



Prekėms vežti skirtų transporto priemonių
gyvavimo ciklo vertinimas

Akumuliatoriaus elektra varoma transporto priemonė prieš dyzelinę



SCANIA



Turinys

Santrauka	3
Autoriai	4
Kontaktiniai asmenys	4
Santrumpos, terminai ir apibrėžtys	5
Priemonės ir duomenų bazės	7
Tikslas ir taikymo sritis	8
Gyvavimo ciklo inventorinė analizė	10
<i>Gamybos etapas</i>	10
<i>Naudojimo etapas</i>	12
<i>Techninė priežiūra</i>	13
<i>Atkūrimas</i>	13
Rezultatai	14
Diskusija	21
Išvados	23
Nuorodų sąrašas	24
Priedas. Duomenų rinkiniai	26
<i>Gamybos etapas (išskyrus akumuliatoriaus elementus ir padangas)</i>	26
<i>Naudojimo etapas</i>	27



Santrauka

„Scania“ tikslas – paskatinti perėjimą prie tvarios transporto sistemos. Tiek siekiant palaikyti mūsų klientų verslą, tiek sprendžiant poveikio aplinkai klausimus labai svarbu holistinis požiūris. Gyvavimo ciklo vertinimas (angl. LCA) yra ISO 14040/44 metodas, skirtas produktų ar paslaugų poveikiui aplinkai per visą jų gyvavimo ciklą apskaičiuoti: šiuo atveju tai transporto priemonės ir akumulatoriaus gamyba, naudojimas, priežiūra ir atkūrimas.

„Scania“ bendrovėje gyvavimo ciklo vertinimas naudojamas nustatant produkto poveikį aplinkai ir keliant vidinius projekto tikslus, kai kuriamas produktas. „Scania“ sukaupe vidinius gebėjimus ir kompetenciją atlikti LCA ir nustatydamas organizacijos veiklos tikslus bendrovė remiasi LCA kaip faktų baze. Paskelbdama šį LCA už savo organizacijos ribų „Scania“ žengia dar toliau, siekdama informuoti suinteresuotąsias šalis apie pagrindinius LCA rezultatus.

„Scania“ išgyvena transformacijos įkarštį teikdama labiau elektrifikuotus ir savarankiškus produktus bei paslaugas. Bendrovei tai reiškia daugiau nei kelių elektrifikuotų transporto priemonių gamyba – reikalingas visas kompleksinis priemonių rinkinys, kad būtų galima pasiūlyti daug įvairių komercinių transporto priemonių, taip pat ir elektrifikuotų. Pirmoji „Scania“ visiškai serijinė akumuliatorių elektra varoma transporto priemonė (angl. BEV) buvo pristatyta 2020 m. rudenį. Tai padėjo parengti šį pirmąjį viešai prieinamą gyvavimo ciklo vertinimą, lyginant reprezentatyvią prekėms vežti skirtą akumuliatorių elektra varomą transporto priemonę, sukurtą pirmuoju etapu, su atitinkama vidaus degimo varikliu varoma transporto priemone (angl. ICEV).

Tyrimas apima visą transporto priemonės gyvavimo ciklą, pradedant nuo žaliavų gavybos ir rafinavimo ir baigiant transporto priemonės atkūrimu. Pasirinktas funkcinis vienetas turi atspindėti ir reprezentuoti visą transporto priemonės eksploatavimo laiką. Funkcinis vienetas: 500 000 km, nuvažiuojama reprezentatyvaus prekių vežimo ciklo metu, vidutinė naudingoji apkrova yra 6,1 tonos.

Transporto priemonės techninės savybės, išskyrus transmisiją, yra panašios, kad palyginimas būtų kuo teisingesnis. BEV įrengto akumulatoriaus pajėgumas 300 kWh. Europos energijos tinklų derinys, kaip pagrindą imant 2016 m., laikomas bazine verte nustatant BEV naudojamos elektros energijos anglies dioksido intensyvumą. Siekiant išanalizuoti numatomų būsimų tinklų derinių, taip pat žaliosios elektros energijos, poveikį, ištirti papildomi energijos tinklų deriniai. ICEV naudojami degalai yra B7 dyzelinas su 7 proc. RME tūriu, tai atitinka Europos sąlygas.

BEV gamyba daro didesnę poveikį aplinkai, daugiausia dėl daug energijos naudojančių akumuliatorių elementų gamybos. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisija padidėja nuo 27,5 tonos CO₂ eq (ICEV gamyba) iki 53,6 tonos CO₂ eq (BEV gamyba). ŠESD emisijos, susidaranti gaminant akumuliatorių elementus, yra 74 kg CO₂ eq/kWh įrengto akumuliatorių pajėgumo. Nepaisant padidėjusios gamybos naštos, visos BEV gyvavimo ciklo poveikis klimato kaitai gali smarkiai sumažėti dėl daug mažesnio poveikio naudojimo etape. Atsižvelgiant į Europos Sąjungos (ES) elektros tinklų anglies dioksido intensyvumą, išmetamo ŠESD kiekio sumažinimas per visą gyvavimo ciklą svyruoja nuo 38 proc. (ES derinys 2016 m.) iki 63 proc. (prognozuojamas ES derinys 2030 m.). Ekologiška elektra varomos transporto priemonės – tai būdas visiškai išnaudoti BEV potencialą. Rezultatai rodo, kad ŠESD kiekis per visą gyvavimo ciklą sumažėja 86 proc.

„Po 2020 m. į ES rinką patekusi elektrinė transporto priemonė per visą gyvavimo ciklą išmetamą šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį sumažins daugiau kaip 50 proc., palyginti su dyzeline.“



Dėl didesnio gamyboje išmetamo ŠESD kiekio matoma, kad BEV transporto priemonės, palyginti su ICEV, turi anglies dioksido skolą. ŠESD skola tam tikru metu bus gražinta dėl mažesnio naudojimo etape išmetamųjų teršalų kiekio skaičiuojant kilometrui. Kai bendras su BEV susijusių ŠESD poveikis tampa mažesnis nei ICEV, įvyksta vadinamasis lūžio taškas. Atsižvelgiant į anglies dioksido intensyvumą, lūžio taškas pasiekiamas nuvažiavus nuo 33 000 km (žalioji elektros energija) iki 68 000 km (2016 m. bazinė vertė). Tai rodo, kad BEV gali turėti mažesnę poveikį klimatui nei ICEV jau per vienus ar dvejus metus nuo jos eksploataavimo pradžios, atsižvelgiant į visus ataskaitoje ištirtus elektros energijos rūšių derinius.

Pasibaigus eksploataavimo laikui, „Scania“ akumulatorius surenka, išmontuoja, susmulkina ir perdirba bendrovės surinkimo ir perdirbimo partneriai. Tikslus perdirbimo procesas priklauso nuo geografinės vietos ir partnerio organizacinės struktūros. Dėl skirtingų rinkos sąrankų (bandomasis ar didelio masto atkūrimas) ir ribotų svarbių duomenų buvo nuspręsta į atkūrimo modelį neįtraukti akumuliatorių perdirbimo. Be to, LCA modelyje nenumatytas antrasis akumulatoriaus eksploataavimo ciklas, o tai reiškia, kad visa gamybos našta priskiriama „Scania“ transporto priemonės gyvavimo ciklui.

Taip pat didelis sumažinimo potencialas pastebimas ir kitose poveikio kategorijose, pvz., smulkiųjų dalelių ir ozono susidarymo bei dirvožemio rūgštėjimo. 83–97 proc. sumažėjimas šiose kategorijose pasiekiamas daugiausia dėl išmetamųjų teršalų kiekio eliminavimo.

Iškastinių išteklių naudojimas ir jūrų bei gėlo vandens eutrofikacija taip pat labai sumažėja (18–48 proc.) BEV atveju, nors elektros energijos gamybos metu daromas didelis poveikis, visų pirma, susijęs su anglimi. Pagrindinė priežastis yra ta, kad dyzelino gamybos poveikis „nuo šaltinio iki ratų“ yra didesnis nei elektros energijos gamybos poveikis.

„Dėl tvarios akumuliatorių gamybos ir ekologiškos elektros energijos BEV išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų sumažinimo potencialas bus gerokai didesnis nei 90 proc.“

Šioje gyvavimo ciklo vertinimo ataskaitoje nurodomas BEV ir ICEV prekėms vežti skirtų sunkvežimių poveikio aplinkai dydis ir ryšys. Vis dėlto LCA rezultatai, ypač vertinant absoliučiais skaičiais, nėra skirti lyginti su kitais pirminės įrangos gamintojais. Funkcinio vieneto, metodikos, taikymo srities ir prieigos prie pirminių duomenų pasirinkimas turės didelę įtaką galutiniam rezultatui.

Visi šioje ataskaitoje pateikti faktai ir skaičiai patvirtinti trečiosios šalies pagrindinėje ataskaitoje („Scania“ vidaus). Patikrinimą atliko „IVL Svenska Miljöinstitutet“ pagal ISO 14040/44 standartą.

Autoriai

Dora Burul
Energijos ekonomika ir tvarumas
„Scania“ tyrimai ir plėtra

David Algesten
Energijos ekonomika ir tvarumas
„Scania“ tyrimai ir plėtra

Kontaktiniai asmenys

Andreas Follér Tvarumo vadovas
andreas.foller@scania.com



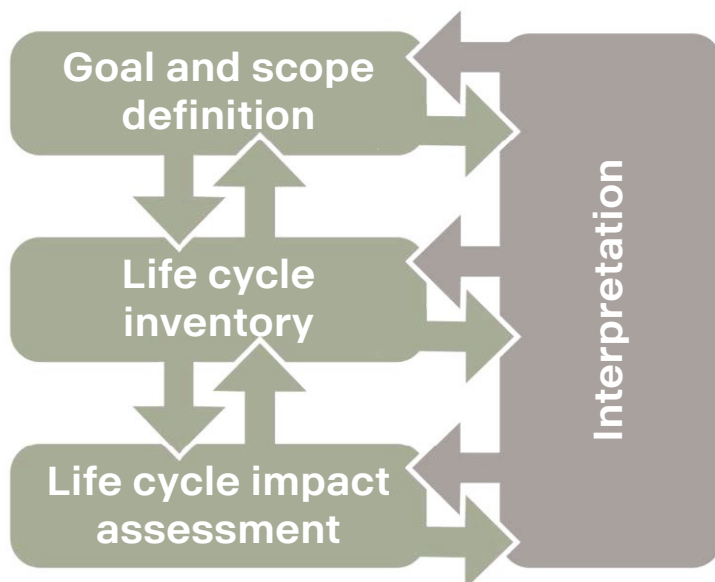
Santrumpos, terminai ir apibrėžtys

LCA – gyvavimo ciklo vertinimas
ŠESD – šiltnamio efektą sukeliančios dujos
CO₂eq – anglies dioksido ekvivalentas
WtW – „nuo šaltinio iki ratų“
WtT – „nuo šaltinio iki bako“
TtW – „nuo bako iki ratų“
ICEV – vidaus degimo varikliu varoma transporto priemonė
BEV – akumulatoriaus elektra varoma transporto priemonė
GVW – didžiausia pakrautos transporto priemonės masė

Gyvavimo ciklo vertinimas (LCA)

Gyvavimo ciklo vertinimas yra metodika, padedanti įvertinti aplinkai daromą poveikį, susijusį su visais produkto gyvavimo ciklo etapais: nuo žaliavų įsigijimo, gamybos, naudojimo iki utilizavimo. Šis vertinimas pateikia holistinį požiūrį į poveikį aplinkai ir išvengia naštos perkėlimo. Skiriami 4 LCA etapai: tikslo ir taikymo srities apibrėžtis, gyvavimo ciklo inventorinė analizė, gyvavimo ciklo poveikio vertinimas ir aiškinimas.

Pirmajame etape nustatomas tyrimo tikslas, paskirtis ir vartotojų grupė, sistemos ribos ir funkcinis vienetas. Gyvavimo ciklo inventorinė analizė (angl. LCI) yra duomenų rinkimo ir produkto modelio apskaičiavimo procesas. Gyvavimo ciklo poveikio vertinimas (angl. LCIA) yra potencialaus poveikio aplinkai klasifikavimas ir apibūdinimas remiantis LCI rezultatais. Atsižvelgiant į poveikio vertinimo rezultatus, pateikiamas išaiškinimas ir analizė, pagrįsta nustatytu tikslu ir taikymo sritimi. Analizuojami kiekvienos poveikio kategorijos rezultatai, aptariami produktų ir jų gyvavimo ciklo etapų skirtumai (ISO 14040:2006, ISO 14044:2006).



1 pav. 4 LCA etapai

Funkcinis vienetas

LCA galioja tik apibrėžtose sistemose ir funkcinio vieneto atžvilgiu. Funkcinis vienetas – tai „kiekybinis gaminio sistemos veikimas, naudojamas kaip atskaitos vienetas“ (ISO 14044, 2006 m.).



Gyvavimo ciklo inventorinė analizė

Gyvavimo ciklo inventorinė analizė yra LCA dalis, kurios metu renkami ir modeliuojami visi reikalingi duomenys. Tai žaliavų naudojimo, energijos poreikio ir išmetamųjų teršalų kiekio nustatymo procesas per produkto gyvavimo ciklą. Ji apima elementarių produktų sistemos srautų iš ekosferos ir į ją sąrašą.

Gyvavimo ciklo poveikio vertinimas

Gyvavimo ciklo poveikio vertinimo metu konvertuojami elementarūs srautai iš LCI į potencialius poveikius aplinkai. Paprastai tai apibrėžiama keturiais etapais: klasifikacija, apibūdinimas, normalizavimas ir pasvėrimas. Šioje analizėje klasifikavimas ir apibūdinimas yra privalomi LCIA etapai, o normalizavimas ir pasvėrimas neįtraukiami, nes pagal ISO 14040/44 jų nerekomenduojama pateikti išorės auditorijai. Klasifikavimo etape LCI rezultatai priskiriami konkrečioms poveikio aplinkai kategorijoms (ex CO₂ ir CH₄ priskiriami klimato kaitos potencialo (angl. CCP) kategorijai). Atliekant apibūdinimą (remiantis apibūdinimo koeficientais) LCI rezultatai pagal poveikio kategoriją paverčiami poveikio kategorijos rodikliais (ex CH₄ paverčiamas į CO₂eq).

Eksploataciniai duomenys

Eksploataciniai duomenys saugomi transporto priemonės valdymo įrenginiuose. Apytiksliai saugoma 2 000 kintamųjų ir apskaičiuotų kintamųjų. Rodmenys nuskaitomi, kai transporto priemonės atvyksta į dirbtuves, o duomenys saugomi eksploatacinių duomenų saugykloje.

Eksploataciniai duomenys leidžia išanalizuoti transporto priemonių eksploatacines savybes (pvz., degalų sąnaudas) ir transporto priemonių eksploatavimą. Šia informacija naudojasi įvairios suinteresuotosios šalys, pvz., produktų kūrimo komanda, analitikai, dirbtuvių, vairuotojų tarnybos specialistai ir kt.

Medžiagų sąrašas

Medžiagų sąrašas (angl. BOM) yra visų transporto priemonėje naudojamų medžiagų ir kiekvienos medžiagos kiekio sąrašas.

Šiltnamio efektą sukeliančių dujų protokolas

Šiltnamio efektą sukeliančių dujų protokolas yra pasaulinė sistema, skirta ŠESD emisijų apskaitai standartizuoti. Siekiant susieti ŠESD protokolo taikymo sritis su tuo, kas pateikiama šiame LCA, toliau nurodytos sritys yra visiškai arba didžiąja dalimi įtrauktos į ŠESD poveikio kategoriją:

1 taikymo sritis. Tiesiogiai išmetamos ŠESD;

2 taikymo sritis. Netiesiogiai išmetamos ŠESD;

3 taikymo srities kategorijos:

1. Perkamos prekės ir paslaugos;
4. Ankstyvojo etapo transportavimas ir platinimas;
9. Vėlesnio etapo transportavimas ir platinimas;
11. Parduotų produktų naudojimas;
12. Parduotų produktų apdorojimas pasibaigus jų gyvavimo ciklui.



Priemonės ir duomenų bazės

„GaBi“

LCA programinė įranga su LCI duomenų bazėmis iš „Sphera Solutions GmbH“.

LEAD duomenų bazė

„GaBi Professional“ duomenų bazė, įskaitant atvirą šaltinį, „Gabi specific“ ir VW grupės sukurtus duomenų rinkinius.

Šiame tyrime naudojamas „Service Pack 39“.

„Scania Mapping List“

„Mapping List“ yra xml, kuriame aprašoma kiekviena „Scania“ transporto priemonės medžiaga su tinkamu LEAD duomenų rinkiniu. Tai leidžia automatizuoti modelių generavimo procesą.

„SlimLCI+“

„SlimLCI+“ programa suderina LEAD duomenų rinkinius su medžiagų sąrašu pagal „Scania Mapping List“.

IMDS

Tarptautinė medžiagų duomenų sistema (angl. IMDS) yra įprasta automobilių medžiagų duomenų sistema, kurioje tiekėjai pateikia informaciją apie detalių medžiagų sudėtį.

SMART

„Scania“ priemonė (iš „iPoint-systems GmbH“) medžiagų duomenų lapams (MDS) iš IMDS valdyti.

VECTO

Transporto priemonės energijos sąnaudų skaičiavimo priemonė (angl. VECTO), sukurta Europos Komisijos kaip oficialus modeliavimo įrankis sunkiasvorių transporto priemonių degalų / energijos skaičiavimams deklaruojant CO₂ emisiją.



Tikslas ir taikymo sritis



Šio LCA tikslas – įvertinti prekių vežimo segmento elektrinio sunkvežimio poveikį aplinkai ir palyginti jį su dyzeliniu varomu analogu. Rezultatai skelbiami viešai, siekiant suteikti daugiau žinių apie sunkiasvorių transporto priemonių gyvavimo ciklo poveikį aplinkai ir palyginti BEV ir ICEV.

Tyrimas apima visą transporto priemonės gyvavimo ciklą, pradedant žaliavų išgavimu ir rafinavimu ir baigiant transporto priemonių atkūrimu.

Šio tyrimo funkcinio vieneto tikslas – atspindėti ir parodyti visą transporto priemonių eksploatavimo laiką. Remiantis eksploatavimo duomenų tyrimais, nustatyti reprezentatyvūs kilometrų ir naudingosios apkrovos skaičiai. Eksploatavimo duomenys taip pat buvo naudojami standartiniams VECTO važiavimo ciklams pritaikyti taip, kad jie kuo tiksliau atitiktų realią eksploataciją. Funkcinis vienetas: 500 000 km, nuvažiuoti pagal tipišką prekių paskirstymo ciklą, vidutinė naudingoji apkrova – 6,1 tonos.

Vertinimas atliekamas vidurio taško lygmeniu pagal „ReciPe 2016 v1.1“ hierarchinę metodiką. Hierarchinė perspektyva remiasi moksliniais susitarimais dėl poveikio mechanizmų laiko ir pagrįstumo, pvz., klimato kaitos potencialas stebimas per 100 metų (Huijbregts ir kt., 2017 m.). Tyrimas rodo galimą poveikį klimato kaitai, smulkiųjų dalelių susidarymui, iškastinių išteklių naudojimui, gėlo vandens ir jūrų eutrofikacijai, ozono susidarymui (žmogaus sveikatai ir ekosistemoms) ir dirvožemio rūgštėjimui. Šios poveikio kategorijos buvo atrinktos atsižvelgiant į poveikio svarbą transporto pramonei ir metodo brandumą (Europos Komisija ir kt., 2011 m.; Van Loon ir kt., 2018 m.).

Papildomos poveikio kategorijos, pvz., mineralinių išteklių išekvojimas, vandens naudojimas ir toksiškumas, taip pat gali būti laikomos svarbiomis „Scania“ produktams, tačiau šiuo metu jos neįtrauktos, nes vis dar vyksta reikšmingi jų metodiniai patobulinimai. Kol kas jos stebimos viduje ir apie jas bus pranešta ateityje.



Šis LCA yra atributinis, nes jis pagrįstas įvertintais istoriniais duomenimis, kurie atitinka savo tikslą teisingai nustatyti transporto priemonės gyvavimo ciklo metu daromą taršą, o ne pateikti vertinimą, kaip transporto priemonės gamyba ir naudojimas turi įtakos pasaulinei aplinkos naštai. Tai būtų papildomas požiūris.

Paskirstymo metodas yra būtinas, kai proceso poveikis aplinkai turėtų būti priskirtas daugiau nei vienam produktui ar paslaugai. Skirstymas tarp produktų ar paslaugų gali būti pagrįstas tokiomis savybėmis kaip masė, energija arba ekonominės vertės. Šiame tyrime nebuvo atliktas joks konkretus poveikio aplinkai paskirstymas, išskyrus tuos, kurie jau įtraukti į LEAD duomenų rinkinius. LEAD duomenų rinkinio paskirstymas aprašytas programinės įrangos dokumentacijoje (<http://www.gabi-software.com/international/databases/gabi-data-search/>).

Naudojami LEAD duomenų rinkinio atribojimo kriterijai, aprašyti programinės įrangos dokumentacijoje (www.gabi-software.com).

Į antrinių medžiagų gavimą atkūrimo etape neatsižvelgiama. Techninė priežiūra (išskyrus padangas) neįtraukiama dėl nereikšmingumo aplinkai (0,1–0,3 proc. gyvavimo ciklo) ir sunkumų apibrėžiant vidutinę techninę priežiūrą dėl plataus operacijų spektro.

Tiekimo grandinės veiklos sudedamųjų dalių gamybos etapai neįtraukiami kalbant apie detales, kurios nėra gaminamos „Scania“ gamyklose (išskyrus padangas ir varomuosius akumulatorius). To priežastis – ribota prieiga prie duomenų ir poveikio aplinkai nereikšmingumas (<1 proc. gamybos etapo).

Šiame LCA pateikiamas prekėms vežti skirtų BEV ir ICEV poveikio aplinkai dydis ir ryšys. LCA rezultatai, ypač skaičiuojant absoliučiais skaičiais, nėra skirti palyginti su kitais pradiniais gamintojais. Funkcinio vieneto, metodikos, taikymo srities ir prieigos prie pirminių duomenų pasirinkimas turės didelę įtaką galutiniam rezultatui. „Scania“ palankiai vertina ilgalaikį bendresnių LCA gairių, kurių pagrindas yra ISO14040/44, kūrimą ir yra įsipareigojusi prisidėti prie šios plėtros.

Transporto priemonės

„Scania“ produktai yra pagrįsti modulinėmis sistemomis, o ne transporto priemonių modelių koncepcija. Modulinė sistema suteikia galimybę unikaliam pritaikyti transporto priemones bet kokiam vežimo tikslui. Šiame LCA aptariamos BEV specifikacijos pagrįstos BEV pardavimo prognozėmis, kurios geriausiai pasireiškia vadinamajame mišraus platinimo segmente, kai klientų veiklą sudaro paskirstymas mieste ir regione.

Panašus dyzeliniu varikliu varomas ICEV yra kruopščiai parinktas taip, kad jis kuo labiau atitiktų BEV, kartu užtikrinant, jog jis būtų geras ICEV segmento atstovas. Tai daroma remiantis pardavimo statistika bei vidinėmis žiniomis ir užtikrinama, kad palyginimas būtų teisingas ir aktualus.

Vehicle	Technical GVW	Cab	Wheel configuration	Power (peak/continuous)	Traction battery capacity	Transmission
ICEV	28 ton	P17	6x2*4	320 hp Euro 6	N/A	8 speed GR875 Opticruise
BEV	28 ton	P17	6x2*4	295/230 kW	300 kWh	2 speed GE21S21

1 lentelė. Transporto priemonių apžvalginės specifikacijos

Abi transporto priemonės yra trijų ašių standžios pavaros su valdoma ašimi. Jose sumontuotos P17 kabinos, o važiuoklė pritaikyta dėžiniam kėbului. Iš esmės vienintelis dalykas, kuo skiriasi transporto priemonės, yra traukiniai. Dėl galios pavaros ir akumulatoriaus svorio skirtumų BEV didesnė masė – apytiksliai 1 tona.



Gyvavimo ciklo inventorinė analizė



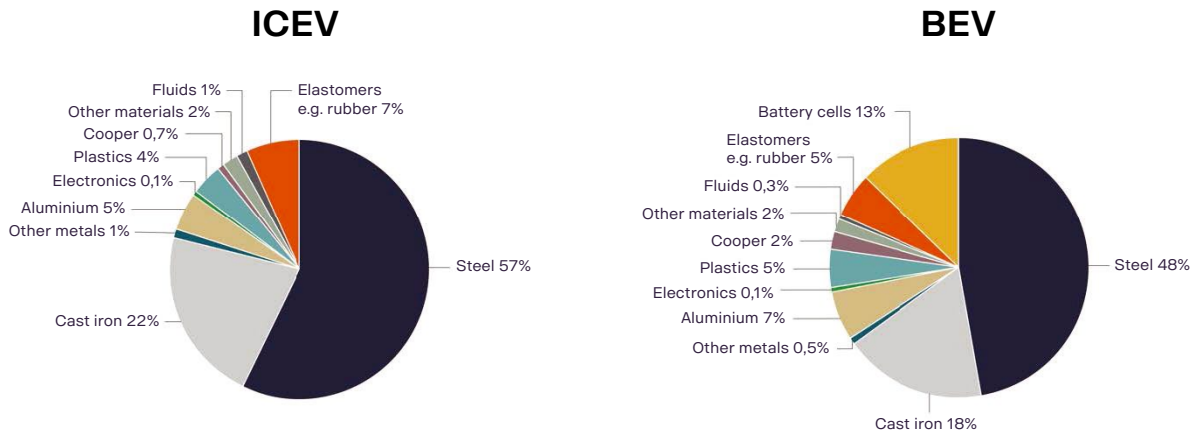
Gyvavimo ciklo inventorinėje analizėje duomenys renkami pagal kiekvieną gyvavimo ciklo etapą: gamybą, naudojimą, priežiūrą ir atkūrimą.

Duomenų rinkimo procesas skirtinguose gyvavimo ciklo etapuose skiriasi. Gamybos etapų duomenys yra pagrįsti transporto priemonės specifikacijomis ir medžiagų sudėties duomenimis, gautais iš detalių tiekėjų per IMDS. Naudojimo etapo duomenys yra pagrįsti energijos suvartojimo modeliavimu (VECTO) ir eksploataciniais duomenimis. Techninės priežiūros etapas (apsiribojama padangų keitimu) ir atkūrimo etapas grindžiami išoriniais LCA tyrimais.

Gamybos etapas

Duomenų rinkimas prasideda nuo duomenų apie visas transporto priemonės medžiagas gavimo. Kiekvienoje transporto priemonėje yra daugiau kaip 10 000 medžiagų, apie kurias pranešta. Jos klasifikuojamos pagal medžiagų grupes ir galiausiai sudaromas ~45 medžiagų, naudojamų vienoje transporto priemonėje, sąrašas.

Vizualizacijos tikslais transporto priemonėse esančios ~45 medžiagos buvo suskirstytos į platesnes kategorijas ir pateikiamos kaip BEV ir ICEV masės dalis.



2 pav. Medžiagų sudėtis. Medžiagų kategorijos, išreikštos viso transporto priemonės svorio procentais

Informacija apie medžiagas ir svorį įtraukta į medžiagų sąrašą. Šis sąrašas kartu su „Scania Mapping List“ perkeliamas į „SlimLCI+“ ir kiekvienai medžiagai priskiriamas geriausiai tinkantis duomenų rinkinys. LEAD duomenų rinkiniai atspindi žaliavų gavybos ir pusiau rafinuotų produktų gamybos našta aplinkai.

Daugiausia naudojami vidutiniai pramonės duomenų rinkiniai iš LEAD duomenų bazės, tačiau kai kurių medžiagų (pvz., didelio svorio medžiagų: plieno ir aliuminio) atveju buvo sukurti specifiniai „Scania“ duomenų rinkiniai, kurie tiksliai atspindi „Scania“ naudojamą plieną ir aliuminį. „Scania“ plieno duomenų rinkinys pagrįstas standartiniais LEAD duomenų rinkiniais ir apima 82 proc. pirminės ir 18 proc. antrinės medžiagos. „Scania“ aliuminio duomenų rinkinys grindžiamas standartiniais LEAD duomenų rinkiniais ir apima 52 proc. pirminės ir 48 proc. antrinės medžiagos.

Kitas žingsnis – sudėti komponentų gamybos ir transporto priemonės surinkimo procese panaudotą energiją. Apžvelgiami šie komponentai ir surinkimo etapai: variklio ir transmisijos, kabinos, važiuoklės komponentai ir galutinis visos transporto priemonės surinkimas. Tiesioginių ir netiesioginių išmetamųjų teršalų vidaus stebėseną (1 ir 2 skyrius, ŠESD protokolais) leidžia stebėti ŠESD išmetimą šios veiklos metu. Be to, įtraukiamos ŠESD emisijos iš logistikos operacijų, pvz., vežimo iš tiesioginių tiekėjų ir pagamintų transporto priemonių vežimo pas prekybininkus.

Siekiant įvertinti padangų poveikį, kartu su „Michelin“ atliekamas LCA nuo ankstyvosios iki baigiamosios stadijos. Taip užtikrinama, kad būtų tinkamai atsižvelgta į visą padangų gamybos poveikį aplinkai ir remiamasi ne tik medžiagų, bet ir proceso duomenimis.

Variklio akumuliatorius pagamintas taikant NMC622 akumuliatorių elementų technologiją. Numatyta galia 300 kWh. Akumuliatorių gamyba yra itin svarbi dėl daug energijos naudojančio proceso etapų. Didžiausios akumuliatorių elementų gamybos problemos yra energijos (elektros ir šiluminės energijos) sunaudojimas katodo aktyviosios medžiagos (KAM) gamyboje ir elementų gamybos procese.

Akumuliatorių elementai gaminami Europoje, tačiau ankstesni procesai atliekami Kinijoje. Tai reiškia, kad elementų komponentai, tokie kaip katodas ir anodas, gaminami naudojant Kinijos elektros energijos rūšių derinį (854 g CO₂ eq/kWh), o elementų gamyba vykdoma naudojant Europos elektros energijos rūšių derinį (424 g CO₂ eq/kWh). Akumuliatorių elementų gamybos modelis pagrįstas tiekėjų duomenimis, o modeliavimą atliko „VW Group“. LCA modelis yra reprezentatyvus NMC622 technologijos atveju.



Naudojimo etapas

Degalų ir energijos naudojimas

Esminė naudojimo etapo poveikio vertinimo dalis – gauti reprezentatyvias transporto priemonių degalų ir energijos sąnaudų vertes. Taikomas modeliavimu pagrįstas metodas su VECTO kaip modeliavimo priemone. VECTO sukūrė Europos Komisija kaip oficialią sunkiasvorių transporto priemonių degalų / energijos skaičiavimo priemonę CO₂ emisijoms deklaruoti (Europos Komisija, 2017 m.).

Remiantis „Scania“ prijungtų transporto priemonių eksploataciniais duomenimis, VECTO *pristatymo mieste ir regione* ciklai buvo pritaikyti taip, kad geriau atspindėtų įprastas „Scania“ prekėms vežti skirtų transporto priemonių eksploataavimo sąlygas. Transporto priemonės modeliuojamos abiejuose cikluose, o vėliau kiekvieno ciklo rezultatai sujungiami į vieną bendrą visumą. Suvartojimo vertės, gautos taikant šią metodiką, patikrintos pagal realias sąnaudas iš eksploatacinių duomenų ir yra patikimai nuoseklios.

Be to, daroma prielaida, kad transporto priemonės turi tokį patį kėbulą (dėžę), taigi jiems priskiriama ta pati oro pasipriešinimo vertė, CdxA. Modeliuojant naudojamos tokios pačios padangos ir toks pat svorio pasiskirstymas tarp ašių. Gautos ICEV degalų sąnaudos yra 25,5 l 100 km, o BEV energijos sunaudojimas – 93,2 kWh 100 km (išskyrus įkrovimo nuostolius, žr. „Nuo šaltinio iki bako“).

Nuo šaltinio iki bako

Manoma, kad ICEV varomas B7 dyzeliniu mišiniu, kurio išmetamo CO₂ kiekis yra 7 proc. Tai atitinka Europos sąlygas (ACEA, 2013 m.). Be degalų, analizė taip pat apima *AdBlue*, naudojamą papildomo apdorojimo sistemoje išmetamųjų teršalų kiekiui mažinti.

Manoma, kad kaip pagrindas BEV bus varomas naudojant ES elektros energijos rūšių derinį, ataskaitiniai 2016 m. (tekste – ES bazinis lygis). Ataskaitiniai metai yra 2016 m., nes tokie yra LEAD duomenų bazės „Service Pack 39“ duomenys ir jie taip pat atitinka akumulatoriaus elemento modelyje naudojamą elektros energiją. Anglies išmetimo intensyvumas pagal šią ES bazinę vertę yra 424 g CO₂eq/kWh. Tai konservatyvus požiūris, atsižvelgiant į šiandienos Europos elektros energijos rūšių derinį.

Kadangi BEV įkrovimo nuostoliai neįtraukiami į VECTO vartojimo rezultatus, į tai turi būti atsižvelgta atskirai. Šiame tyrime daroma prielaida, kad 80 proc. įkrovimo atliekama kaip naktinis įkrovimas, o 20 proc. – kaip greitas įkrovimas. Manoma, kad naktinio įkrovimo nuostoliai (nuostoliai įkrovimo stotyje ir transporto priemonės nuostoliai) sudaro 5 proc., o greitojo įkrovimo nuostoliai – 10 proc. Vidutinis įkrovimo nuostolis yra 6 proc. Jis pridedamas prie BEV energijos sąnaudų, todėl gaunama 98,7 kWh 100 km.



Nuo bako iki ratų

ICEV išmetamųjų teršalų kiekis pagrįstas modeliutomis degalų sąnaudomis ir eksploataciniais duomenimis. CO₂ ir N₂O emisijos yra stochiometrinės, todėl yra modeliutų degalų sąnaudų ir *AdBlue* sąnaudų funkcija (paimta kaip vidutinis skaičius iš eksploatacinių duomenų). Eksploataciniai duomenys taip pat naudojami NOx emisijai.

CO, NMHC, NH₃ ir PM_{2,5} emisijos apskaičiuojamos naudojant sumodeliuotas degalų sąnaudas kartu su teisinėmis šių emisijų ribomis pagal pasauliniu mastu suderinto perėjimo ciklo (angl. WHTC) teisės aktus, todėl tai yra konservatyvūs skaičiai (Europos Komisija, 2011 m.).

BEV neturi jokių TtW emisijų (išmetamųjų teršalų kiekis).

Naudojimo etapas taip pat papildomas kietųjų dalelių (PM_{2,5}) išmetimu dėl padangų ir stabdžių nusidėvėjimo (Ntziachristos ir Boulter, 2016 m.).

Techninė priežiūra

Gyvavimo ciklo laikotarpiu techninės priežiūros metu keičiamos tokios dalys, kaip padangos, variklio paleidimo akumulatorius, stabdžių kaladėlės, alyvos ir kt. Tiriant techninės priežiūros poveikį (išskyrus padangas) nustatyta, kad poveikis aplinkai apskritai yra nereikšmingas. ICEV ir BEV išmetamųjų teršalų kiekis yra nuo 0 iki 0,3 proc. šių teršalų per visą jų gyvavimo ciklą. Todėl šiame tyrime techninės priežiūros etapą sudaro tik padangų keitimas, kuris yra vienintelė aplinkosauginiu požiūriu reikšminga techninės priežiūros dalis. Numatoma, kad papildomai prie gamyboje montuojamų padangų yra du pilni padangų rinkiniai. Manoma, kad ličio jonų akumulatoriai tarnauja visą transporto priemonės eksploatacinį laikotarpį, t. y. akumuliatorių keitimas neįtrauktas.

Atkūrimas

Atkūrimo etapas pagrįstas bendru sunkiasvorių transporto priemonių atkūrimo modeliu. Į antrines medžiagas, gaunamas transporto priemonių atkūrimo procese, neatsižvelgiama.

Nedaroma prielaida, kad akumulatorius bus naudojamas pakartotinai. Tai reiškia, kad visa gamybos našta priskiriama transporto priemonės gyvavimo ciklui.

„Scania“ turi gerai parengtą akumuliatorių perdirbimo infrastruktūrą visose rinkose. Tikslus perdirbimo procesas priklauso nuo rinkos ir geografinės vietos. Akumulatoriai bus surinkti, išardyti, supjaustyti ir perdirbti partnerių patalpose. Dėl skirtingų rinkos sąlygų (bandomasis arba didelio masto perdirbimas) ir ribotų atitinkamų duomenų pasirinkta į perdirbimo modelį neįtraukti akumuliatorių perdirbimo. Kadangi akumuliatorių perdirbimas neįtraukiamas, neatsižvelgiama ir į perdirbimo procese suvartojamą energiją sąnaudas. Nors tai aiškus tyrimo apribojimas, tikimasi, kad šio etapo poveikis visoms naudojamoms poveikio kategorijoms bus nedidelis (atsižvelgiant į dabartinio atkūrimo poveikio rezultatus).



Rezultatai

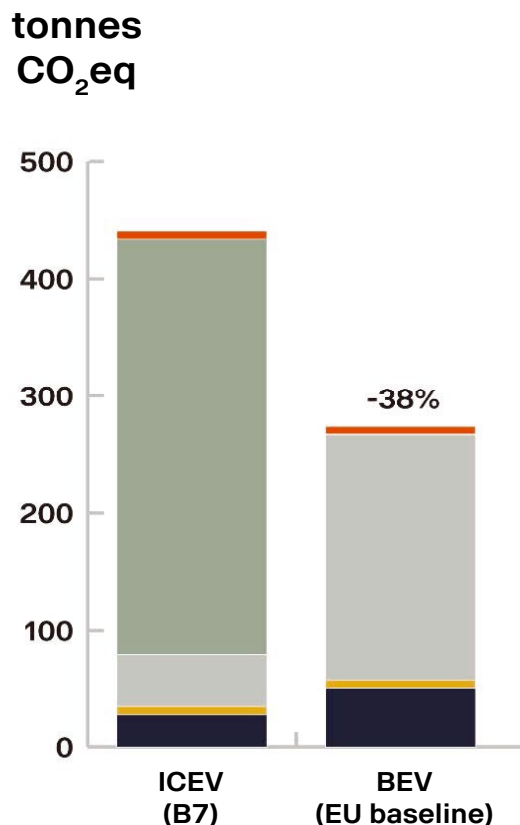


Viena ypač svarbi poveikio aplinkai kategorija, lyginant ICEV su BEV, yra klimato kaitos potencialas (angl. CCP). ES autobusai ir sunkiasvoriai sunkvežimiai atsakingi už maždaug 6 proc. visos ŠESD emisijos ir šis skaičius vis dar auga dėl didėjančio krovinių transporto panaudojimo masto (Europos Komisija, 2016 m.). Klimato kaitos potencialas yra svarbiausia „Scania“ poveikio aplinkai kategorija dėl iškastinės energijos kiekio naudojimo. Dėl elektros gamybos metu ir gaminant akumulatorius išmetamų teršalų tai išlieka daug dėmesio reikalaujančia sritimi BEV atveju. Klimato kaitos, kaip pagrindinės poveikio kategorijos, svarbą, palyginti su kitu poveikiu aplinkai, patvirtino „Scania“ vidaus gyvavimo ciklo vertinimas ir reikšmingumo analizė, taip pat išoriniai tyrimai, pvz., RICARDO tyrimas (Hill ir kt., 2020 m.). Taigi didžiausia rezultatų skyriaus dalis skirta poveikio klimatui klausimui nagrinėti.



Klimato kaitos potencialas

Klimato kaitos potencialas apibūdina ŠESD išmetimą, kuris lemia saulės spinduliuotės absorbcijos atmosferoje padidėjimą ir todėl gali prisidėti prie pasaulinės vidutinės temperatūros kilimo. Referencinė medžiaga, skirta pasaulinio atšilimo potencialui nustatyti, yra anglies dioksidas. Visos kitos ŠESD (pvz., CH₄, N₂O, PFC) apskaičiuojamos atsižvelgiant į anglies dioksido kiekį (CO₂ ekvivalentai). 4 pav. parodomi transporto priemonių išmetami ŠESD kiekiai per visą jų eksploataavimo ciklą, pateikiami pagal kiekvieno gyvavimo ciklo etapą. Naudojimo etapas padalintas į dalis „nuo šaltinio iki bako“ (WtT) ir „nuo bako iki ratų“ (TtW).



Vehicle	Production	Maintenance	Use WtT	Use TtW	Recovery
ICEV (B7)	27,5	2,4	44,9	354,3	2,1
BEV (EU baseline)	53,6	2,4	209,5	0,0	2,1

3 pav. Bendras gyvavimo ciklo ŠESD kiekis, pateikiamas CO₂eq tonomis per gyvavimo ciklo etapą. Naudojimo etapas skirstomas į dalis „nuo šaltinio iki bako“ ir nuo „bako iki rato“

Nors gamybos etapo poveikis BEV beveik dvigubai didesnis, palyginti su ICEV, naudojimas yra aiškiai dominuojantis ICEV ir BEV etapas. Pagal pagrindinį scenarijų (ES bazinis lygis) BEV gali 38 proc. sumažinti bendrą gyvavimo ciklo ŠESD kiekį, palyginti su ICEV.



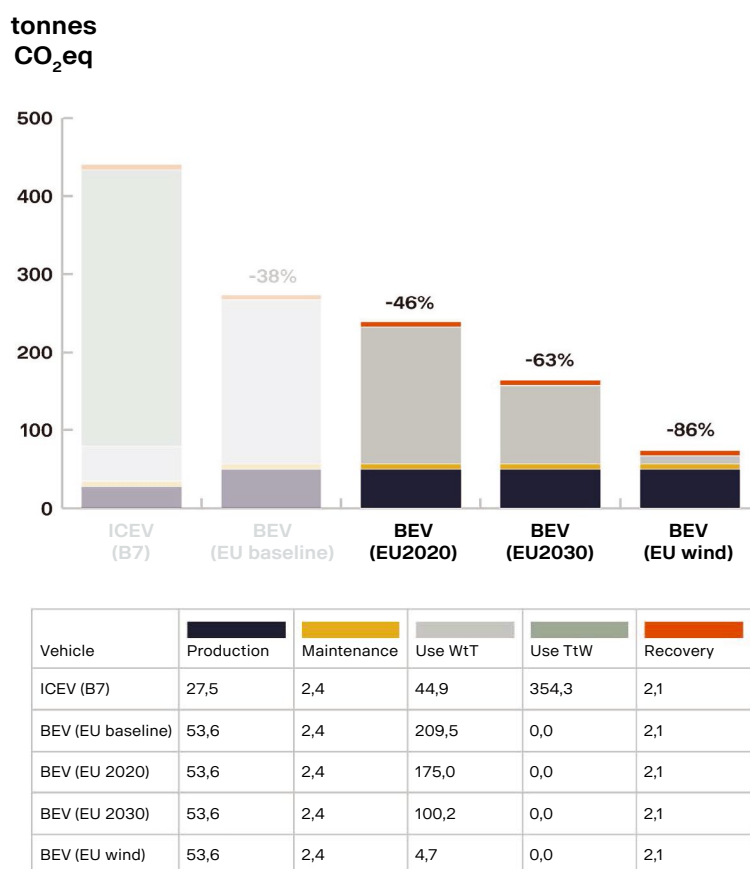
BEV potencialas naudojimo etape taikant pagerintą elektros energijos rūšių derinį

Elektros energijos rūšių derinys, į kurį atsižvelgiama naudojimo etape, yra svarbiausias parametras, turintis įtakos bendram BEV poveikiui aplinkai. Išankstiniam vertinimui naudojamas ataskaitinių 2016 m. ES elektros energijos rūšių derinys. Tačiau elektros energijos gamyba visame pasaulyje nuolat gerėja, todėl svarbu atlikti jautrumo analizę, kaip skirtingi elektros energijos rūšių deriniai naudojimo etapo apskaičiavimo metu veikia bendrą per visą naudojimo laikotarpį išmetamą ŠESD kiekį.

Dėl šios priežasties numatomas ES elektros energijos rūšių derinys 2020 ir 2030 m. buvo modeliuojamas remiantis Tarptautinės energetikos agentūros leidiniu „World Energy Outlook 2019“. Elektros energijos gamybos našta aplinkai pagal šaltinį paimta iš LEAD duomenų bazės ir susieta su elektros energijos dalimis, paskelbtomis „WEO 2019 For Stated Policies“ scenarijuje (IEA, 2019 m.).

Kadangi „WEO 2019“ atsinaujinantys energijos šaltiniai yra pateikti kaip viena kategorija, išskaidymas pagal šaltinį pagrįstas RICARDO tyrimu (Hill ir kt., 2020 m.).

6,9 proc. paskirstymo ir perdavimo nuostolių pridėti pagal LEAD duomenų bazę formuojant ES elektros energijos rūšių derinį 2020 m. (355 g CO₂eq/kWh) ir 2030 m. (203 g CO₂eq/kWh). Kaip papildoma alternatyva, tiriama ES vėjo energija („EU Wind“), atstovaujanti ekologiškai elektrai. Atliekant šią jautrumo analizę, elektros energijos rūšių derinys visais etapais (įskaitant akumuliatorių elementų gamybą), išskyrus naudojimo etapą, nekeičiamas (ES bazinė vertė).



4 pav. Bendras gyvavimo ciklo ŠESD kiekis, pateikiamas tonomis CO₂eq per gyvavimo ciklo etapą. Naudojimo etapas skirstomas į dalis „nuo šaltinio iki bako“ ir „nuo bako iki rato“. Naudojimo etapo elektros energijai taikomi keturi skirtingų tinklų derinio scenarijai



4 pav. parodytas tinklų derinio poveikis gyvavimo ciklo ŠESD emisijoms. Reikėtų nepamiršti, kad šie rezultatai pagrįsti prielaida, jog tinklų derinys yra pastovus per visą transporto priemonės gyvavimo ciklą nuo pirmo iki paskutinio kilometro. Tai reiškia, kad 4 pav. parodytas labiau galimas tinklų derinio patobulinimų poveikis, o ne realus atvejis, kuris būtų bendras pasikeitusio tinklų derinio poveikis.

Jei eksploatuojant BEV įrenginį naudojamas elektros energijos rūšių derinys, vidutiniškai atitinkantis prognozuojamą ES 2020 m. derinį, jo eksploatavimo metu bus stebimas emisijų sumažėjimas 46 proc., palyginti su ICEV (B7), o derinys, atitinkantis prognozuojamą ES 2030 m. derinį, sietinas su 63 proc. sumažėjimu. Darant prielaidą, kad transporto priemonės gyvavimo laikotarpio pabaigoje tinklų derinys bus arčiau numatomo ES 2030 m. tinklų derinio, tikėtinas emisijų sumažėjimas gyvavimo ciklo metu – 46–63 proc.

Jei bus naudojama ekologiška elektra (kaip ES vėjo energija), o tai jau šiandien yra visiškai įmanoma, BEV emisijų sumažėjimas gyvavimo ciklo metu gali siekti net 86 proc.

Pažymėtina, kad ICEV B7 „nuo šaltinio iki ratų“ yra laikoma pastovia šiuose palyginimuose, o rezultatas būtų kitoks, jei biologinio dyzelino mišinys viršytų numatytus 7 proc.

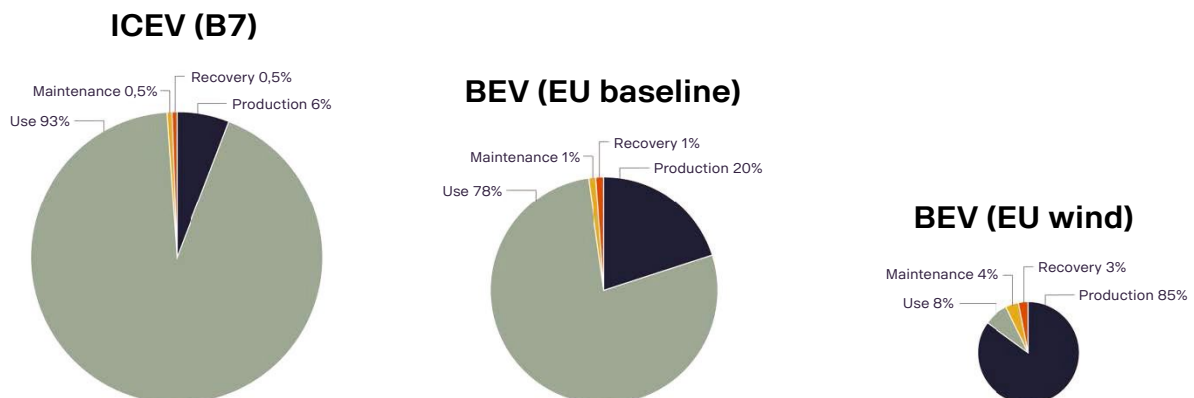
Galimi dyzelino pagerinimai

Šioje ataskaitoje pagrindinis dėmesys skiriamas elektrinės transporto priemonės su akumuliatoriumi potencialui parodyti, palyginti su dyzelinu B7 varomu automobiliu. Vis dėlto turėtų būti aiškiai nurodyta, kad įmanoma gerokai pagerinti transporto priemonės su vidaus degimo varikliu išmetamą ŠESD kiekį. Biodyzelino (pirmiausia hidrinimu valyto augalinio palmių aliejaus (angl. HVO)) maišymas daugelyje rinkų taikomas vis plačiau, o planų nuolat didinti mišinio kiekį turi net kelios Europos rinkos. „Scania“ dyzeliniai varikliai gali veikti naudodami 100 proc. HVO.

Šiame tyrime B7 pakeitus atliekų (jautienos lajaus) pagrindu pagamintu HVO, ICEV gyvavimo ciklo metu išmetamas ŠESD kiekis sumažės 74 proc. („nuo šaltinio iki ratų“ atveju – 81 proc.).

ŠESD emisija transporto priemonių gamybos metu

Kaip parodyta 5 pav., gamybos metu išmetamas ŠESD kiekis sudaro tik 6 proc. visų išmetamųjų dujų. BEV (ES bazinė vertė) atveju gamybos dalis padidėja iki 20 proc. viso kiekio. Kadangi perėjimas nuo ICEV prie BEV tęsiasi ir tuo pačiu metu gerėja elektros energijos rūšių derinys, gamybos etapo svarba toliau didės ir taps pagrindine BEV gyvavimo ciklo dalimi.

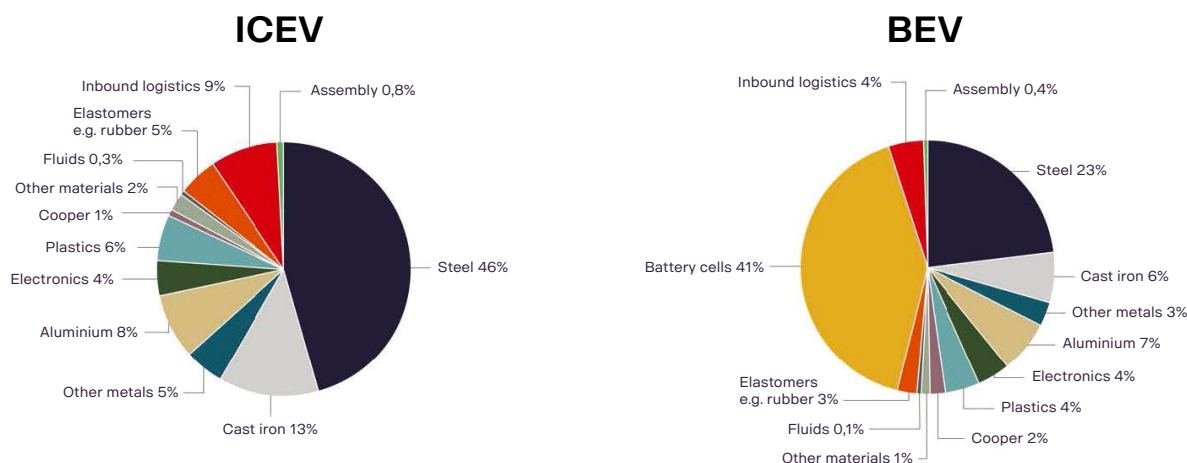


5 pav. Kiekvieno gyvavimo ciklo etapo dalis iš viso gyvavimo ciklo išmetamo ŠESD kiekio, išreikšta procentais. Žiedų dydis proporcingas viso gyvavimo ciklo metu išmetamų ŠESD kiekiui



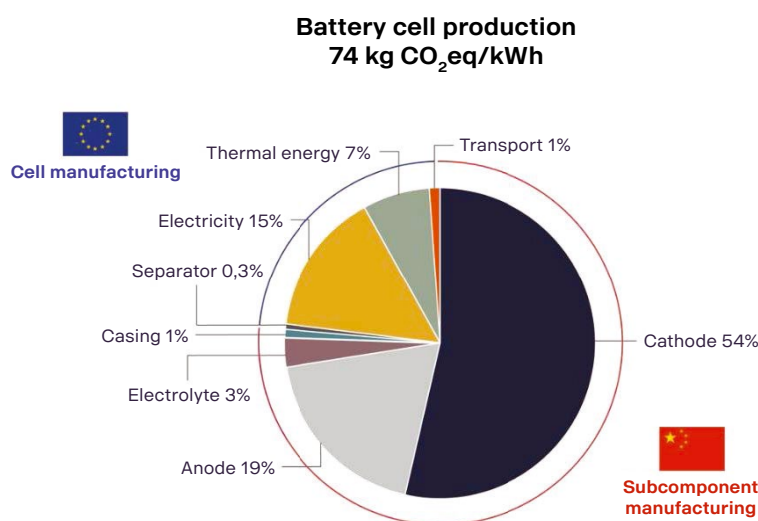
Gamybos etapas apima žaliavų gavybą, perdirbimą, detalių gamybą, transporto priemonių surinkimą ir įvežimo logistiką. Detalių gamybos, transporto priemonių surinkimo ir įvežimo logistikos veikla prisideda prie maždaug 2,5 tonos ŠESD tiek ICEV, tiek BEV atveju.

Taigi didžioji dalis gamybos etapo metu išmetamų ŠESD gaunama žaliavų gavimo ir perdirbimo procese. 6 pav. parodyta, kaip įvairių kategorijų medžiagų gavyba ir perdirbimas, logistikos ir surinkimo veikla prisideda prie dviejų transporto priemonių gamybos etapo metu išmetamųjų teršalų kiekio.



6 pav. Įvairių medžiagų kategorijų išmetamas ŠESD kiekis (proc.) nuo viso gamybos etapo emisijos

ICEV gamybos etapo karštosios vietos yra plieno, ketaus ir aliuminio gamyba. Tos pačios medžiagos taip pat yra BEV karštieji taškai, tačiau bendras BEV gamybos metu išmetamas ŠESD kiekis beveik padvigubėja dėl daug energijos reikalaujančių akumuliatorių elementų gamybos. Akumuliatoriaus elementų poveikis yra 74 kg CO₂ ekv. vienai įdiegtai kWh, o didžioji dalis poveikio kyla dėl daug energijos reikalaujančių proceso etapų gaminant akumuliatorių komponentus, ir tai vyksta Kinijoje. Toliau pateiktame 7 pav. katodo poveikis apima visus tolesnius etapus, pradedant žaliavos išgavimu, visais rafinavimo procesais, transportavimu ir energija, reikalinga katodo gamybai. Paskutinis akumuliatorių elementų gamybos etapas, vadinamoji elementų gamyba, vyksta Europoje ir jį lemia elektros ir šilumos energijos poveikis.



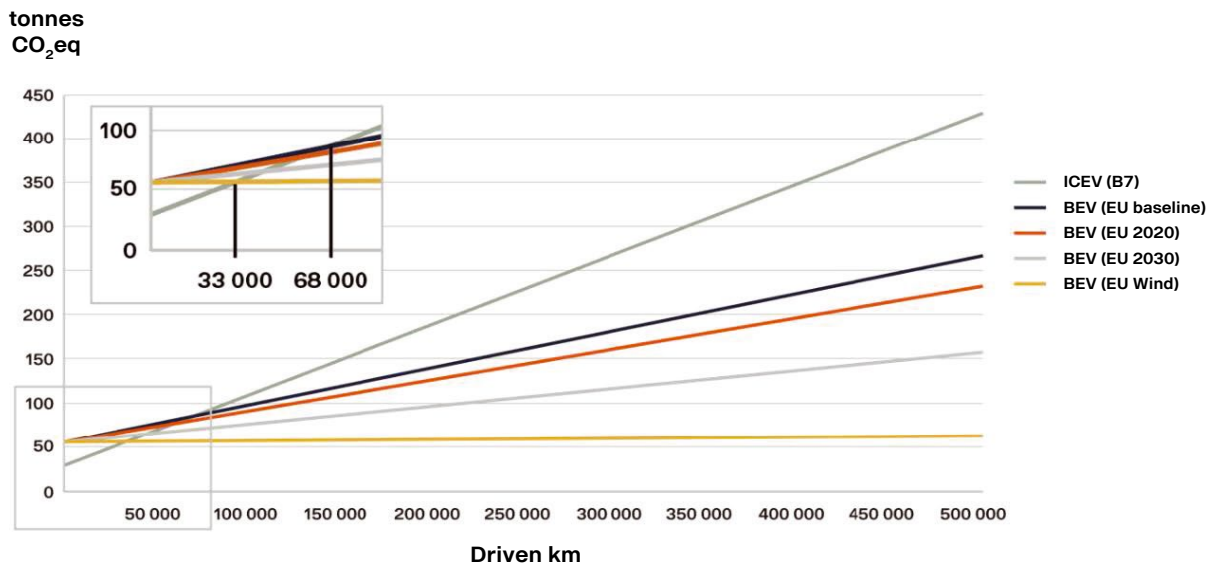
7 pav. ŠESD išmetimas įvairiais akumuliatorių elementų gamybos etapais, išreikštas kaip kWh įrengto pajėgumo bendro poveikio procentas



Lūžio taškas

Gaminant BEV išmetama daugiau ŠESD, palyginti su ICEV (daugiausia dėl akumuliatoriaus elementų gamybos), tačiau per likusį transporto priemonės eksploatavimo laiką ši skola bus padengta, nes sukauptos ŠESD emisijos eksploatuojant ICEV didėja sparčiau dėl dyzelino degimo. Tai reiškia, kad nuvažiavus tam tikrą skaičių kilometrų bendras išmetamų ŠESD kiekis pasiekia lūžio tašką. Tai taškas, kai bendras BEV ir ICEV išmetamų ŠESD kiekis susilygina. Po jo BEV gyvavimo ciklo ŠESD emisija bus mažesnė nei ICEV.

8 pav. pateikiamas bendras sukauptas išmetamų ŠESD kiekis, apskaičiuotas pagal visų nuvažiuotų kilometrų skaičių. Visi gyvavimo ciklo etapai, išskyrus naudojimo etapą, apibendrinami ir nustatomi kaip kreivių pradžios taškas. Lūžio taškas pasiekiamas nuvažiavus maždaug 33 000–68 000 km, priklausomai nuo elektros energijos rūšių derinio.

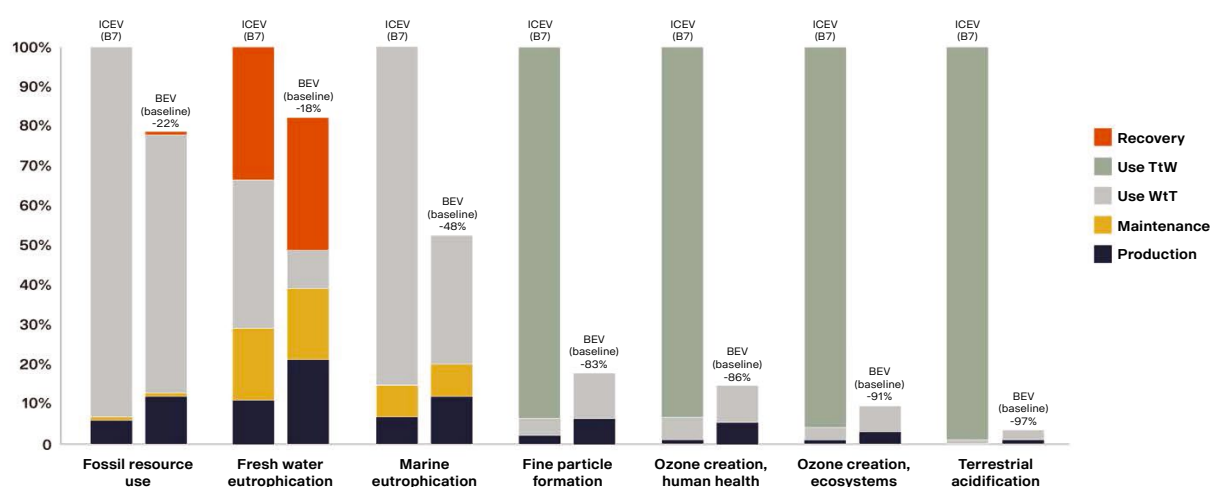


8 pav. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų lūžio taškas kaip nuvažiuotų kilometrų funkcija. Anglies dioksido intensyvumas tinklų derinyje turi įtakos tam, kada pasiekiamas lūžio taškas



Kitas poveikis aplinkai

9 pav. parodytas ryšys tarp ICEV ir BEV pagal kitas šiame tyrime tirtas poveikio kategorijas. ICEV nustatyta kaip pamatinė vertė (100 proc.), o BEV vertės pateikiamos kaip sumažinimas, palyginti su ICEV. Nepateikiamos absoliučios vertės ir prielaidos ar teiginiai dėl vienos poveikio kategorijos svarbos, lyginant su kitomis. Tikslas – parodyti BEV mažinimo potencialą. Visose kategorijose matomas aiškus mažinimo potencialas kalbant apie smulkiųjų dalelių ir fotocheminį ozono susidarymą bei dirvožemio rūgštėjimą, ypač dėl išmetamųjų teršalų. Šiose kategorijose BEV atskleidžia didelį mažinimo potencialą. Smulkiųjų dalelių susidarymas atspindi pirminių ir antrinių aerolių poveikį žmonių sveikatai, išreikštą KD2,5 ekvivalentais. Svarbu paminėti, kad tik dalį šios poveikio kategorijos sudaro tiesioginiai KD2,5. Už tiesioginį KD2,5 atsakingi: išmetamųjų dujų emisijos (20 proc.), padangų ir stabdžių susidėvėjimas (50 proc.) ir kelio dėvėjimasis (30 proc.). Didžiąją šios kategorijos emisijų dalį sudaro antriniai aerolių, tokie kaip NO_x ir NH_3 .



9 pav. BEV mažinimo potencialas pagal kitas poveikio kategorijas. BEV sumažinimo vertės pateiktos atsižvelgiant į ICEV emisiją

Poveikis iškastinių išteklių naudojimo, jūrų ir gėlo vandens eutrofikacijos kategorijose BEV taip pat mažėja, palyginti su ICEV, tačiau šis mažėjimas ne toks reikšmingas, kaip anksčiau minėtose kategorijose.

Didžiausia iškastinių išteklių naudojimo ir jūrų eutrofikacijos priežastis yra etapas „nuo šaltinio iki bako“ (angl. *well-to-tank*), t. y. dyzelino gamyba ICEV ir elektros energijos gamyba BEV. Be to, Komisija mano, kad, atsižvelgiant į tai, jog elektros energijos tiekimo tinklas mažina anglies dioksido emisiją, šios poveikio kategorijos BEV toliau mažės, o mažinimas, palyginti su ICEV, didės.

Kalbant konkrečiai apie gėlo vandens eutrofikaciją, naudojimo etapas (nuo šaltinio iki bako) vis dar yra pagrindinė ICEV dalis, o BEV ši dalis sumažėja 4 kartus. Taip yra dėl didesnio dyzelino gamybos poveikio, palyginti su elektros gamyba.

Kitas karštasis gėlo vandens eutrofikacijos taškas yra transporto priemonių atkūrimas, o poveikį daro metalo perdirbimas. Kadangi šiame tyrime atkūrimas pagrįstas bendruoju modeliu, ICEV ir BEV poveikis yra toks pat.

Jūrų ir gėlo vandens eutrofikacijos kategorijose santykinė techninės priežiūros etapo svarba yra didesnė nei kitose kategorijose. Poveikis techninės priežiūros etape atsiranda gaminant padangas, kurios keičiamos transporto priemonių gyvavimo ciklo metu. Todėl BEV ir ICEV techninės priežiūros poveikio dydis yra toks pat.



Diskusija



Tonkilometrai kaip funkcinis vienetas

Tonkilometris (tkm) transporto sektoriaus LCA tyrimuose yra įprastas funkcinis vienetas, puikiai tinkantis, jei siekiama palyginti dviejų galimų transporto užduočių alternatyvų poveikį. Šiuo tyrimu siekiama ne tik palyginti dvi transporto priemones, bet ir skaidriai parodyti produktų poveikį aplinkai per visą jų eksploatavimo laikotarpį. Tokiu atveju 1 tkm funkcinis vienetas netinka tyrimo tikslui pasiekti, nes rezultatai nėra iš karto pritaikomi funkciniam vienetai. Skaičiavimai nėra neįmanomi, tačiau jie turi būti atliekami labai atsargiai, o kiekvieną gyvavimo ciklo etapą reikia analizuoti atskirai. Vietoj 1 tkm pasirinktas funkcinis vienetas yra bendrasis nuvažiuotasis kilometras su vidutine naudingąja apkrova, kuri, kaip tikimasi, gerai atspindi visą eksploatavimo laiką.

Realios energijos / degalų sąnaudos

Nustatyti reprezentatyvias degalų ir energijos suvartojimo prielaidas yra sudėtinga užduotis. Eksploatavimo duomenys labai vertingi ir daugeliu atvejų jie yra geriausias informacijos šaltinis, tačiau tam reikia didelių apimčių, kad klaidinančių išvadų rizika ir atotrūkio rodiklių poveikis būtų kuo mažesni. Kadangi šiame tyrime BEV yra visiškai naujas produktas, turimi eksploataciniai duomenys apie energijos suvartojimą yra labai riboti, todėl jie nėra geras šaltinis reprezentatyvioms vertėms nustatyti. Naudojant modeliavimo pagrįstą metodą užtikrinama, kad abiem transporto priemonėms būtų taikomi tie patys numatomi degalų ir energijos suvartojimo reikalavimai. VECTO kaip modeliavimo priemonės pasirinkimas pagrįstas jos skaidrumu ir tuo, kad ši priemonė yra gerai žinoma ir plačiai naudojama atliekant degalų ir energijos skaičiavimus.



Atitinkami VECTO važiavimo ciklai prekėms vežti skirtų transporto priemonių segmente yra regioninio ir miesto pristatymo ciklai. Norint gauti kuo reprezentatyvesnius rezultatus, VECTO numatytieji važiavimo ciklai buvo modifikuoti. Naudojant eksploatacinius duomenis iš etaloninio prekėms vežti skirtų transporto priemonių parko, kurių specifikacijos panašios į šiame tyrime aprašytas transporto priemones, išanalizuoti tokie veiksniai, kaip sustojimo dažnis, kelio nuolydis ir stovėjimo laikas. Remiantis šiais duomenimis, VECTO ciklai pritaikyti taip, kad geriau atspindėtų numatomas tyrime dalyvaujančių transporto priemonių vairavimo sąlygas.

Gyvavimo ciklo poveikio vertinimas – metodai ir kategorijos

Kalbant apie gyvavimo ciklo poveikio vertinimą, vartojami du pagrindiniai terminai: LCIA metodika ir poveikio kategorija.

LCIA metodika yra išsami metodų grupė, skirta poveikio masyvui (taip pat vadinamam poveikio kategorijomis) apskaičiuoti. Poveikis yra LCI emisijų pasekmė aplinkai, žmonių sveikatai ir išteklių prieinamumui. Tam pačiam poveikiui (kategorijai) apskaičiuoti taikomos skirtingos metodikos. Šiais sudėtingais skaičiavimais siekiama geriausiai parodyti dar sudėtingesnius natūralius išmetamųjų teršalų srautus. LCA svarbu pasirinkti metodologiją, kurią akademinės bendruomenės ir pramonės ekspertai pripažįsta kaip tvirtą ir taikytiną (be kitų kriterijų), todėl šiam tyrimui pasirinktas „ReCiPe 2016 v1.1. Hierarchist“.

Atliekant LCA įprasta naudoti vieną LCIA metodiką. Tačiau tai reiškia, kad kai kurie poveikiai gali būti daugiau ar mažiau išplėtoti, o tai gali trukdyti juos derinti. Siekiant visiško skaidrumo ir vengiant naštos perkėlimo, optimaliu atveju turėtų būti įvertintas ir atskleistas visas atitinkamas poveikis transporto pramonei. Vis dėlto dirbantys specialistai šiame tyrime nusprendė neįtraukti kai kurių poveikio kategorijų, kuriose metodai vis dar kuriami ir todėl nėra laikomi brandžiais (pvz., mineralinių išteklių išsekimas, vandens naudojimas ir toksiškumas).

Nebrandžių metodų, kurie, kaip tikimasi, reikšmingai patobulės, rezultatų perdavimas blogiausiu atveju gali būti klaidinga informacija ir lemti klaidingas išvadas.

Tyrimo tikslas laikomas įvykdytu ištyrus aštuonis transporto pramonei svarbiausius poveikius aplinkai taikant šiuo metu brandžius metodus. LCIA metodika ir poveikio pasirinkimas ir toliau bus atidžiai stebimi, nes metodai ir poveikis toliau tobulinami.



Išvados



Sunkiasvorės transporto priemonės paprastai pasižymi dideliu panaudojimo koeficientu, todėl gyvavimo cikle pats svarbiausias yra naudojimo etapas, atsižvelgiant į poveikį aplinkai. Taip pat šiame etape bus pasiektas didelis, radikaliai patobulintas perėjimas prie visiškai elektrifikuotų transporto priemonių. Atsižvelgiant į poveikio klimatui sumažinimo potencialą su prognozuojamais elektros energijos deriniais ES 2020 m. (46 proc.) ir ES 2030 m. (63 proc.) ir į tai, kad tikėtina, jog tinklų derinys transporto priemonių eksploataavimo laikotarpio pabaigoje bus arčiau prognozuojamo ES 2030 m. derinio, galima daryti išvadą, kad po 2020 m. į ES rinką patekusi elektrinė transporto priemonė per visą savo gyvavimo ciklą išmetamų ŠESD kiekį sumažins daugiau kaip 50 proc., palyginti su dyzeliniu varikliu.

Šis tyrimas rodo, kad naudojant žaliąją elektros energiją bendras BEV gyvavimo ciklo metu išmetamas ŠESD kiekis gali sumažėti 86 proc. Šis sumažėjimas įvyksta nepaisant to, kad gaminant BEV išmetama dvigubai daugiau ŠESD, palyginti su ICEV.

Gamybos etape ličio jonų akumuliatorius yra labai svarbus. Šiame tyrime tirtos BEV akumuliatorių elementai sudaro šiek tiek daugiau nei 40 proc. gamybos metu išmetamų ŠESD. Vis dėlto stebimas didelis potencialas pagerinti išmetamųjų teršalų vertes gaminant BEV, nes akumuliatorių pramonė nuolat mažina anglies dioksidą ir nuolat didėja ekologiškos elektros panaudojimas.

Taigi galima pagrįstai manyti, kad, esant tvariai akumuliatorių gamybai ir naudojant ekologišką elektrą, BEV ŠESD mažinimo potencialas bus gerokai didesnis nei 90 proc.

ŠESD emisijų atžvilgiu BEV turi „gamybos skolą“. Kita didelio sunkiasvorių transporto priemonių naudojimo masto pasekmė yra ta, kad ŠESD lūžis atsiranda ankstyvojoje eksploataavimo laikotarpio stadijoje. Šiame tyrime atlikti skaičiavimai rodo, kad ŠESD lūžis įvyksta nuvažiavus 33 000–68 000 km, priklausomai nuo anglies intensyvumo elektros energijos derinyje. Tai rodo, kad BEV gali būti geresnis už ICEV jau per vienus ar du veikimo metus visų pateiktų elektros derinių atveju.



Nuorodų sąrašas

ACEA, 2013. Vehicle compatibility with new (E10/B7) fuel standards | ACEA – European Automobile Manufacturers' Association [WWW Document].

URL <https://www.acea.be/publications/article/vehicle-compatibility-with-new-fuel-standards> (Accessed 1.15.21).

European Commission, 2011. Commission Regulation (EU) No 582/2011 of 25 May 2011 implementing and amending Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council Text with EEA relevance (2011) OJ L.

Available at: <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/582/oj/eng> (Accessed: 5.4.21.).

European Commission, 2016. Reducing CO2 emissions from heavy-duty vehicles [WWW Document]. Climate Action – European Commission.

URL https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/heavy_en (Accessed 5.4.21).

European Commission, 2017. Commission Regulation (EU) 2017/2400 of 12 December 2017 implementing Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council as regards the determination of the CO2 emissions and fuel consumption of heavy-duty vehicles and amending Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council and Commission Regulation (EU) No 582/2011 (Text with EEA relevance.) (2017) OJ L.

Available at: <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/2400/oj/eng> (Accessed: 5.4.21.).

Hill, N., Amaral, S., Morgan-Price, S., Nokes, T., Bates, J., Helms, H., Fehrenbach, H., Biemann, K., Abdalla, N., Jöhrens, J. and Cotton, E., 2020. Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA. Final Report for the European Commission, DG Climate Action, European Commission.

European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 2011. International reference life cycle data system (ILCD) handbook general guide for life cycle assessment: provisions and action steps. Publications Office, Luxembourg.

Huijbregts et al., 2016. ReCiPe 2016 A harmonized life cycle impact assessment method at midpoint and endpoint level Report I: Characterization (No. RIVM Report 2016-0104). RIVM.

IEA, 2019. World Energy Outlook 2019 – Analysis [WWW Document]. IEA.

URL <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019> (Accessed 1.17.21).

ISO 14040, 2006. ISO 14040:2006 [WWW Document]. ISO.

URL <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/03/74/37456.html> (Accessed 2.19.21).

ISO 14044, 2006. ISO 14044:2006 [WWW Document]. ISO.

URL <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/03/84/38498.html> (Accessed 2.19.21).

Ntziachristos, L., Boulter, P., 2016. 1.A.3.b.vi-vii Road tyre and brake wear 2016 – European Environment Agency [WWW Document].



URL <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-vi/view> (Accessed 2.19.21).

Van Loon, P., Olsson, L., Klintbom, P., n.d. LCA Guidelines for electric vehicles [WWW Document].

URL <https://www.ri.se/sites/default/files/2019-06/Bilaga%20%2C%20LCA%20Guidelines%20for%20electric%20vehicles.pdf> (Accessed 1.15.21).



Priedas. Duomenų rinkiniai

Gamybos etapas (išskyrus akumulatoriaus elementus ir padangas)

Material	Country	Dataset name	Type	Origin
Steel	EU-28	Steel-coil worldsteel, cold-rolled	agg	worldsteel
Steel	EU-28	Steel-coil worldsteel, hot-rolled	agg	worldsteel
Steel	EU-28	Steel galvanized	agg	worldsteel
Steel	EU-28	Wire rod worldsteel	agg	worldsteel
Steel	EU-28	Stainless steel (EN15804 A1-A3)	agg	worldsteel
Cast iron	EU-28	Cast iron component (automotive)	p-agg	ts
Aluminium	EU-28	Aluminium sheet mix	agg	ts
Aluminium	EU-28	Aluminium ingot mix	agg	ts
Aluminium	EU-28	Aluminium ingot (AlCu4MgTi) secondary	p-agg	ts
Magnesium	CN	Magnesium	agg	ts
Copper	EU-28	Copper wire mix (Europa 2015)	agg	Internal/ECI
Zinc	DE	Zinc mix	agg	ts
Nickel	GLO	Nickel mix	agg	ts
Lead	EU-28	Lead primary and secondary mix	p-agg	ILA
Praseodymium	CN	Praseodymium	agg	ts
Neodymium	CN	Neodymium	agg	ts
Tin	GLO	Tin	agg	ts
Gold	GLO	Gold mix (primary, copper and recycling route)	p-agg	ts
Silver	GLO	Silver mix	agg	ts
Chromium	DE	Ferrochrome mix	agg	ts
PE	EU-28	Polyethylene pipe (PE-HD)	agg	PlasticsEurope
PE	EU-28	Polyethylene film (PE-LD)	agg	PlasticsEurope
PE	EU-28	Polyethylene low density granulate (PE-LD)	p-agg	ELCD/Plastics Europe
PE	EU-28	Polyethylene high density granulate (PE-HD)	p-agg	ELCD/Plastics Europe
PP	EU-28	Polypropylene fibers (PP)	agg	ts
PC	EU-28	Polycarbonate	agg	PlasticsEurope
PA6.6	EU-28	Polyamide 6.6 fibers (PA 6.6)	agg	ts
PBT	DE	Polybutylene terephthalate granules (PBT) mix	agg	ts
PET	EU-28	Polyethylene terephthalate fibers (PET)	agg	ts
PVC	DE	Polyvinyl chloride granules (Suspension, S-PVC) mix	agg	ts
ABS	EU-28	Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)	agg	PlasticsEurope
POM	DE	Polyoxymethylene granules (POM) mix	agg	ts
NR	DE	Natural rubber (NR)	agg	ts
EPDM	DE	Ethylene propylene diene elastomer (EPDM)	agg	ts
VMQ	DE	Silicone rubber (RTV-1, moisture-curing)	agg	ts
UP	DE	Unsaturated polyester resin (UP)	agg	ts
PU	DE	Rigid polyurethane foam (PU)	u-so	ts
Electrics	GLO	„Printed circuit boards assembled (standard average, LEAD)“	agg	internal
Cotton	GLO	Textile manufacture - fabrics	p-agg	CottonInc
Paint	DE	Water-based painting (industry; black)	agg	ts



Material	Country	Dataset name	Type	Origin
Resin	DE	2-component epoxy resin adhesive (simple)	agg	ts
Cardboard	EU-28	Corrugated cardboard excl. papermaking 2015	p-agg	ts/FEFCO
Paper	EU-25	Graphic paper	agg	Euro-graph/ ELCD
Glasswool	EU-28	Glass wool	agg	ts
Glass	DE	Window glass	agg	ts
„Barium carbonate“	DE	Barium carbonate via barium sulfide and CO ₂	agg	ts
Calcium carbonate	EU-28	Calcium carbonate >63μ	agg	IMA-Europe/ ELCD
Lubricant	EU-28	Lubricants, from the refinery	agg	ts
Phosphate	GLO	Phosphate mix (32,4 % P ₂ O ₅)	agg	ts
Perlite	EU-28	Perlite (grain 0/3) (EN15804A1-A3)	agg	ts
R134a	DE	Tetrafluoroethane (R134a)	agg	ts
Platinum	GLO	Platinum mix	agg	ts
Sulphuric acid	EU-28	Sulfuric acid (100% H ₂ SO ₄)	agg	Fertilizers Europe
Process water	EU-28	Process water	agg	ts

Naudojimo etapas

Energy/Fuel	Country	Dataset name	Type	Origin
EU baseline	EU-28	Electricity mix	agg	ts
EU wind	EU-28	Electricity wind	agg	ts
Diesel	EU-28	Diesel mix, at the gas station (100% fossil)	agg	ts
RME	EU-28	Biodiesel made from rape seeds (RME)	agg	ts
AdBlue	DE	Urea (Stami carbon process)	agg	ts
HVO	FI	„Hydrotreated Vegetable oil (HVO) from beef tallow (tallow production burden free)“	agg	ts