapport verkar indikera att det finns ljudenergi från elfordon även för de låga frekvenser som vanligtvis härrör från framdrivningsbullerkällan i Nord2000. Detta faktum föranledde som exempel en rekommendation i FOREVER-projektet att behålla källtermer för framdrivningsbuller även för elfordon. En risk med det förfarandet är att man skapar en ljudkälla som har en placering och ett hastighetsberoende som inte stämmer med verkligheten. Både i FOREVER-projektet och i E-VIA-projektet gjordes mätningar med så kallad akustisk kamera, dock bara för sammanlagda A-vägda nivåer, där däcken visade sig vara de enda väsentliga källorna. Ingen akustisk kameramätning avgränsad till de lägre frekvenser som traditionellt tillskrivits framdrivningsbuller genomfördes dock inom de projekten och motsvarande mätningar har inte heller kunnat hittas i litteraturen. Det förefaller osannolikt att de lägre frekvenserna strålar ut direkt från däcken då våglängden är längre än storleken på däckets. Mer sannolikt är att andra delar av fordonet så som paneler hos kaross och chassi vibrerar och strålar ut ljud. Utan vidare studier är det dock svårt att modellera sådana källor eftersom det inte är känt hur de beter sig i olika hastigheter eller under acceleration eller var de är placerade fordonet.

De senaste årens trend att även elfordon är av större SUV-typ gör att tidigare mätresultat för små elbilar med smala däck inte längre är representativa. För att ta fram pålitliga källdata för elfordon skulle det krävas detaljerade mätningar, men även utan de resultaten vid handen är det sannolikt att skillnaden mellan elfordon och ICE-fordon minskat i och med trenden med större tyngre fordon oavsett drivmedel. Man kan dock fortfarande inte helt bortse ifrån extra bidrag från framdrivningen hos ICE-fordon i lägre hastigheter, och inte heller från att elfordon strålar ut buller även i de tersband där ICE-fordon domineras av motorbuller.

I och med att förslaget på ändring av typgodkännandereglementet avseende fordonsbuller för den europeiska marknaden, UNECE R51, för att tillåta tillägg av artificiella ljud, kallat "EES - Enhanced Exterior Sound" i förslaget, som skall utvärderas med en metod kallad "Additional Sound Emission Provisions" (ASEP), förväntas nå en majoritet av positiva röster under den kommande slutliga omröstningen i juni 2026 i UNECE WP 29 så är det sannolikt att en del framtida elfordon kommer att kunna uppvisa mycket höga ljudnivåer. I en del av underlagsdokumentationen från arbetet i de olika expertgrupperna som utvecklade förslaget indikeras att även om de ljudsignaler som skapas för ett fordon uppfyller de angivna kraven vid de körfall som specificerats, så finns det risk att ljudnivån kan nå över 100 dB(A) på 7,5 m avstånd vid körfall som ligger utanför specifikationen, men det är oklart om det kommer bli så höga nivåer i realiteten. Införandet av EES innebär ett behov av att kunna modellera det artificiella ljudet som en ljudkälla på samma sätt som framdrivningsbuller från ICE-fordon, för att ta hänsyn till sådana fordon i bullerutredningar och kartläggningar.

11 Referenser

- Baclet, S., Cesbron, J., Aumond, P., Can, A., & Rumpler, R. (2025). A correction model for the noise emissions of light electric vehicles during acceleration. *Applied Acoustics*, 236, 110713.
- Berge, T., & Olsen, H. (2025). *Maximum noise emission levels of vehicles in Norway - Analyses results based on a measurement campaign in 2023* (Number 2025:00512).
- Bühlmann, E., Sandberg, U., Berge, T., Goubert, L., & Schlatter, F. (2022). *STEER - STrengthening the Effect of quieter tyres on European Roads - Call 2018 Noise and Nuisance: STEER Final Report*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11699.44327>
- Bühlmann, E., Sandberg, U., Berge, T., Goubert, L., Schlatter, F., Marcocci, S., & Byrne, S. (n.d.). *Call 2018 Noise and Nuisance STEER Project Final Report CEDR Contractor Report 2022-07 STEER-STrengthening the Effect of quieter tyres on European Roads*.
- Eriksson, L., Thörn, L., Myhr, A., Brandt, B. F., Olsson, B., Stamm, F., Petterson, H., Landin, J., Sandberg, K., & Levin, M. (2024). *Storskalig elektrifiering av transportsektorn – ett kunskapsunderlag* (Number 2024:9).
- Evensen, K. B., Olsen, H., Berge, T., & Gelderblom, F. (2024). *FoU-prosjekt – Kildestøy fra veitrafikk - Etablering av oppdaterte kildemodeller for Norge ved hjelp av målekampanje og KI* (Number 2024:00816).
- Gebhardt, J., Kirchhoff, N., & MÄNNEL, M. (2024). Has the German vehicle fleet become quieter?-Results of a measurement campaign using SPB and CPX measurements. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 270(11), 637–648.
- Gustafson, A., & Genell, A. (2024). *Maximalnivå vägtrafik: Mätning av maximalnivåns spridning för underlag till bullerberäkningar*.
- Hammer, E., & Bühlmann, E. (2018). The noise reduction potential of “silent tyres” on common road surfaces. *Conference Proceedings, Euronoise*.
- Henning, A., Kowalski, T., & de Haan, P. (2023). Determination of the noise reduction potential at bus stops through the use of hybrid and electric buses. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 268(7), 1176–1186.
- International Organization for Standardization. (2023). *ISO 11819-1:2023 Acoustics - Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise - Part 1: Statistical pass-by method* (ISO 11819-1:2023). International Organization for Standardization.
- Kropp, W. (2024). The influence of the tyre air cavity on the rolling noise. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 270(2), 9186–9194.
- Larsson, K., & Jonasson, H. G. (2015). Uppdaterade beräkningsmodeller för vägtrafikbuller. In *SP Rapport 2015:72*. SP Technical Research Institute of Sweden.
- Licitra, G., Bernardini, M., Moreno, R., Bianco, F., & Fredianelli, L. (2023). CNOSSOS-EU coefficients for electric vehicle noise emission. *Applied Acoustics*, 211, 109511.
- Moreno, R., Bianco, F., Carpita, S., Monticelli, A., Fredianelli, L., & Licitra, G. (2023). Adjusted controlled pass-by (CPB) method for urban road traffic noise assessment. *Sustainability*, 15(6), 5340.

- Nordtest. (2004). *Nordtest Method - Road vehicles: Determination of noise emission (NT ACOU 116)* (Number NT ACOU 116). <https://www.nordtest.info/wp/2004/11/01/road-vehicles-determination-of-noise-emission-nt-acou-116/>
- Pallas, M. A., Kennedy, J., Walker, I., Chatagnon, R., Bérengier, M., & Lelong, J. (2015). *CEDR Future Operational impacts of Electric Vehicles on European Roads (FOREVER) - Noise emission of electric and hybrid electric vehicles*.
- Pallas, M., Bianchetti, S., Le Bellec, A., & Cesbron, J. (2022). Investigation of electric vehicle noise sources on low-noise road surfaces. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 265(2), 5518–5529.
- Pallas, M.-A. (2024). Comments on “CNOSSOS-EU coefficients for electric vehicle noise emission” [Appl. Acoust. 211 (2023) 109511] by G. Licitra et al. *Applied Acoustics*, 218, 109871.
- Rauniyar, A., Berge, T., Kuijpers, A., Litzinger, P., Peeters, B., Van Gils, E., Kirchhoff, N., & Håkegård, J. E. (2023). NEMO: Real-time noise and exhaust emissions monitoring for sustainable and intelligent transportation systems. *IEEE Sensors Journal*, 23(20), 25497–25517.
- Sakamoto, S., & Yonemura, M. (2019). Sound power level and frequency characteristics of running vehicles on general roads measured at 20 sites in Japan. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 259(5), 4891–4898.
- Salomons, E., & Dittrich, M. (2021). Health impact assessment of road traffic noise in the EU in 2020–2035. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 263(4), 1977–1988.
- Schlatter, F., Bühlmann, E., Sandberg, U., & Berge, T. (2022). *CEDR Transnational Road Research Programme Call 2018: Noise and Nuisance Evaluation of strategies enhancing proliferation of quieter tyres and its implications for NRAs*.
- Schweizer, D., Bühlmann, E., Saurer, T., Mercuriali, J., Milo, D., Strickler, M., & Stöcklin, A. (2023). Noise emissions: What to expect from electric vehicles compared to combustion vehicles. *Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV 29), Grolimund+ Partner AG-Environmental Engineering*.
- Stahlfest Holck Skov, R., & Møller Iversen, L. (2015). *ERA-NET COMPETT (Competitive Electric Town Transport) - WP3 Noise from electric vehicles – Measurements*.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2017). *Regulation No 138 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UNECE) – Uniform provisions concerning the approval of Quiet Road Transport Vehicles with regard to their reduced audibility*.
- Wadman, F., Olafsen, S., & FORSSÉN, J. (2024). Evaluation of noise emission from passenger cars in urban traffic a comparison between electric cars and cars with internal combustion engines. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 270(8), 3043–3054.
- Yamauchi, K., & Yabuno, M. (2019). Measurement of sound power level of electric vehicles in steady low speed travelling. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 259(2), 7691–7699.
- Yamauchi, K., & Yoshino, J. (2021). Measurement and assessment on environmental noise impact of electric vehicles in accelerating condition. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, 263(2), 4199–4210.

Bilaga 1. Märkning av däck

Däck som säljs på den svenska marknaden har flera olika typer av märkning i enlighet med krav inom EU, UNECE samt i förekommande fall i enlighet med krav för marknader inom andra delar av världen. Märkningen finns direkt på däcksidan (se

Figur 7) och omfattar förutom tillverkarens namn och tillverkarens benämning på däckets även bland annat däckets dimension, märkning om det är ett däck avsett för vinterbruk m.m. Två viktiga aspekter hos däckets noteras i form av index: Belastningsindex och Hastighetsindex, där den högsta tillåtna lasten inte anges direkt i kilogram, utan med hjälp av ett två- eller tresiffrigt index som kans användas för att i en tabell slå upp högsta tillåtna belastning. Belastningsindex kan dessutom kompletteras med en bokstavskombination för att markera att däckets hör till en speciell belastningskategori inom sin dimension. Däcktillverkaren Michelin ger utförlig förklaring av belastningsindex med extra bokstavskombination på sin websida:

"Eftersom bilens last stöds av de fyra däcken behöver vi antingen öka storleken på däcken eller använda däck som med säkerhet klarar av mer vikt, speciellt på hybridfordon där vikten av batteriet/motorn läggs till den övriga fordonsvikten. Designen på fordonen (särskilt sportbilar och hybrider) innebär dock att de oftast inte har plats för större däck. Ju bredare däckets är desto sämre är dessutom dess aerodynamiska motstånd, vilket påverkar räckvidden. De befintliga Extra Load-däcken (XL eller EL) på marknaden klarar inte alltid tyngre belastningen som är förknippad med batterivikt, trots att de är starkare och mer slitstarka än standarddäck. På grund av detta har däcktillverkarnas organisation ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organisation) definierat en ny däckstandard som kan bära mer belastning än de befintliga XL-däcken. Dessa är nu kända som standarddäck med hög belastningskapacitet (HL). High Load Capacity-däck är däck som är utformade för att stödja tyngre fordon, såsom elfordon, hybridbilar och stadsjeepar. HL-däck erbjuder trots att de är lika stora och pumpade till samma däcktryck den högre lastkapacitet som behövs för hybrid- och elfordon med större batterier. HL-däck är lätta att känna igen, med ett prefix som anger "HL" på sidoväggen före storleksdetaljerna." (<https://www.michelin.se/auto/rad/elfordonsguide/dack-med-hog-lastkapacitet>)

Hastighetsindex anges på motsvarande sätt i form av en bokstav som i tabell kan översättas till högsta tillåtna hastighet i km/h som däckets klarar. Det är av säkerhetsskäl inte tillåtet att utrusta ett fordon med däck vars största tillåtna hastighet understiger den av fordonstillverkaren angivna högsta teoretiska hastigheten som fordonet är konstruerat för. Så även om däckets säljs i ett land där högsta tillåtna hastighet på alla förekommande vägar är betydligt lägre än fordonets teoretiska maxhastighet så måste däcken hantera den högre teoretiska maxhastigheten för fordonet.

Data i Fordonsregistret om fordonens rekommenderade däckdimensioner går att beställa från SCB, men är inte öppet tillgängligt. Datat innehåller komplett däckmärkning för varje registrerat fordon, inklusive HL-märkning, dimension samt last- och hastighetsindex. Det finns dock inga data i fordonsregistret över andra däck än de som rekommenderas av fordonstillverkaren, och som suttit monterade på bilen vid försäljningstillfället. Bilägaren kan välja bland ett stort antal däck av rekommenderad dimension, eller av närliggande dimension, tillgängliga på marknaden, och i Sverige finns dessutom krav på att använda vinterdäck, vars data inte inkluderats i Fordonsregistret. Varken Swedish Tyre and Rim Organization (STRO) eller Däckbranschen Sverige har försäljningsstatistik över däck och inte heller Svensk Däckåtervinning som tar emot majoriteten av uttjänta däck i Sverige för regummering eller andra typer av återvinning. Svensk Däckåtervinning har dock ett projekt på gång med automatisk kameraläsning av däcksidor hos de däck de får in för att just kunna samla olika former av statistik över däckanvändning. Det projektet är precis nystartat i slutet av 2025 och det kommer enligt utsago att dröja till mitten-slutet av 2026 innan det finns något data tillgängligt.

Utöver den däckmärkning som inkluderas i själva gummidäcksidan så har EU introducerat krav på däckmärkning som konsumenter kan ta del av inför eventuellt köp, men som inte måste tryckas på själva däcket. I den märkningen ingår rullmotstånd, buller, våtgrepp och märkning för om däcket är utvecklat för körning i snöiga och isiga förhållanden.

I de flesta av däcken för tung trafik som säljs på den europeiska marknaden idag gjuts det in så kallade RFID-taggar som har utformats i enlighet med fyra internationella standarder:

ISO 20909 – Radio frequency identification (RFID) Tyre tags.

ISO 20910 – Coding for radio frequency identification (RFID) tyre tags.

ISO 20911 – Radio frequency identification (RFID) tyre tags – Tyre attachment classification

ISO 20912 – Conformance test methods for RFID enabled tyres

Dessa standarder anger bland annat vilka tekniska krav som RFID-utrustningen skall uppfylla. Det finns exempel på RFID-antennerna som uppfyller de tekniska kraven om frekvensområde, och som kan fräsas/gjutas ner i vägbanan, vilket borde innebära att däckens RFID-taggar borde vara möjliga att läsa av i farten för verklig trafik. Avläsning genererar endast ett identifikationsnummer som sedan måste korreleras med däcksegenskaper hos tillverkaren (exempel på RFID-antenn för infästning i vägbanan finns via <https://gaorfid.com/product/902-to-928mhz-rfid-airstrip-antenna>).

Behov av forskning

Ett framtida projekt som undersöker möjligheten att läsa av RFID-taggar i däck till exempel vid Trafikverkets Testsite E18 skulle vara nyttigt för möjligheten att samla in statistik över hur användningen av däck ser ut och utvecklas över tid. Skulle tillfälle ges kunde också en däckbullerdatabas skapas där de flesta av de vanliga däcktyperna i trafik skulle registreras med avseende på uppmätt bullernivå. Sådan mätning av många olika däck kan lämpligen genomföras på en däcktrumma, med krav på att trumman har en tillräckligt grov beläggning för att däcket skall exciteras i tillräcklig omfattning. Släta ytor som en obelagd ståltrumma eller en trumma belagd med en slät beläggning som uppfyller kraven för ISO 10844 riskerar att inte excitera de vibrationsmoder i däcket som förekommer i vanlig trafik (Kropp, 2024).

Bilaga 2. Kjell Strömmers analys av STEER

Två slutsatser från slutrapporten till CEDR-projekt STEER,

1. *Trends towards larger tyres for heavier and more powerful vehicles (mainly SUVs): This is increasing tyre/road noise emission; although probably not more than 1 dB.*
2. *Trends due to the increased share of electric vehicles: This effect is unclear; if it points in one direction it is probably a marginal effect*

Jag finner att den andra slutsatsen, att elfordonen har marginell effekt på däcksbullerutvecklingen, inte kan stämma. Slutsatsen hänger inte ihop med rapportens argument och vilar på spekulativa grunder, inte på sakliga förhållanden. Resultatet blir att man undervärderar elfordonens negativa inverkan på däcksbullret. Man missar härmed i onödan argument för hur viktig rapporten är och dess ändamål, att förstärka användningen av tystare däck på bekostnad av bullrigare däck. Man borde tydliggöra och varna för elbilarnas bidrag till ökat däcksbuller framöver som motiv och en grund för att sätta in föreslagna åtgärder som leder till minskat däcksbuller.

Annars kan man tolka rapporten som att när fossil-SUV:arna framöver ersätts med elbilar så minskar bullerproblemen istället för att de kommer att öka i takt med elektrifieringen. Vad sägs om framtida el-SUV:ar, ett halvt ton tyngre, minst dubbelt så kraftfulla och med bredare däck?

Den första slutsatsen, att tyngre och kraftfullare fordon medför högre buller från däck/vägbana stämmer väl överens med vedertagna förhållanden och som man även för fram:

"These SUVs need larger tyres to carry the increased weight and also to endure the greater torque during acceleration when the heavier and potentially more powerful vehicle needs to be accelerated at the same or higher acceleration rate."

"However, the need for more torque and thus stick-slip motions in the tyre/road contact patch will increase noise; both during acceleration but also at constant speed."

Detta gäller alla tyngre och kraftfullare bilar, även elbilar.

"The authors' very rough estimate that this trend may account for about 1 dB of increased noise for the considered vehicles when a common car in the market is replaced with a SUV."

Det låter rimligt. 1 dB betyder en faktor på 1,26. Ungefär så mycket tyngre och kraftfullare är också SUV:arna.

Beskrivningen om elbilar anser jag missleder till tystare däck än vad som bör förväntas vara verkligheten.

"The electric vehicles (so far) are a little heavier than their ICE counterparts due to the battery weights. Due to the high torque provided by electric motors at low revolutions, the accelerations from standstill are expected to be higher for an average EV than an average ICE car. The higher load (also increased by heavier tyres) and the higher torque will mean a marginal increase in tyre/road noise emission."

Kommentar: Elbilar är inte bara lite tyngre utan betydligt tyngre (flera hundra kg, omkring + 30 till +35 %) och har flera gånger högre vridmoment än vanliga personbilar och SUV:ar i respektive segment. Om vanliga bilar och SUV:ar ersätts med elbilar så kan däcksbullret öka med 1 dB vid jämn fart för respektive segment. Motsvarande kan en tyngre och starkare el-SUV då ha 1 dB högre däcksbuller jmf med en SUV med förbränningsmotor. Än större ökning av däcksbuller för elbilar kan förväntas då högre vridmoment tas i anspråk och högre accelerationsnivåer uppnås.

Effect of Vehicle Speed and Acceleration on Tyre Noise



Figur 8. Exempel på bullernivåer från däck/vägbana beroende på hastighet och accelerationsnivåer. Med accelerationsnivån 2,3 m/sec² nås 50 km/t efter 6 sek från stillastående på en sträcka av 41 m. Bullernivån ökar med 6 dB under accelerationen som vid 50 km/t motsvarar bullernivån vid 80 km/t konstant fart. Exemplet har jag hämtat från ett kursprogram, diagrammet kommer ursprungligen från Porsche via Ulf Sandberg, VTI.

Exempel på motorkrafter, vikt och accelerationsförmåga hos en el-SUV och bensin-SUV i samma segment:

Volvo XC40 Recharge twin motor (SUV, el) 408 hk/670 Nm/2170 kg, 0–100 på 4,8 sek. Acc = 5,8 m/sec².

Volvo XC40 B4 mildhybrid (SUV, bensin) 197 hk/<300 Nm/1688 kg, 0–100 på 7,8 sek. Acc = 3,7 m/sec².

Den andra slutsatsen, att buller från däck/vägbana för elfordon har marginell effekt jämfört med vanliga bilar, bygger på antaganden som inte stämmer med verkligheten som vi har i Sverige.

Antagandet att däck till elbilar inte följer trenden mot bredare däck:

"It was not until the first electric vehicles appeared on the market when this trend [till bredare däck] was (to some degree) broken, as for these vehicles the focus was on achieving a high operating range."

stämmer i allmänhet inte. Visst, BMW hade för sin första elmodell det fokuset som påverkade däckdimensionerna (smala och höga, ser vekt ut, som ett nödhjul, ingen försäljningsframgång). De stora tillverkarna idag har dock fokuset på stora och breda hjul/däck. Det är sådana fordon som säljs.

"Extra wide and sporty looking tyres seem to be a necessary attribute. However, it seems that this marketing argument is not as important nowadays when electric vehicles have become common and fossil-powered vehicles seem to have no grand future."

"Changing to an electric vehicle may not be so attractive for those customers who are very impressed by wide and sporty-looking tyres."

Kommentar: Man uttrycker ett troende om förnuft. Men vad spelar det för roll när utseendet styr känslorna? Dessa spekulationer stämmer inte alls med utbudet av elfordon på den svenska marknaden som har stora, breda däck. Elfordon kan tvärtom vara mycket attraktiva för de som är imponerade av bredare och sportigare däck. Det har ju elfordonen och det köper man. Dessutom har elfordonen mycket direktare acceleration som också är kul och imponerar.

I motsats till slutsatsen i STEER-rapporten finner jag att däcksbullereffekten med ökad andel elbilar är klar, bullret ökar betydligt. Det är inte en marginell effekt, det är en påtaglig negativ effekt på antal utsatta och samhällsekonomiska kostnader för buller. Det här går att räkna ut, men det kräver en arbetsinsats. Sedan bör man för fullständigheten, mot alla hänsynsmål, ta med övriga relevanta effekter också, förutom bullereffekterna även verkan på luftföroreningar, trafiksäkerhet och vägslitage.

Bilaga 3. Kjell Strömmers analys av 'Noise emissions: what to expect from electric vehicles compared to combustion vehicles?'

Kjell Strømmer fick ett uppföljande uppdrag av Beredningsgruppen för Kunskapscentrum om Buller att analysera ett konferensbidrag från ICSV 2023 av Schweizer, Bühlmann, Saurer, Mercuriali, Milo, Strickler och Stöcklin med titeln "Noise emissions: what to expect from electric vehicles compared to combustion vehicles?" (Schweizer et al., 2023). Nedan följer Kjell Strömmers ej tidigare publicerade analys oredigerad:

Rapporten har jag analyserat utifrån användbarhet för Trafikverket. Den ger god ungefärlig information om viktiga skillnader i bulleremissioner för elbilar jämfört med fossilbilar. Vissa osäkerheter och olikheter mot svenska förhållanden finns dock. Det handlar om urval av fordon och däck, accelerationsnivåer samt olikheter i beläggningar, som avsevärt skiljer sig från svenska.

Sammanfattningsvis har elfordonen högre bullernivåer jämfört med fossilbilar vid jämna hastigheter och svenska beläggningar. Det kan handla om 1 dB för beläggningar med stenstorlek max 12 mm och 2 dB vid max 16 mm. Detta beror på högre bullernivåer från däck/vägbana som dominerar, medan fossilbilar har lägre nivå.

Vid acceleration 0,6 m/s² och tyst beläggning med stenstorlek max 4 mm ökar bullret med 5 dB för elbilar (däck) och 10 dB för fossilbilar (däck och motor). Elbilar är således 5 dB tystare. Vid grövre beläggning blir skillnaden mindre. Däcksbullret ökar men inte motorbullret. För beläggning med max stenstorlek 8 mm är elbilar 2,1 dB tystare. Dessa förhållanden kan man läsa av i rapporten. Vid beläggning med max 12 mm stenstorlek kan elbilar vara något bullrigare vid accelerationer (kanske upp till 1 dB) och vid max 16 mm stenstorlek, betydligt bullrigare än fossilbilar (kanske upp till 4 dB). Det beror på högre belastning på däcken genom högre vikt och högre vridmoment som elfordonen har och i kombination med att bullret från däck/vägbana ökar med vägbanans grovhet, stenstorlek. Betänk att rapporten visar att elbilar har 5 dB högre bullernivåer vid acceleration jämfört med jämn fart och att elbilar i stort sett saknar motorbuller. Ökningen beror på däcken, inte på motorljud.

- *Beläggningen är mycket slätare vid undersökningarna än vad som är vanligt i Sverige. Undersökningens "tysta" beläggning har stenstorlek max 4 mm medan det man kallar konventionell beläggning har max 8 mm i detta fall. På statliga vägar har vi normalt max 16 mm och gator kan ha max 12 mm i avsikt att minska bullret. Ljudnivån vid jämna hastigheter ökar främst med stenstorleken. Man jämför beläggningarna med AC/SMA11 (stenstorlek max 11 mm) varvid den konventionella beläggningen anges vara 1,8 dB tystare och den tysta beläggningen 6,8 dB tystare. I vilket akustiskt skick de är, framgår inte.*
- *Man redovisar fullständiga resultat (de 7 kategorierna var för sig) endast med den tysta beläggningen. Däcksbullret minskar varvid motorbullret framträder vid sådan beläggning. Det är mer gynnsamt för elfordon som i stort sett saknar motorbuller.*
- *Valda fordonskategorier för parvisa jämförelser är delvis inte så representativa för svenska förhållanden. Kategorierna 1, 5, 6 och 7 anser jag att vi bör bortse från. Det är inte rättvisande för Sverige. Hur många Audi RS 6 (kategori 5) finns det i landet? De återstående kategorierna är vanliga i Sverige. Det går tyvärr inte att välja bort kategorier i presenterade resultat angående beroende av beläggningstyp. Audi RS 6 har avgasbuller som kan ställas in till extremt höga nivåer vid accelerationer. Det verkar vara så inställt i rapporten. Det ökar bullernivån för fossilbilarna som grupp betraktat och jämförelser med elbilar blir skev.*
- *De parvisa jämförelserna mellan en fossilbil och en elbil är känsliga för vilken bilmodell man valt och vilka däck de har. Exempelvis segment 3, med Audi Q5 och VW ID.4. De har samma däckbredd men Audin bullrar 3 dB mer vid jämna hastigheter där däcksbullret dominerar.*

Det kan skilja ett antal dB mellan olika däckmodeller vid samma däcksbredd. Rapporten anger inga bullervärden för fordonens däck. Rapporten rekommenderar vidare utveckling, bl.a. bättre och mer omfattande urval av fordon. Varför inte koll på däcken också?

- De körmönster man använt är anpassat till samhällen och tätorter. Jämna hastigheter mellan 20 – 60 km/t. Accelerationsnivåer på 0,6, 0,9 samt 1,2 m/s². Det kan ge ett tillskott på några dB för däcksbullret men också ett tillskott för motorbullret och då endast för fossilfordon.

Med rapporten och ovan nämnda förhållanden kommer jag fram till beträffande jämna hastigheter mellan 20 – 60 km/t:

- Ljudnivån ökar med cirka 1 dB när vikten ökar med 1 dB (1,26 ggr). Det kan man läsa ur Figure 3, skillnader mellan kategorierna (segmenten) och i kombination med viktuppgifter för kategorierna i Figure 1.
- Bullret ökar monotont med 0,25 dB/km/t för den tysta beläggningen. Ingen betydande skillnad mellan el- resp. fossilbilar. Det tyder på att däcksbullret dominerar även för tyst beläggning och även för fossilbilar, som alltså har relativt lågt motorbuller. Tilläggsjudet för elbilar (AVAS) under 25 km/t är inte med.
- Vid jämna hastigheter mellan 20 – 60 km/t är elfordon i medeltal 0,2 dB tystare jmf med fossilfordon för den tysta beläggningen med stenstorlek max 4 mm. För stenstorlek max 8 mm är elfordon 0,6 dB bullrigare enligt rapporten. Om man extrapolerar skillnaden linjärt med stenstorleken, motsvarar det 1,4 dB bullrigare för stenstorlek max 12 mm samt 2,2 dB bullrigare för stenstorlek max 16 mm. Detta förutsätter att svenska beläggningar liknar de i Schweiz och att linjärt samband med enbart stenstorlek gäller.

Motsvarande för accelerationer för samtliga 7 kategorier:

- Vid acceleration 0,6 m/s² är elfordon i medeltal 5,2 dB tystare jmf med fossilfordon för den tysta beläggningen med stenstorlek max 4 mm. För stenstorlek max 8 mm är elfordon 2,1 dB tystare enligt rapporten. Om man extrapolerar skillnaden linjärt med stenstorleken, motsvarar det 1,0 dB bullrigare för stenstorlek max 12 mm samt 4,1 dB bullrigare för stenstorlek max 16 mm. Detta förutsätter att svenska beläggningar liknar de i Schweiz och att linjärt samband med enbart stenstorlek gäller.

Motsvarande för stanna och kör för samtliga 7 kategorier:

- Elfondon i medeltal 3,4 dB tystare jmf med fossilfordon för den tysta beläggningen med stenstorlek <4 mm. För stenstorlek <8 mm är elfonden 2,1 dB tystare enligt rapporten. Om man extrapolerar skillnaden linjärt med stenstorleken, motsvarar det 0,8 dB tystare för stenstorlek <12 mm samt 0,5 dB bullrigare för stenstorlek <16 mm. Detta förutsätter att svenska beläggningar liknar de i Schweiz och att linjärt samband med enbart stenstorlek gäller.

Jämförelse acceleration med jämn hastighet vid 40 km/t:

- Elfondon har LAFmax = 64 dB i medeltal vid acceleration med 0,6 m/sek² omkring 40 km/t och LAFmax = 59 dB i medeltal vid jämn hastighet. Eftersom elfondon har väldigt lågt motorbuller så ökar däcksbullret med närmare 5 dB pga. accelerationen (för tyst beläggning).

- *Fossilfordon (förutom extremt bullriga Audi RS 6) har LAFmax = 69 dB i medeltal vid acceleration och LAFmax = 59 dB i medeltal vid jämn hastighet. Motsvarande för Audi är 79 dB resp. 62 dB. Däcks- och motorbuller ökar tillsammans med 10 dB (för tyst beläggning).*

En fråga är vad vi har för accelerationsnivåer i svenska tätorter? Det finns i någon VTI- rapport och kanske också inbyggt i EVA-systemet (för beräkning av luftföroreningar).