Technická fakulta

KOKA 2021

22.-23.9.2021

52. MEZINÁRODNÍ VĚDECKÁ KONFERENCE ČESKÝCH A SLOVENSKÝCH UNIVERZIT A INSTITUCÍ ZAMĚŘENÁ NA VÝZKUMNÉ A VÝUKOVÉ METODY SPOJENÉ SE SPALOVACÍMI MOTORY, ALTERNATIVNÍMI POHONY A DOPRAVOU

22.-23. ZÁŘÍ 2021, PRAHA

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE, TECHNICKÁ FAKULTA,
KATEDRA VOZIDEL A POZEMNÍ DOPRAVY

PROBLÉMY DOSAŽENÍ UHLÍKOVÉ NEUTRALITY U ELEKTROMOBILŮ

Josef Morkus[1], Jan Macek[2]

Abstrakt

Změny klimatu a globální oteplování jsou dnes velmi frekventovaná témata. Za příčinu těchto změn jsou považovány emise CO2 pocházející z lidské činnosti. Evropská unie se zavázala do roku 2050 dosáhnout uhllíkové neutrality. Jednou z klíčových cest k tomuto cíli má být náhrada automobilů se spalovacím motorem elektromobily, přitom se předpokládá, že elektromobil je zcela bezemisní. Tento příspěvek se zabývá kritickým posouzením elektromobilů z hlediska emisí vznikajících při jejich výrobě včetně výroby baterií, výroby elektřiny pro jejich provoz a materiálové náročnosti přechodu na elektromobilitu a na bezemisní zdroje elektřiny. Jsou ukázány některé finanční nároky a výsledný vliv elektromobilů na klima.

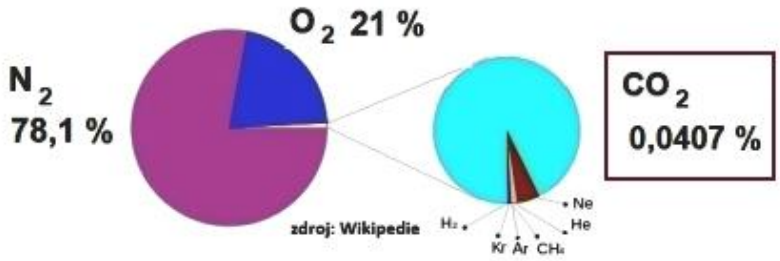
1. ÚVOD

Evropský parlament výraznou většinou hlasů schválil Klimatický zákon, který mění dosavadní závazek EU snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 o 55% ve srovnání s rokem 1990 na zákonou normu. Tento zákon, který se stává ústředním cílem EU stanovuje postup, kterým by Unie měla do roku 2050 dosáhnout uhlíkové neutrality. Zákon musí ještě formálně schválit jednotlivé země. Cílem je zamezit gobálnímu oteplování a klimatickým změnám. Přitom za hlavní příčinu těchto změn jsou považovány emise oxidu uhličitého (CO_2) pocházející z lidské činnosti.

Oxid uhličitý je přirozenou součástí atmosféry, je v ní obsažen v malém množství (obr. 1), ale jedná se o skleníkový plyn který brání vyzařování tepla ze Země do vesmíru. Za období od průmyslové revoluce v 19. století vzrostla jeho koncentrace v atmosféře z 0,025% na 0,04% a právě skleníkový efekt vyvolaný tímto nárůstem je většinovým názorem považován za příčinu globálního oteplování. Z vývoje v posledních desetiletích jsou odvozovány různé modely dalšího vývoje v závislosti na koncentraci CO_2 a katastrofické scénáře, hrozící nevratným přehřátím planety a

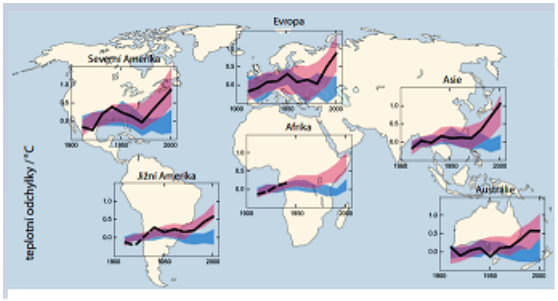
[1] Ing. Josef Morkus, CSc. Centrum vozidel udržitelmé mobility, fakulta strojní ČVUT v Praze, josef.morkus@fs.cvut.cz

[2] Prof. Ing. Jan Macek, DrSc., Centrum vozidel udržitelmé mobility, fakulta strojní ČVUT v Praze, jan.macek@f..cvut.cz

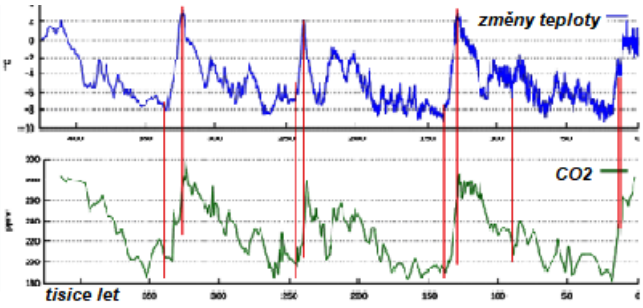


Obrázek 1: *složení atmosféry*

zánikem civilizace. Problémem některých modelů je, že neumí dobře vysvětlit minulost, např. oteplení Evropy ve středověku, kdy lidské emise CO_2 byly zanedbatelné. Rovněž v období 50. až 70.let minulého století docházelo k ochlazování [1] (obr. 2). Podle jiných, dnes menšinových názorů je kauzální závislost mezi koncentrací CO_2 a oteplováním právě opačná, množství CO_2 následuje s jistým zpožděním změny teploty v důsledku periodických vesmírných cyklů [2] (obr.3).



Obrázek 2: *vývoj teploty v období 1900 - 2000*



Obrázek 3: *závislost teploty a koncentrace CO2 v minulosti*

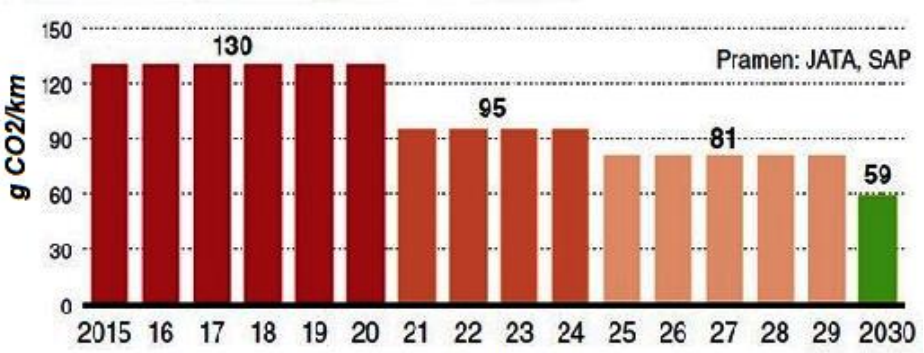
V každém případě není současná znalost vývoje klimatu dostatečně podrobná a predikce odvozené z relativně krátkého období několika desítek let mohou být zkreslené, i když jistý podíl lidské činnosti na růstu koncentrace CO_2 nelze popřít.

2. ELEKTROMOBILITA

Obecně snaha o snižování emisí jakéhokoliv druhu je správná. Otázkou však je její rychlost podmíněná stavem techniky. V současné době se různí představitelé a politici předhánějí v prohlášeních, kdy dosáhnou uhlíkové neutrality ještě před rokem 2050 bez ohledu na okolnosti, které s tím souvisí. Výrazná pozornost je přitom zaměřena na automobily se spalovacím motorem. Objevují se i termíny, od kdy má být prodej těchto vozidel zakázán.

2.1 Emisní předpisy

Evropská komise a parlament vydaly požadavky na snižování emisí automobilů, které v praxi znamenají přechod na elektrický pohon (obr. 4). Přitom elektromobil je podle těchto regulí považován za zcela bezemisní. Podle plánu EU by do roku

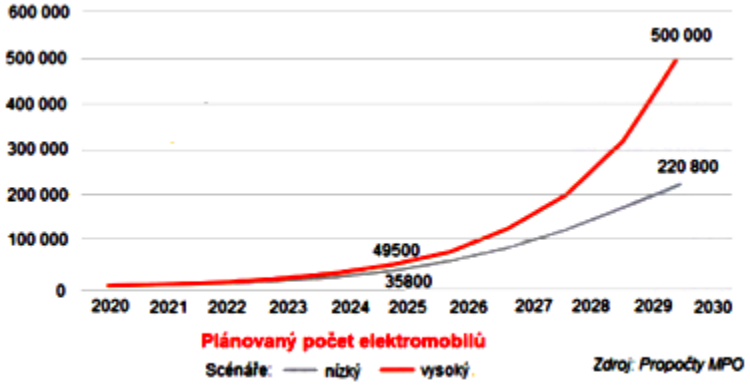


Obrázek 4: *limity emisí CO2 pro osobní automobily*

2030 mělo na evropských silnicích jezdit 30 milionů vozidel s nulovými emisemi [3] a do roku 2050 budou téměř všechny automobily bez emisní [4].

V Evropské unii dnes jezdí přibližně 260 milionů automobilů. V praxi splnění tohoto požadavku znamená prodat ode dneška do roku 2030 průměrně 3 miliony elektromobilů ročně a do roku 2050 průměrně 8 milionů elektromobilů za rok. V roce 2020 se v EU prodalo cca 770 tisíc elektromobilů. Výroba a prodej elektromobilů by tedy musely trvale výrazně růst.

V ČR podle Národního plánu čisté mobility [5] má v roce 2030 jezdit 220 800 až 500 000 elektromobilů. V roce 2020 se prodalo jen 3262 těchto vozidel.



Obrázek 5 : *Národní plán čisté mobility ČR*

2.2 Kdy je elektromobil bezemisní

Předpisy EU berou v potaz pouze situaci za jízdy vozidla. Zcela pomíjí, že elektromobil je nutné vyrobit, vyrobit pro něj baterii a průběžně vyrábět elektřinu pro jeho provoz. Na konci životnosti by měl být každý elektromobil recyklován.

Z pohledu celoživotního cyklu (cradle-to-grave) bude elektromobil bezemisní, jestliže

- při jeho výrobě nevzniknou žádné emise
- výroba baterie bude zcela bezemisní
- rovněž elektřina, na kterou bude jezdit bude vyrobena bezemisně
- a na konci životnosti bude bez vzniku emisí rozebrán a recyklován

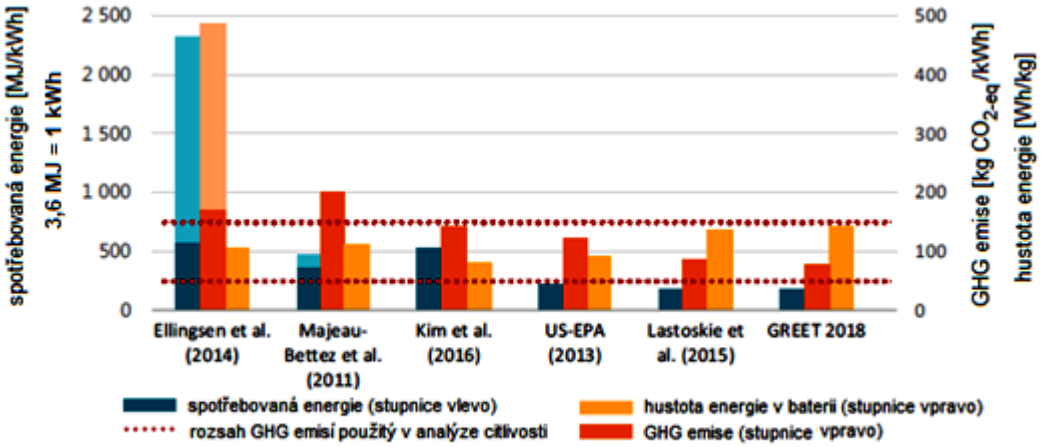
Je zřejmé, že pokud nebudou splněny všechny tyto podmínky, předpoklad že elektromobil je bezemisní neodpovídá skutečnosti.

2.3 Emise z výroby vozidel a baterií

Již při výrobě vozidla vzniká nezanedbatelné množství emisí. Některé automobilky uvádějí, že jejich výroba bude zcela bezemisní. Důležité však je, co vše bude započítáno: Zda pouze montáž vozidel, či výroba dílů nebo i těžba a zpracování surovin, ze kterých bude vozidlo vyrobeno. Švédská studie [6] uvádí, že při výrobě

automobilu vzniká v závislosti na jeho velikosti a vybavení 5 – 10 t CO_2 , z toho cca 20% připadá na spalovací motor. U elektromobilu tento motor není, tedy na výrobu vozidla zbývá 4 – 8 t CO_2.

Ale elektromobil má navíc baterii, jejíž výroba je energeticky náročná. Výsledky studií, které se emisemi při výrobě baterií zabývají se dosti liší podle toho, jaké fáze výroby se týkají a kde se baterie vyrábí. IEA (International Energy Agency) v roce



Obrázek 6: spotřeba energie a emise při výrobě baterií

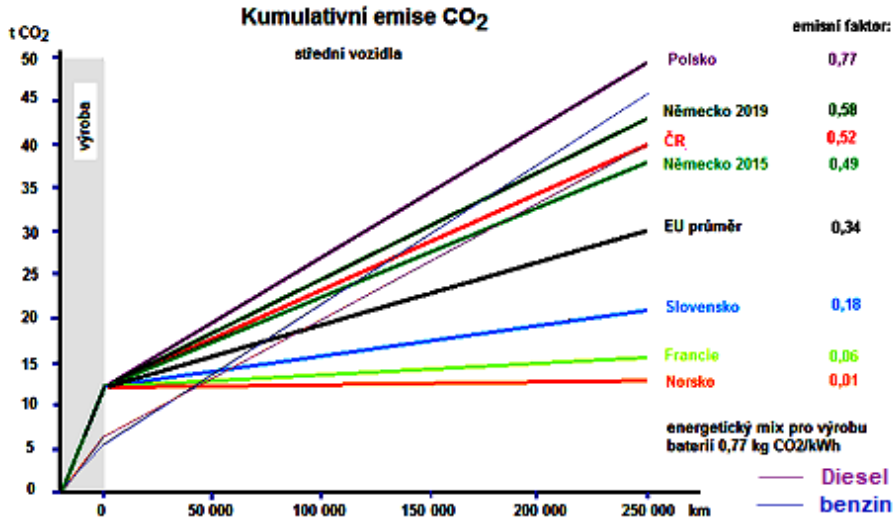
2019 publikovala graf [7] (obr. 6), který ukazuje množství spotřebované energie na výrobu 1 kWh baterie. Výsledky amerických studií, založené na metodě GREET vycházejí lépe než evropské studie, které uvádějí spotřebu energie kolem 500 MJ/kWh kapacity baterie. Obdobné hodnoty vycházejí i z dalších analýz. S uvažování obvyklých velikostí baterií a energetického mixu Číny, kde se baterie převážně vyrábějí se dá zjednodušeně říci, že při výrobě baterie vzniká zhruba stejné množství emisí CO_2 jako při výrobě celého zbytku elektromobilu.

2.4 Výroba elektřiny a obnovitelné zdroje

Za jízdy je elektromobil bezemisní. Ale elektřina pro jeho jízdu se musí někde vyrobit. Je potřeba si uvědomit, že z hlediska globálního oteplování a změn klimatu je v podstatě lhostejné, kde emise vznikají, zda při jízdě nebo v elektrárně. S uvažováním spotřeby elektromobilu 15 – 25 kWh/100 km, se započtením ztrát při výrobě elektřiny, ztrát v síti a ztrát při nabíjení elektromobilu (10 – 25%) [8]), ročního nájezdu 10 000 – 15 000 km a českého energetického mixu cca 0,5 kg CO_2/kWh vznikají ročně přibližně 1 – 3 t CO_2 na každý elektromobil. Jinými slovy, téměř každý elektromobil má v českém energetickém mixu emise vyšší než je limit 95 g CO_2/km, za jehož překročení jsou výrobci vozidel se spalovacími motory pokutováni! Při počtu elektromobilů podle Národního plánu čisté mobility by v roce 2030 vzniklo pro provoz elektromobilů v ČR při nezměněném energetickém mixu 0,22 – 1,5 milionů tun CO_2.

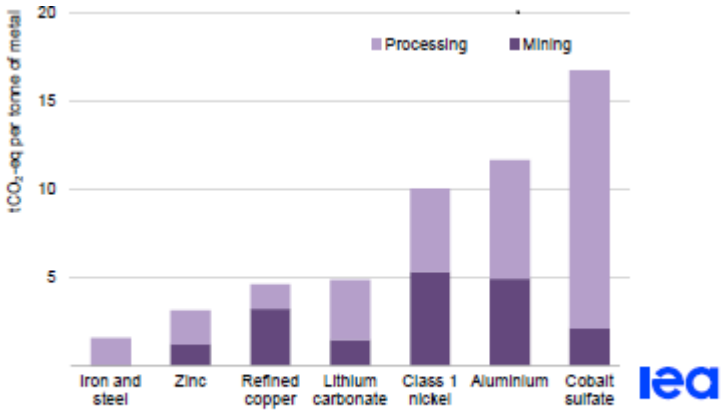
Je vhodné podotknout, že v různých zemích jsou emise z provozu elektromobilů různé [9]. Každý elektromobil má zpočátku vyšší emise CO_2 než automobil se spalovacím motorem v důsledku emisí z výroby baterie. K vyrovnání emisí, t.j. od kdy začne být elektromobil emisně lepší záleží na tom, z čeho se elektřina vyrábí.

Například v Norsku, kde téměř všechna elektřina pochází z vodních elektráren dojde k vyrovnání emisí po ujetí cca 40 000 km. Ve Francii, kde téměř ¾ elektřiny jsou z jaderných elektráren nastane vyrovnání zhruba po 50 000 km. V ČR a podobně v Německu začne být elektromobil emisně lepší než auto s benzinovým motorem po cca 130 000 km, u auta s naftovým motorem po více než 200 000 ujetých km. A v Polsku, kde elektřina pochází převážně z uhlí nebude elektromobil emisně lepší prakticky nikdy. Je pravda, že s uzavíráním uhelných elektráren a jejich náhradou nízkoemisními zdroji se bude situace lepšit.



Obrázek 7: vliv energetického mixu na emise elektromobilu

Často se uvádí, že elektromobily budou jezdit na zelenou energii z obnovitelných zdrojů. Z hlediska emisí se jedná o podobnou situaci jako u elektromobilů. Když už je solární nebo větrná elektrárna v provozu a zanedbáme emise při údržbě, pak vyrábí elektřinu bezemisně. Ale pro stavbu větrné elektrárny se musí vytěžit železná ruda a uhlí, vyrobit surové železo a z něj ocel, cement pro betonové základy, měď a další prvky pro generátor, kabeláž a elektroniku. Podobně pro fotovoltaický panel je potřeba vytěžit křemíkový písek, v obloukové peci vyrobit surový křemík, z něho s použitím vzácných zemin polovodičové články a vše umístit do panelu se speciálním sklem. Celý proces je energeticky náročný a používá vysoké teploty. Ocel i panely se vyrábějí v Číně s využitím energie převážně z uhelných elektráren. IEA uvádí množství CO_2 vzniklé při těžbě a zpracování některých materiálů [10] (obr.8). Výstavba těchto elektráren rozhodně není bezemisní a vzniklé emise CO_2 je potřeba rozpočítat na dobu životnosti, přibližně 20 let. A po skončení životnosti se elektrárna musí nákladně recyklovat. Jak ukazuje situace v Německu, kde současně s masivní výstavbou obnovitelných zdrojů dochází k uzavírání jaderných elektráren, emise z výroby elektřiny se tím nelepší.

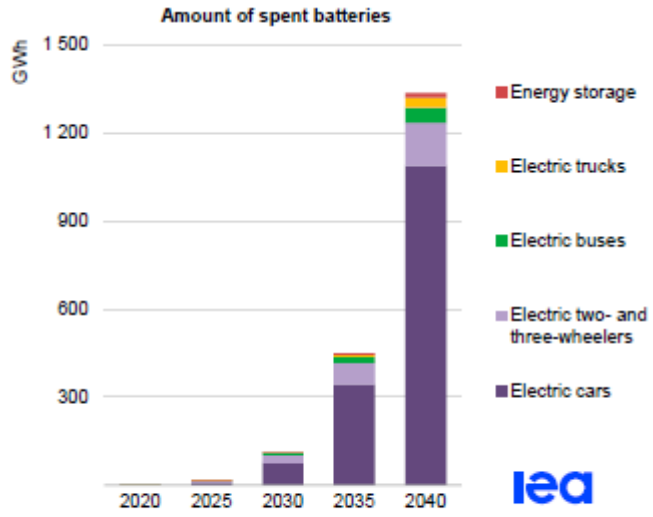


Obrázek 8: emise při těžbě a zpracování materiálů

Obnovitelné zdroje však mají ještě další problém: Jedná se o nestabilní zdroje s nepravidelným výkonem závislým na počasí. Když vítr nefouká a slunce nesvítí, nevyrábějí téměř nic. Proto je nutné tyto zdroje zálohovat jinými, jadernými, uhelnými a (paro)plynovými elektrárnami s obdobným výkonem a ty udržovat v pohotovostním režimu. Přitom nutno vzít v úvahu nemalé investiční náklady na tyto záložní zdroje, které budou využity poměrně málo (do 30%) a u fosilních paliv také náklady kvůli prudce rostoucím cenám uhlíkových povolenek, vyvolané umělými zásahy EU. Emise z těchto elektráren pro nutnou stabilizaci sítě se však často do energetického mixu nezapočítávají, neboť vznikají až „mimo trh se silovou elektřinou“... Odběrateli elektrické energie je vcelku jedno, zda je zaplatí v silové či distribuční složce ceny energie, ovšem propagandisticky lze pak argumentovat s nízkými cenami z elektřiny OZE (občasných energetických zdrojů).

Zdánlivě lze tento problém řešit bateriovými úložišti, která by akumulovala energii, když je jí přebytek, a uschovala ji na dobu, kdy příznivé podmínky nebudou. I kdybychom si chtěli uložit průměrnou denní výrobu solárních elektráren v ČR v roce 2020, která byla cca 6 GWh [11], stačila by tato energie na necelou 1 hodinu průměrné spotřeby v ČR (7,5 GW). Přitom by úložiště stála částky v miliardách Kč (např. úložiště v Plané n/Lužnicí s kapacitou pouhé 2.5 MWh a životností 10 let stálo 70 milionů Kč [12]). Bateriová úložiště mají smysl pro krátkodobé pokrytí výkonu, než naběhnou jiné záložní zdroje, ne pro uschování energie na několik dnů i více.

Při předpokládaném využití baterií elektromobilů jakožto záložní bateriové kapacity lze první nadsazeně optimistický odhad udělat pro průměrné hodnoty. Záleží nejen na použitelné kapacitě baterie (využití cca 50% odhadované kapacity baterií dává pro síť asi 20 kWh), ale i na výkonu nabíječky, upravené jako střídač pro obrácený tok proudu. Při 5 kW výkonu wall-boxu bychom pokryli z cca 1 500 000 automobilů sice celý průměrný příkon sítě ČR (asi 7,4 GW), ale jen po dobu 1,4 h. Ve skutečnosti by bylo zajímavé pokrýt špičku. Na průměrný příkon a na nabíjení pro průměrnou jízdu by bylo zapotřebí více než 500 000 nabíječek, pokud by každé vozidlo během dne bylo připojeno pro dorovnání sítě a nabíjení ve stejné lokalitě, což není pravděpodobné. Při nabíjení v cíli cesty by počet nabíječek samozřejmě stoupl. Pro všechna osobní auta (6 000 000) po jejich elektrifikaci by jejich kapacita stačila na trochu více než 5 h, ovšem za předpokladu jejich pravidelného střídání na více nabíječkách, kde by jedno vozidlo pobylo asi 9 h denně. Při snížení odebíraného výkonu pro využití všech těchto vozidel by však bylo pro nabíjení ve stejné lokalitě zapotřebí asi 5 000 000 nabíječek,



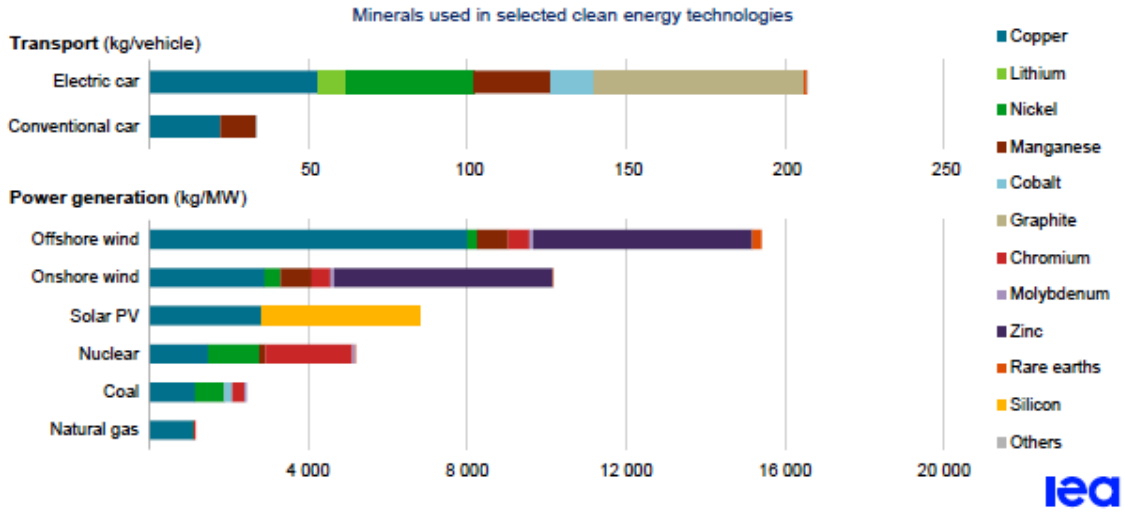
Obrázek 9: *potřebná kapacita baterií do r. 2040*

doba připojení by byla ovšem 20 h. Období s malým výkonem OZE se tím ovšem nevyřeší, trvají často déle než několik dní, a to v zimě i v létě.

2.5 Materiálová náročnost

Pokud je elektromobilů málo, zdá se otázka spotřeby materiálů banální. Ale s rostoucím počtem elektromobilů výrazně nabývá na významu a může se stát limitem rozvoje elektromobility. Data ukazují rostoucí nesoulad mezi ambicemi v oblasti klimatu a dostupností kritických nerostů, které jsou nezbytné pro realizaci těchto ambicí. IEA vydala v tomto roce obsáhlou zprávu [10], která podrobně analyzuje potřebu různých minerálů pro předpokládaný rozvoj elektromobility. Enormní nárůst potřeby baterií pro plánovaný počet elektromobilů ukazuje obrázek 9. Na výrobu elektromobilu a jeho baterie je potřeba několikrát více minerálů ve srovnání s výrobou automobilů se spalovacím motorem (obr. 10).

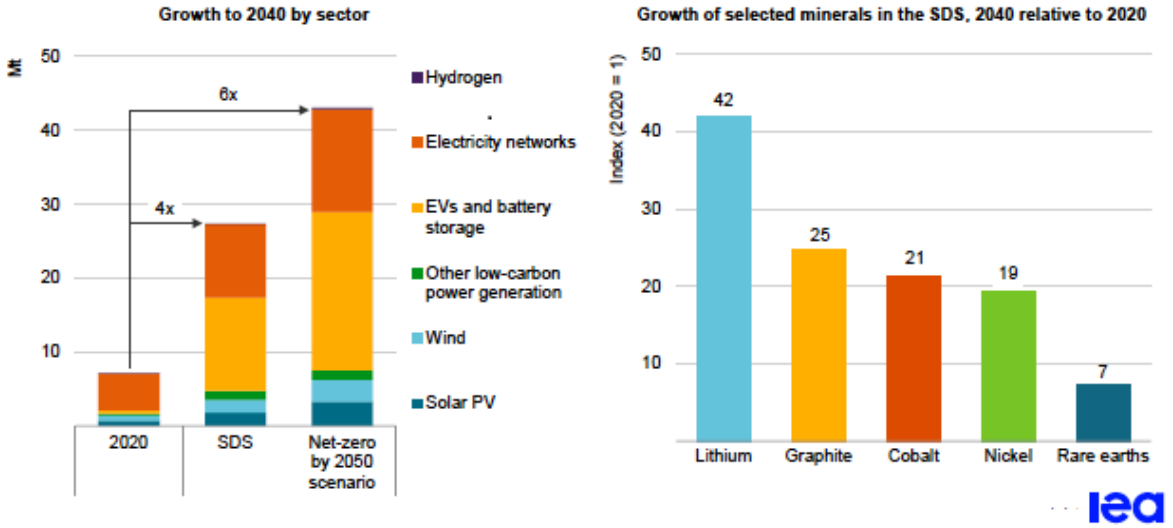
Podstatnou část nalezišť těchto materiálů vlastní nebo má pod kontrolou Čína. A podíl Číny je ještě větší při zpracování těchto prvků – Čína kontroluje až 70% světové produkce kobaltu a lithia a až 90% vzácných kovů [10]. Vzácné kovy jsou klíčovou součástí řady moderních technologií od spotřební elektroniky až po vojenské a zelené technologie: mobilní telefony, počítače, stíhačky, řízené střely, solární panely, větrné turbíny a elektromobily. Poptávka po vzácných kovech roste a Čína je prakticky jejich výhradním světovým producentem. Čína je také dominantním dodavatelem polykrystalického křemíku pro výrobu solárních panelu [14], spolu s Ruskem pokrývá 70% spotřeby antimonu potřebného pro baterie, solární panely, polovodiče i větrné turbíny [13], atd. Rovněž výroba oceli se přesouvá do Číny, kde její cena není zatížena až 50% navýšením emisními povolenkami jako v Evropě. Green Deal (Zelená dohoda pro Evropu) tak vede k závislosti Evropy na dodávkách surovin z Číny a dalších zemí.



Obrázek 10: porovnání potřeby materiálů pro automobily a elektromobily a pro různé technologie výroby elektřiny

Rostoucí potřeba minerálů jak pro výrobu elektromobilů, tak i obnovitelných zdrojů energie vede k násobné potřebě surovin (obr. 11) a tím k další rozsáhlé devastaci

přírodních zdrojů Země. Podle IEA by do roku 2040 potřeba lithia vzrostla více než 40x a potřeba dalších materiálů cca 20x. Protože těžba probíhá v rozhodující míře mimo Evropu, emise vznikající při těžbě a dopravě surovin se do bilance CO_2 v Evropě nezapočítávají !



Obrázek 11: *Nárůst mateiálové náročnosti pro scénář udržitelného rozvoje (SDS) a uhlíkovou neutralitu a násobný nárůst potřeby vybraných materiálů pro SDS do roku 2040*

Lze předpokládat, že růst počtu elektromobilů bude limitován dostupnými zdroji surovin. Navíc zde hraje roli časový faktor: Otevření nových nalezišť trvá delší dobu, např. zprovoznění měděného dolu cca 10 let [15], což je v rozporu s plány rozvoje elektromobility v Evropě.

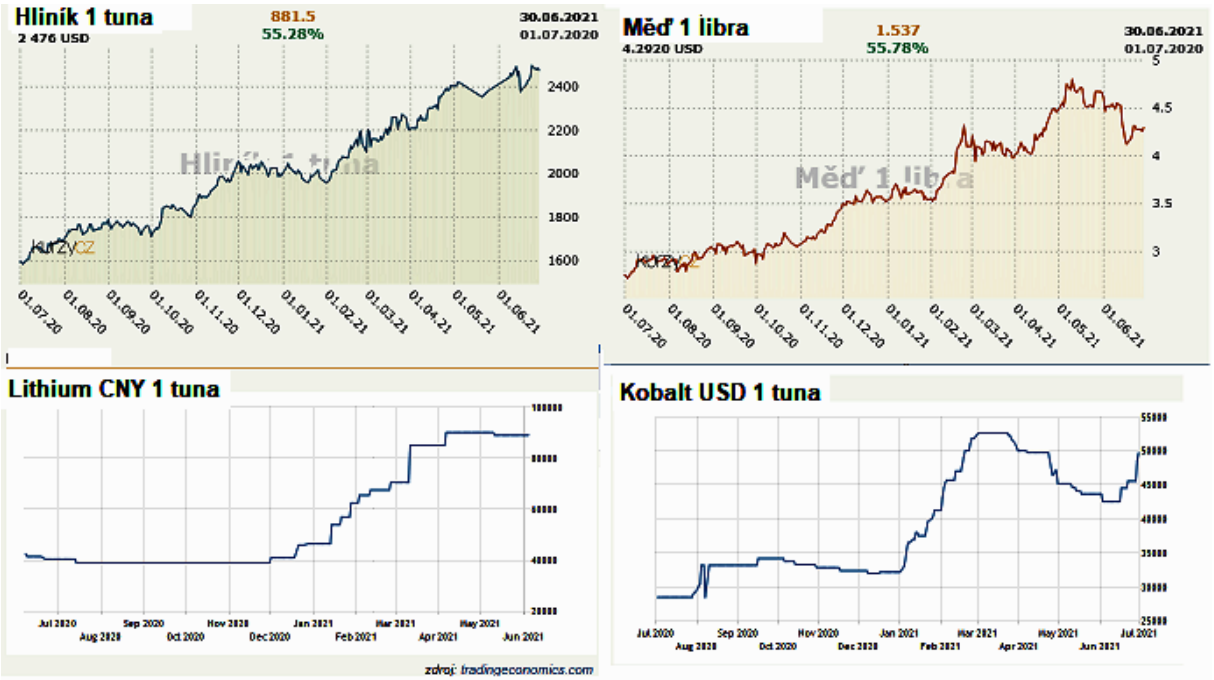
2.6. Recyklace

Teoreticky by potřeba těžby nových materiálů mohla být omezena recyklací použitých baterií elektromobilů, resp. solárních a větrných elektráren po skončení jejich životnost. Recyklace je v současné době v počátcích a je technologicky a energeticky náročná. V Evropě dosud není dostupná kapacita pro recyklaci většího množství baterií. V současné době se recyklací získává méně než 1% lithia a vzácných zemin. IEA předpokládá, že v roce 2040, kdy již bude k dispozici značné množství vyřazených baterií by recyklované množství mědi, lithia, niklu a kobaltu mohlo snížit požadavky na tyto minerály asi o 10% [10].

2.7 Co to přinese ekonomicky

Často se uvádí, že cena elektromobilů bude s rostoucí sériovostí klesat a dojde k vyrovnání cen automobilů se spalovacím motorem a elektromobilů. Je pravděpodobné, že k vyrovnání dojde, ale ne na současných cenách automobilů, nýbrž na cenách elektromobilů. Důvody k tomu jsou jednak připravované znevýhodnění spalovacích motorů uhlíkovou daní a zejména rostoucí materiálové a energetické náklady na výrobu elektromobilů. Obrázek 12 ukazuje vývoj ceny některých materiálů v posledním roce [16]. Je pravděpodobné, že s rostoucí

potřebou těchto matriálů může cena dále růst. Roste nezanedbatelně i cena oceli, základního materiálu pro výrobu vozidel.



Obrázek 12: vývoj cen vybraných materiálů

Obrázek 13: vývoj ceny elektřiny

Dalším problémem je vývoj ceny elektřiny [16] (obr. 13). Obecně se na na jejím růstu podílí snahy o snížení emisí CO_2, zejména rostoucí ceny emisních povolenek, uzavírání uhelných elektráren, dotace na výstavbu a provoz OZE a komoditní platby na záložní zdroje elektřiny. Např. dotace českých solárních elektráren od roku 2010 do 2030 se blíží 1 bilionu Kč, což je částka, za kterou by bylo možné postavit několik bloků jaderných elektráren se stabilními dodávkami elektřiny. Další růst OZE tyto částky ještě zvýší. Přitom v ČR solární elektrárny vyrábějí pouze cca 3% a větrné necelé 1% roční produkce elektrické energie. Rostoucí cena elektřiny se dotýká nejen domácností, zejména těch s nižšími příjmy, ale i průmyslu, kde zvyšuje náklady a tím snižuje jeho konkurenceschopnost a vede k obecnému zvyšování cen.

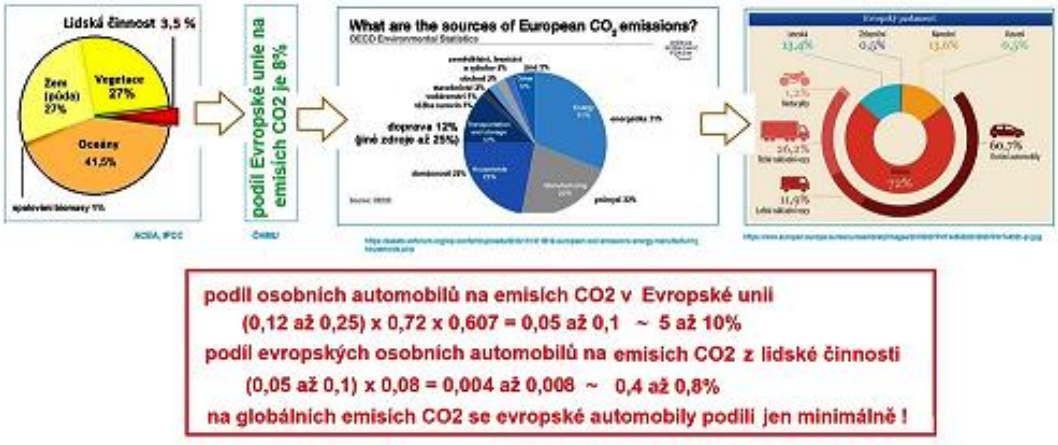
Ceny elektromobilů obecně jsou dotovány. Například v Německu je dotace na nákup elektromobilu 9000 €, ve Francii 7000 € [17]. Dotace mohou pocházet od státu (tedy od daňových poplatníků) nebo od automobilky, která na ně získává prostředky zdražením automobilů se spalovacími motory. Tento proces – zdražování automobilů

již probíhá. Čím více bude elektromobilů a méně automobilů se spalovacími motory, tím větší bude nárůst ceny automobilů pro kompenzaci dotací na elektromobily.

Rozvoj elektromobility vyvolává další nutné investice v řádech miliard EURO na budování nabíjecí infrastruktury, posílení rozvodných sítí atd. Masivnější růst počtu elektromobilů vyvolá v příštích letech růst spotřeby elektřiny, která bude muset být zejména v obdobích, kdy OZE nedodávají dostatek výkonu zajištěna patrně novými plynovými (t.j. fosilními) zdroji.

2.8 Co to přinese pro klima

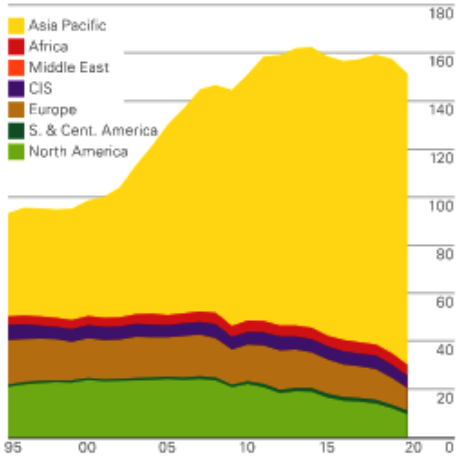
Emise z lidské činnosti představují cca 3,5% celkové tvorby CO_2 na Zemi, převážná většina CO_2 pochází z přírodních zdrojů. Za předpokladu, že by všechny automobily se spalovacím motorem v Evropě byly nahrazeny elektromobily a s uvážením podílu dopravy v Evropě na tvorbě CO2 celkem, z toho podílu silniční dopravy a podílu osobních automobilů je zřejmé, že se evropské osobní automobily podílejí na celkové tvorbě CO_2 v Evropě 5 – 10%. S uvážením podílu EU na tvorbě CO_2 ve světě se evropské osobní automobily podílejí na globálních emisích CO_2 z lidské činnosti pouze zlomkem procenta (obr. 14) ! A to ještě za předpokladu, že by elektromobily byly vyráběny zcela bezemisně a jezdily na čistou, bezemisně vyráběnou elektřinu. Tedy ve skutečnosti bude tento podíl ještě výrazně nižší v závislosti na reálných emisích při výrobě elektromobilů a baterií a výrobě elektřiny pro jejich provoz.



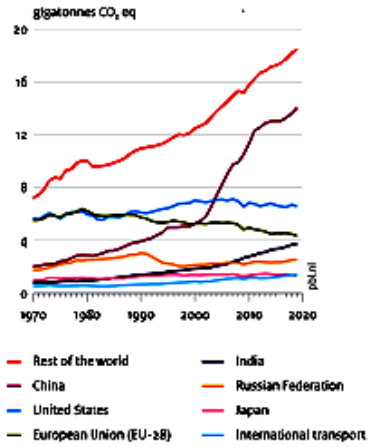
***Obrázek 14:** podíl osobních automobilů v Evropě na emisích CO2 z lidské činnosti*

V důsledku rostoucí životní úrovně v Číně a v dalších tzv. rozvojových zemích roste v těchto zemích spotřeba energie, která se vyrábí především z uhlí. Přes pokles spotřeby uhlí v Evropě a v USA jeho celková spotřeba ve světě neklesá [18] (obr. 15). V důsledku toho a v důsledku přesunu „špinavých“ výrob do Číny a dalších zemí celkové emise CO2 ve světě stoupají [19] a převyšují jejich úbytek v Evropě (obr. 16). Je zřejmé, že snaha o snižování emisí CO_2 náhradou automobilů elektromobily je velmi neefektivní a nevede k dosažení uhlíkové neutrality ve světě, nehledě na další problémy s tím souvisící. Za pozitivum lze považovat pouze snížení zdraví škodlivých emisí a hluku v ulicích měst.

S klimatickou změnou se musíme naučit žít, ne se ji snažit neúčinně a draze ovlivnit.



Obrázek 15: spotřeba uhlí ve světě



Obrázek 16: emise CO2 do r. 2019

3. ZÁVĚR

Elektromobil jako dopravní prostředek dává smysl zejména ve městech a při dojíždění do práce na krátké vzdálenosti, kde vystačí s malou baterií a lze jej dobít přes noc. Může být využit pro rozvážkové a jiné služby, dopravu po městě i jako druhý vůz v rodině, pokud majiteli nedělá problém vysoká cena. Násilné prosazování elektromobilů s cílem dosažení uhlíkové neutrality je neefektivní cestou, není lékem k ozdravění planety, nepřináší z hlediska klimatu prakticky nic a naráží na řadu problémů v oblasti výroby, materiálové náročnosti i v cenové politice. Vysoká cena omezuje mobilitu chudší části společnosti a nutí je udržovat v provozu stará vozidla s vysokými emisemi, což je v přímém protikladu se smyslem elektromobility. Dotace pokřivují trh a podporují bohatší část společnosti. Navíc zde vzniká riziko dovozu ojetých elektromobilů s následnými problémy s ekologickou likvidací vysloužilých baterií.

Budeme-li ve smyslu současných evropských předpisů považovat elektromobily za zcela bezemisní a podobně elektřinu vyráběnou v solárních nebo větrných elektrárnách za bezemisní, pak je možné, že do roku 2050 dosáhneme v Evropě uhlíkové neutrality. Ale jen na papíře, nikoliv ve skutečnosti, a to při značném poklesu současné kvality života.

POUŽITÉ ZDROJE

[1] Ccweb studie pro MŽP
https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap02.pdf

[2] Pascal Richet: The temperature–CO2 climate connection:
an epistemological reappraisal of ice-core messages

https://hgss.copernicus.org/articles/12/97/2021/hgss-12-97-2021.pdf

[3] EU chce mít na silnicích do roku 2030 nejméně 30 milionů aut bez emisí
https://www.auto.cz/eu-chce-mit-na-silnicich-do-roku-2030-nejmene-30-milionu-aut-bez-emisi-137087

[4] BRUSEL: Zelený úděl se vítězně valí vpřed
https://neviditelnypes.lidovky.cz/ekonomika/brusel-zeleny-udel-se-vitezne-vali-vpred.A210329_173419_p_ekonomika_nef

[5] Aktualizace Národního akčního plánu čisté mobility (NAP CM)2019
https://mdcr.cz/getattachment/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Vlada-schvalila-aktualizovany-Narodni-akcni-plan-c/Aktualizace-NAP-CM.pdf.aspx

[6] ROMARE, Mia a Lisbeth DAHLLÖF. The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries:
https://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243%20The%20life%20cycle%20energy%20consumption%20and%20CO2%20emissions%20from%20lithium%20ion%20batteries%20.pdf

[7] Global EV Outlook 2019 [online]. Paris: IEA, 2019 [cit. 2020-06-04].
https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019

[8] Kosten für E-Autos: Ladeverluste nicht vergessen
ADAC e.V. | Technik | 22.07.2020
https://presse.adac.de/meldungen/adac-ev/technik/ladeverlust.html

[9] Morkus, Macek: Kam kráčíš, elektromobilito?
https://www.fs.cvut.cz/verejnost/pr-media/pribehy-z-ustavu/kam-kracis-elektromobilito/

[10] The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. IEA 2021
https://iea.blob.core.windows.net/assets/24d5dfbb-a77a-4647-abcc-667867207f74/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf

[11] ERÚ: Roční zpráva o provozu elektrizační soustavy ČR za rok 2020
https://www.eru.cz/documents/10540/6616306/Rocni_zprava_provoz_ES_2020.pdf/edc0cb03-700a-43a7-8c08-a1ccb3f2d173

[12] Největší bateriové úložiště v ČR zahájilo svůj provoz v Plané nad Lužnicí
https://oze.tzb-info.cz/akumulace-elektriny/19624-nejvetsi-bateriove-uloziste-v-cr-zahajilo-svuj-provoz-v-plane-nad-luznici

[13] Antimon. Prvek, kterým drží Čína a Rusko svět v šachu.
https://www.tydenikhrot.cz/clanek/antimon-cina-rusko-usa

[14) Silicon Data Sheet - Mineral Commodity Summaries 2020
https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-silicon.pdf

[15] Jak se přechází na zelenou. Světu budou brzy chybět miliony tun mědi.

https://www.tydenikhrot.cz/clanek/jak-se-prechazi-na-zelenou-svetu-budou-brzy-chybet-miliony-tun-medi-zelena-ekonomika

[16] Kurzycz.
www.kurzy.cz/komodity

[17] Dotace na elektromobily v zahraničí
https://www.portalridice.cz/clanek/dotace-na-elektromobily-v-zahranici

[18] Statistical Review of World Energy
https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html

[19]Trends in global CO2 and total greenhouse gas emissions: 2019 Report
https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-trends-in-global-co2-and-total-greenhouse-gas-emissions-2019-report_4068.pdf

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla financována z projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, programu NPU I (LO), projektu # LO1311 Rozvoj automobilového centra udržitelné mobility spolu s programy Technologické agentury ČR, NCK 1 a BETA , projekty Národní kompetenční centrum Josefa Božka, TN0100 0026, a Optimální využití obnovitelných paliv v dopravě, TIT SMZP 713. Tyto podpory jsou vděčně uznávány. Během diskusí s kolegy v think-tanku Realistická energetika a ekologie, https://realisticka.cz došlo k mnoha zajímavým závěrům.