

Jak ekologický je Váš elektromobil?

Josef Morkus, Jan Macek

V matematice se používá pojem axiom, což je tvrzení obecně považované za správné a které se nijak nedokazuje. Na základě několika axiomů je vybudována celá matematika.

V elektromobilitě Evropská komise zavedla dvě tvrzení, která povýšila na úroveň axiomů: Za prvé, že elektromobil je bezemisní a za druhé, že elektřina z tzv. obnovitelných zdrojů (OZE) je zelená a tudíž bezemisní. Od těchto dvou tvrzení se za mohutné podpory médií odvíjí celá politika směřující k povinné náhradě vozidel se spalovacími motory novými elektromobily, přičemž je to posvěceno údajnou záchranou planety před globálním oteplováním v důsledku lidmi způsobených emisí skleníkových plynů, hlavně oxidu uhličitého CO₂. Bohužel ani jedno z těchto tvrzení není pravdivé.

Úvod

Snaha o snížování emisí CO₂ i jakýchkoli jiných (zdraví škodlivých látek, částic, hluku atd.) je nepochybně správná a účelná. Jenom jde o to, abychom nevytloukali klín klínem, tedy aby zvolený způsob řešení nezpůsobil v širších souvislostech zhoršení situace. Elektromobil neprodukuje žádné emise za jízdy (opomineme-li například otěr z pneumatik). Jenže před tím, aby mohl jet, se musí nejdříve vyrobit, musí se pro něj vyrobit baterie a nakonec se musí pro jeho provoz vyrábět elektřina, na kterou teprve jezdí. A po skončení životnosti by měl být bezemisně zlikvidován nebo lépe recyklován. Je tedy nutné posuzovat nejen fázi jízdy, ale celý životní cyklus vozidla (cradle to grave, od kolébky do hrobu) jak elektromobilu, tak i automobilu se spalovacím motorem, tj. od těžby surovin přes výrobu, provoz, výrobu paliva nebo elektřiny, údržbu až po jeho recyklaci. V poslední době se objevuje více studií, které se zabývají posouzením celého životního cyklu LCA (life-cycle-assessment), například od Volva [2], ČVUT [3] a nejnověji od Green NCAP [1].

Green NCAP (New Car Assessment Program) [5] je oficiální evropská nevládní organizace, zabývající se hodnocením ekologičnosti vozidel (odnož známější Euro NCAP, která se zabývá pasivní bezpečností vozidle). Green NCAP je konsorcium veřejných a soukromých organizací [4], které zahrnují vládní orgány, kluby mobility a spotřebitelské organizace. Má testovací laboratoře v osmi evropských zemích a jejím cílem je přinášet nezávislé informace pro spotřebitele o reálných ekologických dopadech vozidel. Nezastupuje zájmy automobilového průmyslu, dodavatelů komponent, ropný a plynárenský průmysl nebo ekologické agentury. Základní přístup Green NCAP k hodnocení vozidel spočívá ve využití vlastních komplexních měření. Testy se provádí jak v laboratoři, kde základem je cyklus WLTC [6], tak na silnici (RDE) i za ztížených podmínek, například ve větších nadmořských výškách a v rozšířeném rozsahu teplot od -7°C do 35°C. Průměrná, nejlepší a nejhorší změřená spotřeba paliva a energie včetně předpovědí změn energetického mixu v různých zemích slouží jako vstupní data pro výpočty a hodnocení celoživotního cyklu LCA.

V letech 2019 až 2021 Green NCAP otestovala 61 v té době vyráběných vozidel všech velikostí a typů s různými pohony – konvenčních vozů se spalovacími motory na benzin a

naftu, bateriových elektromobilů i vozidel s hybridním pohonem. Výsledky měření jsou zpracované metodikou vyvinutou Joanneum Research Graz a recenzované renomovaným institutem Paula Scherrera ve Švýcarsku. Pro objektivní srovnání je u všech vozidel uvažována stejná životnost 16 let a nájezd 240 000 km a u elektrických vozidel průměrný mix zdrojů elektřiny z 27 evropských zemí a Spojeného království.

V dubnu a květnu 2022 Green NCAP zveřejnila výsledky hodnocení životního cyklu vozidel LCA se zaměřením na různé typy pohonných jednotek, spotřebu primární energie, hmotnost vozidel, podmínky používání vozidel a vliv energetického mixu. Obecně jsou posuzovány emise CO_{2-eq}, což znamená, že jsou započítány emise CO₂ včetně emisí dalších skleníkových plynů (metanu apod.) s příslušnými součiniteli navýšení účinku proti oxidu uhličitému. Tyto objektivně změřené hodnoty emisí dávají příležitost porovnat je s výpočty. Tento článek se zabývá porovnáním dříve publikovaných výpočtů ČVUT pro jednotlivé třídy velikosti vozidel (přepočtených na 240 000 km) s výsledky Green NCAP. Srovnává se tedy jeden konkrétní typ měřený Green NCAP s průměrným zástupcem odpovídající třídy vozidel ve výpočtu ČVUT.

Vliv různých druhů pohonu

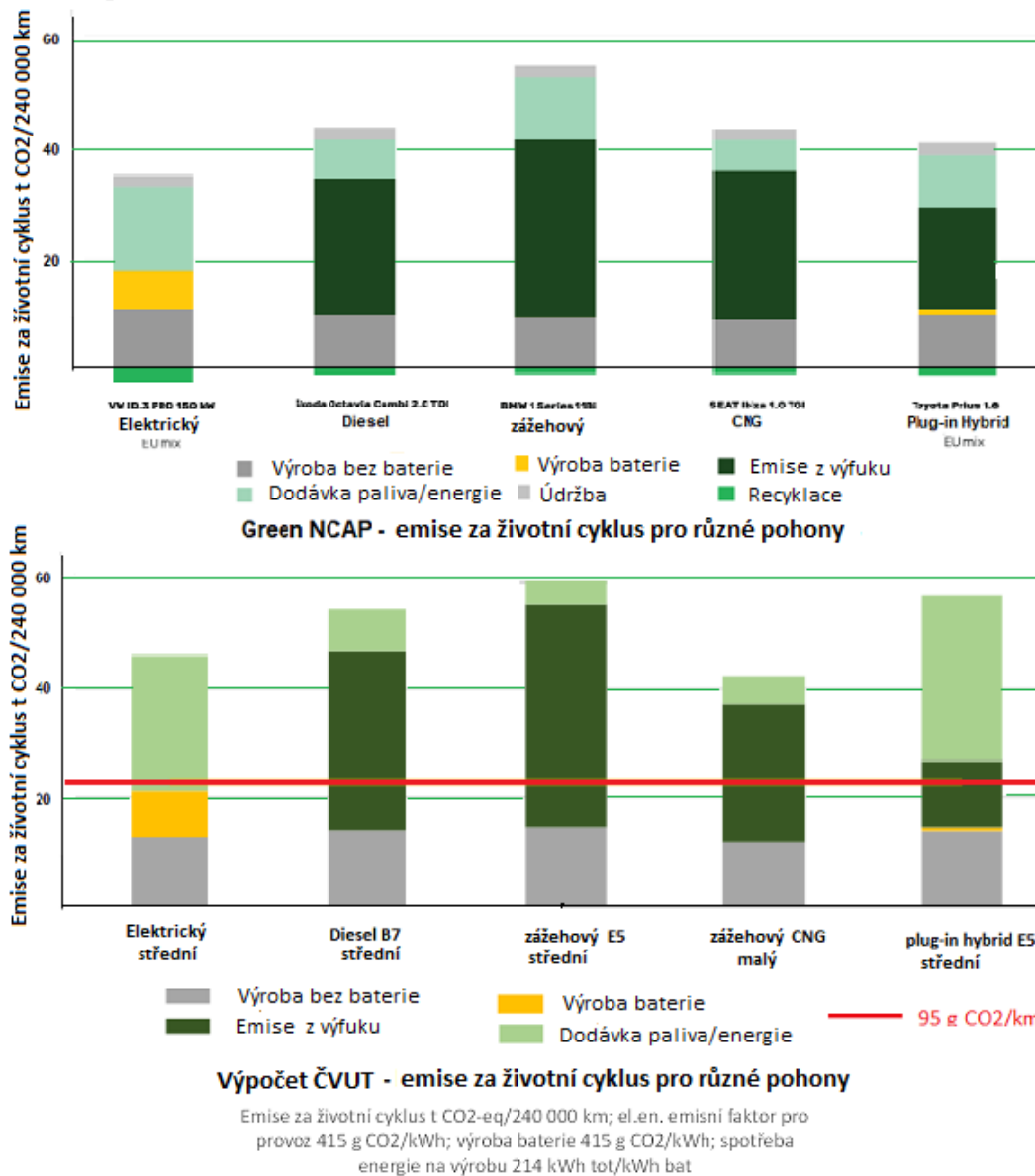
Green NCAP uvádí příklady celkových emisí CO_{2-eq}, vozidel s různým druhem pohonu a s podobnou velikostí a hmotností (obr. 1): Elektromobilu VW ID.3, BMW 1 Series s benzinovým motorem, Škody Octavia Combi s 2,0 dieselem, Seatu Ibiza 1,0 s motorem na zemní plyn a plug-in hybridu Toyota Prius 1,8.

Je zřejmé, že u vozidel se spalovacími motory rozhodující část emisí vzniká při jízdě, tj. při spalování paliva a část při výrobě paliva i vozidla. U elektromobilu je provozní složka nulová, ale emise při výrobě vozidla a baterie jsou v porovnání s vozidly se spalovacími motory zhruba dvojnásobné. Rovněž emise při výrobě elektrické energie při uvažování průměrného evropského mixu jsou u elektromobilu výrazně vyšší než emise ze zajištění paliva pro spalovací motory.

Z hlediska celkových emisí CO_{2-eq}, po ujetí 240 000 km za 16 let provozu vychází nejlépe elektromobil, s poměrně malým odstupem následován plug-in hybridem, CNG a dieselovým pohonem. Nejhorší vychází benzinový pohon. U elektrického pohonu není uvažována výměna baterie, což je při tomto nájezdu a stáří vozidla problémové, obvyklá záruka na baterii je totiž 8 let nebo 160 000 km. V případě, že by došlo k výměně baterie, byly by emise elektromobilu zcela srovnatelné s plug-in hybridem, CNG i dieselem! Proto se mediální tažení proti dieselu z hlediska emisí CO_{2-eq}, nejeví jako logické.

Výpočet ČVUT se netýká konkrétních vozidel, ale rozlišuje mezi několika kategoriemi, z nichž byly pro porovnání s měřenými vozy vybrány kategorie SUV, nižší střední třídy a malých vozidel. Pro elektrický pohon je použit průměrný evropský emisní faktor 340 g CO₂ na vyrobenou kWh, což představuje s ohledem na ztráty v elektrárnách a síti asi 0,415 CO_{2-eq} / kWh a to pro provoz i pro výrobu baterie. Předpokládáme tedy výrobu baterie v Evropě, při výrobě baterie v Číně (kde je cca 700 CO_{2-eq} / kWh) to nebude zdaleka odpovídat skutečnosti.

Do spotřeby energie na materiál baterie je započtena i spotřeba tepla pro metalurgii, přepočtená také na emise $\text{CO}_2\text{-eq}$, ovšem se zvážením vyššího využití paliva pro uvolnění pouhého tepla. Ztráty při nabíjení, činící v průměru 15% podle statistik ADAC, jsou zahrnuty do spotřeby samotného vozidla, protože emisní faktor spotřebované elektrické energie se vztahuje právě na vstup do nabíječky, nikoli na samotnou energii v baterii uloženou. Jak je z obr. 1 zřejmé, ČVUT vypočtené hodnoty emisí $\text{CO}_2\text{-eq}$ pro středně velká vozidla jsou blízké hodnotám Green NCAP s výjimkou elektrických vozidel, kde jsou emise změřené Green NCAP nižší než ČVUT vypočtené emise z provozu právě vlivem na respektování výše uvedeného skutečného emisního faktoru v Evropě, případně i ze skutečného nabíjení.



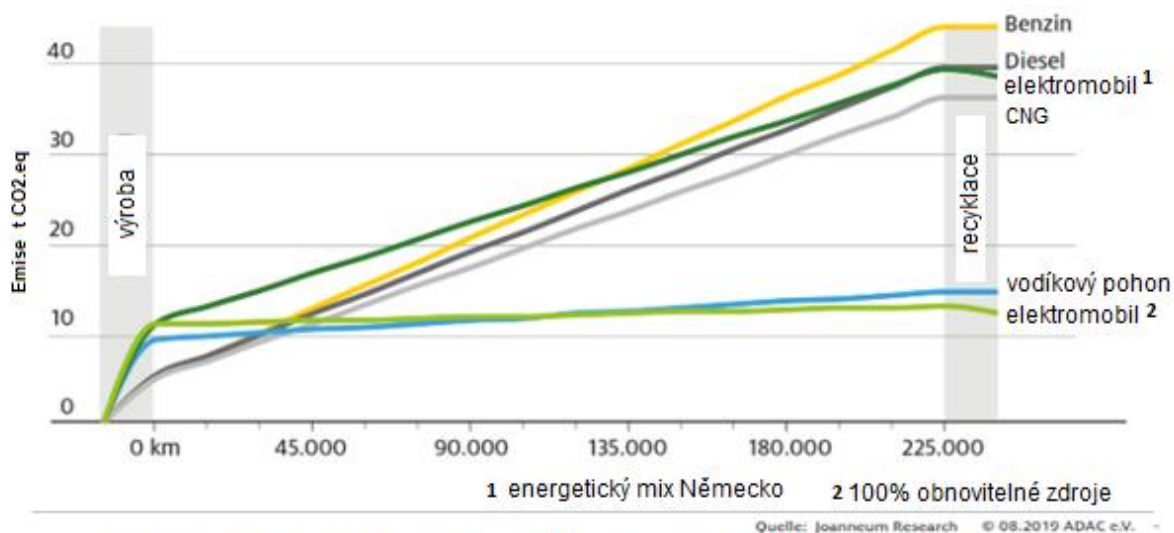
Obr. 1 Vozidla podobné velikosti s různým pohonem; vliv typu pohonu na emise skleníkových plynů za životní cyklus [1]

Energeticky je metodika ČVUT pro elektromobily v provozu naopak příznivější (obr. 3), takže rozdíly je nutno připsat na vrub rozdílnosti metodik posuzování emisního faktoru sítě a nabíjení. Plug-in hybrid předpokládá v metodice ČVUT větší využití elektrické části. U čistě

bateriových elektromobilů přesahují naměřené spotřeby energie elektromobilů 30 kWh/100 km, což je nutno přičíst dosti dynamické jízdě (rozptyl dle chování skutečného řidiče uvádí obr. 6, metodika ČVUT používá optimistický předpoklad o maximálních zrychleních). U konvenčních vozidel je naopak shoda celkem dobrá.

Pro orientaci o nařízených evropských limitech emisí skleníkových plynů je v diagramu dle metodiky ČVUT vynesena červenou čarou též hmotnost emisí, které by nemělo překročit průměrné vozidlo, splňující tuto normu (momentálně jde o mez 95 g CO₂/km pro průměrné emise ze souboru prodaných vozidel). Z pohledu celoživotního cyklu je tento limit reálně nesplnitelný, pokud fiktivně neuvažujeme elektromobil za zcela bezemisní.

To, co se z grafu na obr. 1 nepozná, je průběh tvorby emisí v čase, resp. v závislosti na ujeté dráze. Když elektromobil vyjíždí z výrobní linky, má za sebou přibližně dvojnásobné množství CO₂ a je tedy v prvních letech provozu emisně horší než podobné auto se spalovacím motorem. Tento rozdíl se pak postupně snižuje během provozu vozidla.

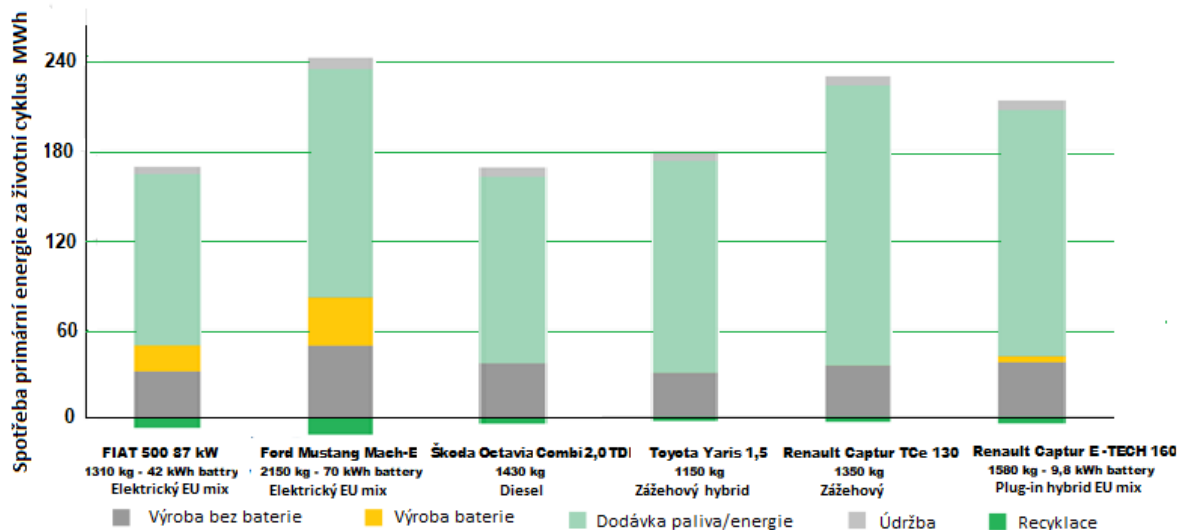


Obr. 2 Vývoj emisí CO₂-eq v závislosti na ujetých kilometrech [7]

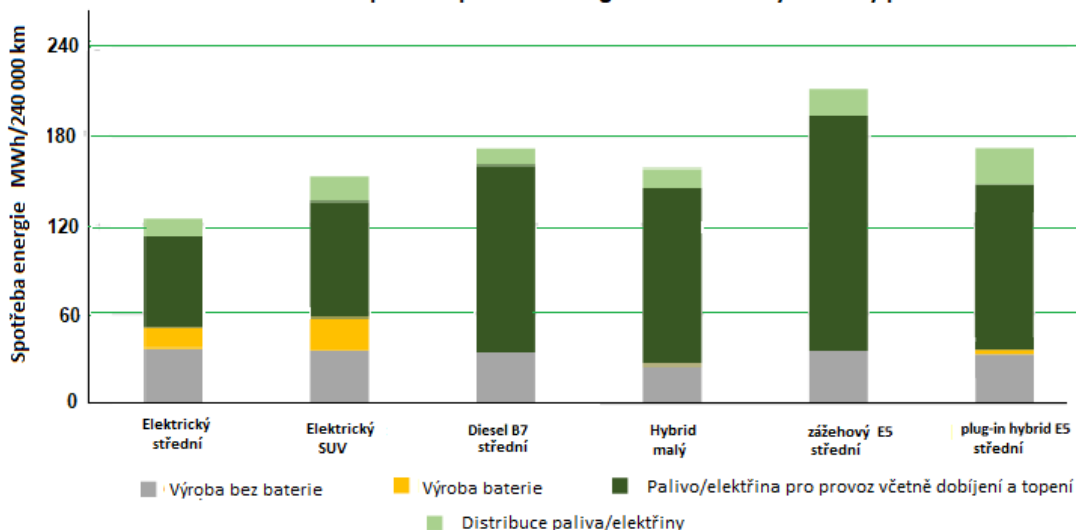
V ideálním případě (nejblíže tomu je Norsko, kde se téměř všechna elektřina pro domácí použití vyrábí ve vodních elektrárnách) dojde k vyrovnání emisí po cca 45 000 km. Jak ukazuje graf na obr. 2 pro vozidlo třídy Golf a emisní mix Německa, zpracovaný metodikou Joanneum Research a autorizovaný autoklubem ADAC [7], má elektromobil horší emise CO₂-eq než auto s benzinovým motorem do ujetí cca 130 000 km (cca 8 až 13 let provozu). V porovnání s dieselem je elektromobil horší do cca 200 000 km a k vyrovnání s CNG dochází ještě později. V Česku je to podobné, viz dále kapitola Způsob výroby elektřiny. U plug-in hybridu je velký rozptyl, záleží na tom, jak je vozidlo dobíjeno – viz kapitola Podmínky používání vozidla.

Z grafu na obrázku 1 lze vyčíst i několik dalších zajímavostí. Emise z výroby samotného elektromobilu bez baterie jsou větší než z výroby vozidel se spalovacím motorem. Příčinu lze dle NCAP hledat jednak v robustnější stavbě elektromobilu kvůli těžkým bateriím a jejich

ochraně před poškozením při nehodě, podstatně větší kabeláží a většímu počtu elektrických přístrojů obsahujících prvky vzácných zemin. Naopak emise z výroby baterie v metodice Green NCAP se s ohledem na některé jiné zdroje, např. [8] nebo [9], jeví spíše podceněné. U plug-in hybridu nebo dokonce u běžného hybridu tvoří emise z výroby baterie prakticky zanedbatelnou část. Příčina je v tom, že plug-in hybrid vystačí se zhruba 7x menší baterií než testovaný VW ID.3, tím spíše je na tom lépe standardní hybrid. Rovněž emise z údržby vozidel tvoří pouze marginální část. Naopak potenciál recyklace je u elektromobilu větší zejména vlivem baterie, avšak v celkovém hodnocení emisí jde opět o malou hodnotu.



Green NCAP - spotřeba primární energie vozidel s různými druhy pohonu



Výpočet ČVUT - spotřeba energie během životního cyklu

Emise za životní cyklus t CO₂-eq/240 000 km; el.en. emisní faktor pro provoz 415 g CO₂/kWh; výroba baterie 415 g CO₂/kWh; spotřeba energie na výrobu 214 kWh tot/kWh bat

Obr. 3 Spotřeba energie za životní cyklus pro vozidla s různým pohonem

Požadavky na primární energii

Posouzení životního cyklu Green NCAP klade stejný význam na spotřebu primární energie jako na emise skleníkových plynů. Spotřeba primární energie představuje součet veškeré energie, kterou je pro výrobu a provoz vozidla potřeba vytěžit z přírody, ať již z uhlí, ropy,

zemního plynu, vodní energie, solární energie, větru, odpadů nebo jaderné energie. Množství energie nutné pro celoživotní cyklus vozidla je zvláště důležité jak z hlediska ochrany přírody, tak i z hlediska rychle rostoucích nákladů na energii.

Obrázek 3 ukazuje, že velké a těžké vozidlo s elektrickým pohonem (v tomto případě Ford Mustang Mach-E) potřebuje ve svém životním cyklu mnohem více energie než lehčí malé elektrické vozidlo s menší baterií (zde Fiat 500 87 kW) a že elektrické vozidlo obecně může mít podobnou nebo i vyšší spotřebu primární energie než srovnatelné vozidlo s konvenčním pohonem. Přitom největší část této spotřeby tvoří energie v palivu nebo elektřině pro provoz vozidla. Toto je srovnatelné se spotřebou podle výpočtů ČVUT v dolní části obr.3 s výjimkou provozu elektrických a plug-in hybridních vozidel, kde by pro srovnatelnost s Green NCAP bylo nutno přičíst ztráty z nedokonalé rekuperace. U plug-in hybridů záleží samozřejmě na míře využívání spalovacího motoru za provozu.

Za pozornost stojí, že podle Green NCAP má Škoda Octavia Combi 2,0 TDI s Dieselovým pohonem (!), prakticky stejnou spotřebu primární energie jako malý elektrický Fiat 500 v průměrném evropském mixu elektřiny. Hybridní (nedobíjitelná) Toyota Yaris 1,5 má spotřebu energie jen o málo vyšší, plug-in hybrid Renault Captur E_TECH má již větší spotřebu energie, avšak menší než totéž vozidlo s benzinovým motorem. Obecně vozidla se spalovacími motory spotřebují méně primární energie než velké vozidlo s elektrickým přesto, že účinnost elektrického pohonu je lepší než účinnost spalovacího motoru! Příčina je ve vysoké spotřebě energie na výrobu velké baterie. Znovu se tak potvrzuje již vícekrát publikovaná skutečnost, např. v [3], že současný trend preferující velká elektrická vozidla s dlouhým dojezdem je z hlediska ochrany planety kontraproduktivní. Současně je zřejmé, že metodika ČVUT poněkud podhodnocuje reálnou provozní spotřebu paliva elektrických vozidel, ač byla v minulosti napadána jako příliš pesimistická právě co do jejich přínosu.

Hmotnost vozidla

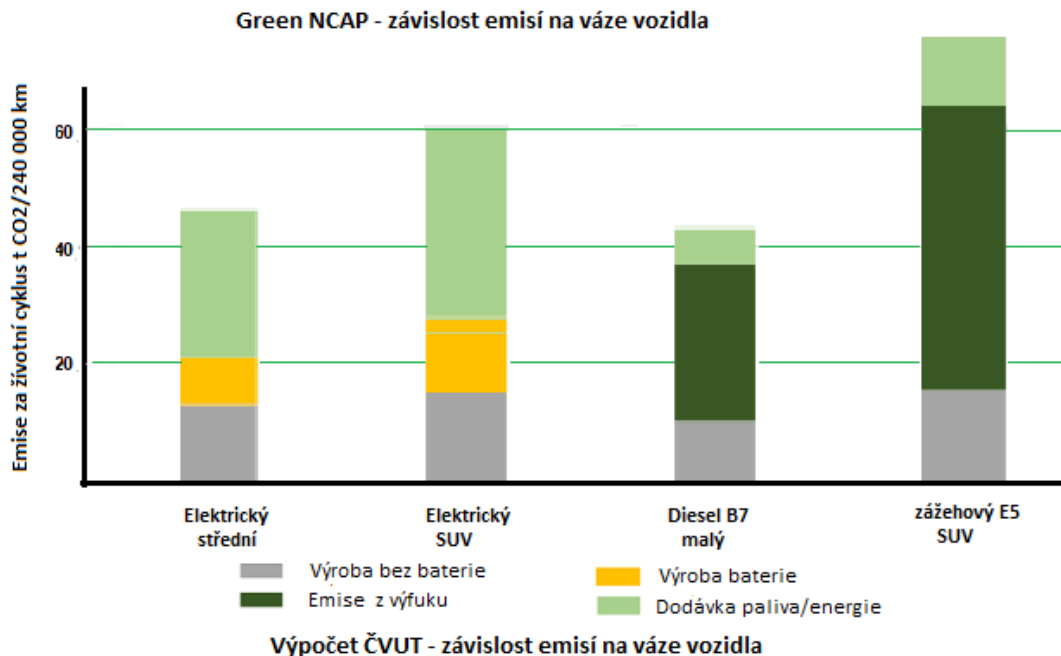
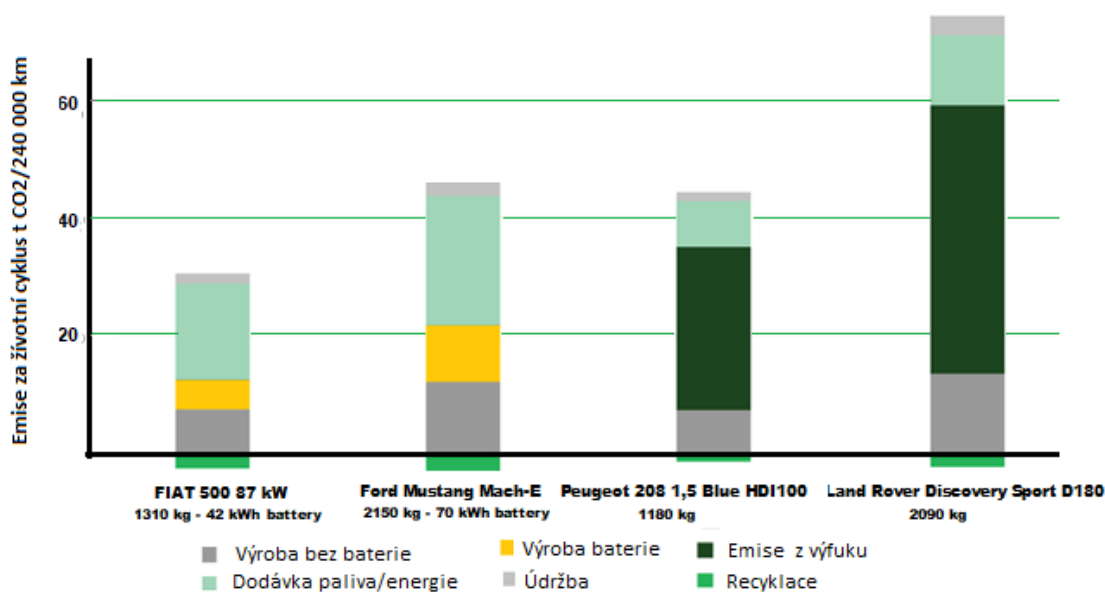
Je přirozené, že těžší vozidlo bez ohledu na druh pohonu spotřebuje pro svou jízdu více energie, neboť všechny jízdní odpory (kromě odporu vzduchu) jsou úměrné hmotnosti vozidla. A spotřebě paliva, resp. elektřiny, jsou úměrné emise CO_{2-eq}.

Obrázek 4 ukazuje porovnání emisí dvou elektrických vozidel a dvou vozidel s konvenčním pohonem, přičemž v obou případech je hmotnost těžšího z vozidel zhruba 1,7x vyšší. Téměř ve stejném poměru rostou i emise, a to ve všech složkách – z výroby vozidla a baterie, přípravy paliva nebo elektřiny a u konvenčního vozidla i během jízdy. Vypočtené hodnoty pro vozidla se spalovacím motorem odpovídají změřeným hodnotám Green NCAP, u elektrických vozidel se projevuje vliv použitého emisního faktoru.

Analýza LCA ukazuje, že u elektrických vozidel mají vliv na nárůst emisí těžší šasi, těžká baterie i větší množství elektrických součástí jako jsou kabely a napájecí obvody. Rekuperace snižuje tento nárůst emisí jen o malou hodnotu. Green NCAP uvádí, že i malý elektrický Fiat 500 vypustí při průměrném evropském elektrickém mixu během své životnosti téměř 31 t CO_{2-eq}, což je 24x více než je jeho vlastní hmotnost.

Způsob výroby elektřiny

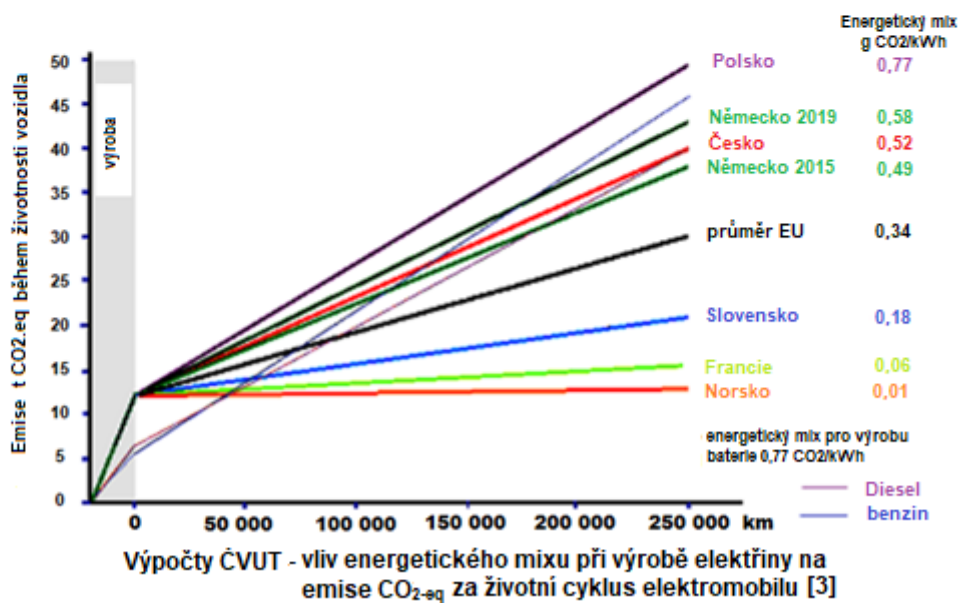
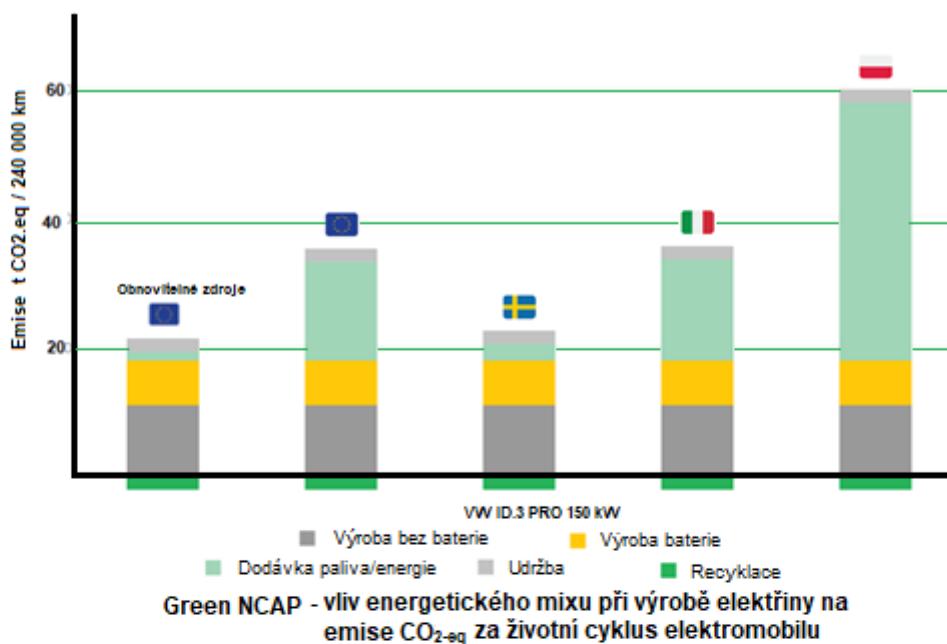
V předchozích obrázcích byl pro pohon elektromobilů uvažován průměrný evropský mix výroby elektřiny. Ale v jednotlivých zemích se mohou emise elektromobilů výrazně lišit v závislosti na tom, z čeho se elektřina vyrábí. Ideální případ, kdy by elektřina byla vyrobena zcela bezemisně a emise CO_{2-eq} elektromobilů by byly dány pouze výrobou vozidla a baterie a údržbou je ukázán na obrázku 2. Tím se dostáváme k druhému tvrzení v úvodu článku, tj. že



Obr. 4 Vliv hmotnosti vozidla na emise CO_{2-eq} za životní cyklus

elektřina z tzv. obnovitelných zdrojů (OZE) je bezemisní. Ve skutečnosti je zde je situace obdobná jako u elektromobilů: Když už je elektrárna OZE postavena, pak vyrábí elektřinu bez

emisí (pomineme-li emise z údržby). Ale při výstavbě této elektrárny a výrobě jejích elektrických zařízení (většinou v Číně) vznikaly emise, které by měly být brány v úvahu. Striktně vzato, žádný způsob výroby elektřiny není zcela bezemisní, vezmeme-li v úvahu výstavbu, provoz a následnou likvidaci elektrárny a potřebné infrastruktury.



Obr. 5 Vliv energetického mixu při výrobě elektřiny na emise CO₂-eq za životní cyklus vozidla

U nejčastěji citovaných OZE, tj. solárních a větrných elektráren je ještě další problém. Tyto zdroje jsou závislé na počasí, jejich produkce elektřiny je nepravidelná a přerušovaná. Proto musí být zálohovány jinými zdroji. Tuto zálohu tvoří plynové a uhelné elektrárny, které musí být udržovány v teplém stavu, aby mohly rychle pokrýt spotřebu elektřiny v případě, kdy zrovna slunce nesvítí a vítr nefouká. Emise CO₂-eq z těchto záložních elektráren, stejně jako náklady na jejich zřízení a provoz by správně měly být připočítávány k emisím a nákladům OZE, což se v praxi z ideologických důvodů neděje. Příklad Německa ukazuje, že i přes

masivní investice do OZE německé emise $\text{CO}_2\text{-eq}$ v poslední době rostou [10] zejména v energetice, což je dáno jednak uzavíráním jaderných elektráren a jednak emisemi ze záložních zdrojů OZE. V žádném případě nelze OZE považovat za bezemisní. Uvažovat lze pouze o nízkoemisní výrobě elektřiny, kam patří jaderné elektrárny a některé obnovitelné zdroje, např. vodní elektrárny, u kterých lze emise z výstavby rozpočítat na velmi dlouhou dobu jejich provozu. Nejnižší emise $\text{CO}_2\text{-eq}$ v Evropě má Norsko, kde více než 95% elektrické energie pochází z vodních zdrojů a tedy bez emisí (pokud jsme již zapomněli na emise vzniklé při výstavbě přehrad a vodních elektráren).

Green NCAP uvádí příklad emisí $\text{CO}_2\text{-eq}$ elektromobilu VW ID.3 v různých podmínkách – obr. 5. V tomto případě zůstávají emise z výroby vozidla a baterie a údržby pro všechny případy stejné, mění se jen emise z výroby elektřiny pro provoz. Pokud se předpokládá čistá obnovitelná elektřina, fáze používání VW ID.3 vykazuje minimální dopad na emise skleníkových plynů. Druhý sloupec na obr. 5 pak porovnává situaci při dodávce elektřiny z průměrného evropského mixu. Ideálnímu stavu dle prvního sloupce se ze států EU nejvíce blíží Švédsko. Ve Švédsku jaderná energie a vodní zdroje pokrývají více než 75% zdrojů elektřiny a jejich vysoký podíl zajišťuje elektromobilu nejnižší emise v Evropské unii. Ale když se zvyšuje podíl fosilní energie v elektrickém mixu, zvyšují se i emise z dodávky energie. V Itálii vykazuje ID.3 emise skleníkových plynů během životního cyklu podobné jako u některých konkurentů s konvenčním pohonem, zatímco v Polsku – evropské zemi s nejvyšším podílem elektřiny vyrobené z uhlí – je elektromobil z hlediska emisí $\text{CO}_2\text{-eq}$ výrazně horší než srovnatelná vozidla se spalovacím motorem po celou dobu jeho života.

Časový průběh emisí $\text{CO}_2\text{-eq}$ elektromobilu v různých evropských zemích a porovnání s konvenčním pohonem benzinem či naftou ukazuje dolní část obrázku 5 [3]. Vypočtené emise jsou v tomto obrázku nižší o cca 8 t $\text{CO}_2\text{-eq}$ než hodnoty změřené Green NCAP. To je dáno zejména rozdílem v emisích při výrobě vozidla, které zde byly vypočteny podle švédské studie IVL [9] z roku 2017.

Kromě zmíněného Norska a Švédska je situace emisí $\text{CO}_2\text{-eq}$ z provozu elektromobilů příznivá ve Francii, která má téměř $\frac{3}{4}$ elektrické energie z jádra. Poměrně dobře je na tom i Slovensko zásluhou jaderných elektráren v Jaslovských Bohunicích a Mochovcích. Naopak v Německu vychází emise elektromobilu horší než ve většině evropských zemí v důsledku spoléhání na OZE [10]. Nutno však dodat, že tato tvrzení vycházejí z lokálního emisního faktoru, spočteného pro elektřinu vyrobenou domácími zdroji. Pokud se elektřina musí dovážet, k čemuž směřuje právě Německo, je nutno skutečný emisní faktor korigovat na vliv dovozu a případného vývozu.

Podmínky používání vozidla

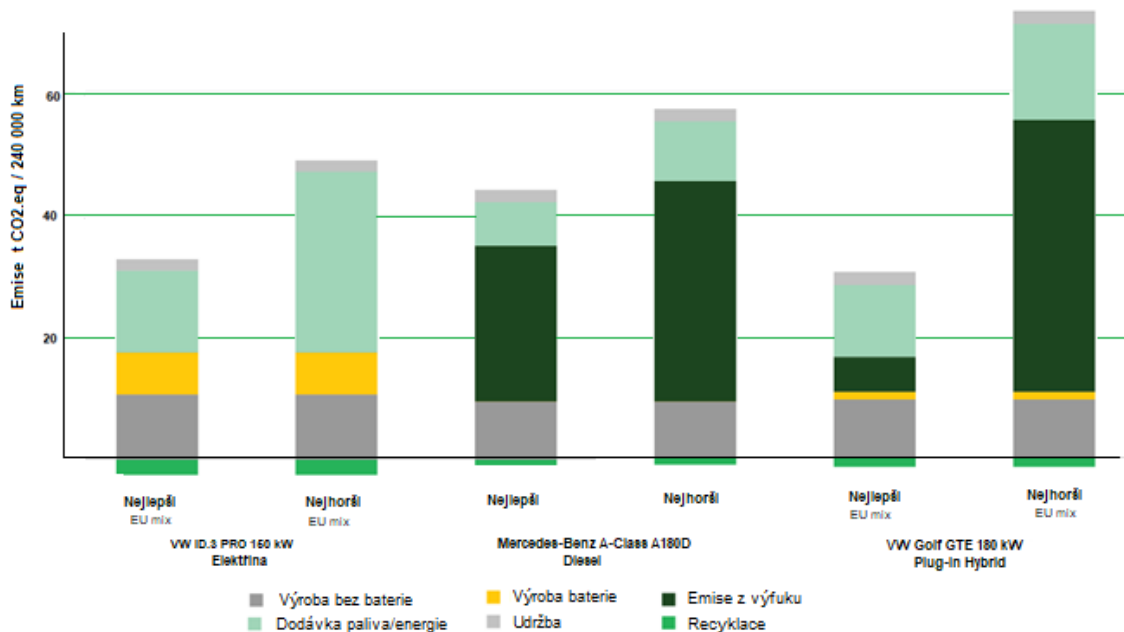
Tyto podmínky ovlivňují pouze fázi jízdy a tedy výroby elektřiny a podobně u konvenčních vozidel spotřebu a výrobu paliva, ostatní složky LCA (výroba vozidla a baterie a údržba) na podmínkách provozu nezávisí a tedy zde zůstávají konstantní.

Na rozdíl od jiných testů Green NCAP důsledně rozlišuje skutečné naměřené výsledky spotřeby paliva nebo elektřiny za nejlepších, průměrných a nejhorších podmínek používání vozidla, od energeticky úsporného ekologického způsobu jízdy až po náročný způsob jízdy s vysokým výkonem a za chladného počasí. Z grafu na obrázku 6 je vidět, že vliv způsobu a podmínek jízdy na emise skleníkových plynů CO_{2-eq} může být značný.

Vlastnosti elektromotoru dovolují relativně vysokou akceleraci elektromobilu, což může být příjemné z hlediska řidiče a je pozitivní z pohledu bezpečnosti, např. při předjíždění. Na druhou stranu akcelerace je výrazný spotřebitel energie, zejména je-li využita při vyšších rychlostech, a tedy zvyšuje emise CO_{2-eq}. Rovněž při rychlé jízdě výrazně roste spotřeba elektromobilu jednak vlivem odporu vzduchu, ale také rostoucích ztrát při odběru vysokého výkonu z baterie. Spotřeba a tím i emise rovněž rostou za nízkých teplot. V testu Green NCAP má elektrické vozidlo (VW ID.3) při teplotě -7°C a dynamické jízdě emise více než dvojnásobné než v nejlepším případě.

Diesel je méně citlivý na provozní podmínky, rozdíl ve spotřebě paliva včetně jeho výroby mezi nejlepším a nejhorším případem je přibližně 1,5 násobný.

Největší rozdíl mezi nejlepším a nejhorším případem je u plug-in hybridu. Zde nezáleží jen na způsobu jízdy a dalších (např. povětrnostních) podmínkách, ale také na stavu nabití baterie. V nejlepším případě plug-in hybridní vozidlo vyjíždí s plně nabitou baterií a je provozováno úsporným způsobem za běžných okolních podmínek, zatímco v nejhorším případě jede při -7°C s prázdnou baterií. Skutečné emise CO_{2-eq} u plug-in hybridu tak silně závisí na chování řidiče, zejména na tom, jak důsledně vozidlo dobíjí.



Green NCAP - nejlepší a nejhorší hodnoty emisí CO_{2-eq} za životní cyklus pro vozidla s různým druhem pohonu

Obr. 6 Vliv provozních podmínek na emise CO_{2-eq} za životnost vozidla

Závěr

Výsledky měření a výpočty renomované evropské organizace Green NCAP ukazují, že celkové emise skleníkových plynů se mohou výrazně lišit v závislosti na pohonném systému, nosiči energie (palivu nebo elektřině), hmotnosti vozidla a způsobu jeho používání. U konvenčních vozidel představuje spalování fosilních paliv během provozní fáze většinu emisí CO_{2-eq} za životní cyklus. Jinak je tomu u bateriových elektromobilů, u kterých má výrobní fáze a výroba baterie větší podíl na celkovém objemu emisí, zatímco emise při používání se mohou lišit v závislosti na podílu energie z fosilních zdrojů na elektřině použité pro nabíjení. Na tom nic nemění ani případný certifikát o zelené elektřině, to je pouze doklad o tom, že si jeho majitel zaplatil příslušnou částku příspěvku na pořízení a provoz těchto zdrojů. Skutečně zelenou elektřinu by měl jen v případě, kdy by si ji vyráběl sám z čistého zdroje a nebyl vůbec připojen k veřejné síti, pokud ovšem pomineme sekundární emise při výstavbě elektrárny samotné.

Ne každé auto je stejné. Analýza LCA jasně ukazuje že vliv hmotnosti a velikosti zůstává významný pro všechny typy vozidel. Totéž lze říci o tom, jak se s vozidlem jezdí – zda uvolněně nebo sportovně. U plug-in hybridů navíc záleží na tom, jak pravidelně a do jaké kapacity řidič vozidlo dobíjí, což ovšem na druhé straně může vést k omezení životnosti baterie. Optimální totiž není časté dobíjení na 100% kapacity..

Současně se ukazuje, že dřívější výsledky výpočtů ČVUT vykazují dobrou shodu s hodnotami zjištěnými Green NCAP, zvláště vezmeme-li v úvahu, že se porovnává výpočet pro obecnou kategorii s měřením na konkrétním vozidle. Z hlediska dopadu na globální oteplování a celkové poptávky po energii zohledňuje analýza LCA nejdůležitější environmentální aspekty.

Nelze obecně tvrdit, že přechodem z automobilů se spalovacími motory na elektromobily dojde ke snížení emisí CO_{2-eq}. Záleží především na způsobu výroby elektrické energie pro jejich pohon. S rostoucím podílem nízkoemisních zdrojů budou emise elektromobilů klesat. Ale solární a větrné elektrárny vzhledem k jejich závislosti na počasí nevedou ke zlepšení situace, zvláště v kontextu rostoucí spotřeby a potřebného výkonu dostupného kdykoliv pro nabíjení elektromobilů. Rovněž současné snahy o dosažení vysokého dojezdu elektromobilů vedou k velkým a těžkým bateriím a tedy k vyšším emisím CO_{2-eq}. Též dynamická jízda, kterou elektrický pohon usnadňuje vede k vyšším emisím. Analýza LCA od Green NCAP tedy poskytuje realistický pohled na emise CO_{2-eq} a na důsledky vlivu elektromobility na životní prostředí. Konečně je třeba vzít v úvahu, že nákup elektromobilu jakožto druhého automobilu do rodiny vede k jeho menšímu kilometrickému náběhu a možnosti, že životnost baterie bude ukončena ne v důsledku nájezdu, ale uplynulé doby. Degradční procesy v baterii závisejí totiž i na čase samotném, bez vlivu jejího opotřebení provozem.

Vcelku lze tedy doporučit elektromobil pro časté využívání, např. formou sdílení vozidel, pro krátké jízdy ve městě s častým dobíjením, ne však zdaleka na plnou kapacitu. Současný trend, diktovaný snahou o splnění evropských limitů flotilového průměru skleníkových plynů, který vede ke zvětšování velikosti i dojezdu elektromobilů pro bohaté zákazníky, představuje tedy přesný opak racionálního využívání pozitivních vlastností elektromobility.

Literatura:

[1] LCA: How Sustainable is Your Car?

Life Cycle Assessment (LCA): How Sustainable is Your Car (greennicap.com)

[2] Mára: Výroba elektromobilu vyprodukuje o 70% více emisí, přiznává Volvo

<https://www.auto.cz/vyroba-elektromobilu-vyprodukuje-o-70-vice-emisi-priznava-volvo-141579>

[3] Morkus, Macek: Kam kráčíš elektromobilito

<https://www.fs.cvut.cz/kam-kracis-elektromobilito/>

[4] The Consortium

[Members Archive - Green NCAP](#)

[5] New Car Assessment Program

[New Car Assessment Program - Hledat \(bing.com\)](#)

[6] Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure - Wikipedia

[WLTC - Hledat \(bing.com\)](#)

[7] **Erdgas-Pkw mit bester Treibhausgas-Bilanz**

[Erdgas-Pkw mit bester Treibhausgas-Bilanz \(adac.de\)](#)

[8] Global EV Outlook 2019 [online]. Paris: IEA, 2019 [cit. 2020-06-04].

<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>

[9] ROMARE, Mia a Lisbeth DAHLLÖF. The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries: A Study with Focus on Current Technology and Batteries for light-duty vehicles [online]. In: . Stockholm, Sweden: IVL Swedish

Environmental Research Institute, 2017, s. 48 [cit. 2020-06-05]. ISBN 978-91-88319-60-9.

<https://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243%20The%20life%20cycle%20energy%20consumption%20and%20CO2%20emissions%20from%20lithium%20ion%20batteries%20.pdf>

[10] Emise CO₂ se v Německu loni zvýšily a země neplní ani závazek pro rok 2020

[Emise CO₂ se v Německu loni zvýšily a země neplní ani závazek pro rok 2020 - Ekolist.cz](#)

Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem Technologické agentury ČR, program THETA, TK04010099 MOSUMO Model Based Support of Clean and Sustainable Mobility v ČR. Tato podpora a spolupráce je vysoce ceněna.