

# Jak ekologický je váš elektromobil?

**ing. Josef Morkus, CSc**

Centrum vozidel udržitelné mobility, FS ČVUT v Praze

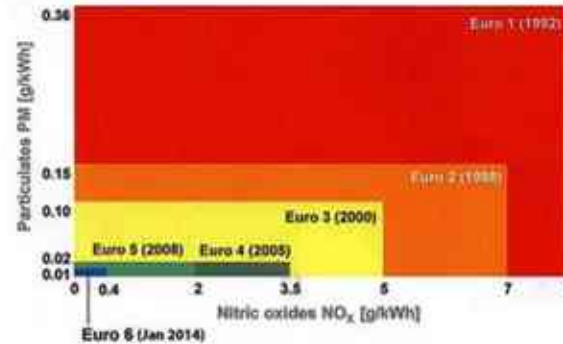
Chytrá a čistá mobilita

22.9.2022 Praha

# Emise CO<sub>2</sub>-eq evropských vozidel

Snižování jakýchkoli emisí - CO<sub>2</sub>, zdraví škodlivých plynů a částic, hluku atd. je potřebné a správné.

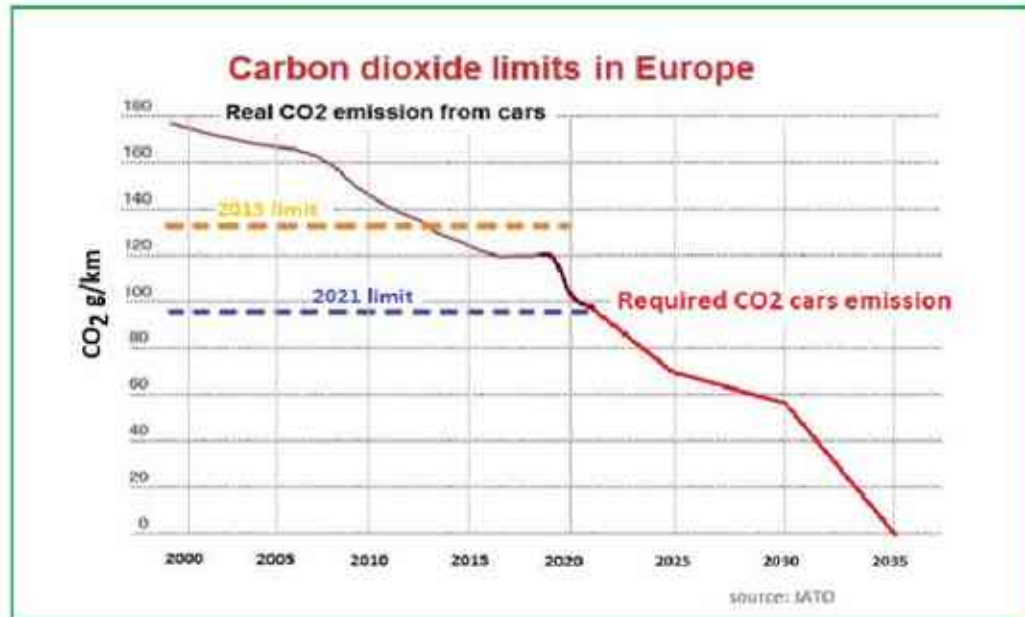
- dlouhodobě rostoucí ceny paliva
- EURO předpisy
- EU požadavky



12. října 2022 bude zveřejněn nový předpis EURO 7, s přísnějšími požadavky na emise

Přesné hodnoty ani termín platnosti nejsou dosud známy

## Emise CO<sub>2</sub> evropských vozidel:



Evropská komise a Evropský parlament požadují nulové emise od roku 2035

Při stanovení průměrných emisí každého výrobce jsou elektromobily považovány zcela bezemisní  
**Je to pravda?**

| Maker      | g/km  | Maker      | g/km  |
|------------|-------|------------|-------|
| VOLKSWAGEN | 96.3  | OPEL       | 104.9 |
| PEUGEOT    | 97.9  | DACIA      | 109.8 |
| RENAULT    | 86.7  | SEAT       | 116.4 |
| BMW        | 107.3 | VOLVO      | 103.2 |
| MERCEDES   | 102.4 | NISSAN     | 105.0 |
| TOYOTA     | 108.8 | MINI       | 90.1  |
| AUDI       | 109.8 | TESLA      | 0.0   |
| FORD       | 102.3 | SUZUKI     | 117.7 |
| HYUNDAI    | 89.8  | MAZDA      | 120.3 |
| KIA        | 91.9  | JEEP       | 122.8 |
| FIAT       | 92.8  | LAND ROVER | 149.3 |
| CITROEN    | 111.9 | VAUXHALL   | 105.9 |
| SKODA      | 101.0 |            |       |

Average CO<sub>2</sub> emissions of various manufacturers 2021

source: JATO

# Kdy je elektromobil bezemisní ?

Podle předpisů EU o emisních limitech pro automobilky (pro výpočet pokut) je elektromobil bezemisní vždy. Rovněž při jízdě neprodukuje žádné emise.

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

- při jeho výrobě nevzniknou žádné emise
- výroba baterií bude zcela bezemisní
- rovněž elektřina, na kterou bude jezdit bude vyrobena bezemisně
- jeho údržba a opravy včetně náhradních dílů budou bez emisí
- a na konci životnosti bude bez vzniku emisí rozebrán a recyklován

Je zřejmé, že když nebudou splněny všechny tyto podmínky, předpoklad, že elektromobil je bezemisní neodpovídá skutečnosti!

## Green NCAP

**Green NCAP** je nezávislá evropská organizace, podporovaná NCAP programem (New Car Assessment Program) a jejím cílem je informování veřejnosti o vlivu nových vozidel na životní prostředí.

Jedná se o odnož známější organizace Euro NCAP, která se zabývá pasivní bezpečností vozidel.

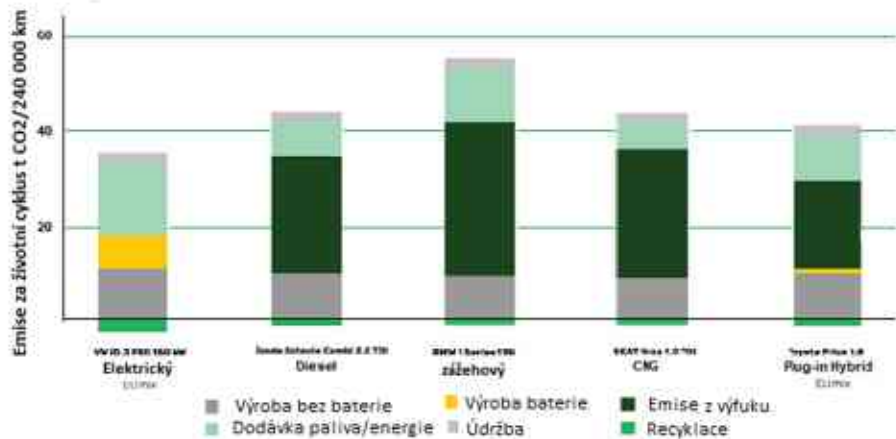
Během let 2019 - 2021 **Green NCAP** otestovala ve vlastních zkušebních zařízeních 61 nových vozidel různých velikostí s různými pohony - **konvenčních automobilů s benzinovým nebo naftovým motorem, bateriových elektromobilů a vozidel s hybridním pohonem**. Testy byly prováděny jak v laboratoři, tak i na silnici i při zhoršených provozních podmínkách.

Výsledky měření byly zpracovány pro **celý životní cyklus vozidel (cradle to grave)** metodikou vyvinutou Joanneum Research Graz a oponovány institutem Paula Scherrera ve Švýcarsku.

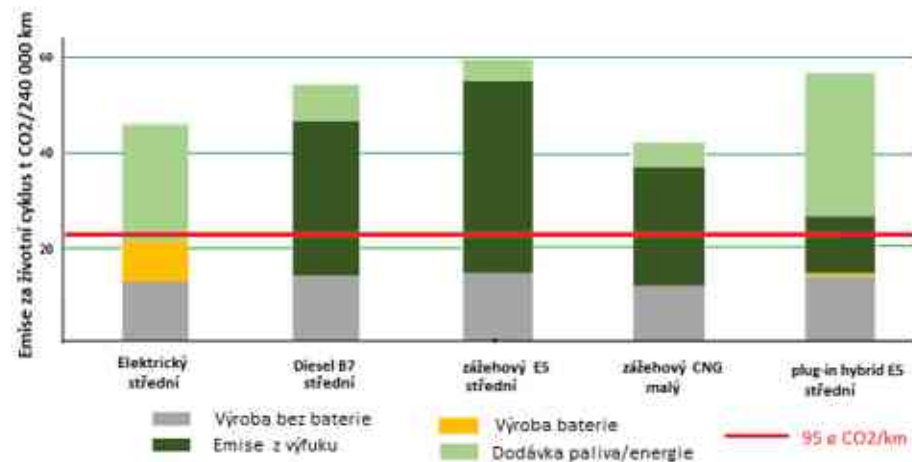
V dubnu a květnu 2022 byly publikovány výsledky. Pro objektivní srovnání bylo u všech vozidel uvažováno 16 let provozu a 240 000 ujetých km. U elektrických vozidel byl uvažován průměrný elektrický mix EU a Spojeného království.

Publikované výsledky nám daly příležitost porovnat dřívější výpočty ČVUT přepočtené na 240 000 km s výsledky měření.

## CO<sub>2</sub>-eq emise za životní cyklus vozidel s různými druhy pohonu

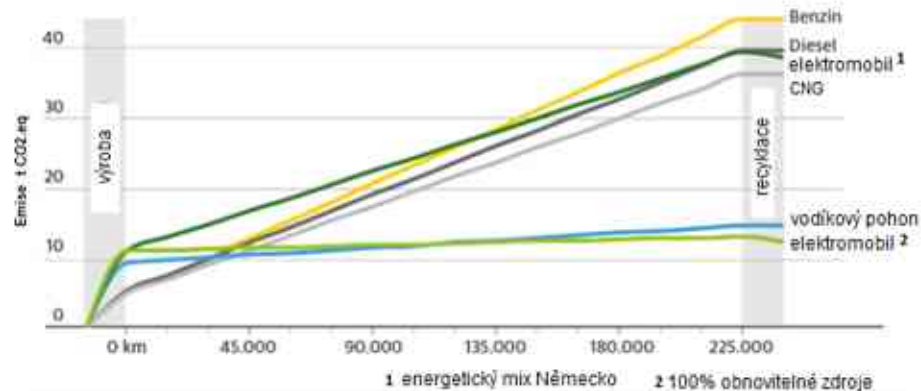


Green NCAP - emise za životní cyklus pro různé pohony



Výpočet ČVUT - emise za životní cyklus pro různé pohony

Emise za životní cyklus t CO<sub>2</sub>-eq/240 000 km; el.en. emisní faktor pro provoz 415 g CO<sub>2</sub>/kWh; výroba baterie 415 g CO<sub>2</sub>/kWh; spotřeba energie na výrobu 214 kWh sol/kWh bat

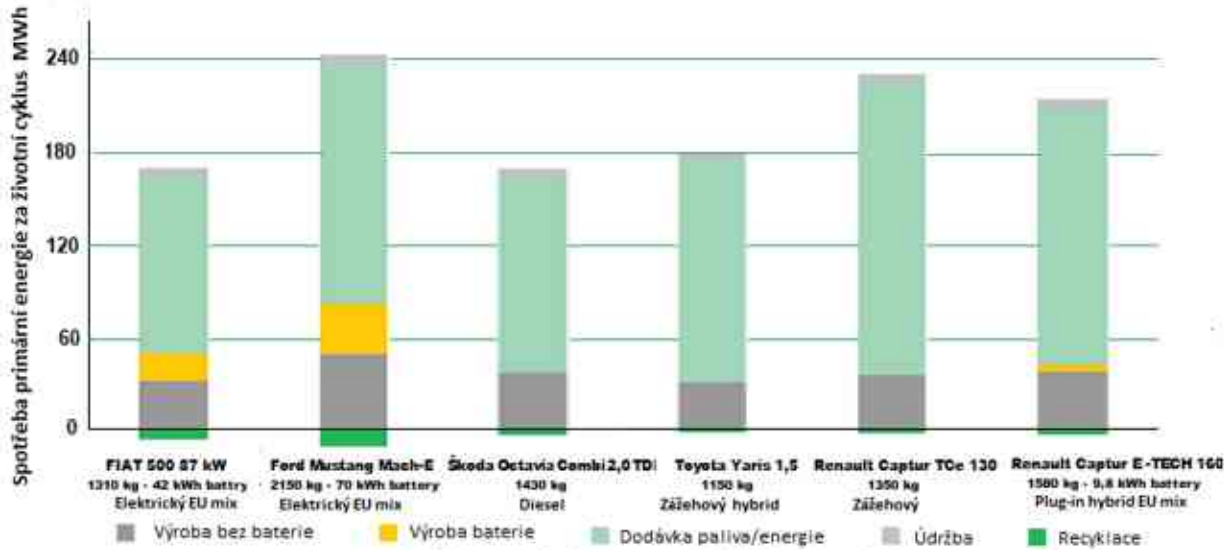


Vývoj emisí během životního cyklu - graf ADAC pro vozidlo kategorie Golf

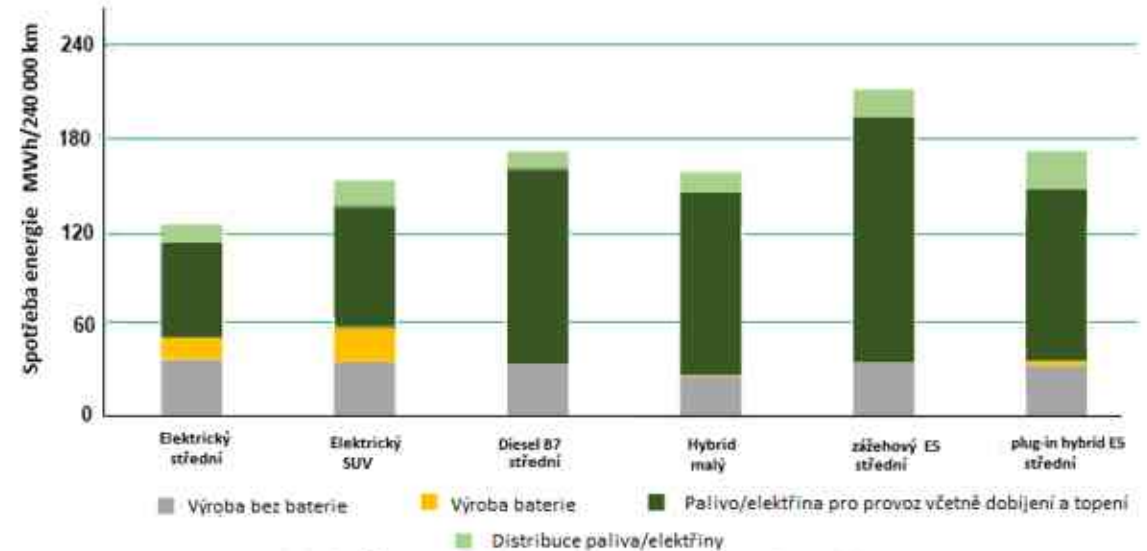
Quelle: Jaramark Research © 2010 ADAC e.V.

## Spotřeba primární energie za životní cyklus vozidla

Green NCAP považuje spotřebu energie za stejně důležitou jako emise



Green NCAP - spotřeba primární energie vozidel s různými druhy pohonu

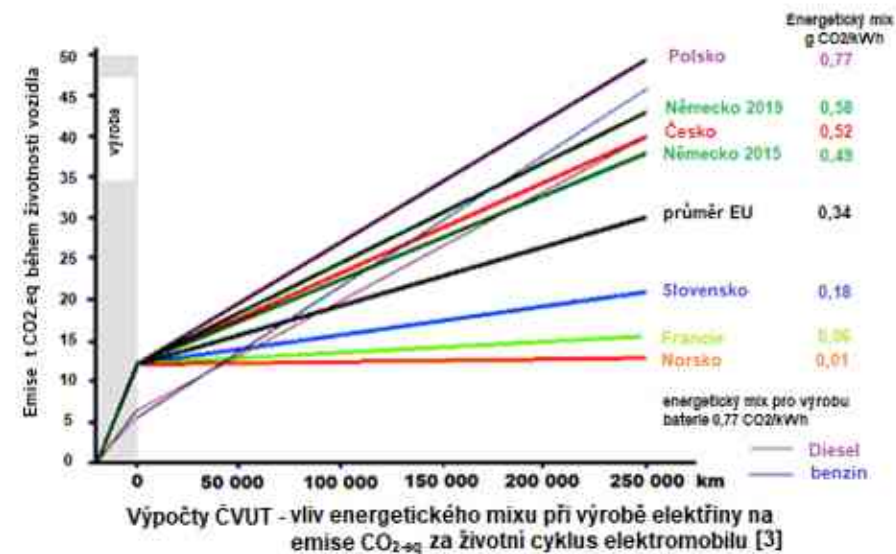
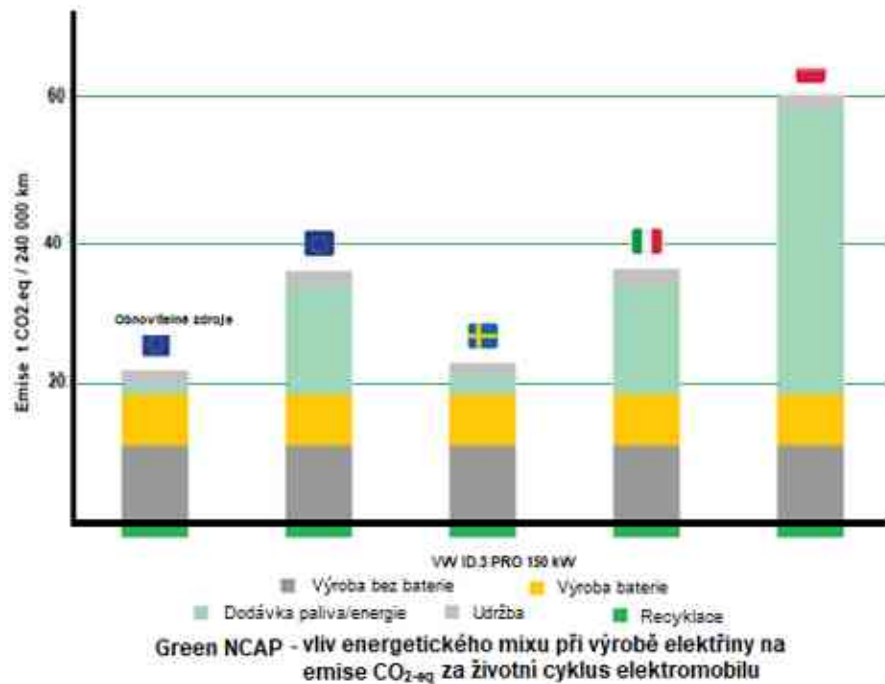


Výpočet ČVUT - spotřeba energie během životního cyklu

Emise za životní cyklus, t CO<sub>2</sub>-eq/240 000 km; el.en. emisní faktor pro provoz 415 g CO<sub>2</sub>/kWh; výroba baterie 415 g CO<sub>2</sub>/kWh; spotřeba energie na výrobu 214 kWh/100/1 kWh/bat

Primární energie je součet všech energií, které je potřeba získat z přírody pro výrobu a provoz vozidla t.j. z uhlí, ropy, zemního plynu, slunce, větru, jádra, ...

# Vliv energetického mixu na emise CO<sub>2</sub> za životní cyklus vozidla



Prioritně je potřeba zajistit dostatečné zdroje nízkoemisní elektřiny pro nabíjení elektromobilů

V podmínkách ČR jsou prakticky jedinou cestou jaderné elektrárny

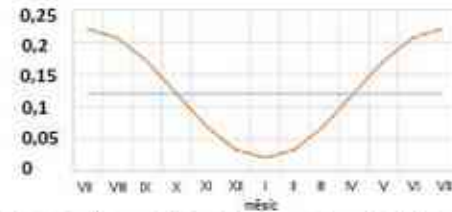
# OZE

## Solární a větrné elektrárny nepokryjí spotřebu elektromobilů

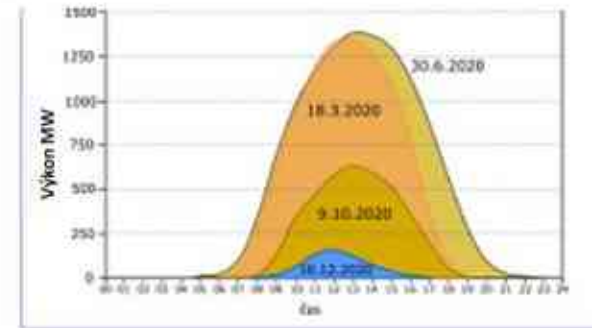
Podíl OZE na výrobě elektřiny (netto)  
2021:

|         |      |
|---------|------|
| celkem  | 12%  |
| solární | 2,7% |
| větrné  | 0,7% |

zdroj: ERÚ

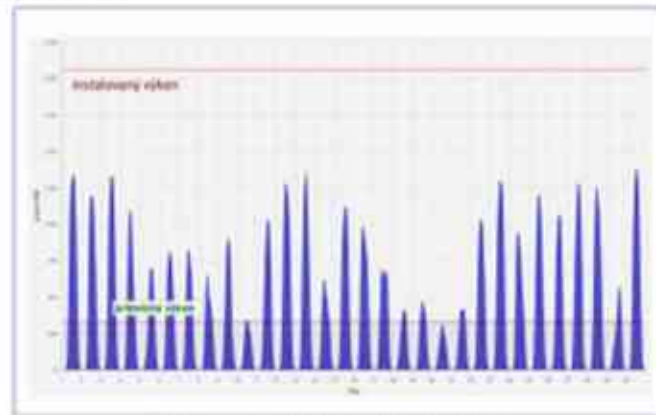


Relativní výkon solární elektrárny v % nominálního výkonu



Obr. Porovnání výkonu solárních elektráren ve vybraných dnech v ČR roku 2020. Zdroj dat ENTSO-E Transparency Platform

Červen 2020



Výkon solárních elektráren v ČR, červen 2020. Zdroj dat ENTSO-E Transparency Platform

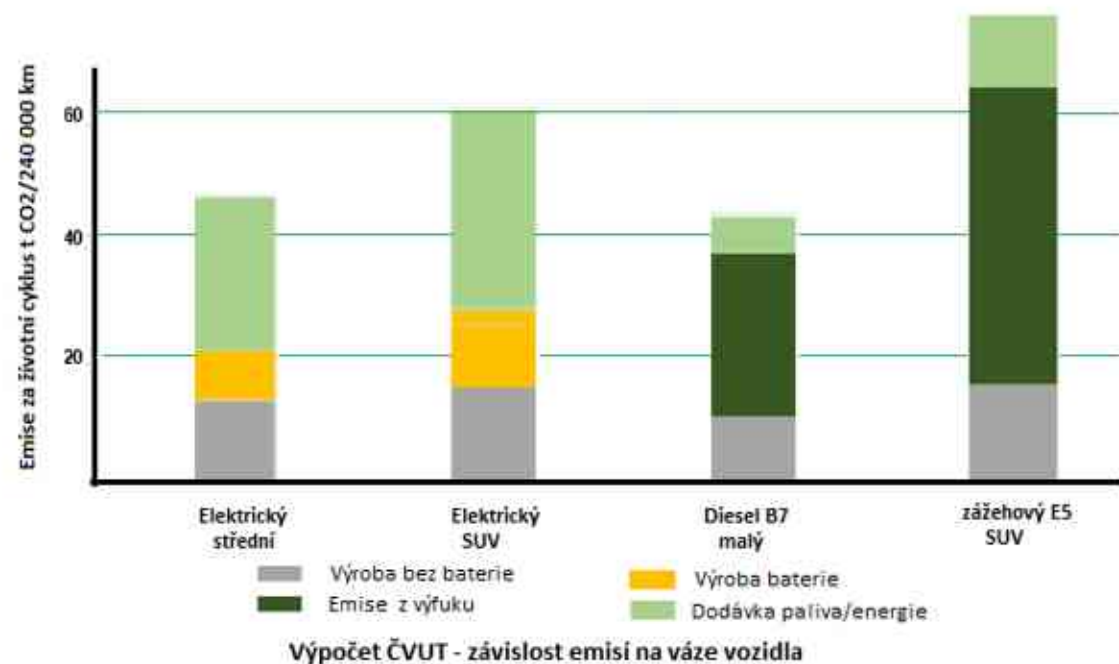
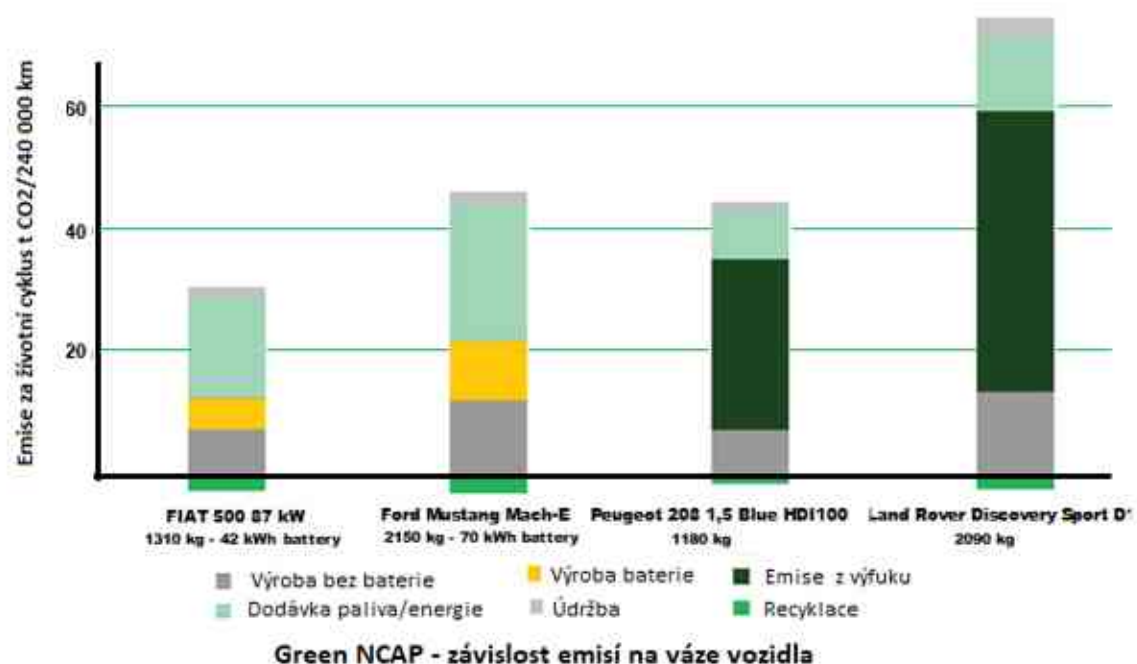
Prosinec 2020



Výkon solárních elektráren v ČR, prosinec 2020. Zdroj dat ENTSO-E Transparency Platform



## Vliv hmotnosti vozidla na emise CO<sub>2</sub>-eq za životní cyklus

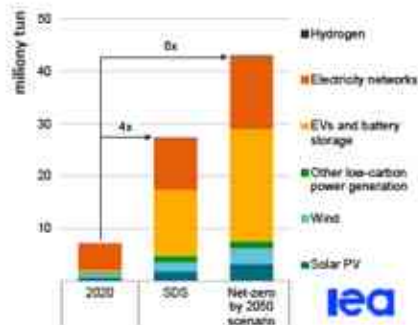


**Snaha o velký dojezd elektromobilu vede na velkou a těžkou baterii a na růst emisí CO<sub>2</sub>**

# Nárůst potřeby baterií v příštích letech

Podle představ Evropské unie by mělo v roce 2030 jezdit na evropských silnicích 30 milionů elektromobilů. A v roce 2050 by téměř všechna vozidla (300 milionů) měla být bezemisní.

Mezinárodní energetická agentura **iea** v obsáhlé zprávě **The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions** upozorňuje na extrémní nárůst potřeby baterií pro tato vozidla při scénáři udržitelného rozvoje **SDS** do roku 2040



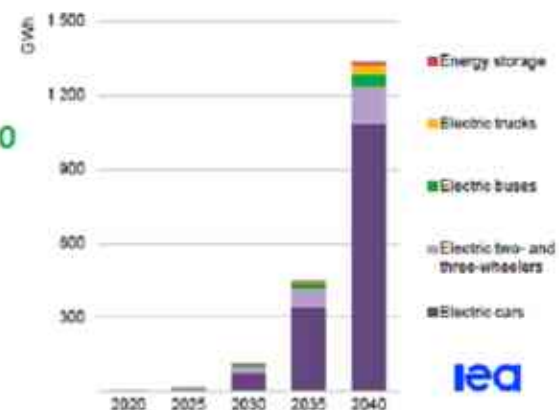
To povede k násobnému požadavku na materiály jak pro výrobu baterií, tak i pro další technologie výroby a distribuce "čisté energie" z OZE

Pro scénář uhlíkové neutrality v roce 2050 budou tyto hodnoty ještě výrazně vyšší

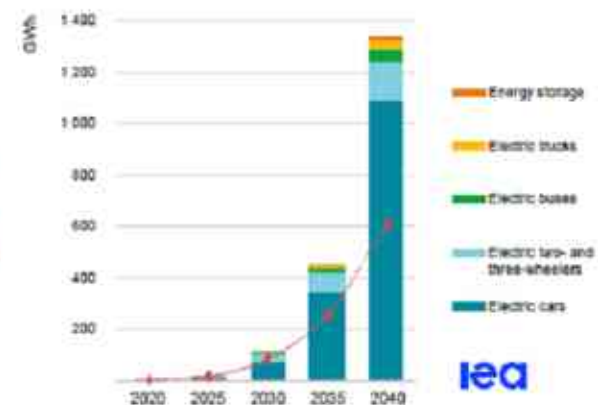
požadavky na minerály pro technologie čisté energie

Současně poroste množství vyřazených použitých baterií, které by měly být recyklovány. Recyklace baterií je v současné době ve stádiu výzkumu a poloprovozních zkoušek. Nyní se recyklací získává cca 1% potřebných materiálů, IEA předpokládá v roce 2040 10%. Recyklace je energeticky náročná a v současné době dražší než těžba.

Dovoz ojetých elektromobilů problém recyklace ještě zvyšuje.



potřebná kapacita baterií do roku 2040 (scénář SDS)



množství vyřazených baterií do roku 2040 (scénář SDS)

# Materiálová náročnost

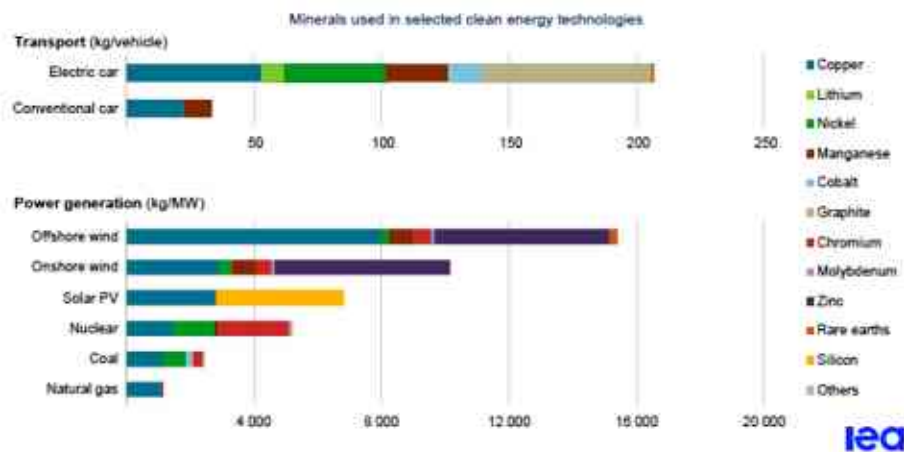
Pro scénář udržitelného rozvoje do roku 2040.

Podle analýzy IEA uvedené ve zprávě *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions* do roku 2040 násobně vzroste potřeba materiálů, a to nejen lithia, grafitu, kobaltu ap. ale i materiálů běžně používaných jako je např. měď.

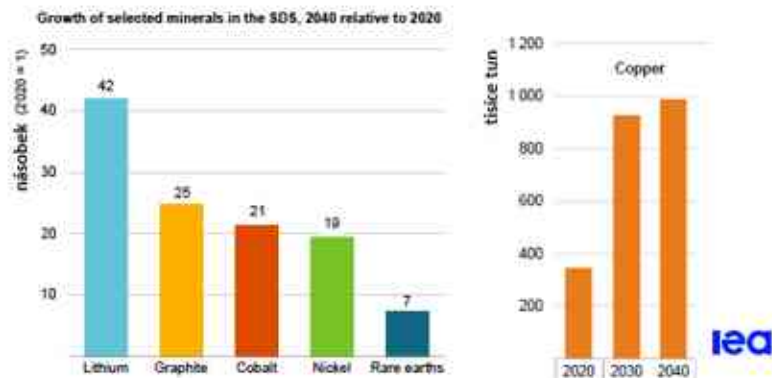
Tytéž materiály jsou potřeba nejen pro elektromobily (baterie), ale i pro solární, větrné i další elektrárny a rovněž pro vojenské účely.

**Nedostatek materiálu může být limitem rozvoje elektromobility!**

*Například otevření nového dolu na měď trvá 15 - 20 let*

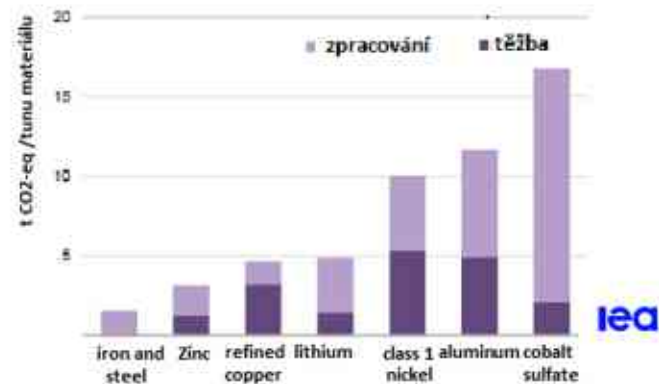


porovnání spotřeby materiálů pro automobily a elektromobily a pro různé technologie výroby elektřiny

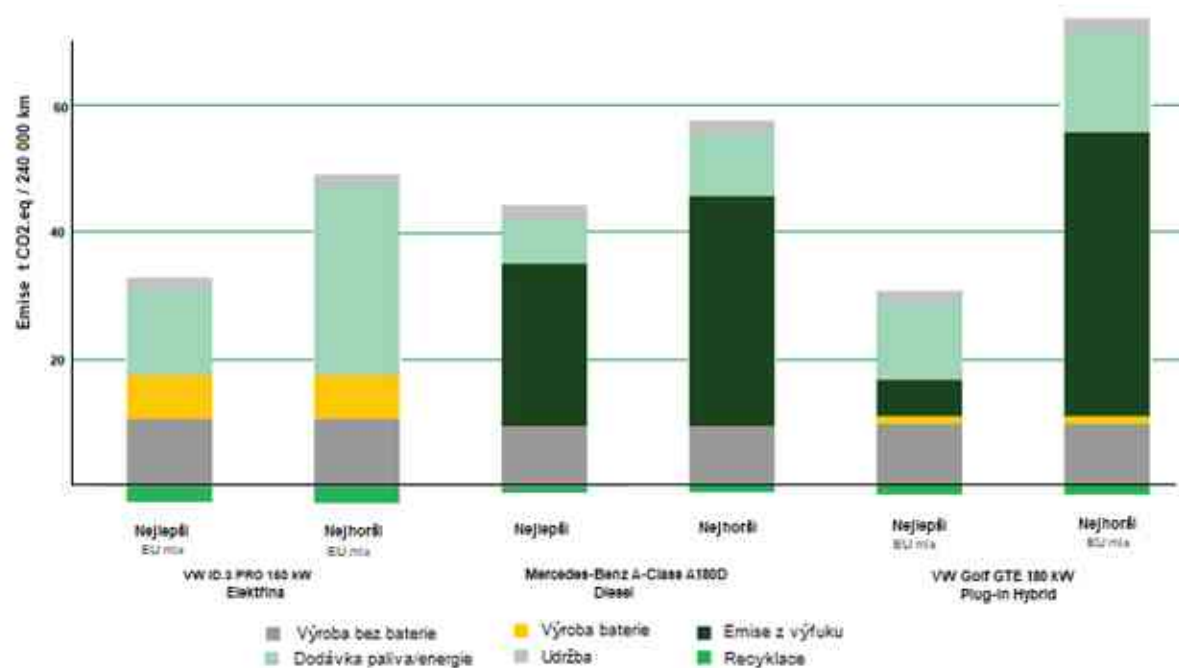


násobný nárůst spotřeby materiálů scénář SDS do roku 2040  
Pro uhlíkovou neutralitu v roce 2050 budou tyto požadavky ještě vyšší.

S růstem spotřeby materiálů porostou i emise z jejich těžby a zpracování



## Vliv provozních podmínek na emise CO<sub>2</sub>-eq za životní cyklus vozidla



Green NCAP - nejlepší a nejhorší hodnoty emisí CO<sub>2</sub>-eq za životní cyklus pro vozidla s různým druhem pohonu

**Dynamická jízda a nízké teploty vedou na zdvojnásobení emisí elektromobilu**

**U plug-in hybridu emise velmi závisí na pravidelném dobíjení baterie**

## Zásadní problém elektromobilů je cena

### Cena kovů a energií



Současné ceny elektromobilů jsou dotované a rostou

Dotace:

- výrobní - ze zisku z prodeje vozidel se spalovacím motorem
- státní - z daní obyvatel

Náklady na vstupy výrazně rostou a dotace se snižují



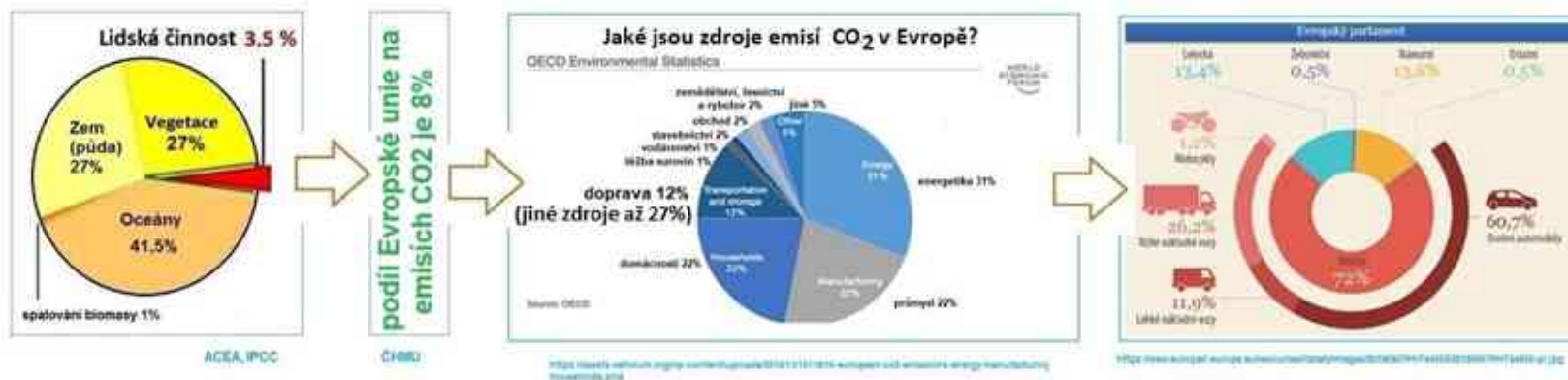
není pravděpodobný pokles cen elektromobilů

ale je pravděpodobný nárůst cen automobilů se spalovacím motorem

V budoucnu lze očekávat daň z elektřiny náhradou za daň z benzínu a nafty

# Jaký vliv na klima bude mít přechod EU na elektromobilitu?

Co by se stalo, kdybychom všechny evropské automobily nahradili bateriovými elektromobily ?



podíl osobních automobilů na emisích CO<sub>2</sub> v Evropské unii

$$0,25 \times 0,72 \times 0,607 = 0,11 \sim 11\%$$

podíl evropských osobních automobilů na emisích CO<sub>2</sub> ve světě

$$0,11 \times 0,08 = 0,0088 \sim 0,9\% \text{ z lidské činnosti}$$

t.j. emise z lidské činnosti by se snížily jen o necelé 1%

a to za předpokladu, že elektromobily jsou zcela bezemisní !

ale elektromobily jsou z hlediska emisí CO<sub>2</sub> srovnatelné a automobily a vliv na klima bude těžko měřitelný

**Nárůst emisí CO<sub>2</sub> ve světě násobně překračuje úsporu elektromobily v EU**

ale nucený přechod na elektromobilitu významně sníží mobilitu obyvatel

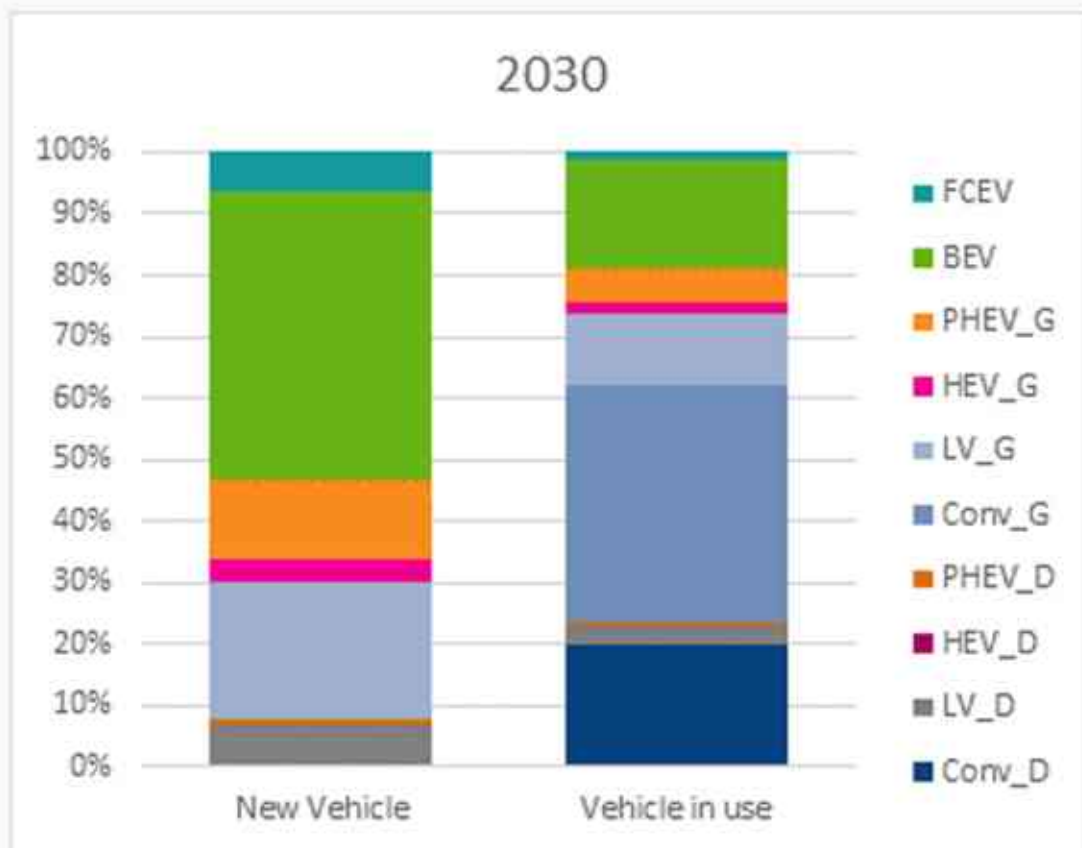
**Mění se klima nelze elektromobilitou změnit,  
ale je potřeba se mu přizpůsobit!**

## Resume

- zdraví škodlivé emise ze spalovacích motorů (oxidy dusíku, částice, ..) jsou při dodržení předpisů EURO omezeny na minimum
- elektromobil z pohledu jeho životního cyklu není bezemisní. Vozidla s velkou baterií mají emise CO<sub>2</sub> srovnatelné nebo vyšší než moderní automobily se spalovacím motorem
- elektrický pohon má smysl zejména ve městech, kde stačí malá baterie a jeho výhody - nulové emise za jízdy, nízký hluk, dobrá akcelerace, dobití přes noc malým výkonem - převažují nad jeho nevýhodami. Tedy elektrokola, elektrické koloběžky, skútry, vozidla pro car-sharing, ... případně druhý vůz do rodiny (ale pak malý nájezd a dlouhá doba než začne být emisně lepší)
- současná snaha o co největší dojezd na jedno nabití vede k růstu emisí CO<sub>2</sub>
- vysoké ceny povedou k omezení mobility obyvatel a ke snaze udržet v provozu stará vozidla s vysokými emisemi

# The global shift in powertrains will take decades to reach full effect

The gap between new vehicles and inventory powertrains on the road is up to 30%



FCEV Fuel Cell Electric Vehicle; BEV Battery Electric Vehicle; PHEV Plug-in Hybrid Electric Vehicle; LV Low Voltage Hybrid (48V), Source: Bosch

**eMob** scenario is Bosch's **most ambitious** electrification scenario

The percentage of BEV **decreases from 50%** of new vehicle sales to a **maximum of 20%** in vehicles in use in the most optimistic scenario

Accordingly expected fleet composition 2030 demands for approximately:

- **130 miot/a Diesel**
- **70 miot/a Gasoline**