

# Elektromobilita a životní prostředí

Ekonomika se neobejde bez dopravy. Přeprava osob i zboží je však dnes závislá na spalování ropy, které je spojeno se značným množstvím vypouštěných emisí a částic prachu. Dusí se města i obce. Skleníkové plyny z dopravy se také podílejí na klimatické změně. To jsou důvody, proč se stále více začíná diskutovat o náhradě spalovacích motorů. Jednou z možností je postupný přechod na elektrický pohon automobilů. Nástup nového odvětví mobility však může vyvolávat obavu ze zátěže životního prostředí: informační list proto otvírá také aktuální téma nakládání s vyřazenými bateriemi elektromobilů



CIRKULÁRNÍ  
HUB PRAHA

## Úvod

---

Doprava hnaná spalovacími motory je jedním z největších zdrojů emisí oxidu uhličitého a skleníkových plynů v Evropě. Roční mezní hodnota EU pro oxid dusičitý byla v roce 2013 překročena v 19 členských státech. Dieselové automobily sice produkují méně oxidu uhličitého než benzínové vozy, ale vypustí až čtyřikrát více oxidu dusičitého a 22krát více částic prachu. Prachové částice PM<sub>2,5</sub> mohou podle Světové zdravotnické organizace způsobit kardiovaskulární onemocnění, astma či rakovinu plic.

Pro masivní redukci emisí potřebujeme silný impuls. Ten může vycházet z tzv. Bílé knihy EU o dopravě z roku 2011, která přináší návrhy řešení zajišťující snížení emisí o 60 % do roku 2050. Opatření na podporu elektromobility jsou také součástí strategií klimaticko-energetické politiky EU s cíli do roku 2030. Členské státy budou muset zjednodušit pravidla týkající se připojení veřejně přístupných i soukromých dobíjecích míst pro elektromobily do distribučních soustav.

## Elektrická revoluce se vyplatí

---

Postupný růst počtu elektromobilů v EU bude snižovat dovozní závislost na ropě. Celkový účet EU za import fosilních paliv pro dopravu by mohl do roku 2030 klesnout o 58 až 83 miliard eur. V roce 2050 by to již mohlo být o 115 až 180 miliard méně. Podle míry rozvoje elektromobility dojde k redukci oxidu uhličitého o 64 až 97 % a celková kvalita ovzduší selepší snížením škodlivých částic o 73–95 % do poloviny století. Do roku 2030 může navíc díky přechodu na elektrifikovanou dopravu vzniknout až 1,1 milionu nových pracovních míst. Do poloviny století pak dalších 1,9 milionu.

Aktuálně jezdí po světě přes pět milionů osobních vozů s elektrickým pohonem. Na nejviditelnějšího zástupce elektromobilů, automobilku Tesla, připadá přes půl milionu vozů, které ujely více než 10 miliard kilometrů. Celkově tak Tesly uspořily přes 4 miliony tun oxidu uhličitého oproti vozům, které pohání ropa.

## Ekonomická dostupnost – elektrovůz je za rohem

---

Stále levnější baterie a rychlý nástup sériové výroby posouvají hranici, kdy se cenově protnou náklady na pořízení elektromobilu s cenou vozů se spalovacími nebo vznětovými motory. Nově stanovili experti z agentury Bloomberg NEF datum na rok 2022. Tým této agentury pravidelně vydává reporty o vývoji cen baterií a elektromobilů. V roce 2017 stanovili hranici, kdy začnou elektromobily konkurovat běžným vozům na ropu v roce 2026. O rok později ji snížili na rok 2024 a letos v dubnu oznámili, že se tak stane již za tři roky.

Mezinárodní energetická agentura očekává, že počet elektromobilů na všech světových silnicích dosáhne 125 milionů v roce 2030. Ovšem potřeba naplnění klimatických cílů může rozvoj čisté mobility akcelarovat až na 220 milionů elektrovozů na konci příštího desetiletí.

Za specifických podmínek platí ekonomické výhody elektromobilů již dnes. Jde konkrétně o pět evropských zemí, ve kterých je již dnes výhodnější vlastnit elektromobil než vůz na benzín nebo naftu. Studie International Council for Clean Transportation mapovala situaci ve Velké Británii, Německu, Francii, Nizozemí a Norsku. Vybrali si ke srovnání cenu a provozní náklady nejprodávanějšího vozu Evropy, což je VW Golf – u jeho elektrické, hybridní, benzínové a dieselové verze. eGolf vyhrál díky kombinaci nižších daní, cenám paliva a také dotací na koupi těchto elektřinou poháněných vozidel. Klíčovým faktorem se ukázaly daňové slevy – právě ony umožňují masivnější přechod na automobily poháněné obnovitelnějším a udržitelnějším způsobem.

## Baterie – srdce čisté mobility

---

Levné baterie jsou klíčem k dostupnému elektromobilu. Zpráva Bloomberg NEF uvádí, že právě baterie tvořily v roce 2015 až 57 % nákladů elektromobilu. Dnes je to přibližně třetina a po roce 2025 klesne podíl ceny baterií na pouhou pětinu nákladů za nový vůz. Do roku 2030 BNEF očekává pokles na 74 US dolarů/kWh. Motorem poklesu nákladů bude zvyšování konkurence a nástup dalších inovací. Každé zdvojnásobení výroby baterií navíc povede podle BNEF k poklesu ceny v průměru o 19 %.

## Elektrina vs. ropa. Jaké mají dopady na životní prostředí

---

Elektromobily během své výroby, provozu i likvidace vypustí do povětří podstatně méně emisí než naftová či benzínová auta. A výhody elektromobility ještě zvýší podpora čistých zdrojů energie a cirkulární ekonomiky, včetně sdílení automobilů a produkce znovupoužitelných výrobků a recyklace. Elektromobily by tak mohly výrazněji přispět k ozelenění dopravy v Evropě, která zatím zaostává za svými cíli. Tato zjištění jsou hlavními závěry studie zpracované na konci roku 2018 pro Evropskou komisi Evropskou agenturou pro životní prostředí (EEA).

Studie „Elektromobily z hlediska životního cyklu a cirkulární ekonomiky“ shrnuje současné poznatky o dopadech elektromobilů na změnu klimatu, kvalitu ovzduší, hladinu hluku a přírodní ekosystémy za celou dobu jejich životnosti, včetně dopadů při výrobě i likvidaci. Tyto dopady zároveň srovnává s dopady naftových a benzínových automobilů.

Závěry studie se týkají tří oblastí: dopadů na změnu klimatu a emisí skleníkových plynů, dopadů na lidské zdraví a dopadů na přírodní ekosystémy. Komplexní výsledky ukazují, že od výroby přes provoz po likvidaci vyprodukuje typický elektromobil v Evropě méně skleníkových plynů a látek znečišťujících ovzduší než srovnatelně velký a výkonný benzínový či naftový automobil. Pouze během výroby jsou u elektromobilů emise vyšší, což je dáno náročností těžby a zpracování nerostných surovin použitých při výrobě baterie.

Množství emisí, které automobily se spalovacími motory během provozu vyprodukují více než elektromobily, je ale výrazně vyšší než množství emisí, které vzniknou během výroby. Celková bilance tak vychází lépe pro elektromobily. Emise elektromobilů jsou během celé životnosti při současném energetickém mixu členských států EU přibližně o 17–30 % nižší než emise naftových a benzínových vozů. A navíc ještě poklesnou s tím, jak se bude podíl uhlí, ropy a zemního plynu v elektrárenském sektoru postupně snižovat. V roce 2050 by tak mělo být množství emisí elektromobilů o 73 % nižší.

Největší možné úspory emisí oxidu uhličitého tak může přinést provoz elektromobilů. Studie doporučuje, aby majitelé elektromobilů pro nabíjení využívali elektřinu z čistých zdrojů, čímž by se rozdíl mezi emisemi ještě zvýšil ve prospěch elektromobilů.

Z hlediska kvality ovzduší a dopadů na lidské zdraví vychází elektromobily také jako jednoznačně prospěšnější než jim cenou a výkonem odpovídající auta se spalovacími motory. Jejich motory totiž nevypouští škodliviny (oxidy dusíku a jemný polétavý prach) v

místě s hustou koncentrací obyvatelstva. I přesto elektromobily – stejně jako jiné typy aut – produkují při brždění a tření pneumatik o povrch vozovky prachové částice, které jsou škodlivé pro lidské zdraví. Elektromobily způsobují také výrazně méně hluku, takže jsou přínosem zejména ve městech s častými dopravními zácpami. Studie zároveň upozorňuje, že výhodám elektromobilů z hlediska hlukové zátěže mohou odporovat požadavky na bezpečnost chodců. Ti jsou totiž navyklí na hlučnost automobilů se spalovacími motory, a proto také EU nedávno schválila povinnost pro výrobce elektromobilů přidávat do nových vozů také akustický varovný systém vozidla, který bude chodce upozorňovat na jeho přítomnost. Pro přírodu a ekosystémy vychází přívětivěji auta se spalovacími motory.

Tento závěr ovšem platí pro současný proces a způsob výroby elektromobilů a jejich dopad na ekosystémy. Ten je dán toxicitou některých užitých materiálů: niklu, mědi a klíčových surovin. Studie ale dochází k závěru, že pokud si automobilky osvojí principy a praxi cirkulární ekonomiky (oběhového hospodářství), tedy důsledné využívání recyklace a znovuužívání materiálů potřebných zejména pro výrobu baterií, mohou se negativní dopady elektromobilů na ekosystémy znatelně snížit. Jaké jsou současné dopady a vlivy dopravy v EU na životní prostředí? Evropská agentura pro životní prostředí zároveň zveřejnila materiál o vlivu a dopadech dopravy na klima a životní prostředí. Podle ní emise skleníkových plynů v členských státech EU v sektoru dopravy od roku 2014 stoupaly.

Odhad z roku 2017 udával navýšení emisí o 28 procentních bodů oproti hodnotám z 90. let minulého století, což naznačuje, že sektor dopravy v současnosti nesměřuje k tomu, aby naplnil dlouhodobé klimatické cíle. Také krátkodobý cíl snížit do roku 2020 spotřebu ropy a navýšit podíl obnovitelné energie v dopravě o 10 % se zatím jeví nereálný, pokud mezi obnovitelné zdroje počítáme pouze ta biopaliva, která splnila náročná kritéria udržitelnosti. Zatím se to z členských států EU totiž podařilo pouze Rakousku a Švédsku.

Doprava je podle druhé zmíněné studie i nadále významným zdrojem znečištění ovzduší, zejména pokud jde o prachové částice a oxid dusnatý. A zároveň je doprava hlavním zdrojem venkovního hluku v Evropě. Předběžné výsledky ukazují, že průměrné emise CO<sub>2</sub> osobních automobilů v členských státech EU v roce 2017 vzrostly o 0,4 procentního bodu oproti předchozímu roku.

Pokud by se údaj potvrdil, znamenalo by to první nárůst od roku 2010. Oproti tomu emise z nových lehkých automobilů se meziročně propadly o 7,7 g CO<sub>2</sub>/km, tedy nejvíce od roku 2012. Materiál dále uvádí, že počet registrovaných elektromobilů v roce 2017 vzrostl o 51 procentních bodů a u plug-in hybridních elektromobilů o 35 procentních bodů oproti předchozímu roku. Bateriové elektromobily tak činily v roce 2017 0,6 % a plug-in

hybridní elektromobily 0,8 % všech nově registrovaných aut. Zároveň vůbec poprvé od počátku vedení této statistiky stoupl počet nově koupených benzínových aut (53 %) oproti naftovým (45 %).

## Baterie – příležitost pro cirkulární ekonomiku

---

Milióny postupně vyřazovaných baterií budou představovat zajímavý zdroj vzácných kovů a ekonomickou příležitost pro producenty nových akumulátorů. Zvládnutá recyklace akumulátorů může přispět k dalšímu zlevnění baterií.

Očekávaný rozmach elektromobility, kdy ročně přibudou na silnicích desítky milionů nových elektromobilů, přinese výhledově také požadavky na zpracování vysloužilých akumulátorů. Ostatně v případě baterek nejde jen o elektromobily. Miliardy baterií z vyřazených telefonů anebo notebooků si říkají o zpracování již dnes.

Dosavadní praxe v automobilovém průmyslu stála především na využití baterií z elektromobilů pro stacionární systémy ukládání energie. Vyřazené baterie se využívají například pro domácí úložiště energie v kombinaci se solárními elektrárnami na střeších domů. Podobnými směry šly například automobilky Nissan, Toyota nebo BMW. Jinou cestu chce nabídnout Tesla nebo VW. Obě automobilky chtějí najít řešení v opětovném přepracování a využití „vytěženého“ materiálu pro výrobu nové baterie. Například z nedávno publikované zprávy o dopadech činností Tesla na životní prostředí vyplývá, že v současné době využívá Muskova automobilka k recyklaci materiálů použitých baterií externí firmy. V budoucnu by se však měla vytvořit recyklační linka přímo v nevadské Gigatovárně 1: „Tesla vyvíjí v Gigatovárně 1 unikátní systém recyklace baterií, který bude zpracovávat jak odpadní materiály ze samotné výroby baterií, tak i baterie s ukončenou životností. Pomocí tohoto systému dosáhneme maximálního využití vzácných kovů, jakými jsou lithium a kobalt, i dalších používaných materiálů z hliníku, mědi nebo oceli. Všechny kovy budou získány v optimalizovaných vstupech pro výrobu nových baterií,“ představuje ve zmíněném reportu Tesla své plány.

Od zajištění vlastní recyklace klíčových vstupních surovin si Tesla slibuje významné ekonomické úspory. Očekává totiž, že recyklace baterií bude cenově výhodnější než nákup nových surovin. Zatím však není jasné, jakou technologii Tesla pro recyklaci zvolí. Jednou z cest může být aplikace tlaku a teploty k regeneraci katod v lithiových bateriích. Zatím

však jde o projekt univerzity v San Diegu, který stojí na začátku svého potenciálního rozvoje. Další řešení nabízí finská společnost Fortum, která nedávno oznámila, že vstoupí do recyklace lithium-iontových baterií. Využije k tomu technologii společnosti CRSOLTEQ, která tvrdí, že umí recyklovat baterii se ziskem až 80 % z původních materiálů.

## Recyklace baterií – otevřeno pro nové nápady

---

### Jednoduchý recept na složitý problém

Sto let starý způsob získávání surovin umožňuje recyklovat lithium-ionové baterky. Řešení je přitom geniálně jednoduché: kombinace vody, vzduchu a petroleje. Navíc je ekonomicky i energeticky výhodnější než těžba nových surovin. S tímto zjištěním přišli studenti chemického inženýrství z technické univerzity v Michiganu a zveřejnili ho ve vědeckém časopise.

Vedoucí výzkumného týmu profesor Pan zjistil, že stejná technologie, jakou se dostávalo železo z rudy, se může použít také na „vysloužilé“ baterie. Svým studentům proto nejprve poskytl základní vhled do problematiky zpracování minerálů a poté je nechal pracovat v laboratoři. Výzkumný tým použil postupy dlouho známé a běžně používané v těžebním průmyslu. Pro separace mědi a hliníku posloužil standardní gravitační postup. Pro oddělení dalších komponent (grafit, lithium a kobalt) bylo ale nutné zvolit jiný postup. Přes sérii neúspěšných pokusů s oddělovači chemikálií studenti přišli na to, že nejlépe působí samotná voda. Přesněji řečeno postup zvaný pěnová flotace.

Flotace využívá rozdílné smáčitelnosti povrchu různých materiálů. Některé materiály jdou vodou smáčet snadno, zatímco jiné hůře. Během pěnové flotace se na jemno rozmělněná směs (obsah baterky) intenzivně míchá ve vodě, kterou se probublává vzduch. Méně smáčivé (hydrofobní) části ulpívají na vzduchových bublinách, které je unášejí na povrch vody. Zde se shromažďují ve formě pěny, která se mechanicky odstraňuje a dopravuje k dalšímu zpracování. Oproti tomu dobře smáčivé (hydrofilní) částice k bublinám nepřilnou, klesají ke dnu, kde vytvářejí flotační sediment. Pro větší efektivitu celého procesu lze použít takzvaný sběrač, látku, která přitahuje jen některé minerály a ty následně lnou k bublinám pěny. Studenti jako sběrač použili petrolej.

Hledáte-li odpověď na to, jak je možné, že dosud nikdo na tak zdánlivě jednoduchý recept nepřišel, sami studenti říkají: „Je to proto, že žádný z výzkumných týmů zatím neměl za svého vedoucího těžebního inženýra.“ Profesor Pan, vědecký pracovník chemického inženýrství na univerzitě v Michiganu, získal své tituly právě v oblasti těžebního inženýrství. Největší výhodou této metody spočívá v nízkých finančních nákladech a velké energetické efektivitě. Takto získané materiály jsou plně vhodné pro opětovné využití v průmyslové výrobě, a navíc jsou levnější než vytěžené suroviny. Rozvoj celého projektu podpořila americká obdoba Ministerstva životního prostředí (EPA). Výzkumníci své poznatky shrnuli ve vědeckém článku „Recovery of Active Cathode Materials from Lithium-Ion Batteries Using Froth Flotation“ zveřejněném v časopise Sustainable Materials and Technologies.

## Suroviny pro zemědělskou půdu

Finská firma umí vyrobit ze stopových prvků používaných v alkalických bateriích zemědělské růstové doplňky a hnojiva. Využívá k tomu inovativní chemické postupy, díky nimž je schopna znovu využít až čtyři pětiny pro růst rostlin důležitých chemických prvků, které staré baterie obsahují.

Společnost Tracegrow objevila způsob, jak znovu využít většinu složení alkalických baterií, a to k výrobě výživových doplňků (mikronutrientů) a zemědělských hnojiv, tedy látek užívaných v konvenčním zemědělství pro podporu růstu plodin. Alkalické bateriové články fungují na základě reakce dvou stopových prvků – zinku a manganu (oxidu manganického). Minulý rok se jich na světě vyrobilo 10 miliard a jejich spotřeba ročně stoupne o 5–6 procentních bodů.

Ještě před necelými patnácti lety se vybité alkalické baterky v zemích EU vozily na skládky. Tato praxe v roce 2004 díky legislativě EU skončila. Část z nich končí v tavicích pecích, kde se z nich získává zinek. Většina se ale skladuje v různých částech Evropy a končí tak bez dalšího využití. Členské státy EU se zavázaly recyklovat 50 procent alkalických baterií, což znamená až 125 tisíc tun ročně. Nová technologie Tracegrow by tomu mohla významně pomoci.

Firma si stanovila cíl využívat 80 procent stopových prvků obsažených ve vybitých alkalických bateriích. Celosvětově se baterie, které se ocitly za horizontem své životnosti, zatím k dalšímu použití téměř nezužítkovávají. A to navzdory tomu, že finská společnost není jediná, která se o to pokouší. Tracegrow k tomu inovativním způsobem z použitých



alkalických baterií získává a po následném pročištění znovu využívá pro život důležité stopové prvky: zinek, mangan, draslík či síru. A z těchto ekologicky šetrným způsobem získaných surovin následně vyrábí zemědělské mikronutrienty a hnojiva. Výsledný produkt je tekutá směs obsahující zinek, mangan a menší poměry draslíku a síry.

Ředitel společnosti Tatu Leppänen k tomu říká: „Náš inovativní přístup spočívá v novém chemickém postupu.“ Baterie totiž obsahují životnímu prostředí a zdraví škodlivé součásti, které se díky technologickému postupu, který firma uplatňuje, daří oddělovat od těch užitečných. Výhodou také je, že procesy zpracování a výroby jsou energeticky nenáročné a nevzniká během nich odpadní voda. Během tohoto procesu se staré použité baterie nejprve rozdrtí, drť se poté filtruje a čistí loužením. Škodlivé přísady, jako například těžké kovy nikl či rtuť, které se během čištění oddělí, se posílají do zařízení pro zpracování a skladování nebezpečných odpadů. Společnost kontroluje čistotu svých produktů pomocí vlastního měření a testů a zapojena je i nezávislá kontrolní instituce. Výrobky tedy předtím, než putují do prodeje, splňují veškeré požadavky na čistotu a nezávadnost. Ročně se po celém světě z půdy vyplaví přibližně 20 milionů tun manganu a 13 milionů tun zinku. Přibližně 50 procent světových půd trpí nedostatkem zinku, což se projevuje nižšími zemědělskými výnosy a výživovou hodnotou úrody. Podle Světové zdravotnické organizace nedostatek zinku způsobí 800 tisíc předčasných úmrtí ročně.



Vedoucí autor Martin Sedlák

Spoluautoři František Marčík

Vydáno v duben 2019, Praha/Brno.

Projekt realizují: BIC Brno



**T A**  
**Č R**

Informační list byl sestaven v rámci projektu číslo TL01000317 s názvem "ODPAD ZDROJEM neboli uplatnění nových metod výzkumu pro rozvoj cirkulární ekonomiky v ČR", který je řešen s finanční podporou TAČR.