

Výhledy do budoucnosti mobility, koncepty V2L, V2H, V2G, V2L, V2V a využití mobility pro další aplikace

Petr Baxant

Kolokvium přehled

2

2022 zima

Date	Topic	Lector
27.09.2022	Nabíjecí infrastruktura - standardizace u nás, ve světě	Ing. Jaromír Marušinec, MBA
04.10.2022	Elektrický pohon v letectví - Letoun VUT 051 RAY	Ing. Dalibor Červinka, Ph.D.
11.10.2022	Infrastruktura energetických sítí pro elektromobilitu	Ing. Martin Paar, Ph.D.
18.10.2022	Výhledy do budoucnosti mobility, koncepty V2L, V2H, V2G, V2L, V2V a využití mobility pro další aplikace	doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D.
25.10.2022	Rychlonabíjecí stanice, zdroje, konstrukce, možnosti	Ing. Jan Martiš, Ph.D.
01.11.2022	Mobilita z pohledu komunikací, dat a zabezpečení, implementace V2G	Ing. Lukáš Jablončík
08.11.2022	Termo a energo management ve vozidlech	doc. Ing. Jan Fišer, Ph.D.
15.11.2022	Železnice jako prostředek na cestě k udržitelné mobilitě	Prof. Ing. Jaroslav Novák, Ph.D.
22.11.2022	The transition of propulsion technologies on the way to carbon-neutral mobility	Associate Professor Dr. Mario Hirz
29.11.2022	Elektromobilita z pohledu produktové bezpečnosti	Ing. Marek Papoušek
06.12.2022	Akumulátory, technologie na ukládání elektrické energie	doc. Ing. Tomáš Kazda, Ph.D.
13.12.2022	Aktivity CDV v oblasti čisté dopravy, aktuální stav elektromobility v ČR a EU	Ing. Lukáš Kadula Ing. Jan Staněk, Ing. Petr Beneš, MBA
20.12.2022	Zkušenosti s edukací veřejnosti v oblasti nových technologií a čisté mobility	

Kolokvium přehled

3

2022 léto

Date	Topic	Lector
28.02.2023	Autonomní mobilita	Ing. Et. Ing. Adam Skokan, CDV
14.03.2023	Bezemisní udržitelná multimodální mobilita	Ing. Jiří Pohl, Siemens Mobility
28.03.2023	Algoritmy pro výpočet dojezdu elektromobilu	Ing. Jan Dedek, Ph.D.
11.04.2023	Nabíjecí infrastruktura pro Brno	Teplárny Brno
25.04.2023	Zkušenosti se spotřebami elektromobilu v zimních podmínkách	Ing. Zdeněk Mašek, Ph.D.
09.05.2023	Exkurze na Centrum dopravního výzkumu	CDV
16.05.2023	Bezemisní udržitelná multimodální mobilita	Ing. Jiří Pohl, Siemens Mobility
23.05.2023	Elektromobilita v praxi - testovací jízdy, prezentace elektromobilů	Směs uživatelů, Malá elektromobilita

Kolokvium přehled

4

2023 zima

Date	Topic	Lector
26.09.2023	Vývoj v oblasti automotive - 2023 a dále - Společenské, legislativní a technologické trendy	doc. Ing. Jan Fišer, Ph.D.
03.10.2023	Design elektrických strojů pro e-mobilitu	doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.
10.10.2023	Infrastruktura energetických sítí pro elektromobilitu	Ing. Martin Paar, Ph.D.
17.10.2023	Akumulátory, technologie na ukládání elektrické energie	doc. Ing. Tomáš Kazda, Ph.D.
24.10.2023	Přímé a nepřímé využití vodíku při dekarbonizaci dopravy	Ing. Jiří Pohl, Siemens Mobility
31.10.2023	Projekt dekarbonizace dopravy v ČR	Ing. Jiří Pohl, Siemens Mobility
07.11.2023	Sekundární trh a degradace trakčních akumulátorů	Ing. Jan Dedek, Ph.D.
14.11.2023	Vývoj elektromobilu z pohledu produktové bezpečnosti	Ing. Marek Papoušek
21.11.2023	Elektromotory a generátory pro více elektrická letadla	doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.
28.11.2023	Automotive technologies of alternative propulsion and automated driving	Associate Professor Dr. Mario Hirz
05.12.2023	Výhledy do budoucnosti mobility, koncepty V2L, V2H, V2G, V2I, V2V a využití mobility pro další aplikace	doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D.
12.12.2023	V2G pilot projects in Nederland - bidirectional charging - online	Robin Berg, WeDriveSolar
19.12.2023	Volné téma, co vás zajímá?, Bude, nebude?	???

Kam kráčí energetika, průmysl, společnost a jak pomůže elektromobilita?

- ▶ Spolupráce elektromobility a obnovitelných zdrojů
 - ▶ Elektromobilita jako nosný prvek udržitelnosti
 - ▶ Potenciál veřejného osvětlení pro budování infrastruktury dobíjecích bodů
-
- ▶ Zelená dohoda vs. veřejné mínění – názor lidu

Spalovací motor



Elektromotor



Rozdíly mezi spalovacím motorem a elektromotorem

- ▶ **Chlazení:** velmi intenzivní vs. vzduchové popř. vodní malého výkonu
- ▶ **Spotřeba vzduchu:** velmi vysoká vs. žádná
- ▶ **Spaliny:** vysoké emise CO₂, NO_x vs. nulové emise na straně vozidla
- ▶ **Spolehlivost:** relativně dobrá po desítkách let vývoje vs. velmi vysoká
- ▶ **Recyklovatelnost:** řešitelná, mnoho typů znečištěných materiálů vs. relativně jednoduchá, čisté materiály

Baterie vs. Nádrž a PHM

- ▶ Baterie po dobu života neztrácí svou hmotu, elektřina hmotnost baterie ani auta nemění
- ▶ PHM protéká rychlostí asi 50 – 100 ml/1km. Každých 100 tis. km vyžaduje tedy 5 – 10 tis. kg hmoty v palivu. **Hmotnost automobilu** v palivu zmizí každých **cca 20 tis. km!**
- ▶ Produkce CO₂ kolem 100g/km = 2 t po 20 tis. km!
- ▶ **Trakční akumulátor** obsahuje i po skončení životnosti všechny chemické prvky jako na počátku
- ▶ Akumulátorem protéká pouze elektrická energie – elektrický proud vs. napětí
- ▶ **Akumulátor využívá** pouze **reverzibilní chemickou reakci**
- ▶ Opořebení akumulátoru = degradace mechanické struktury elektrod, promíchávání hmot a chemických látek
- ▶ Recyklace = separace jednotlivých komponent a opětovné zformování elektrod a elektrolytu



Global CO₂ emissions from transport

This is based on global transport emissions in 2018, which totalled 8 billion tonnes CO₂.
Transport accounts for 24% of CO₂ emissions from energy.

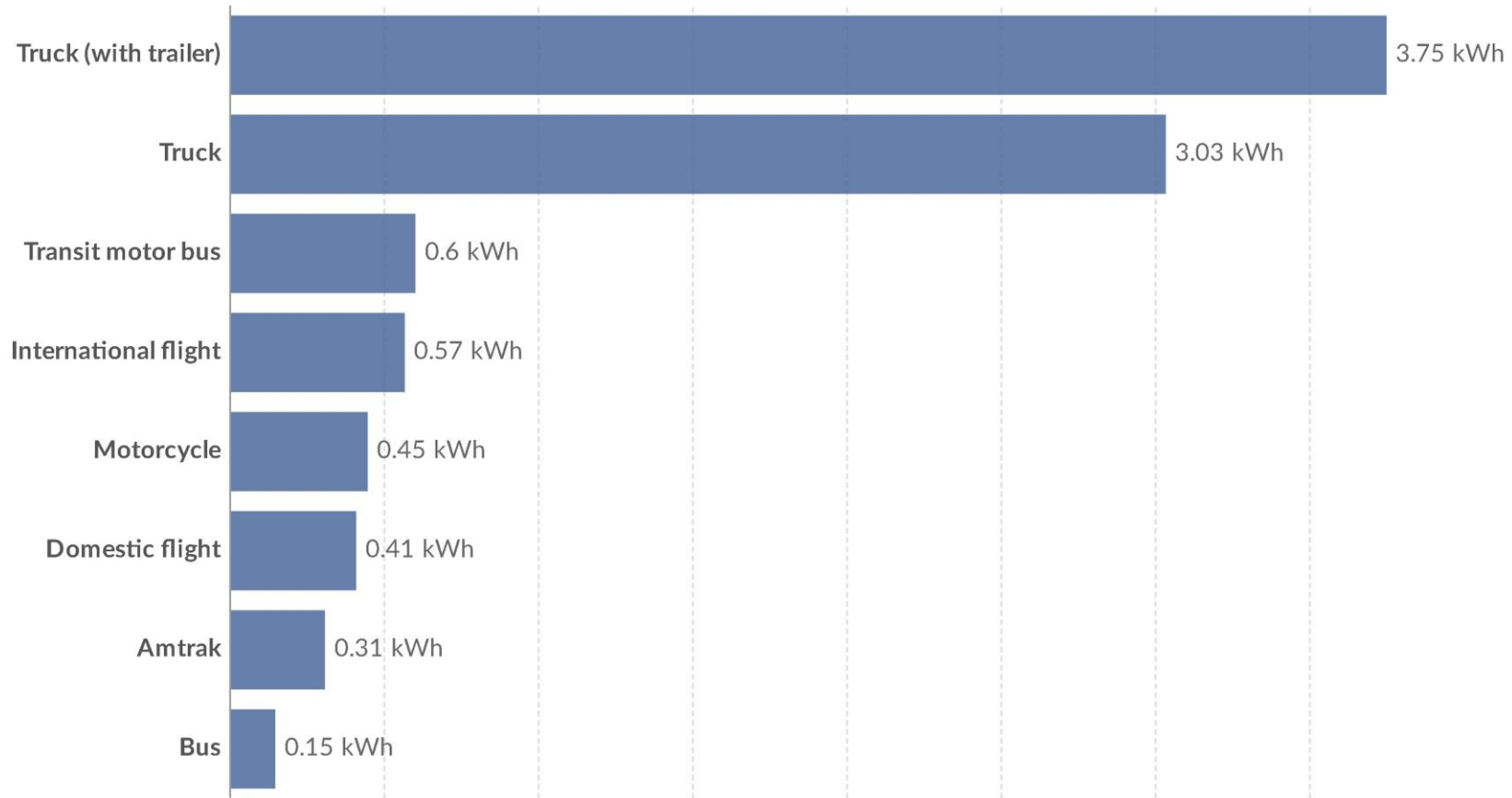
74.5% of transport emissions
come from road vehicles



Energy intensity of transport per passenger-kilometer, 2018

Our World
in Data

Energy intensity is measured as kilowatt-hours of energy needed per passenger kilometer. This is based on data from the US.

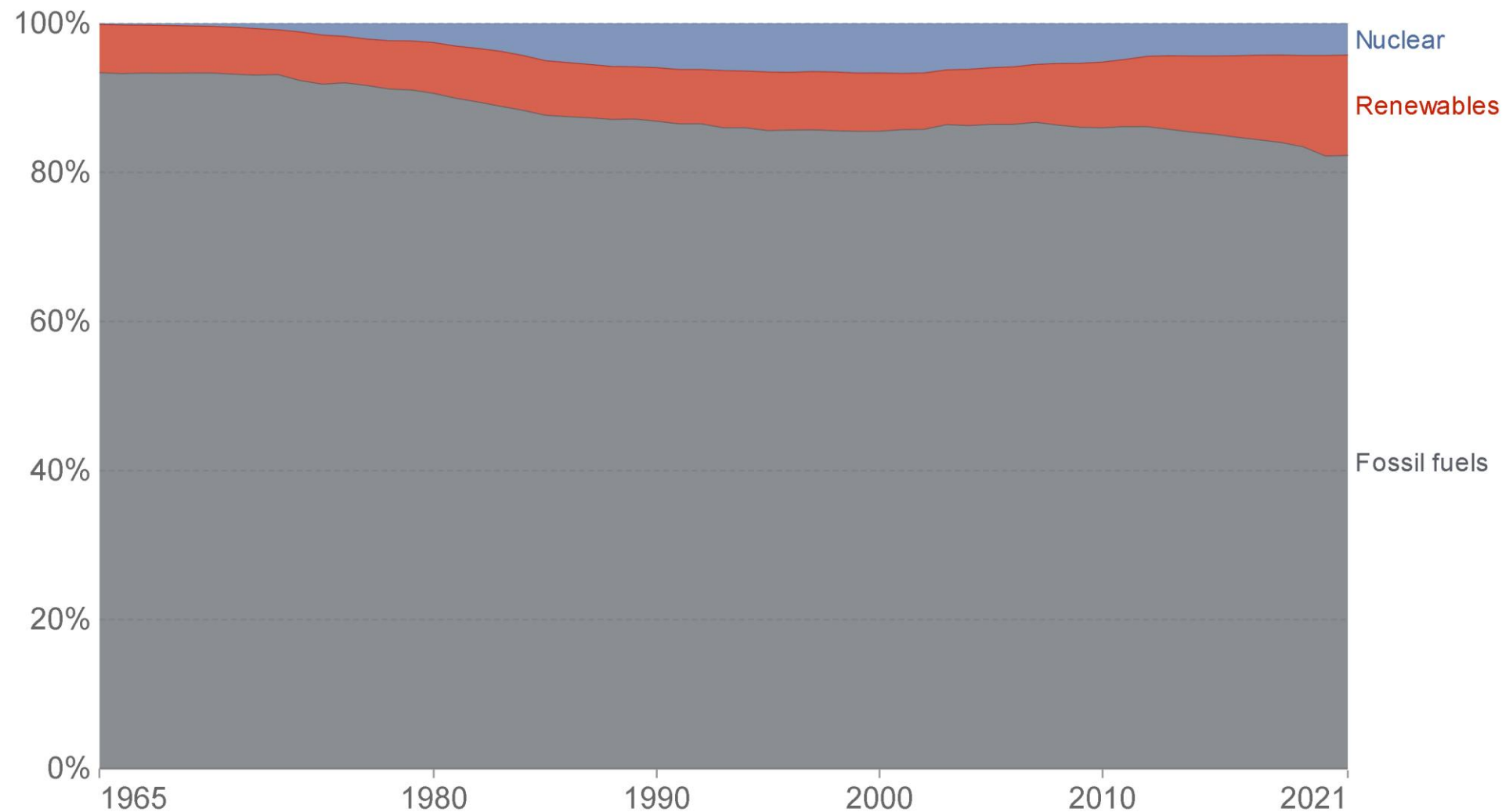


Data source: United States Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics (BTS)

OurWorldInData.org/transport | CC BY

Primary energy consumption from fossil fuels, nuclear and renewables, World

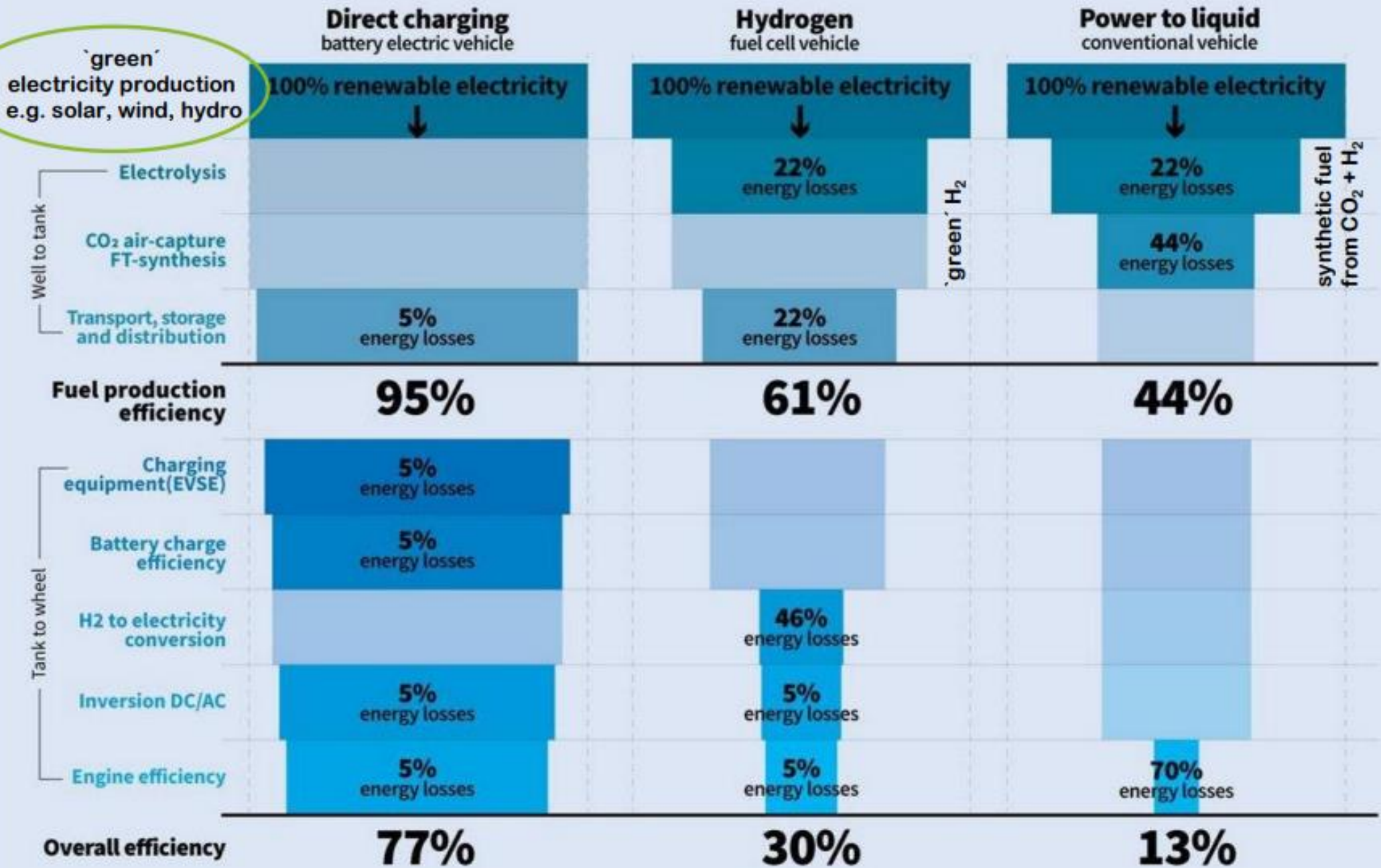
The breakdown of primary energy is shown based on the 'substitution' method which takes account of inefficiencies in energy production from fossil fuels.



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

Note: Renewables includes hydropower, solar, wind, geothermal, wave and tidal and bioenergy. It does not include traditional biofuels.

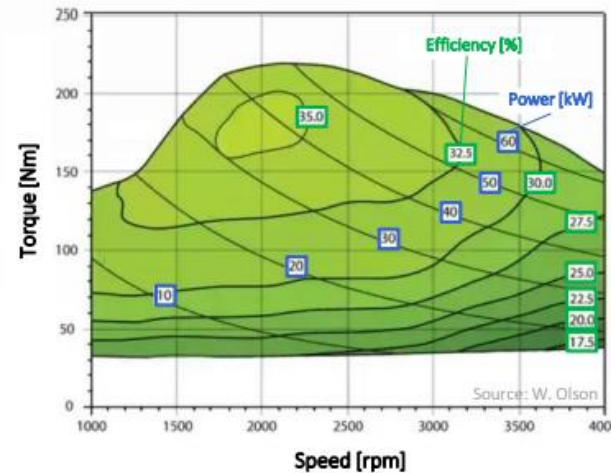
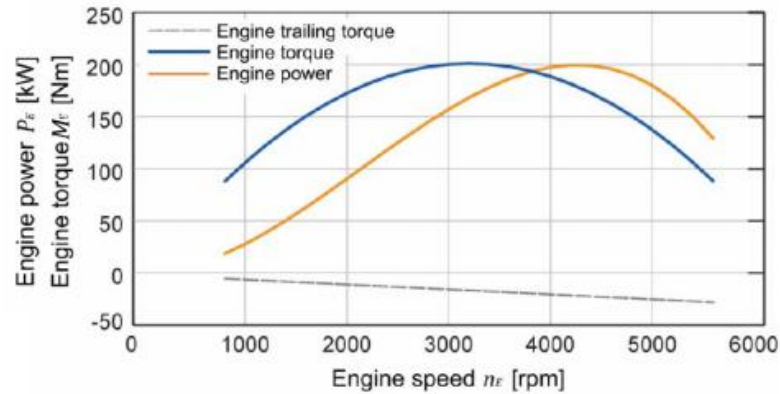


Source: Transportation & Environment

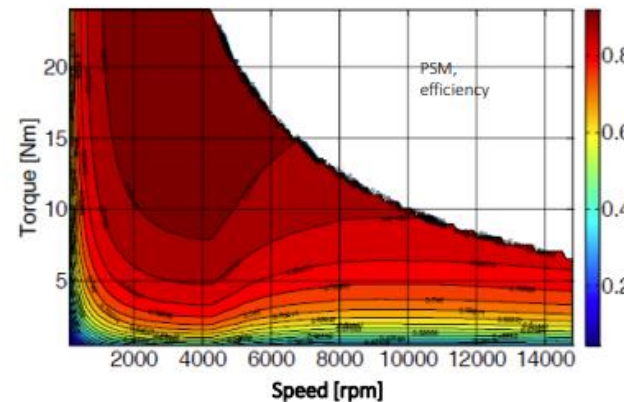
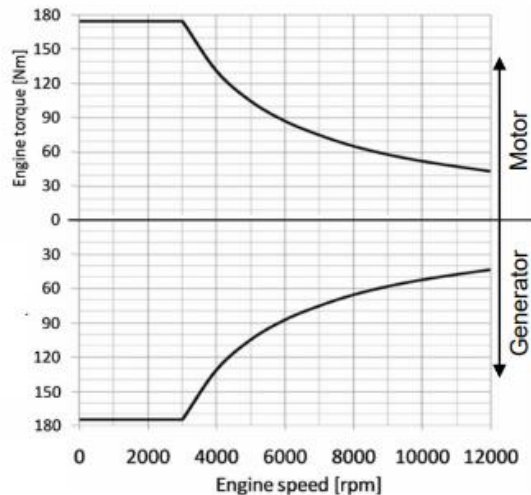
ICE vs. BEV

Internal combustion engine vs. electric motor

ICE



E-Motor



- ▶ Účinnost spalovací motor 35% max. elektromotor >95%

Akumulační energie

14

- ▶ Spalné teplo - akumulovaná energie
 - ▶ Benzín: **32,6 MJ/dm³** (9,05 kWh/dm³, **13,1 kWh/kg**)
 - ▶ Nafta: **37,6 MJ/ dm³** (10,4 kWh/dm³, **12,4 kWh/kg**)
 - ▶ Vodík (70 MPa): **8,8 MJ/ dm³** (2,4 kWh/dm³, **39,4 kWh/kg**)
- ▶ Vodík při započtení hmotnosti nádrže **5,9 MJ/ dm³** (1,6 kWh/dm³ , **1,9 kWh/kg**)
 - ▶ Vodík při atmosférickém tlaku: **0,013 MJ/ dm³** (0,036 kWh/dm³ , **39,4 kWh/kg**)
 - ▶ Hnědé uhlí: **11-13 MJ/ dm³** (3-3,6 kWh/dm³ , **4-5 kWh/kg**)
- ▶ Článek Li-On 18650: **2,3 MJ/ dm³** (0,64 kWh/dm³ , **0,24 kWh/kg**)
- ▶ 100 kWh battery pack Tesla 625 kg / 0,4 m³: **0,9 MJ/ dm³** (0,25 kWh/dm³ , **0,16 kWh/kg**)

Akumulační energie

15

Akumulační hmota	MJ/dm ³	kWh/kg	Poměr k max	Poměr k max
Benzín	32,6	13,1	87	33,2
Nafta	37,6	12,4	100	31,5
Vodík 70MPa	8,8	39,4	23	100,0
Vodík v nádrži 100 kg / 120 l (cca 5kg vodíku)	5,9	1,9	16	4,8
Vodík 0,1MPa	0,013	39,4	0,0346	100,0
Metan 0,1MPa	0,039	15,4	0,1037	39,1
Hnědé uhlí max.	13	5	35	12,7
Li-On 18650	2,3	0,24	6	0,6
Tesla 100kWh battery	0,9	0,16	2	0,4

Energie ČR a svět

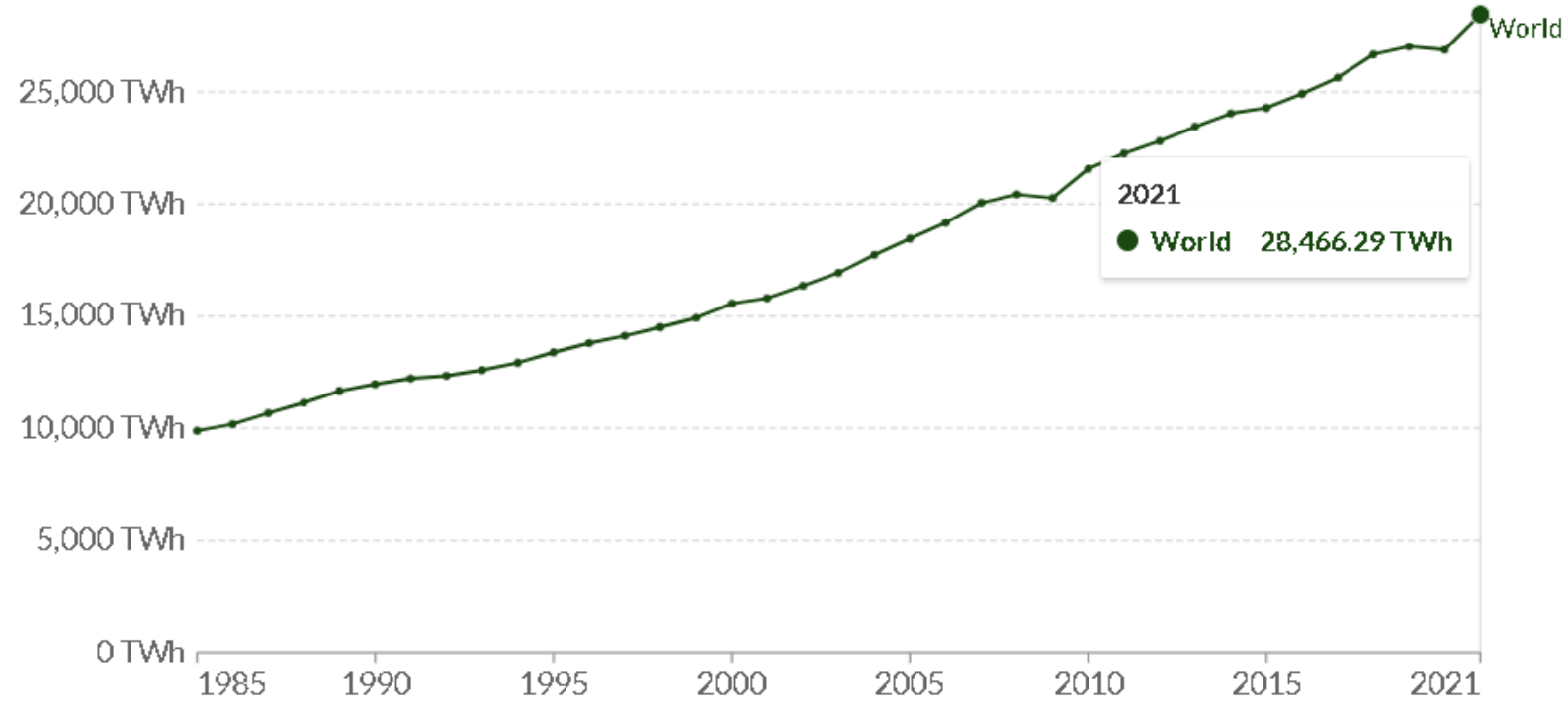
16

- ▶ Spotřeba elektřiny ČR: **60,2 TWh**
- ▶ Výroba elektřiny ČR: **81,4 TWh**
- ▶ Výroba elektřiny svět: **25 849 TWh**
- ▶ **Obnovitelné zdroje (bez jádra): 7931 TWh – 30% (2021)**
- ▶ Jaderné elektrárny svět: 10,3%, 2 800 TWh
- ▶ Solární elektřina 2000 – **1TWh**, 2021 – **1000 TWh** > za 20 let změna o 3 řády!
- ▶ Rekordní nárůst produkce 270 TWh v roce 2022 (více než 26%) – abs. Nárůst na 1300 TWh
- ▶ Celková spotřeba energie svět: **162 189 TWh** (2019)
- ▶ ČR elektřina na obyvatele: **6 MWh/rok (685 W** trvale)
- ▶ Veškerá spotřeba energie v ČR: **96 kWh/den/obyvatele = 4 kW** trvalý příkon!
- ▶ K únoru **2022** žilo na planetě Země celkem **7,93 miliard** lidí
- ▶ Listopad 2023 – překročena hranice 8 mld. lidí.
- ▶ Přepočteno na obyvatele: cca **20 MWh/rok = 2,3 kW** trvalý příkon!

Electricity generation

Our World
in Data

+ Add country



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022); Our World in Data based on Ember's Global Electricity Review (2022); Our World in Data based on Ember's European Electricity Review (2022)
OurWorldInData.org/energy • CC BY

▶ 1985 2021

CHART

MAP

TABLE

SOURCES

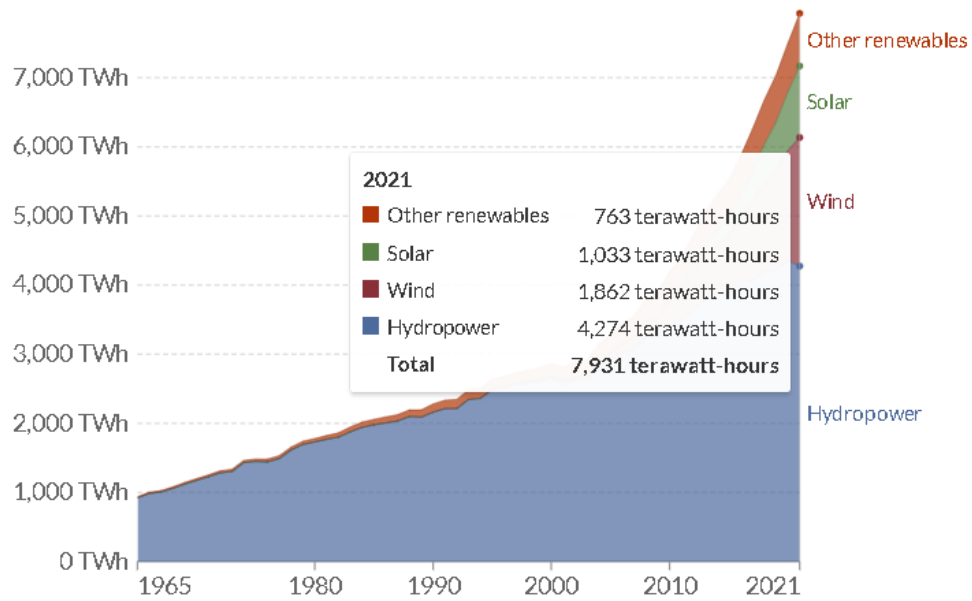
↓ DOWNLOAD



Renewable energy generation, World

Our World in Data

Change country Relative

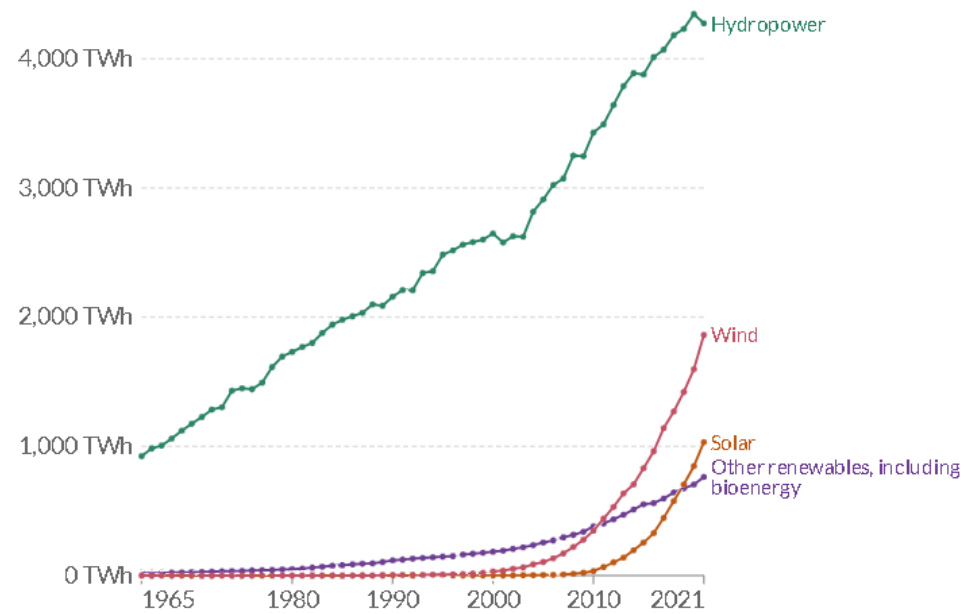


Source: BP Statistical Review of Global Energy
 Note: 'Other renewables' refers to renewable sources including geothermal, biomass, waste, wave and tidal. Traditional biomass is not included.
 OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY

Modern renewable energy generation by source, World

Our World in Data

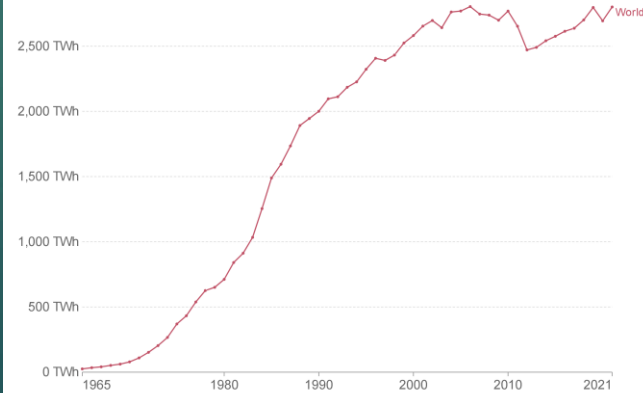
Change country



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy & Ember
 OurWorldInData.org/renewable-energy • CC BY

Nuclear power generation

Our World in Data



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy & Ember
 OurWorldInData.org/energy • CC BY

TEPLÁRNY BRNO V ČÍSLECH

456 399 MWh

OBJEM PRODANÉ ELEKTŘINY ZA ROK

100 000

POČET ZÁSOBOVANÝCH
DOMÁCNOSTÍ

503

POČET ZÁSOBOVANÝCH
FIREM

47,8 km

DOSUD NAHRAZENÝCH PAROVODŮ

780

CELKOVÝ POČET ODBĚRNÝCH MÍST,
KTERÁ ZÁSObUJEME TEPEM

3 700 000 GJ

OBJEM PRODANÉHO TEPLA ZA ROK

177 km

CELKOVÁ DÉLKA PAROVODŮ
A HORKOVODŮ

1 024

POČET VÝMĚNÍKOVÝCH STANIC
A PLYNOVÝCH KOTELN

2 281 995 000 KM TMS

10137 GJ / DEN

19

21 DNÍ 2GW

110 184 634 LITRŮ
BENZÍNU

1 027 778 MWh

E:T = 1:2,25

Potenciál veřejné osvětlení

20

- ▶ počet svítidel VO v ČR: asi 1,4 milionů
- ▶ počet hodin provozu: asi 4000 ročně
- ▶ příkon jednoho bodu: cca 100 W (v Brně 81 W)
- ▶ roční spotřeba: 560 000 000 kWh = 560 GWh = 560 hodin výroby jednoho bloku JETE = 23 dní!
- ▶ **Tesla model S** by ujela na tuto elektřinu 2,8 miliardy km, což je 9 krát vzdálenost **ze Země na Slunce a zpět!**
- ▶ 1 000 000 EV by mohlo místo svícení v noci najezdit 2800 km. Při současném počtu 10 000 EV máme jen ze svícení zásobu na 280 tis. km na vozidlo, popř. 28 tis. km pro 100 tis. BEV ročně (započteno pouze veřejné osvětlení, což je pravděpodobně méně než 50% nočního svícení)

Brno patří k energeticky nejúspornějším městům v České republice

21

14 399,02 MWh/rok

71 995 000 KM TMS

43 416 svítidel

1658 KM / SVÍTIDLO

4 084 hodin ročně

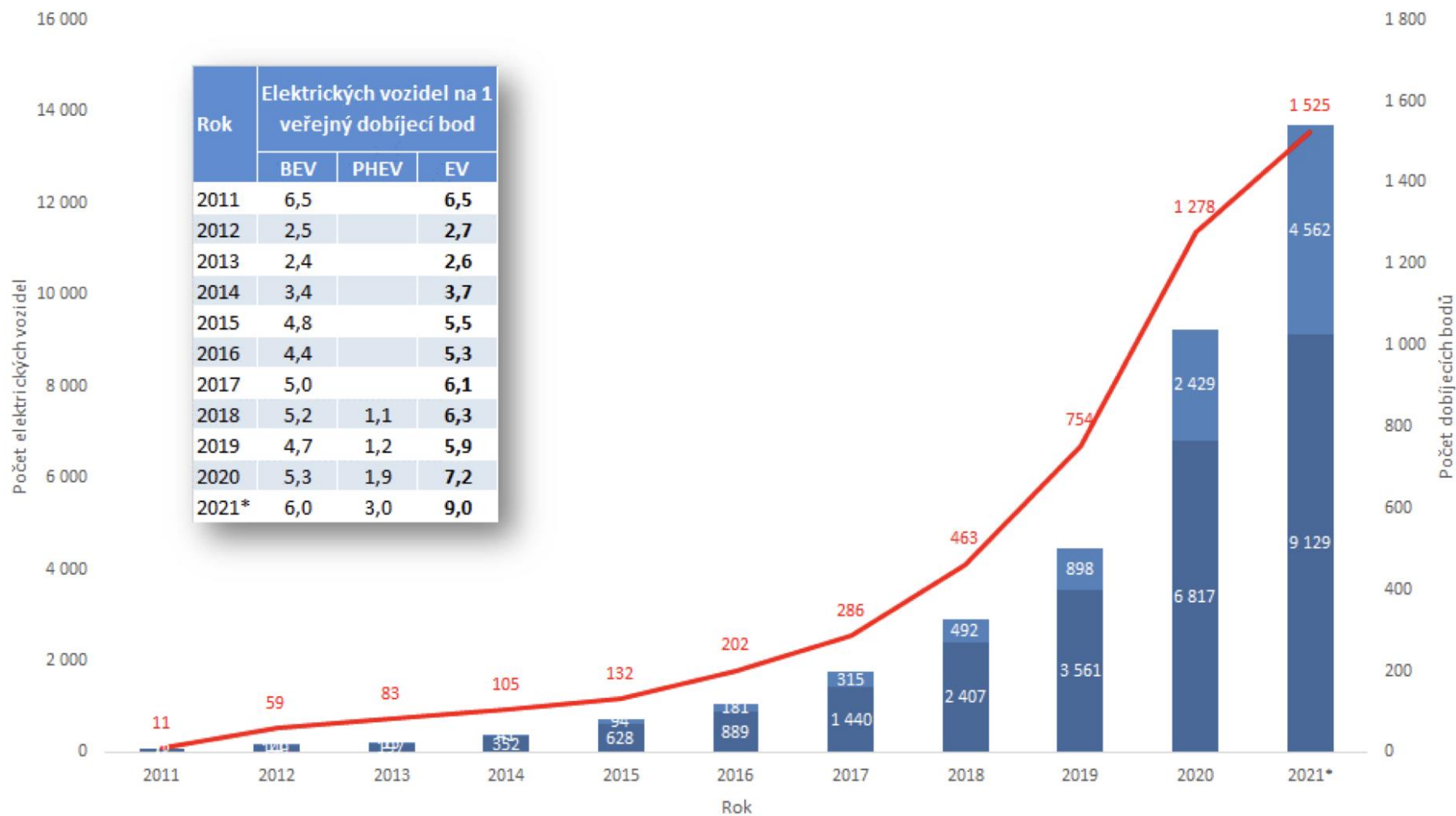
81 W/ 1 světelný bod

4,5 KM / NOC

Vývoj elektromobility v ČR

22

Kumulativní vývoj počtu registrací osobních elektrických vozidel a dobíjecích bodů v ČR
(*stav k 30.9.2021)

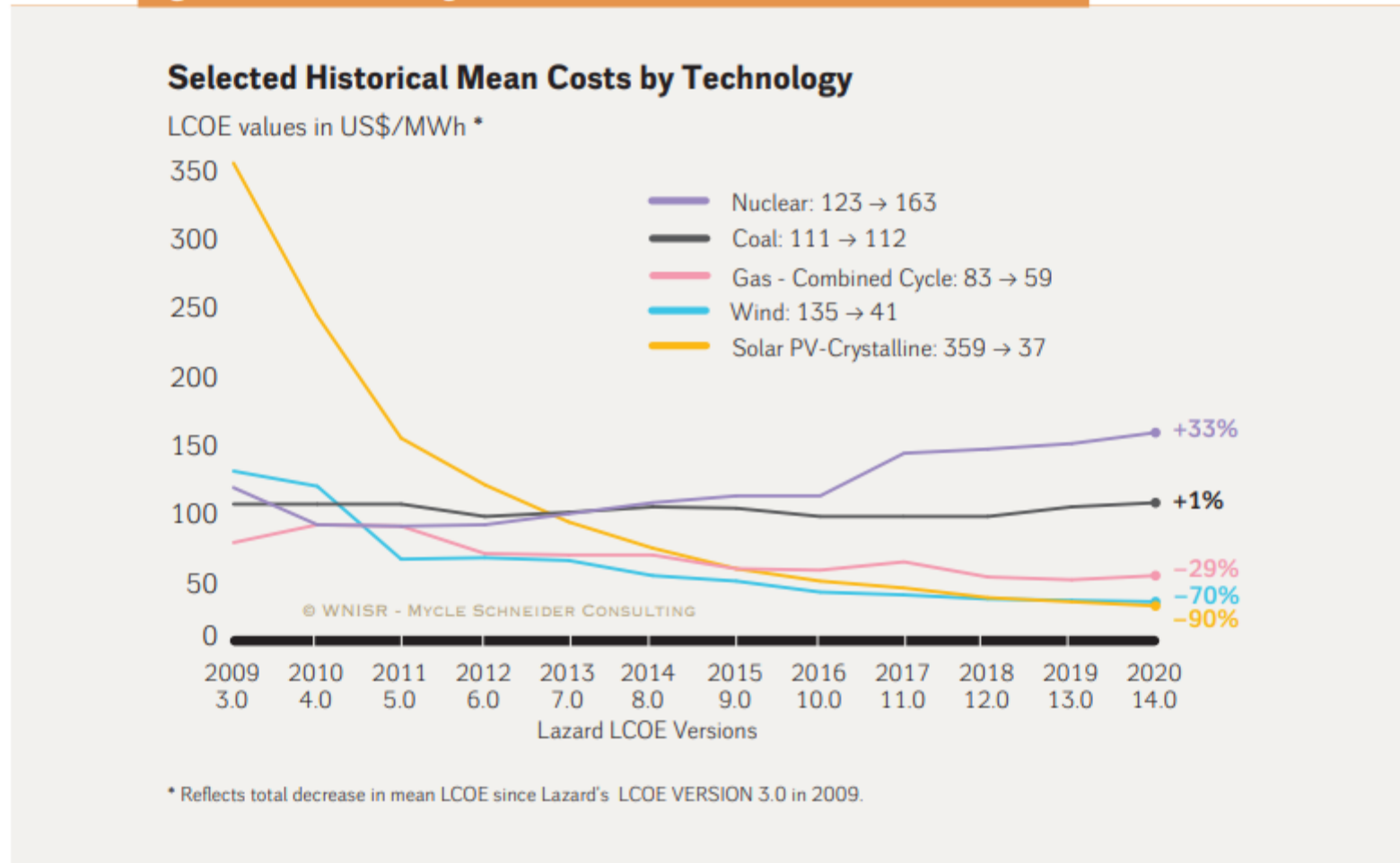


Pozn. PHEV zjištěno na základě registrační značky "ELxxxx"

BEV PHEV dobíjecích bodů

Zdroj vstupních dat: MPO, MD; Copyright © CDV

Figure 44 · The Declining Costs of Renewables vs. Traditional Power Sources



Source: Lazard Estimates, 2020¹²⁴²

Notes

LCOE=Levelized Cost of Energy

*This graph reflects the average of unsubsidized high and low LCOE range for a given version of LCOE study. It primarily relates to the North American renewable energy landscape but reflects broader/global cost declines.

Energetická bilance dopravy v ČR

SIEMENS

Ingenuity for life

Spalovací motory: nízká účinnost tepelného (Carnotova) cyklu – na mechanickou práci se přemění jen cca 1/3 energie paliva, zbylé 2/3 energie paliva se mění ve ztrátové teplo.

- 30 % energie pracuje,
- 100 % energie paliva je nutno zaplatit,
- 100 % paliva se promění v CO₂ a mění klima,
- 100 % produkuje škodlivé látky (NO_x, PM, PAH, ...) a poškozují lidské zdraví.

spotřeba energie v dopravě79 TWh/rok

spotřeba energie paliv v dopravě77 TWh/rok

energie pro pohon vozidel z paliv 25 TWh/rok

ztrátové teplo v dopravě z paliv..... 52 TWh/rok

⇒ tepelný cyklus (tepelné stroje) používat jen tam, kde lze využít ztrátové teplo,

⇒ tepelný cyklus (tepelné stroje) nepoužívat v dopravních prostředcích

V dopravních prostředcích nelze využít ztrátové teplo spalovacích motorů. Spalovací motor neumí rekuperovat brzdovou energii – nevyužívá potenciál 10 až 30 % úspor trakční energie.

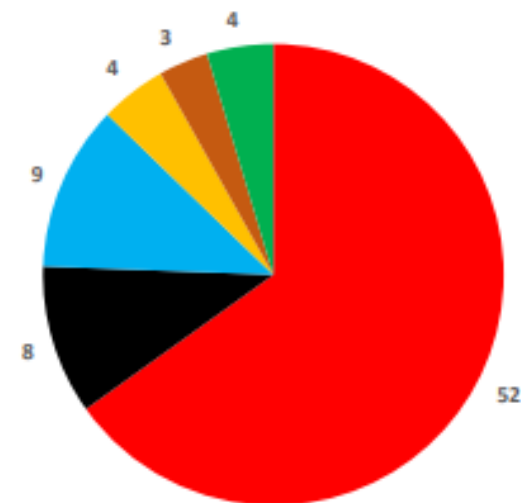
© Siemens Mobility 2021

Strana 15

6. 5. 2021

energetická bilance dopravy ČR 2018
(TWh/rok)

■ ztráty spalovacích motorů ■ valivý odpor
■ aerodynamický odpor ■ ztráty brzděním
■ ztráty v pohonu ■ vedlejší spotřeba



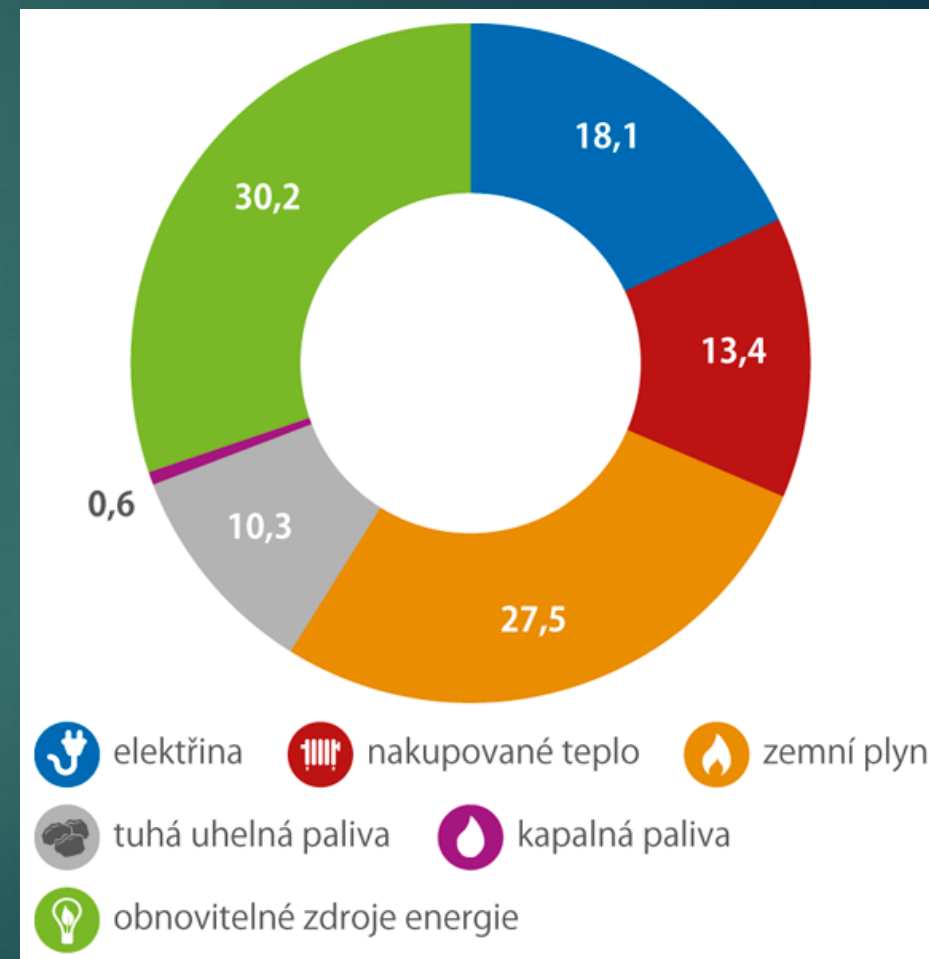
Ztrátové teplo spalovacích motorů dopravních prostředků činí v ČR 52TWh/rok. To je více než dvojnásobek tepelné energie dodávané teplárnami v celé ČR svým odběratelům (25 TWh/rok).

Jiří Pohl

Energetická data

25

- ▶ Ztrátové teplo motorů: 52 TWh
- ▶ Spotřeba tepla v domácnostech (2015): 54 TWh
- ▶ Při použití paliva pro motory v kogeneraci by se dalo vyrobit cca **45 TWh** tepla a **22 TWh** elektřiny – nájezd 11 tis. km pro 10 mil. vozů třídy Tesla model S!
- ▶ Za rok **2021** dosáhla celková **spotřeba** pohonných hmot 8,058 mld. litrů (6628 tis. tun), tj. o 6 % více, než v roce 2020. Rozhodující podíl tvoří motorová nafta (75%), ten je třikrát vyšší oproti automobilovému benzínu.
- ▶ [Spotřeba pohonných hmot v ČR - ČAPPO](#)



Podíl spotřeby paliv a energií v domácnostech (% , 2019) Zdroj: ČSÚ

Výzva: kogenerace

26

- ▶ Pohonné hmoty 6628 tis. tun obsahují energii 80 TWh
- ▶ KJ třídy Tedom Micro 30 produkuje cca 20 kWh elektřiny a 41,3 kWh tepla z 67 kWh v palivu – účinnost celkem 91%
- ▶ Použitím jen těchto jednotek by bylo možné vyrobit cca 24 TWh elektřiny a 50 TWh tepla
- ▶ Všechny KJ TEDOM mají celkovou účinnost větší než 90%
- ▶ <https://www.tedom.com/wp-content/uploads/2022/08/Prehled-kogeneracnich-jednotek-TEDOM-08-2022.pdf>
- ▶ ČR spotřebuje cca 10 mld. m³ ZP ročně = energie cca 95 TWh.
- ▶ Koncept virtuální elektrárny – sloučení desítek až stovek KJ do jedné říditelné jednotky

Potenciál využití solární energie

27

- ▶ **1 m²** v podmínkách ČR úhrnné sluneční záření **1 MWh/rok**
- ▶ Současná dosažitelná účinnost konverze energie >20%
- ▶ Se započtením ztrát lze optimisticky počítat se **150 kWh** elektrické energie z **1 m²** plochy
- ▶ Tato energie stačí na **750 km** jízdy BEV se spotřebou **20 kWh/100km**
- ▶ Pro potřebu nájezdu **10 tis. km / rok** je třeba alokovat **13,5 m²** plochy
- ▶ Parkovací stání má rozměr **5 x 2,5 m = 12,5 m²**
- ▶ **Brno-město** plocha : **230 km²**
- ▶ Při využití 2% lze získat cca 700 GWh elektrické energie
- ▶ 206 tis. os. automobilů – potenciál pro nájezd cca 16-17 tis. km/vozidlo.

Potenciál využití solární energie

28

- ▶ Plocha ČR: **78,8 tis.** km²
- ▶ Penetrace FVE 1%: **788** km²
- ▶ Energetický zisk z 1 m²: **150** kWh/rok
- ▶ Energetický potenciál: **118** TWh elektřiny! 2x více než je současná spotřeba.
- ▶ Vodní plocha ČR: **2%**
- ▶ Při využití TČ lze snížit energetické potřeby na vytápění 2 - 3 krát oproti současnému stavu.

Koncept Vehicle To Everything (V2X)

- ▶ V2G začalo původně jako koncept V2V jak ho navrhla kalifornská společnost AC Propulsion na začátku 90. let. Její dvoumístný vůz Tzero se vyznačoval obousměrným nabíjením.
 - ▶ Goldstein, Harry (2022-08-01). ["What V2G Tells Us About EVs and the Grid"](#). *IEEE Spectrum*. Retrieved 2022-08-16.



Historie

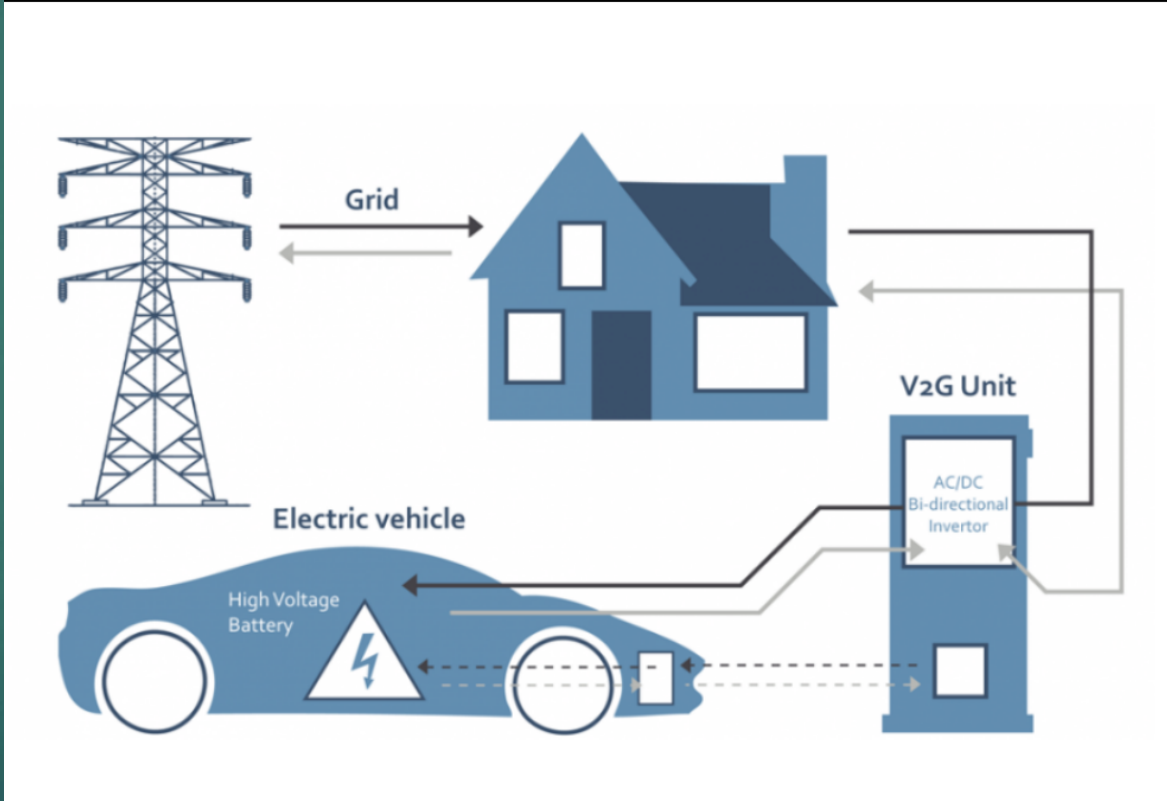


- ▶ Aplikace
 - ▶ Vyrovnávání špičkového zatížení
 - ▶ Zálohování napájení
- ▶ Typy
 - ▶ V1G neboli jednosměrné V2G – Smart Charging
 - ▶ Jednosměrný tok energie (V1G) s jedním zdrojem a jednotnými účastníky
 - ▶ V1G s agregovanými zdroji
 - ▶ V1G s různými cíli účastníků
 - ▶ Obousměrný tok energie (V2G)
 - ▶ **V**ehicle To **H**ome (**V2H**), **V**ehicle To **L**oad (**V2L**), **V**ehicle To **V**ehicle (**V2V**), **V**ehicle To **B**uilding (**V2B**)

Reference

JAPANESE CONSORTIUM TRIPLES EV/PHEV DEPLOYMENT IN V2G TO EXPERIMENT

- ▶ <https://www.energystoragejournal.com/japanese-consortium-triples-ev-phev-deployment-in-v2g-to-experiment/>



June 13, 2019: The second stage of a project to test vehicle-to-grid technology on Japan's grid began on June 3 after the country's Ministry of Economy, Trade and Industry, approved plans by a consortium of

V2G(L) aktuálně

33

- ▶ The Nissan LEAF is getting its first-ever V2G charger for selling energy back to the grid
 - ▶ <https://electrek.co/2022/09/07/the-nissan-leaf-getting-first-ever-v2g-charger/>
- ▶ Nissan e-NV200
- ▶ Nissan LEAF
- ▶ Mitsubishi Outlander PHEV
- ▶ Mitsubishi Eclipse Cross PHEV
- ▶ Renault ZOE ??
- ▶ Od roku 2022 budou všechny elektromobily Volkswagen, které využívají modulární elektrický pohon MEB (modular electric-drive toolkit), podporovat V2G, jak uvedl v rozhovoru pro Handelsblatt.

Hyundai Ioniq 5

34

► <https://www.hyundai.co.nz/v2l>

Technologie V2L byla poprvé představena s novou platformou E-GMP pro elektromobily Hyundai. E-GMP nyní podporuje obousměrný port pro nabíjení vozidla, který lze s pomocí originálního externího adaptéru Hyundai V2L nyní používat jako externí zdroj energie pro napájení několika elektrických zařízení / vybavení nebo spotřebičů.

System V2L může dodávat střídavý proud (230 V / 50 Hz) až do maximální spotřeby 3,6 kW (nebo 15 A). Vozidlo je vybaveno pojistkou systému, která zabraňuje přetížení systému V2L.



Škoda Enyaq

35



Škoda Enyaq smart technologie

Zásuvka 230V a 2 USB-C porty vzadu

Dobrá zpráva! Už žádné hádky kvůli USB portům a zásuvkám. Enyaq iV jich má spoustu. **2 USB-C porty** a **230V zásuvka** čekají na cestující na zadních sedadlech.

Zdroj: <https://www.skoda-auto.cz/modely/enyaq/enyaq-iv/enyaq-iv-smart-technologie?detailLayerSlide=2>

Ford F-150 Lighting

36

▶ <https://www.ford.com/trucks/f150/f150-lightning/features/intelligent-backup-power/>

FORD INTELLIGENT BACKUP POWER

[Return to F-150 Lightning](#) [Return to Charging Basics](#)



vehicle shown with optional equipment throughout. Production begins spring 2023.

POWER AT THE READY

Your F-150[®] Lightning[®] automatically begins powering your home when connected to the 80-amp Ford Charge Station Pro.*

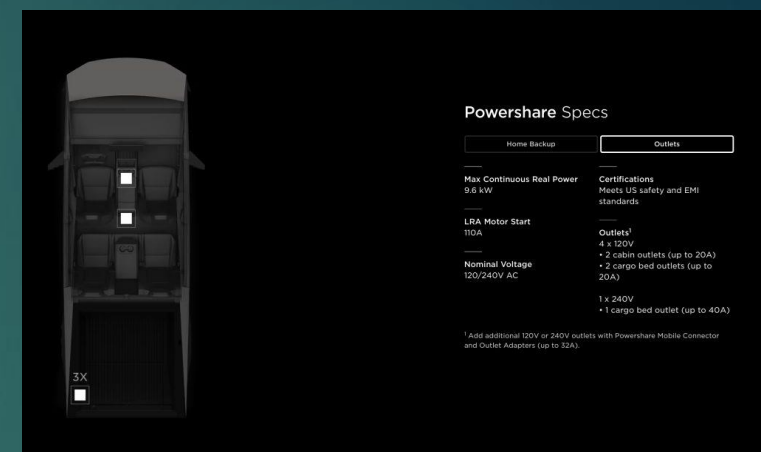
*When home is properly equipped and home transfer switch disconnects the home from the grid.

1 of 4

CYBERTRUCK

37

- ▶ <https://electrek.co/2023/11/30/tesla-releases-powershare-bidirectional-charging-on-cybertruck-only-so-far/>



Tesla potvrdila, že Cybertruck má kombinovaný trvalý výkon 9,6 kW prostřednictvím pěti zásuvek ve vozidle. Pro srovnání: F-150 Lightning má více zásuvek, ale stejný celkový maximální odběr 9,6 kW s modernizovaným paketem Pro Power Onboard (a 2,4 kW bez něj).

Elektromobily posloužily v Německu poprvé jako síťová baterie

- ▶ Německý provozovatel přenosové soustavy TenneT poprvé využil elektromobily k vyrovnávání výkyvů mezi výrobou a spotřebou v přenosové soustavě. Elektromobily se tak z pouhého dopravního prostředku staly aktivní a stabilizující součástí energetické soustavy.
- ▶ https://www.technickytydenik.cz/rubriky/energetika-teplo/elektromobily-poslouzily-v-nemecku-poprve-jako-sitova-baterie_57718.html

Přibývá elektromobilů, které umí pomoci síti

- ▶ <https://emovio.cz/2021/08/28/pribyva-elektromobilu-ktere-umi-pomoci-siti/>

Pilotní projekt Nizozemí



39

► <https://www.wedivesolar.nl/bidirectionealecosysteem.html>

WE DRIVE LAR



Jeho Veličenstvo král Willem-Alexander dnes v Utrechtu otevřel nový ekosystém udržitelné energie a mobility, který vyvinula společnost We Drive Solar ve spolupráci s Renaultem. Systém využívá sdílená elektrická vozidla Renault ZOE a nabíjecí stanice, které umožňují nabíjení i vybíjení vozidel ZOE.

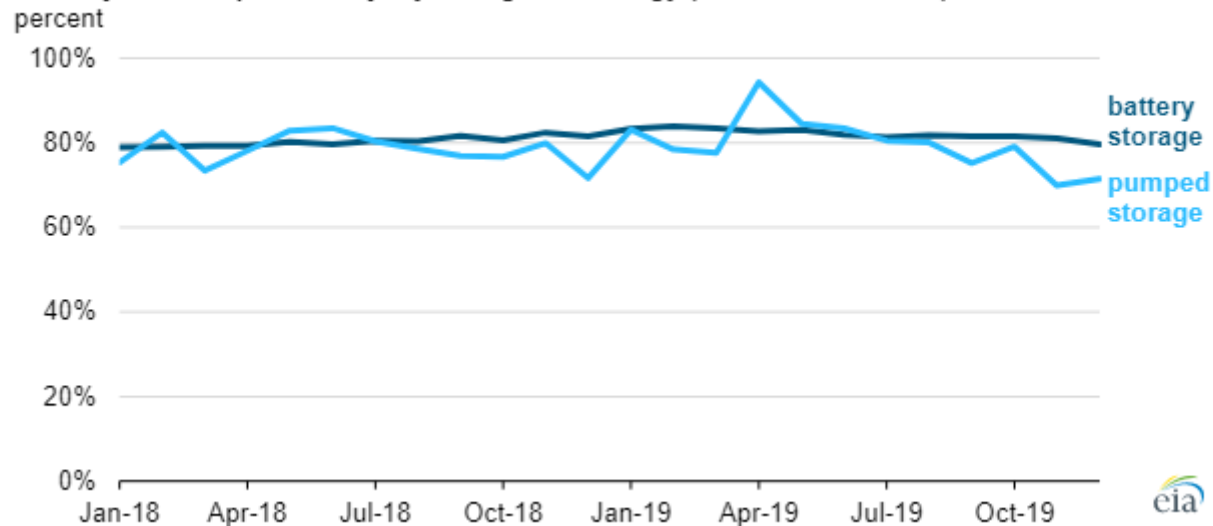
  Robin Berg, ředitel společnosti We Drive Solar v Utrechtu, loni na Fóru elektromobility v Praze představila projekt propojující tisíce solárních panelů, komunitní baterie a nabíjecí stanice. Řešení Vehicle-to-Grid (V2G) má v první fázi flotilu 25 vozidel IONIQ 5. Ambicí je vytvořit první "obousměrný energetický ekosystém" na světě.

Účinnost

40

- ▶ Baterie
 - ▶ cca 90%
- ▶ Elektronika
 - ▶ 52-62%, 70%?
- ▶ Celková účinnost okolo 60% ??? U BEV
- ▶ Srovnání – PVE vs. Battery storage

Monthly round-trip efficiency, by storage technology (Jan 2018–Dec 2019)



*Měsíční procentuální srovnání celkové účinnosti bateriových úložišť a přečerpávacích vodních elektráren v USA.
Zdroj: EIA*

Jaký potenciál V2G nabízí

41

- ▶ BEV s kapacitou 10-100 kWh dle typu
- ▶ Výkon pro odběr 1C-10C = 10-1000kW, reálně desítky kW na OA, stovky kW na NA
- ▶ Dynamika odběru v řádu ms – vychází z běžného využití trakční baterie ve vozidle – plný výkon – akcelerace – plná rekuperace – brždění. Vozidlo Tesla model S 90D – výkon 350 kW akcelerace, 50 kW rekuperace. Změna toku energie 400 kW! V řádu desetin sekundy.
- ▶ Z hlediska sítě a zátěží je toto několikanásobně předimenzováno. Běžné zátěže v domácnosti mají příkon do 10 kW, resp. 16A jednofázově (3,5kW). Elektromobil 3 x 16A = 11 kW nabíjení – odběr ze sítě
- ▶ Při zahájení nabíjení se nepřipojuje plný výkon okamžitě, ale postupně. Už v tomto konceptu je BEV jako zátěž ojedinělý – srovnání obyčejná žárovka dosahuje 3-5ti násobku jmenovitého proudu, motorové zátěže opět několikanásobek jmenovitého proudu. Dokonce topná tělesa mají při sepnutí větší odběr než v ustáleném stavu.

- ▶ Uvažujme 1 milion BEV s kapacitou průměrně 50 kWh
- ▶ Pro V2G poskytneme 10% této kapacity (akumulace)
- ▶ $100\,000 \times 50\text{ kWh} = 5\,000\,000\text{ kWh} = 5\text{ GWh}$
- ▶ PVE Dlouhé Stráně cca 3,5 GWh
- ▶ Při rozšíření vozového parku na současný stav 6,3 mil osobních vozidel by mohlo jít o kapacitu přes 30 GWh.
- ▶ Výkonově lze očekávat kapacitu 3-10kW/OA. Pro zapojení 10% vozidel do V2G a penetraci 1 milion BEV bude k dispozici okamžitý výkon $100\,000 \times 3 - 10 = 300 - 1000\text{ MW}$. Při plné penetraci 6 mil BEV by mohlo být k dispozici až 6 GW výkonu. PVE Dlouhé stráně disponuje výkonem pouze cca 600 MW.

- ▶ Souš zabírá celkem 148 mil. km², z toho cca
 - ▶ 58 mil. km² jsou nenarušené přírodní ekosystémy,
 - ▶ 40 mil. km² ostatní neobydlená území,
 - ▶ 5 mil. km² zastavěná plocha,
 - ▶ 45 mil. km² zemědělská půda.

- ▶ https://www.enviwiki.cz/wiki/Povrch_Zem%C4%9B

Další odkazy

- ▶ **VEHICLE-TO-GRID (V2G): EVERYTHING YOU NEED TO KNOW**
- ▶ <https://www.virta.global/vehicle-to-grid-v2g>
- ▶ Parkovací systémy: https://www.youtube.com/watch?v=z_5xxY0QgFA

Agro mobilita



IDTechEx Outlines the Future of the Agricultural Ro...
idtechex.com



A Growing Presence on the Farm: Robots - ...
nytimes.com



GOFAR | GOFAR
agricultural-robotics.com



GOFAR | GOFAR
agricultural-robotics.com



Agricultural Robots: Robots in Agriculture a...
stories.pinduoduo-global.com



Farms are going to need different kinds of rob...
bbc.com



Does the answer to future of farming lie ...
fao.org



Innovative agricultural robots land \$4.5 million in ...
abc.net.au



Agricultural Robot Contadino - Continent...
continental.com



Robots May Lead Future of Agriculture | Asharq...
aawsat.com



5 Benefits of Bringing Robots in the Agricultural Secto...
jejumedia.com



Robots for farmers
erazvitie.org



Autonomous mobile robots used in precision...
researchgate.net



Agricultural robot could be outstanding i...
newatlas.com



Agricultural Robots – How robotics is chang...
hdi.global

Potenciál agrotechniky

46

- ▶ V současné době obdělávaná plocha půdy: 18,7 mil. km² – 1,87 mld. ha na 8 mld. lidí = 2338 m²/osobu – orná půda
 - ▶ <https://www.agroportal24h.cz/clanky/kolik-hektaru-celosvetove-zabira-zemedelska-puda-kupodivu-vic-nez-se-ocekavalo>
 - ▶ Na 1 ha orby je potřeba 300-400 tis. kcal energie 350-460 kWh
 - ▶ <https://cs.khanacademy.org/science/cosmology-and-astronomy/life-earth-universe/humanity-on-earth-tutorial/v/energy-inputs-for-tilling-a-hectare-of-land>
 - ▶ Celosvětově cca: 750 TWh energie na jednu orbu. Přepočteno na 1 m² = cca 40Wh energie (35-46Wh)
 - ▶ Zisk ze sluneční energie je 1 50 000 Wh ročně u technologie FVE (na 1 m²).
 - ▶ Na 1 krát obdělání půdy tedy stačí 1/3750 energie získané ze slunce prostřednictvím fotovoltaických panelů.
 - ▶ Kam uskladnit zbytek? Jak jej racionálně využít? Pokud bychom na **orné půdě** alokovali pouhých **10% potenciálu** pro FVE, získáme elektřinu 28 000 TWh! Současná celosvětová produkce elektřiny je právě cca 28,5 tis. TWh!

Udržitelnost a permakultura

47



Udržitelnost a permakultura

48

Energy Pay Back Time (EPBT) – energetická návratnost zdroje – za jak dlouho si technologie vyrobí energii na sebe sama.

U FVE je to dnes cca 2 roky

<https://energyeducation.ca/encyclopedia/Payback>

Jsme schopni uzavřít cyklus výroby zdrojů a vyrábět další technologie pouze pomocí obnovitelné energie?

Teoreticky ano: při EPBT 2 roky a životnosti 20 let daná technologie vyrobí 10x více energie než spotřebovala na svou vlastní výrobu, tedy pouze 10% energie je požadováno na prvovýrobu. Při uvažování recyklace a využití druhotných materiálů se situace může pouze zlepšit.

Jeden panel FV tedy dokáže vyrobí energii minimálně pro dalších 9 FV panelů. Pokud bychom vzali iterační proces, že budeme polovinu energie využívat pro budování technologie a polovinu pro další účely, pak můžeme počítat s růstem maximálně 400% za 20 let, tedy 20% ročně. Pokud dnes FVE vyrábí cca 3,5% elektřiny celosvětově (2021), lze tímto tempem pokrýt výrobu 100% za cca 19 let, tedy někdy v roce 2040. Pokud budeme uvažovat, že zanikající technologie nám ušetří další energii, lze očekávat, že se doba ještě zkrátí.

Limitní je pouze výrobní kapacita.

Udržitelnost a permakultura

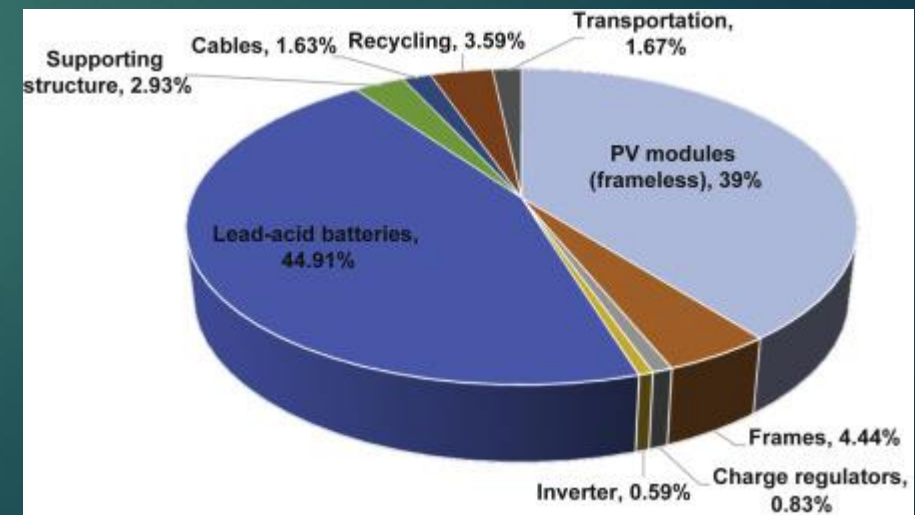
49

Kapacita baterií: běžná životnost udávaná výrobcí baterií typu LiFePO₄ při cyklování 20-80% je 8000 tis. cyklů. Využitelná kapacita je tedy 60% a baterii lze plně nabít a vybit asi 4800 krát. Lze tedy říci, že celková energie, která je v akumulaci k dispozici je asi 4000 krát větší, než je jeden nabíjecí cyklus, neboli jmenovitá kapacita baterie. Obecně udávaný údaj spotřeby energie na produkci baterií (pouze výroba baterie bez těžby surovin) je cca 50-65 kWh na 1 kWh kapacity. Životnost baterie 4000 cyklů s odpočítáním ztrát a výrobních nákladů (energetických), nabízí dalších 3950 cyklů pro volné využití – tyto cykly jsou již energeticky očištěné (výroba baterie). Při využití jednoho plného denního cyklu máme k dispozici 10 let provozu baterie a 60-80 krát více energie pro akumulaci, než byly energetické výdaje na výrobu. Při recyklaci materiálů lze opět počítat s výraznou úsporou.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2515-7620/ab5e1e>

https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV-life-cycle-GHG_ICCT-Briefing_09022018_vF.pdf

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128054239000028>



V2B – Vehicle to Beer

50



Vlasenice 2021
Nissan e-NV200
Měníč 1200W
Napájení výčepního
zařízení

Další materiály

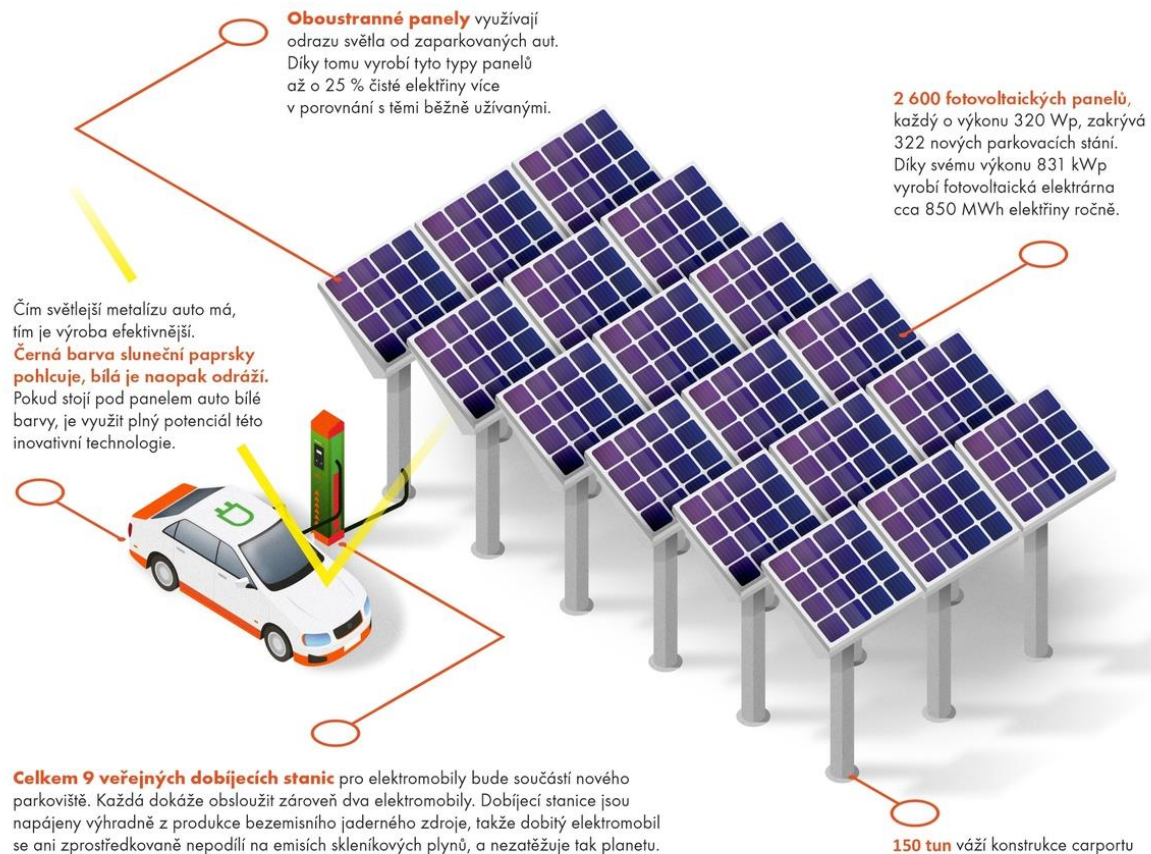
- ▶ Solární nabíjení
- ▶ Pracovní stroje
- ▶ Zemědělství, potravinová soběstačnost, agrofotovoltaika
- ▶ Bezfosilní těžký průmysl

CARPORT DUKOVANY

52

Fotovoltaická elektrárna zastřešující parkoviště (tzv. carport) ve vnějším areálu Jaderné elektrárny Dukovany je **největší takovou stavbou v ČR**.

Skupina ČEZ připravuje pro období **2021-2030 nové obnovitelné zdroje** s hlavním podílem fotovoltaických elektráren o celkovém výkonu až **6 000 MW**.



877 823 kWh
4,25 mil. km
200+ OA s
nájezdem 20k km

Zdroj: ČEZ

Vozový park současnosti

53

- ▶ Užitkový elektromobil EVUM aCar 4x4
- ▶ <https://www.alfaprofi.cz/>



V2L



Vozový park současnosti

54

- ▶ **Alké**
užitkové elektromobily
- ▶ Homologace N1 nad 2500 kg
40 různých konfigurací
- ▶ <https://www.alkeelektromobily.cz/>



Zimní příslušenství

- radlice
- kartáč
- sypač

www.alkeelektromobily.cz



UTÁHNE
I BOEING !!!

Vozový park současnosti

55

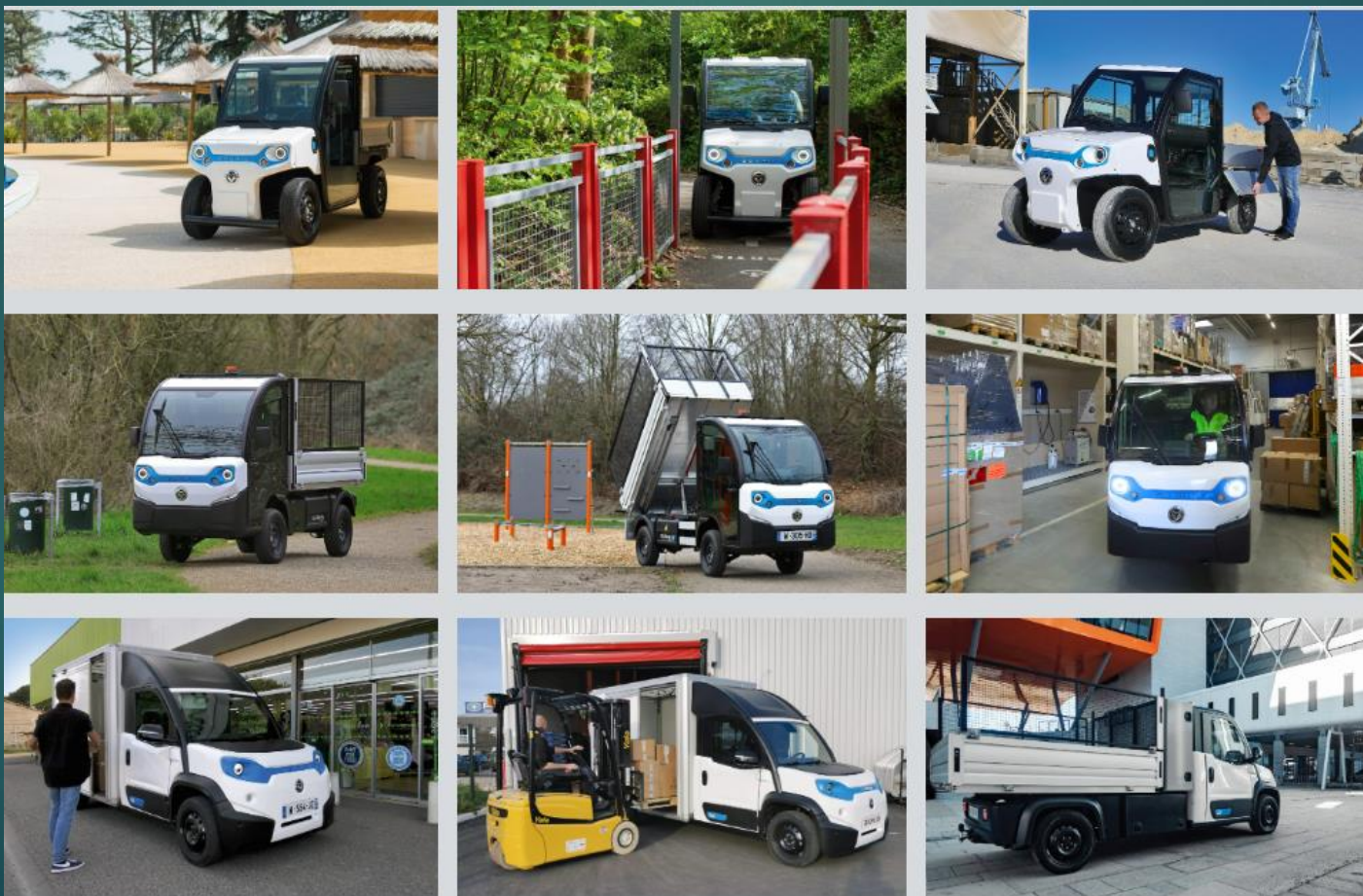
- ▶ Nákladní elektromobil SELVO S2.DCH
- ▶ <https://www.selvoauto.cz/>



Vozový park současnosti

56

- ▶ Nákladní elektromobil GOUPIL
- ▶ www.polaris-goupil.cz



V Brně vyjede první český popelářský vůz na elektřinu

58

HYBRID.CZ

<https://www.hybrid.cz/v-brne-vyjede-prvni-cesky-popelarsky-vuz-na-elektřinu/>

<https://www.ceskatelevize.cz/porady/10122427178-udalosti-v-regionech-brno/322281381990815/>



Volvo FE Electric v úpravě pro svoz odpadu. foto: SAKO

Pracovní stroje

59

Zahradní rider, nářadí, sekačky atd.



Exotická vozítka

60

KATANGA



Půjde to bez fosilních paliv?

61

HYBRID.CZ

ELEKTROMOBILY HYBRIDY TESLA ŠKODA VOLKSWAGEN CNG BATERY

Volvo vyrábí tahače z bezfosilní oceli

25. 5. 2022 - od redakce - 1 komentář



Elektrický tahač Volvo Trucks využívající bezfosilní ocel. foto: Volvo Trucks

Jako první výrobce nákladních vozidel na světě, který tak učinil, nyní Volvo zavádí do svých nákladních vozidel bezfosilní ocel. Ocel vyrábí švédská ocelářská společnost SSAB a jako první ji využijí těžká elektrická nákladní vozidla Volvo.



Budoucnost je bezfosilní

Ocel SSAB Fossil-free™ se vyrábí technologií HYBRIT® s přímou redukcí železné rudy bezfosilním vodíkem, kdy se namísto CO₂ uvolňuje voda.



Nová generace recyklované oceli

Přebíráme odpovědnost i za ocel, kterou jsme původně nevyrobili. Kromě vývoje první bezfosilní oceli na světě nabízí společnost SSAB také ocel na bázi recyklovaných materiálů, vyrobenou bez emisí uhlíku z fosilních zdrojů. S ocelí SSAB Zero™ uskutečňujeme další krok k ekologičtější budoucnosti.

Elektromobilita pro další využití

62

- ▶ **Výpočetní kapacita** - vysoký výpočetní výkon počítačů pro FSD by bylo možné sdílet – výpočetní clustry například pro blockchain
- ▶ **Přenosová kapacita vozidla** – IoT – integrace satelitní komunikace (Starlink)
- ▶ **Senzorová kapacita vozidla** – dohledové a zabezpečovací systémy – pohyb osob, pohyb vozidel, hustota dopravy apod.
- ▶ **Osvětlovací technika** – osvětlení pro pěší, nouzové osvětlení, únikové osvětlení – autonomní napájení, možnost řešit krizové situace, místa bez napájení, využití pohybových detektorů.
- ▶ **EV jako meteostanice, monitorování ovzduší, životního prostředí** – senzory teploty, deště, rychlosti větru, směru větru, tlaku vzduchu – výrazné zahuštění detekční sítě, zlepšení předpovědí počasí

V2L - Vehicle to Light

63



Tesla model Y s využitelnou kapacitou baterie 60 kWh by dokázala napájet jednu noc (12 hodin) cca 60 svítidel VO.

Osvětlenost 1 lx dokáže osvětlení napájené z aku 60 kWh vytvořit po dobu 12 hodin na ploše 0,5-1 mil. m².

Reference, odkazy

64

Unicorn University Open - Electromobility The Future Is Now CZ

https://open.unicornuniversity.net/cs/electromobility-link?utm_source=email&utm_medium=email_confirm&utm_campaign=uun_open_11_23

Děkuji za pozornost

65

Kontakt

doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Vysoké učení technické v Brně

Technická 3082/12

616 00 Brno

tel: +420 (5) 4114 6212

E-mail: baxant@vut.cz

