

Elektromobilita a elektrizační soustava

Kolokvium 2023

Na úvod.... geopolitika

- Ropa je základ pro současné dopravní prostředky:
 - EU za den (2019) spotřebuje **11,3 · 10⁶** bpd (barelů za den)*
 - Budeme-li uvažovat střední hodnotu barelu 70 \$ za barel (dnes je hodnota 79 \$ za barel)
 - Dostaneme
 - 791 milion \$ za den
 - 288,7 miliard \$ za rok
 - Část těchto peněz může zůstat v ekonomice EU
 - Ale sníží se tím i vliv EU na ekonomiky prodejců ropy

*zdroj: statistika BP - https://ycharts.com/indicators/europe_oil_consumption

<https://www.statista.com/statistics/262860/uk-brent-crude-oil-price-changes-since-1976/>

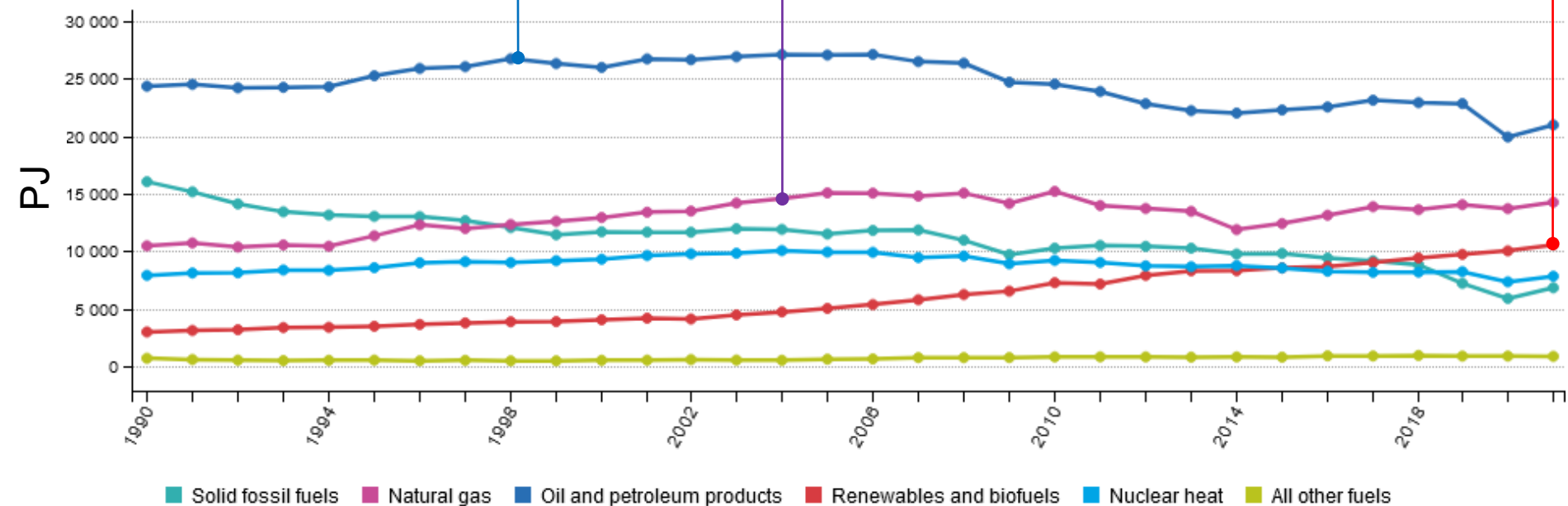
Na úvod.... geopolitika... z pohledu EU

Jaké množství spotřebovává EU primární energie

Ropa a petrolejářské produkty

Zemní plyn

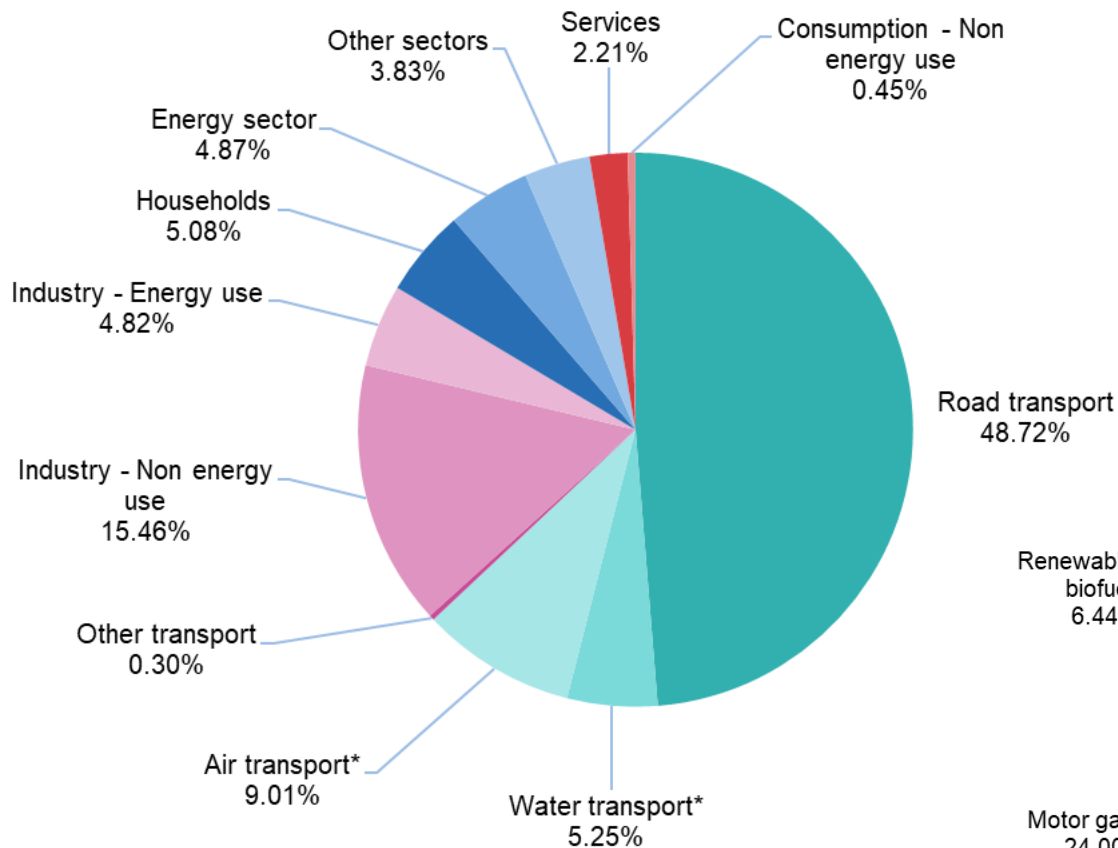
Obnovitelné zdroje



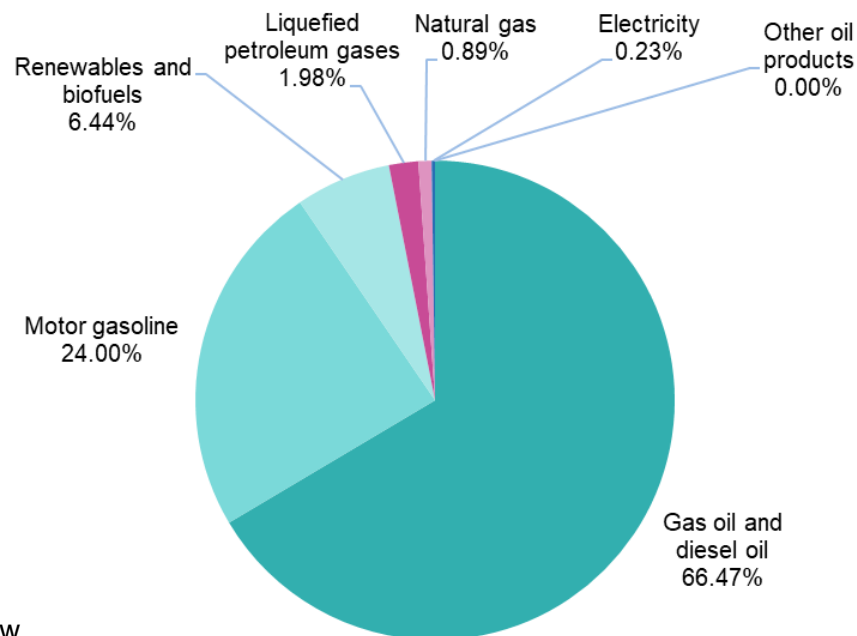
PJ – peta joule -10^{15} J

Na úvod.... geopolitika... z pohledu EU

Jaká je struktura spotřeby ropy z roku 2021?



Struktura paliva užitá v dopravě v EU v roce 2021

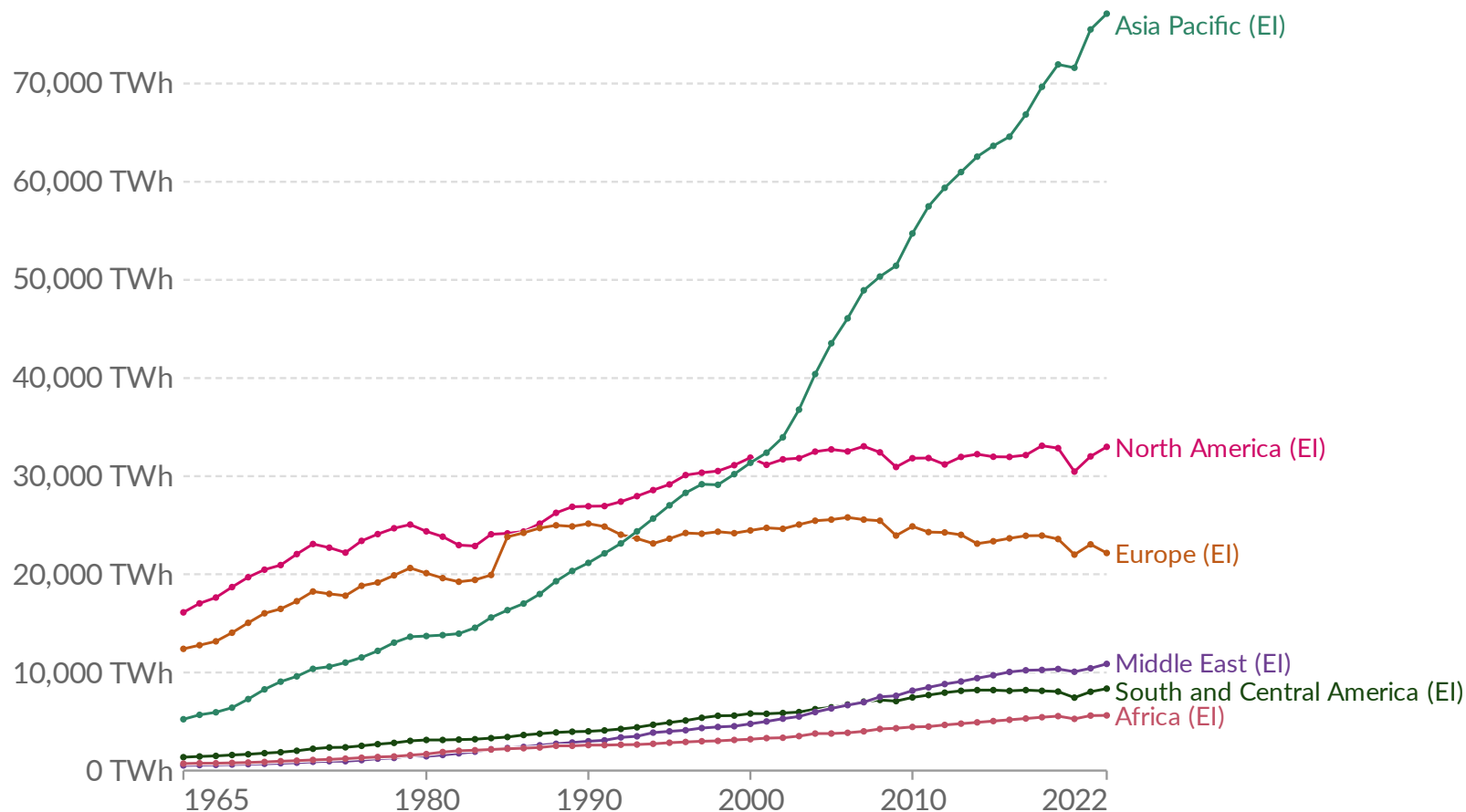


Pro úplnost srovnání s ostatními kontinenty

Primary energy consumption by world region

Our World
in Data

Primary energy consumption is measured in terawatt-hours (TWh). Note that this data includes only commercially-traded fuels (coal, oil, gas), nuclear and modern renewables used in electricity production. As such, it does not include traditional biomass sources.



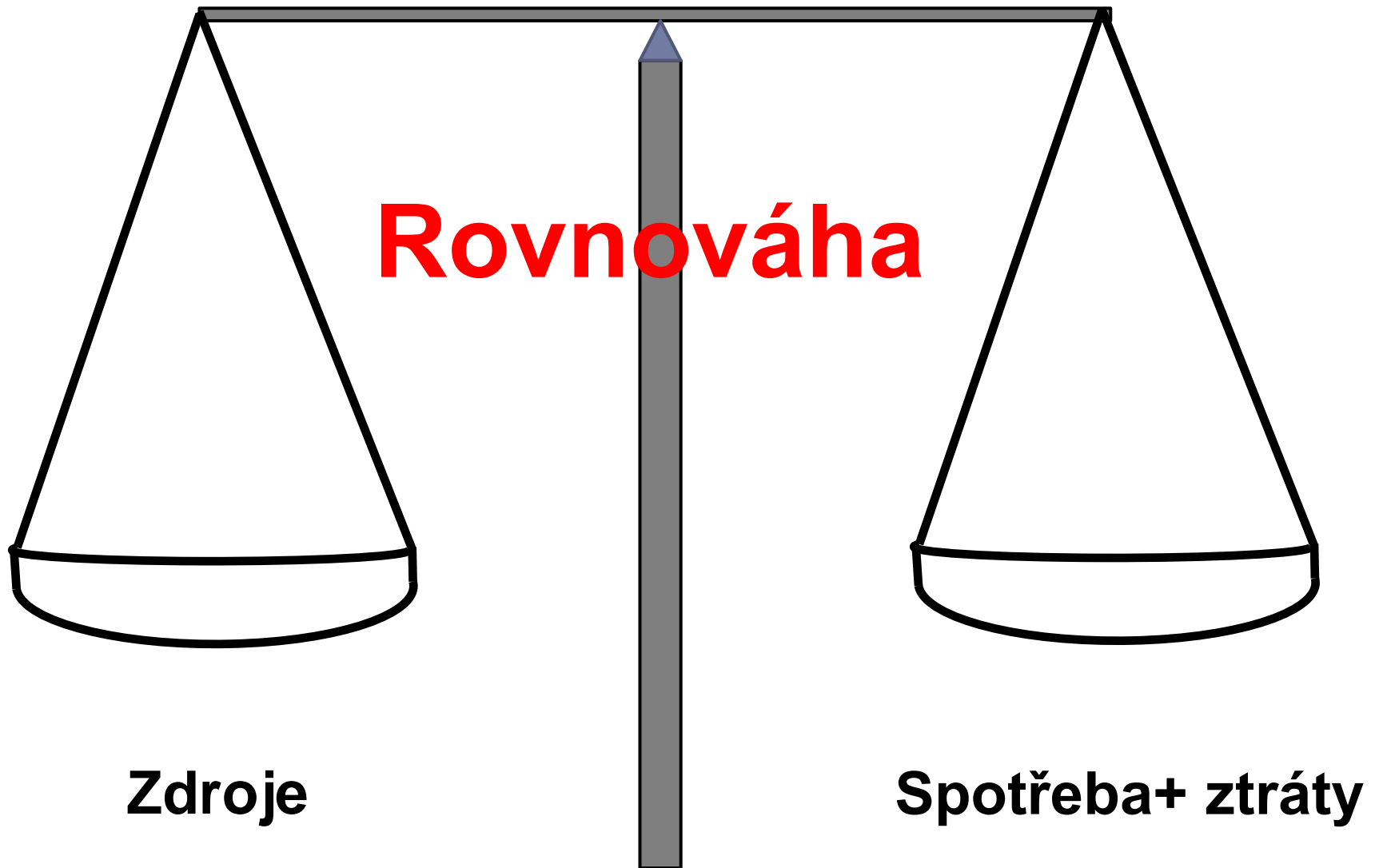
Source: Energy Institute Statistical Review of World Energy (2023)

OurWorldInData.org/energy • CC BY

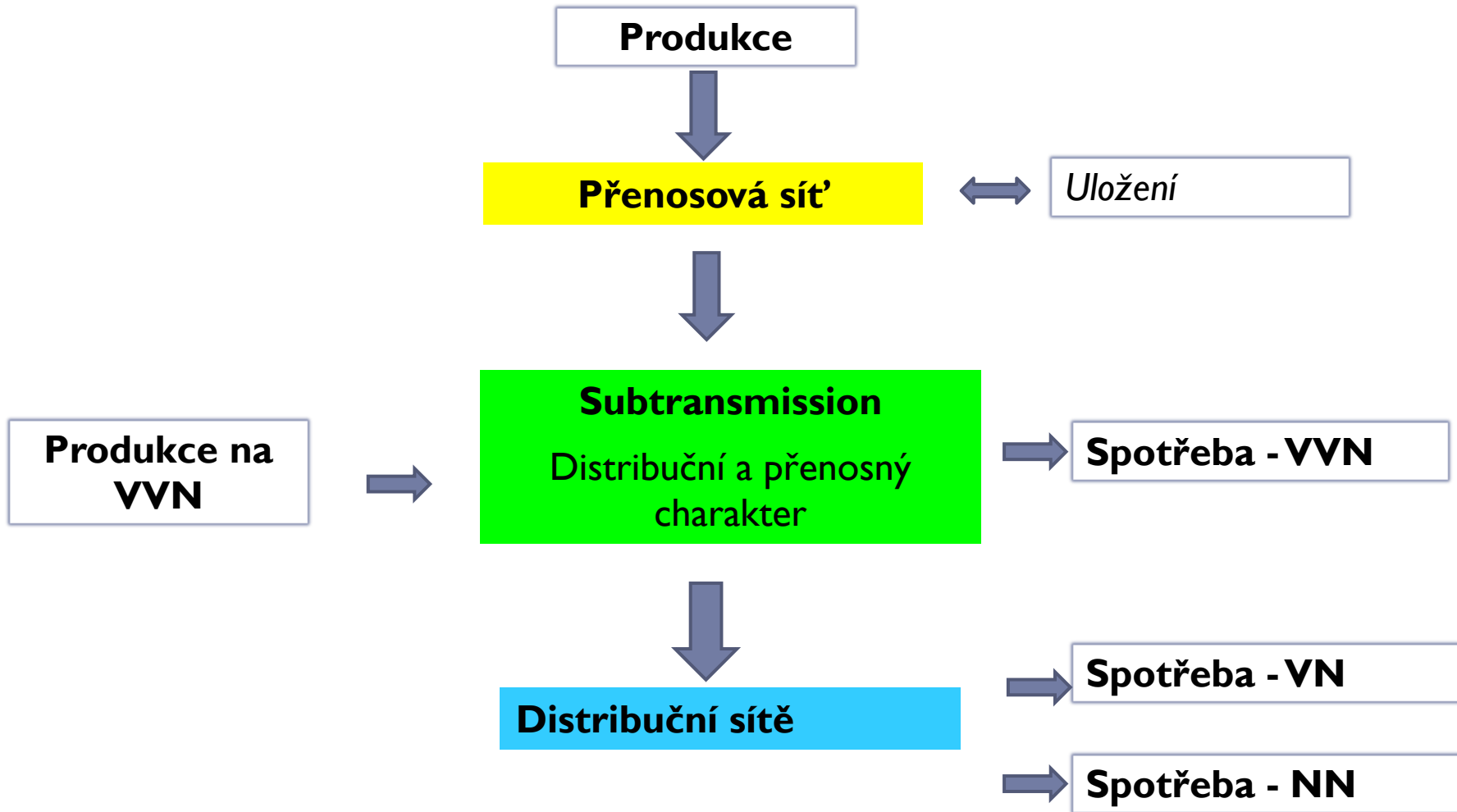
O energetické soustavě

Aby to mohlo fungovat....

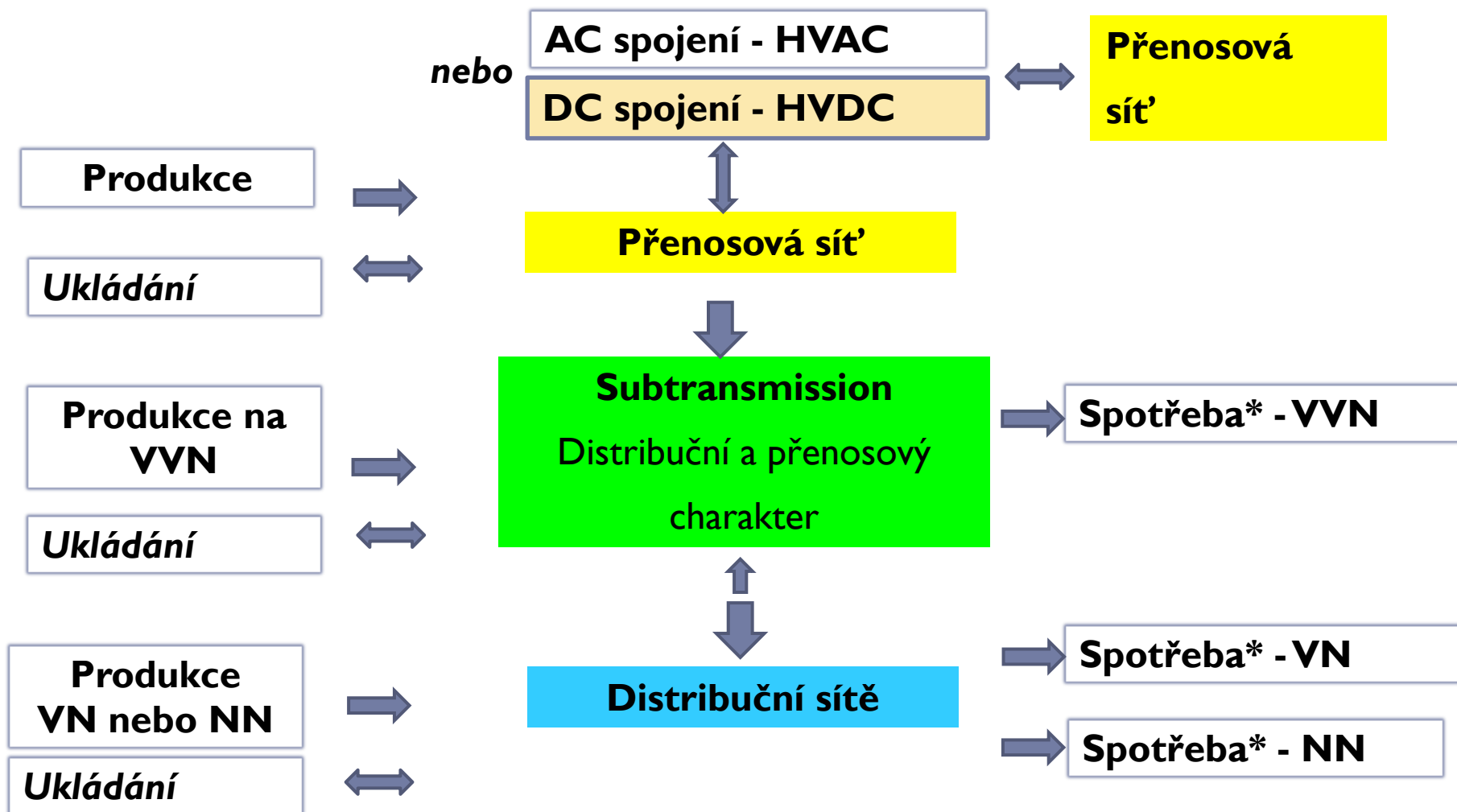
- Aby soustava mohla fungovat, tak musí být rovnováha mezi výrobou a spotřebou (+ztráty)



Elektrizační soustava - klasický systém



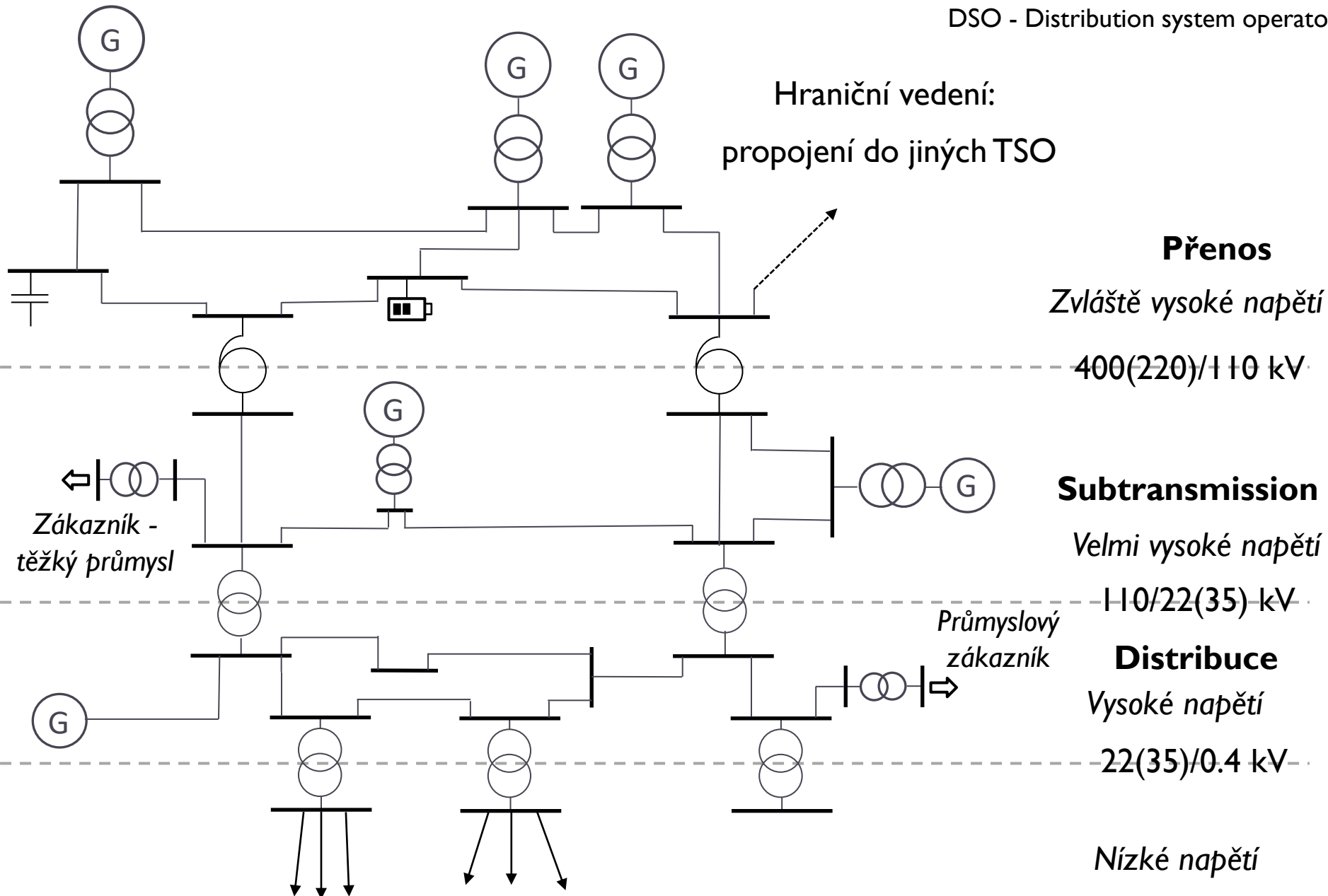
Současné a budoucí elektrizační soustava



* Produkce a spotřeba jako jeden subjekt – “prosumer” = production + consumption

TSO - Transmission system operator

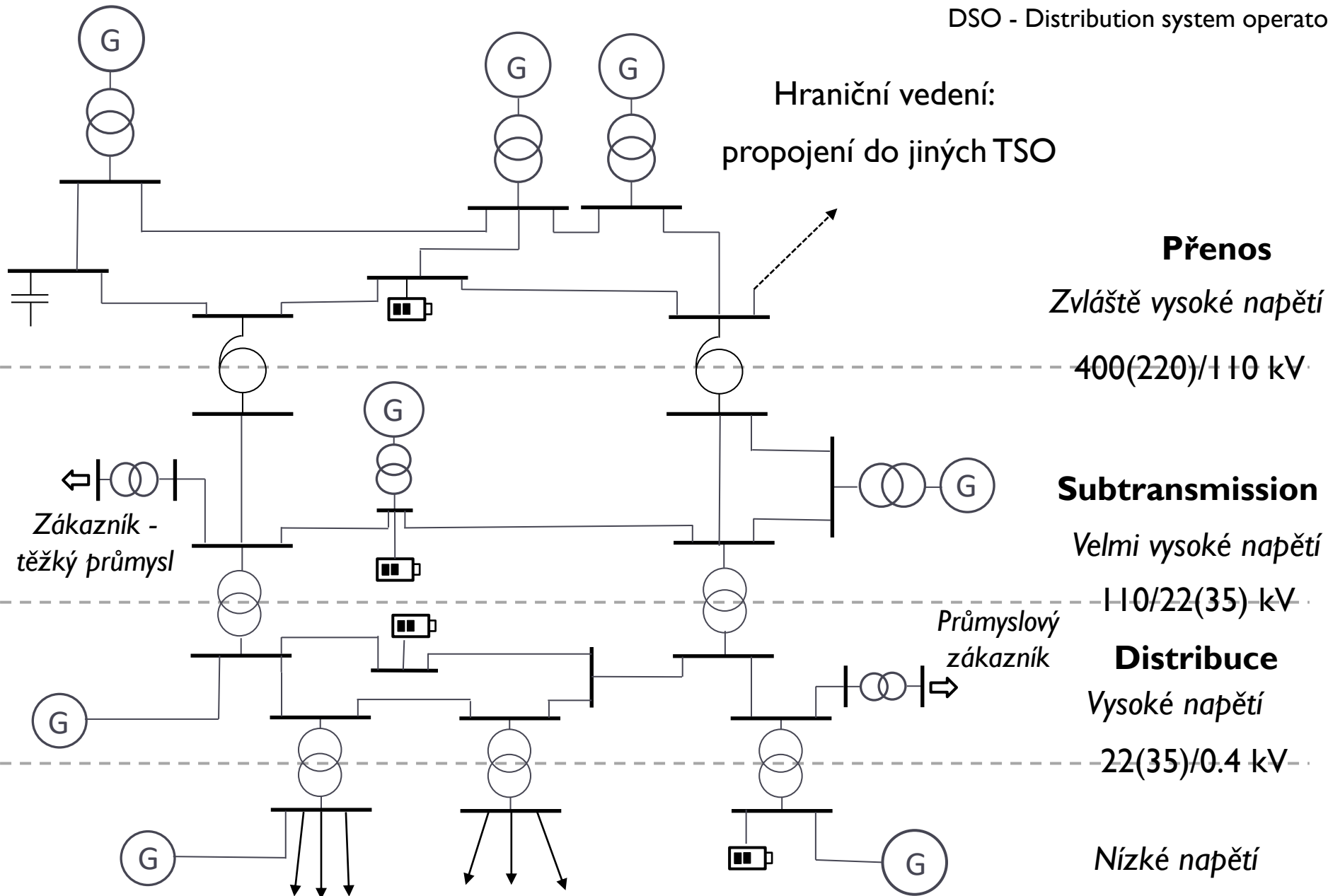
DSO - Distribution system operator



Akumulační prvky - BESS, přečerpávací el. Kompenzace – synchronní kompenzátor; kompenzační baterie

TSO - Transmission system operator

DSO - Distribution system operator



Akumulační prvky - BESS, přečerpávací el. Kompenzace – synchronní kompenzátor; kompenzační baterie

K elektromobilitě

Vozový park – typ pohonu

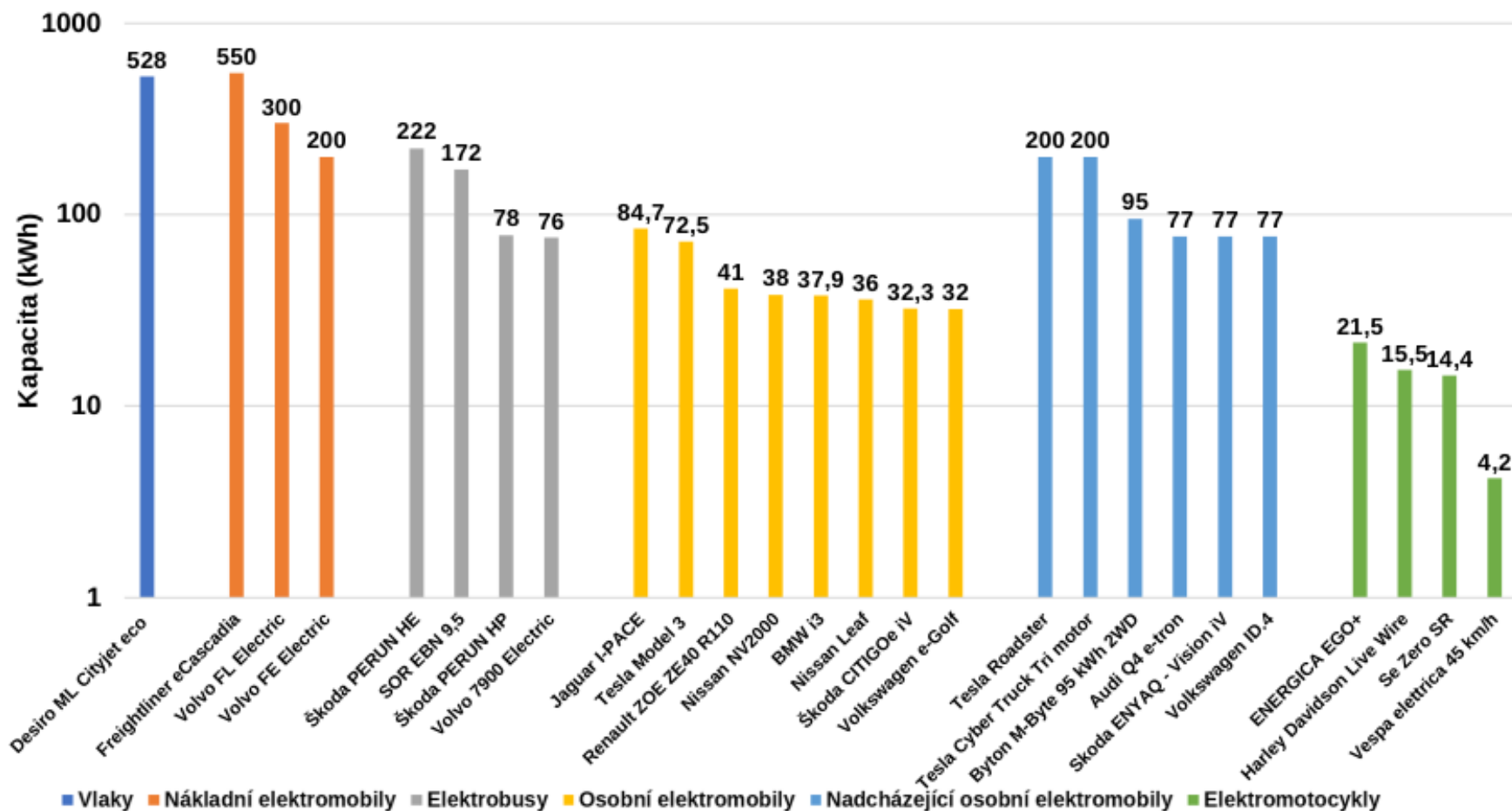
Při uvažování 100 % energie (z obnovitelných zdrojů)*

Typ pohonu	Efektivita získání paliva	Celková efektivita
BEV	95 %	77 %
PHEV	N/A	N/A
Vodík – palivové články	61 %	30 %
Stávající paliva	N/A	N/A
Syntetické paliva	44 %	13 %

Vozový park (přehled velikosti baterií z roku 2021)

- Typ vozidla
 - Mikro mobilita
 - Elektromotorky: 4,2-21,5 kWh
 - Osobní elektromobily
 - malé do 35 kWh
 - střední 35-100 kWh
 - velké nad 100 kWh
 - Autobusy: 76-222 kWh
 - Nákladní auta: 200-624 kWh (Tesla Semi odhad 1 MWh)
 - Speciální vozidla – stavební vozidla
 - Ostatní:
 - vlaky, tramvaje,
 - lodě, letadla...

Vozový park – porovnání velikostí baterií (začátek roku 2021)



Vozový park – velikost baterie

Vyhodnocení Bloombergu¹ říká:

- Průměrná kapacita EV v roce 2018: 41 kWh
- Průměrná kapacita EV v roce 2022: 60 kWh
- Průměrný nárůst kapacity o 10 % ročně

- Z analýzy MPO² lze odhadnou nárůst velikostí baterií **2 kWh/za rok.**

- Autoři studie „Impact of Non-Systematic ... “³ očekávají nárůst velikostí baterie do **roku 2030 o 50 %.**

Velikost baterie může mít vliv na změnu na chování uživatelů při nabíjení !!

Zdroje:

¹<https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2023-08-01/battery-bloat-could-backfire-on-electric-vehicle-manufacturers>

²Dílčí studie pro pracovní tým A25 - Predikce vývoje elektromobility v ČR, Ministerstvo průmyslu a obchodu 2018.

https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2019/10/Studie-NAP-SG-A25_Elektromobilita.pdf.

³F. G. Venegas, M. Petit and Y. Perez, "Impact of Non-Systematic Electric Vehicle Charging Behaviour on a Distribution Substation," 2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Europe (ISGT-Europe), 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISGTEurope.2019.8905710.

Vozový park - věk vozidel v České republice

- Průměrný věk vozidel v České republice **15,11 roku (2020) – 15,93 (2022)**
- Dynamický průměrný věk vozidel v České republice **8,5 roku (2020)**

Měření dynamické průměrného věku je založeno na monitoringu SPZ na vybraných cestách (ve městech i mimo města)

Zdroje:

<https://www.europ-assistance.cz/blog/cesko-ma-5-nejstarsi-vozovy-park-v-eu>

https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/prumerne-stari-aut-cesko-registr.A200824_193357_automoto_fdv

<https://www.statistikaamy.cz/2020/12/03/jake-je-skutecne-stari-vozidel-v-cesku>

Vozový park – Elektromobilita a ČR

Kdo hlavně kupuje nové vozy v ČR?

- Firmy a OSVČ a drobní podnikatelé
- 2/3 fyzických osob kupuje ojeté vozy
- (Nové vozy ve Velké Británii už jde dominantně o osoby s věkem 56 let a více)

Dovoz aut do ČR?

- Za rok 1Q 2021 – 51 % bylo starších 10 let
- ~20 % z Německa

Prodej EV ve vybraných zemích EU (led-červ 2023):

SE: 52 445; UK: 152 965; DE: 220 224; FR 137 917

Nabíjení

Energetická spotřeba

Predikce výkonové zátěže elektromobility na ES (dle NAP SG 25):

2025: 20-450 MW

2030: 100-1200 MW

2040: 800-6000 MW

Predikce výkonové zátěže elektromobility na ES (dle studie
Dopad elektromobility do DS ČR EGU/EGC):

2040 nízký scénář: 1 136 MW

2040 střední scénář: 2 478 MW

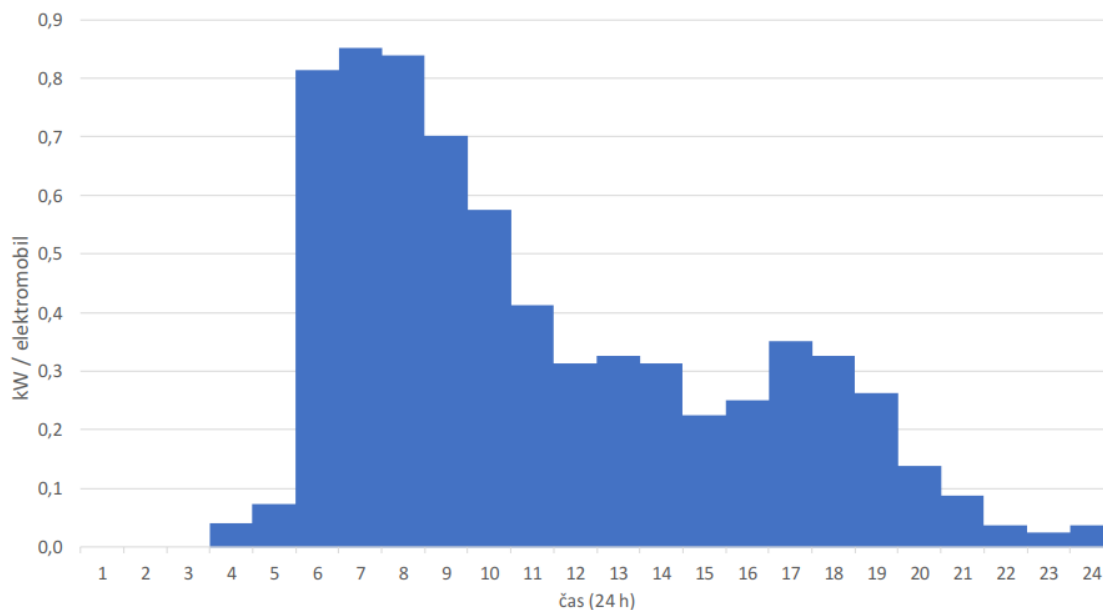
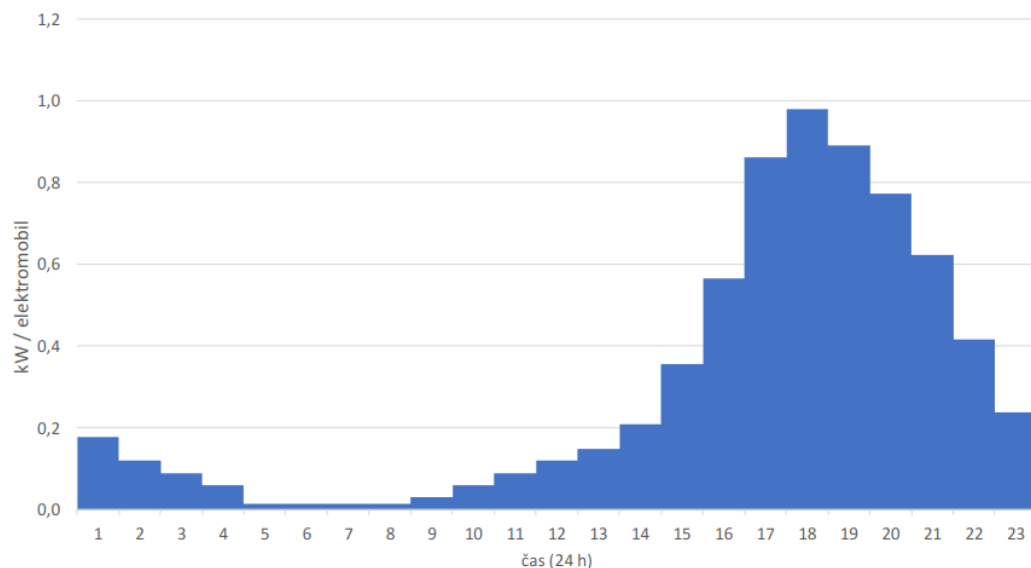
2040 vysoký scénář: 6 897 MW

Zdroje:

https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2019/10/Studie-NAP-SG-A25_Elektromobilita.pdf strana 55

https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2020/3/Integrace_emobility_loadflow_studie_EGU.pdf

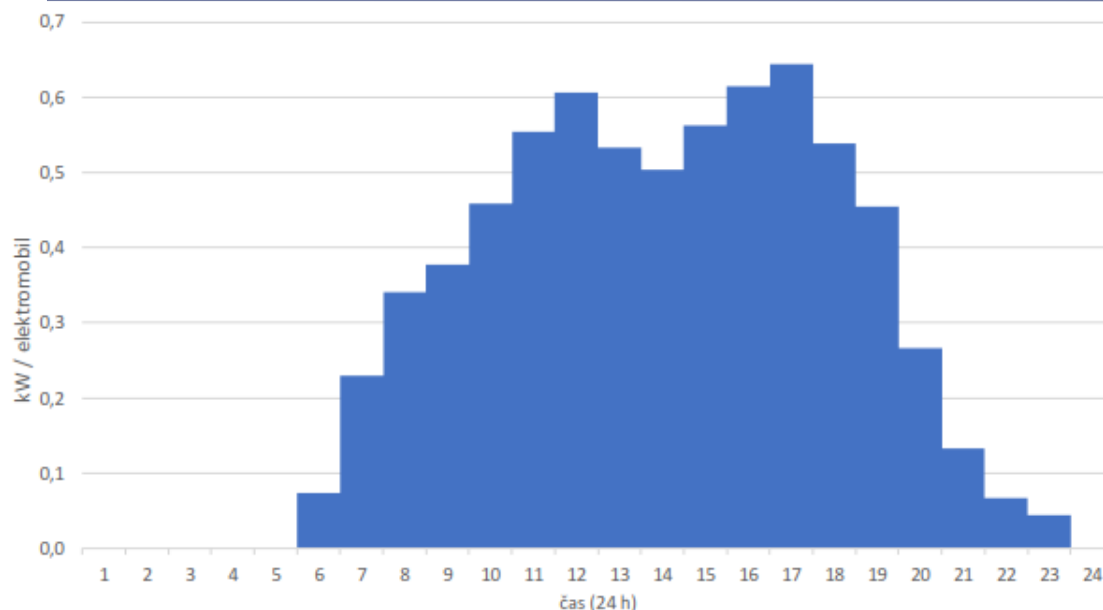
Energetická spotřeba – ukázky



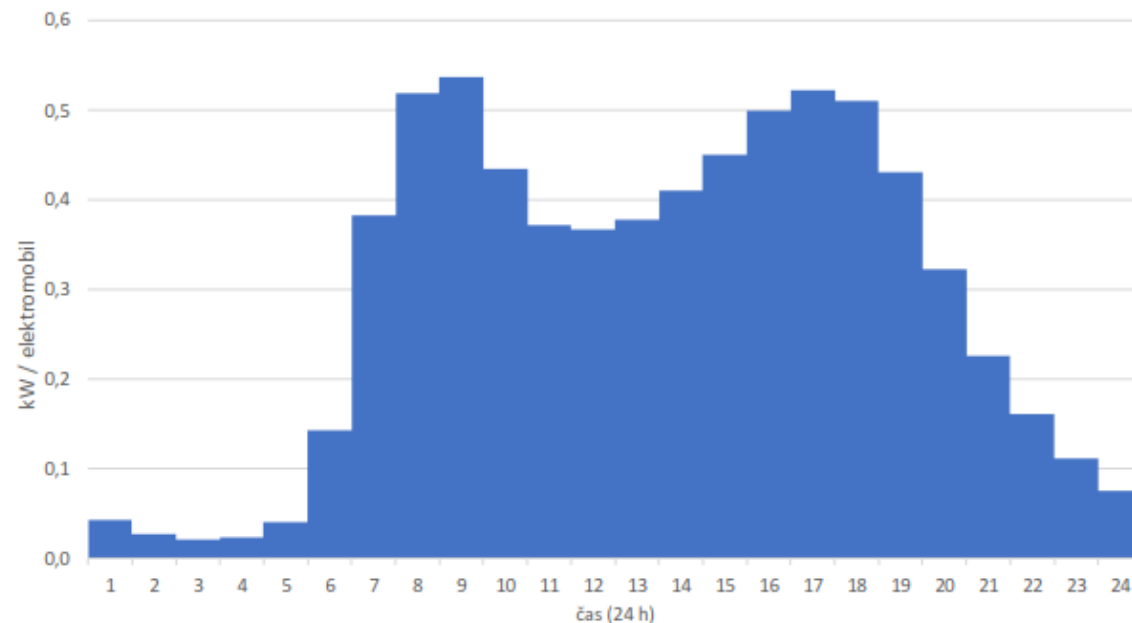
Zdroj:

https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2020/3/Integrace_emobility_loadflow_studie_EGU.pdf

Energetická spotřeba - ukázky



Komerční objekty
(dle studie EGU/EGC)
Uvažované nabíjení v délce
0,5 – 2 h

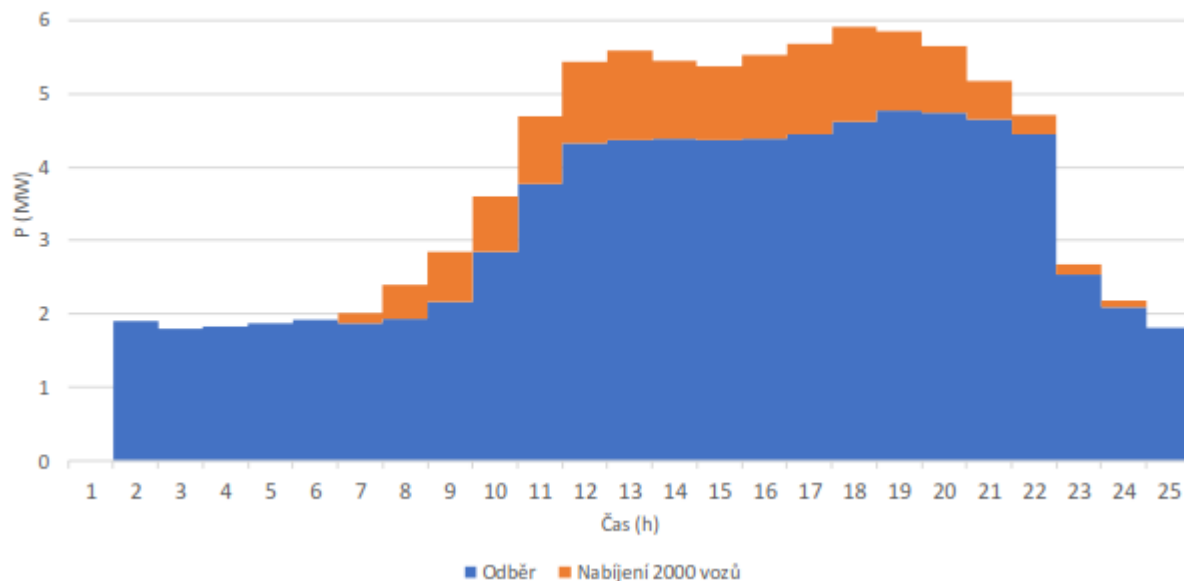
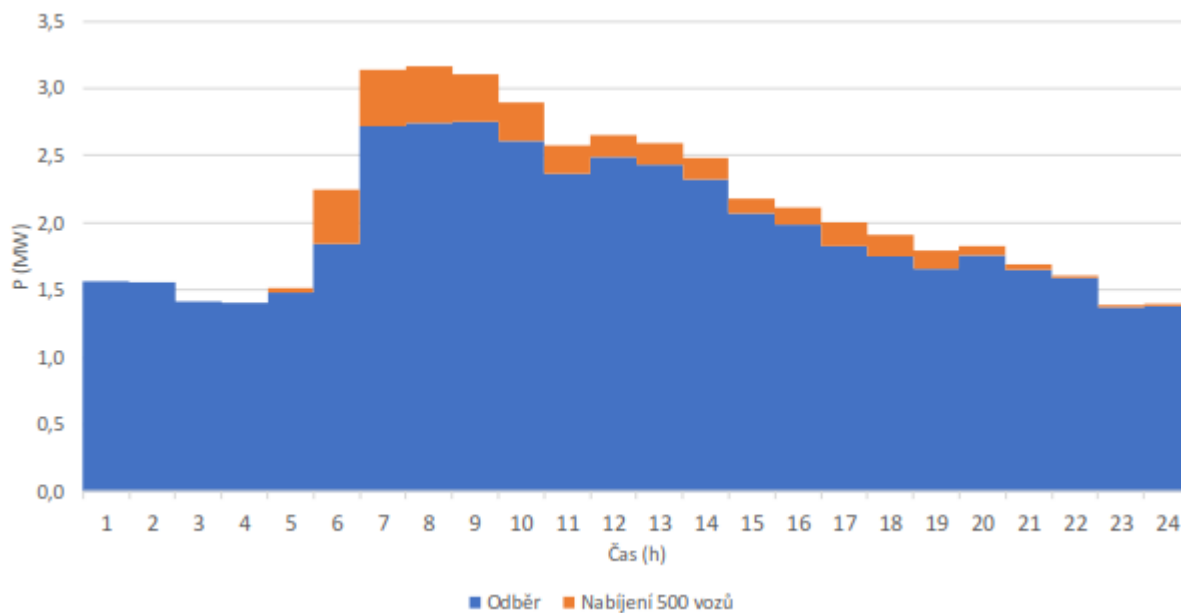


Rychlé a pomalé veřejné
dobíjení
(dle studie EGU/EGC)
Uvažuje se doba dobíjení
obvykle 20 minut až 1 hodina

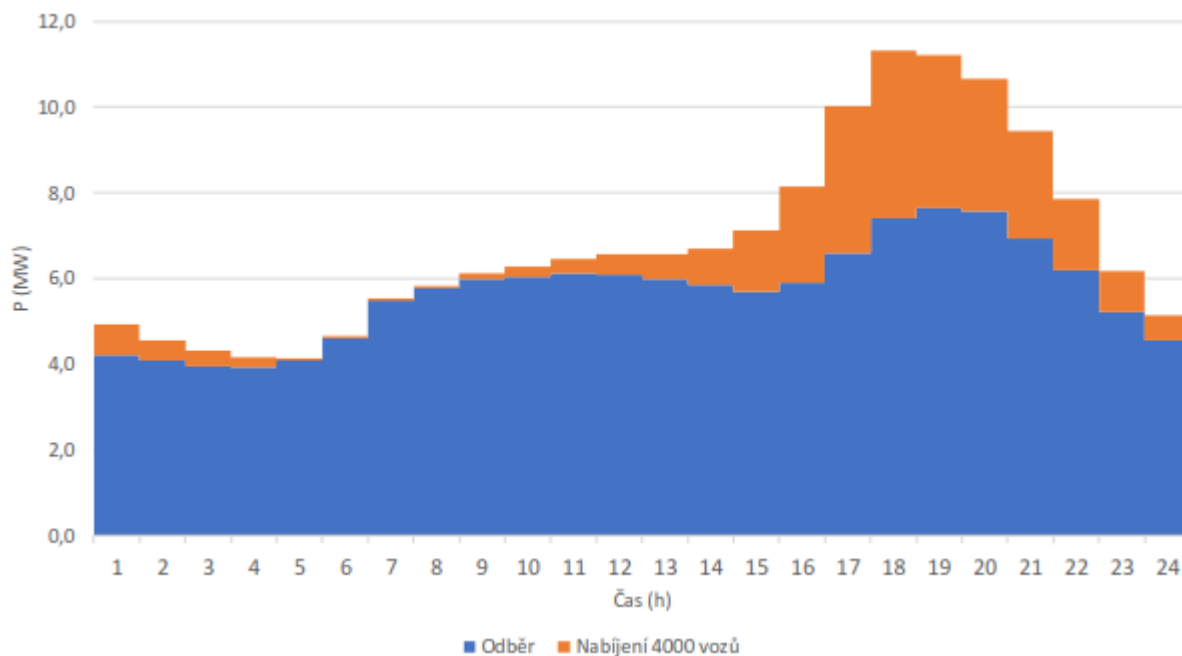
Zdroj:

https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/narodni-akcni-plan-pro-chytre-site/2020/3/Integrace_emobility_loadflow_studie_EGU.pdf

Energetická spotřeba - ukázky

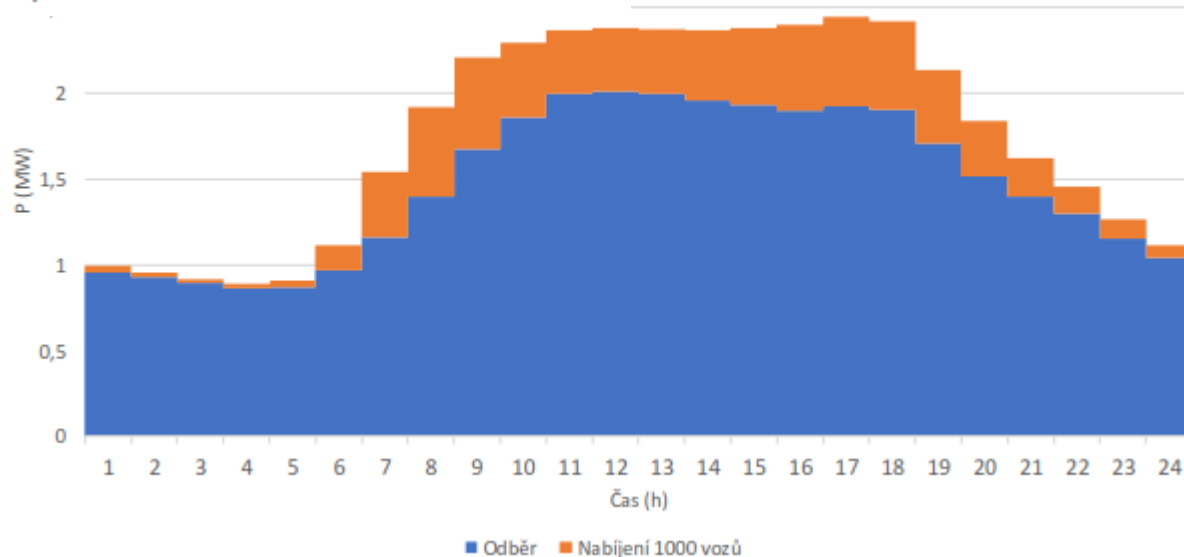


Energetická spotřeba - ukázky

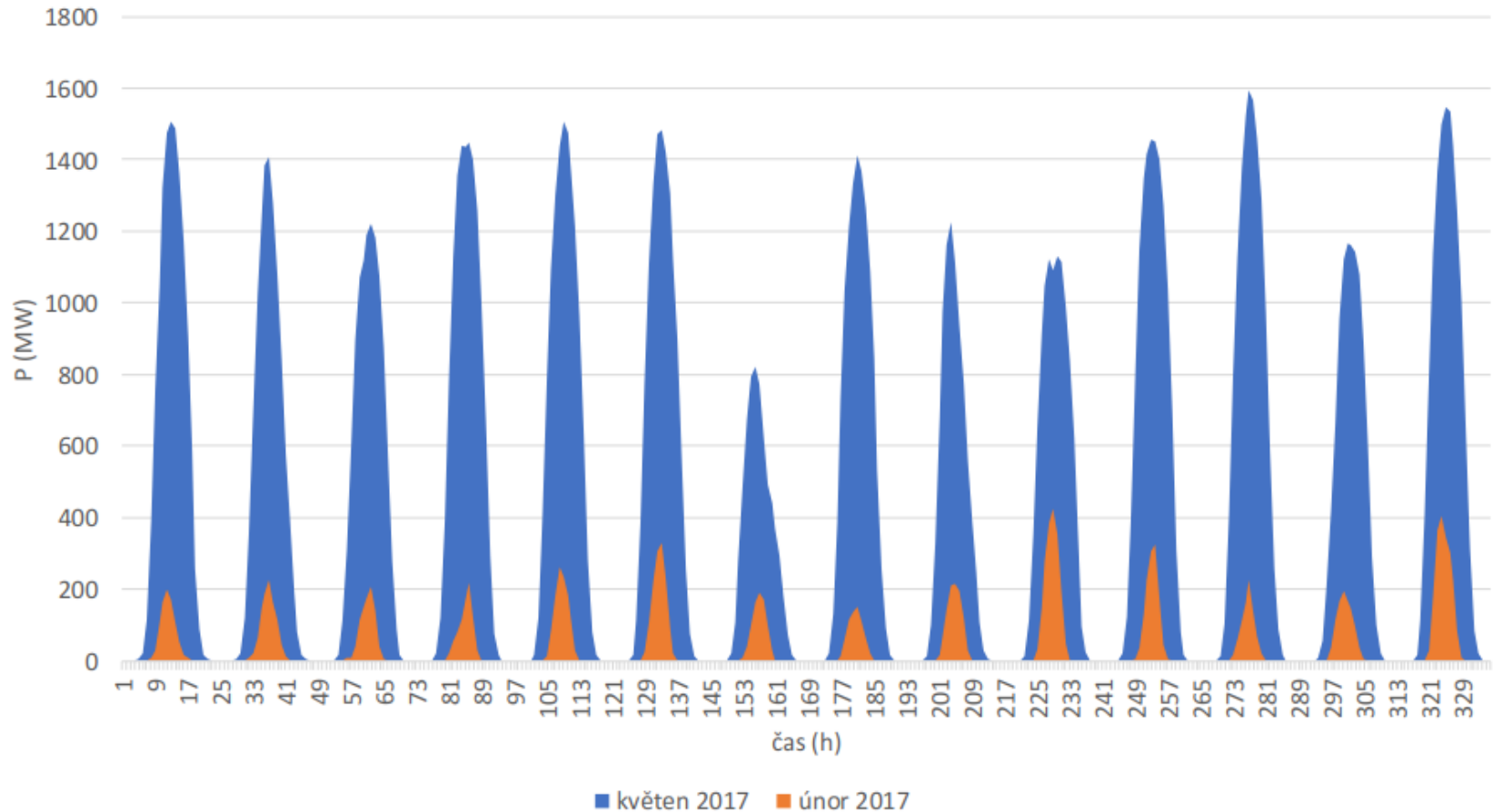


Nárůst potřeby u sídliště
Přibližně 25 000 obyvatel
(dle studie EGU/EGC)

Narůst spotřeby
centrum města
(dle studie EGU/EGC)



Produkce z FVE



Produkce z FVE květen/únor – 14 dnů
(dle studie EGU/EGC)

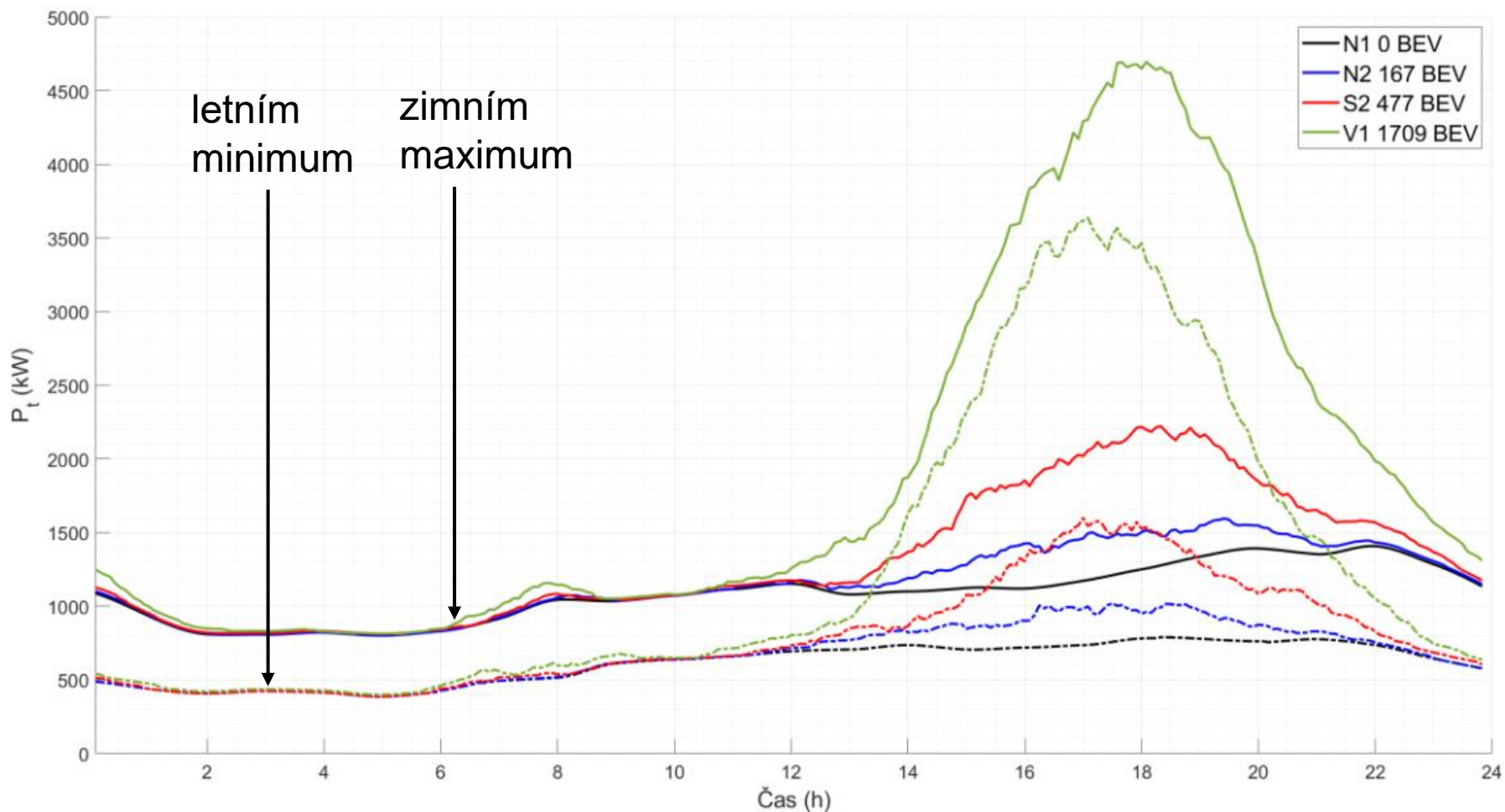
Ukázka pro obec s 3 000 obyvateli

- Tři typy EV
- generování doby příjezdu
- Vyhodnocení na úrovni 0,4 kV

Zdroj:

KOLAŘÍK, Robin. Analýza energetických toků v obci do 3 000 obyvatel a vysokou úrovní penetrace střešních FV instalací. Brno, 2021, <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134905>

Výkonová bilance při letním minimum a zimním maximum s neřízeným nabíjením EV

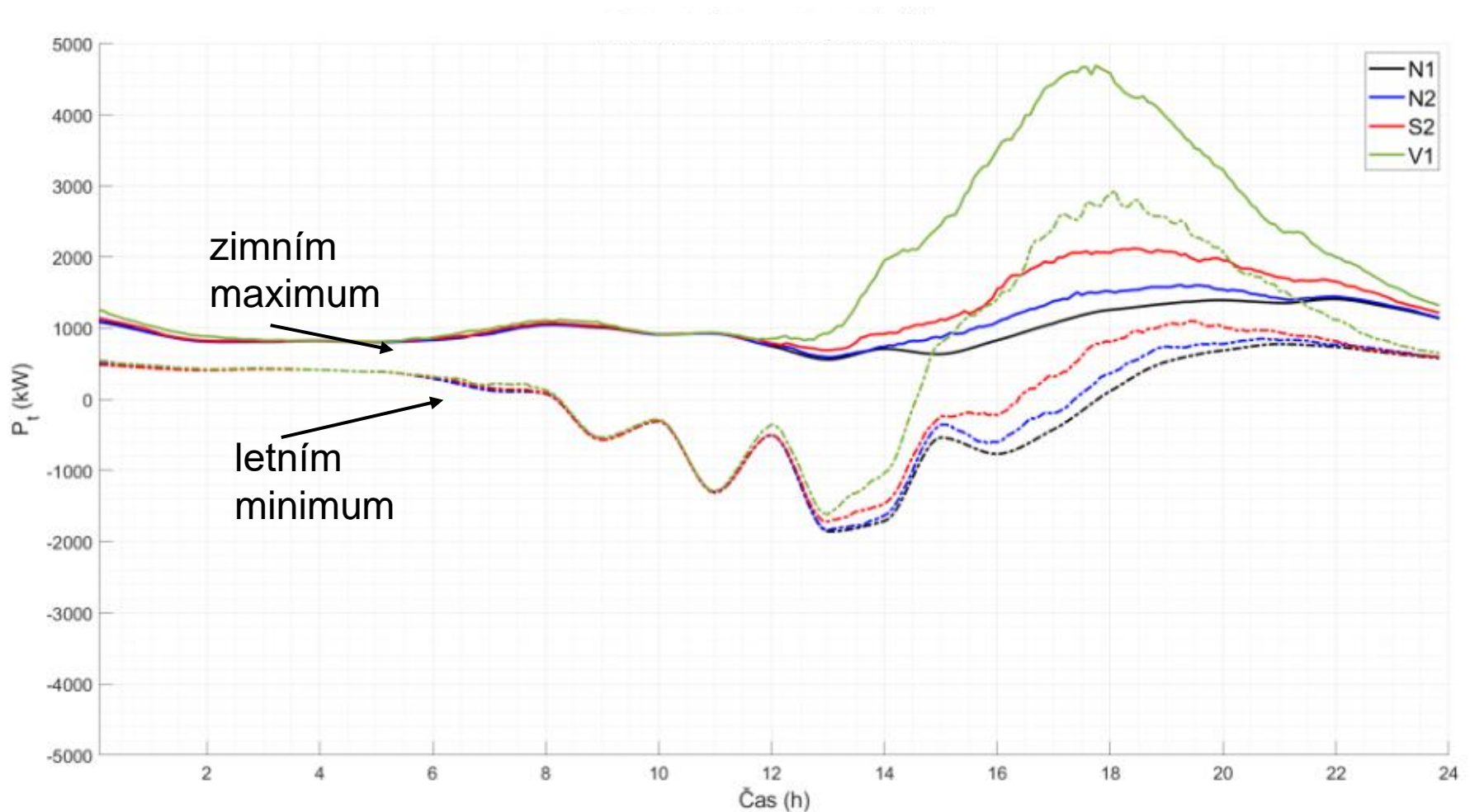


Zdroj:

KOLAŘÍK, Robin. Analýza energetických toků v obci do 3 000 obyvatel a vysokou úrovní penetrace střešních FV instalací.

Brno, 2021, <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134905> , strana 67

Výkonová bilance v distribuční síti s FVE na jižní straně domů



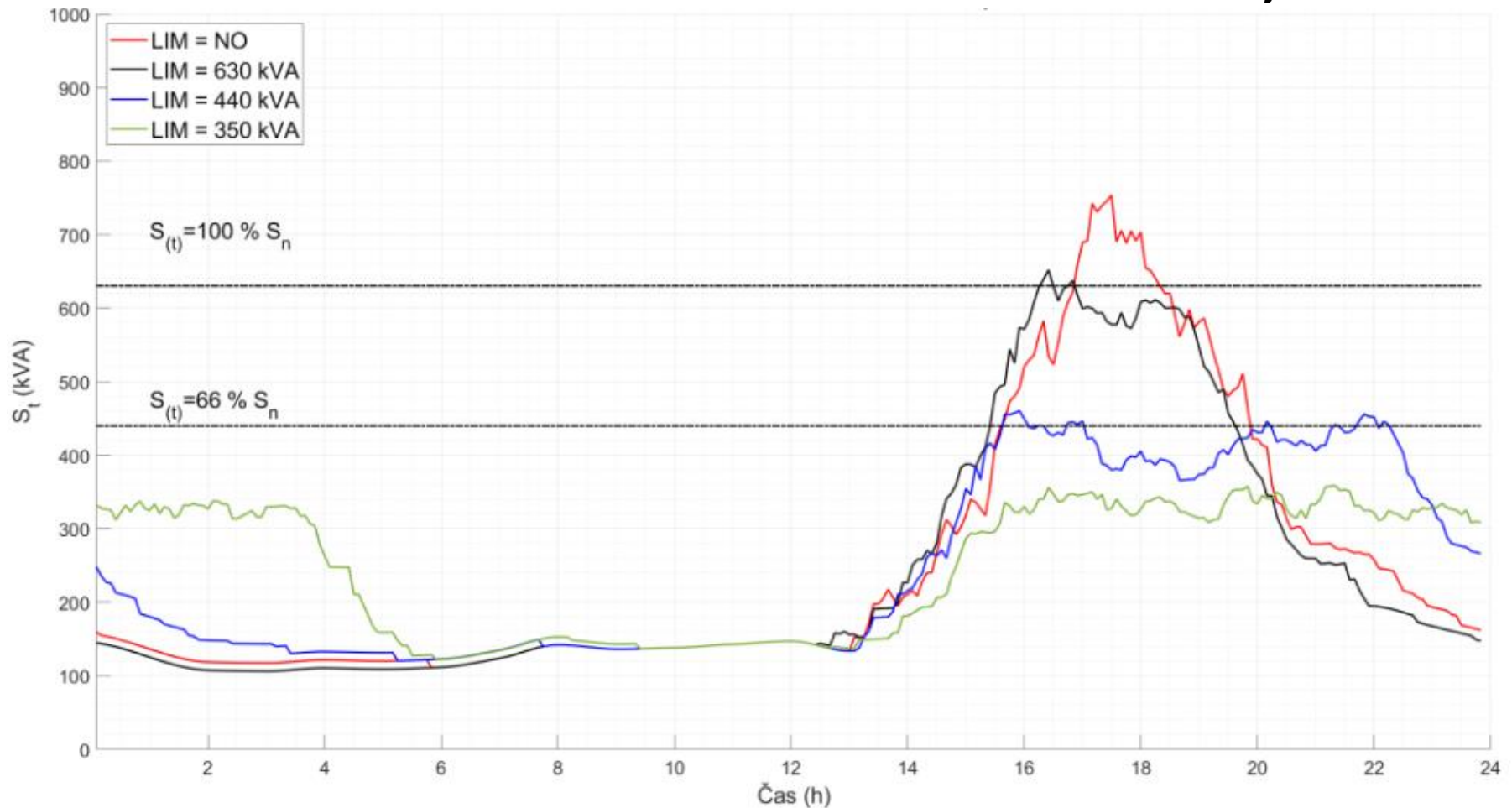
Zdroj:

KOLAŘÍK, Robin. Analýza energetických toků v obci do 3 000 obyvatel a vysokou úrovní penetrace střešních FV instalací.

Brno, 2021, <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134905>, strana 70

Výkonová bilance na radiálním vývodu napájeného transformátorem 22/0,4

Nabíjení 219 BEV

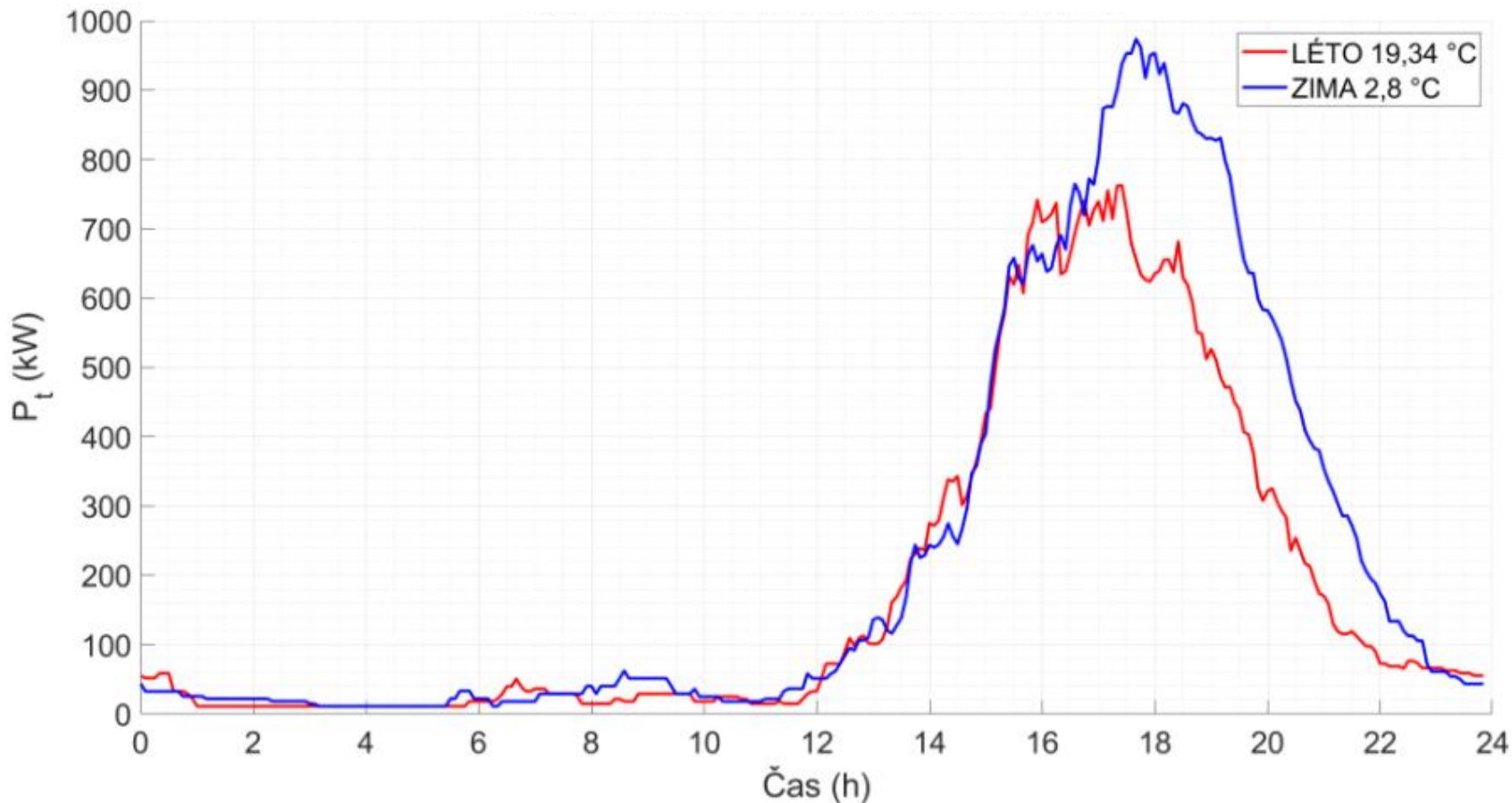


Zdroj:

KOLAŘÍK, Robin. Analýza energetických toků v obci do 3 000 obyvatel a vysokou úrovní penetrace střešních FV instalací.

Brno, 2021, <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134905>, strana 81

Změna spotřeby EV změnou teploty v zimě a v létě



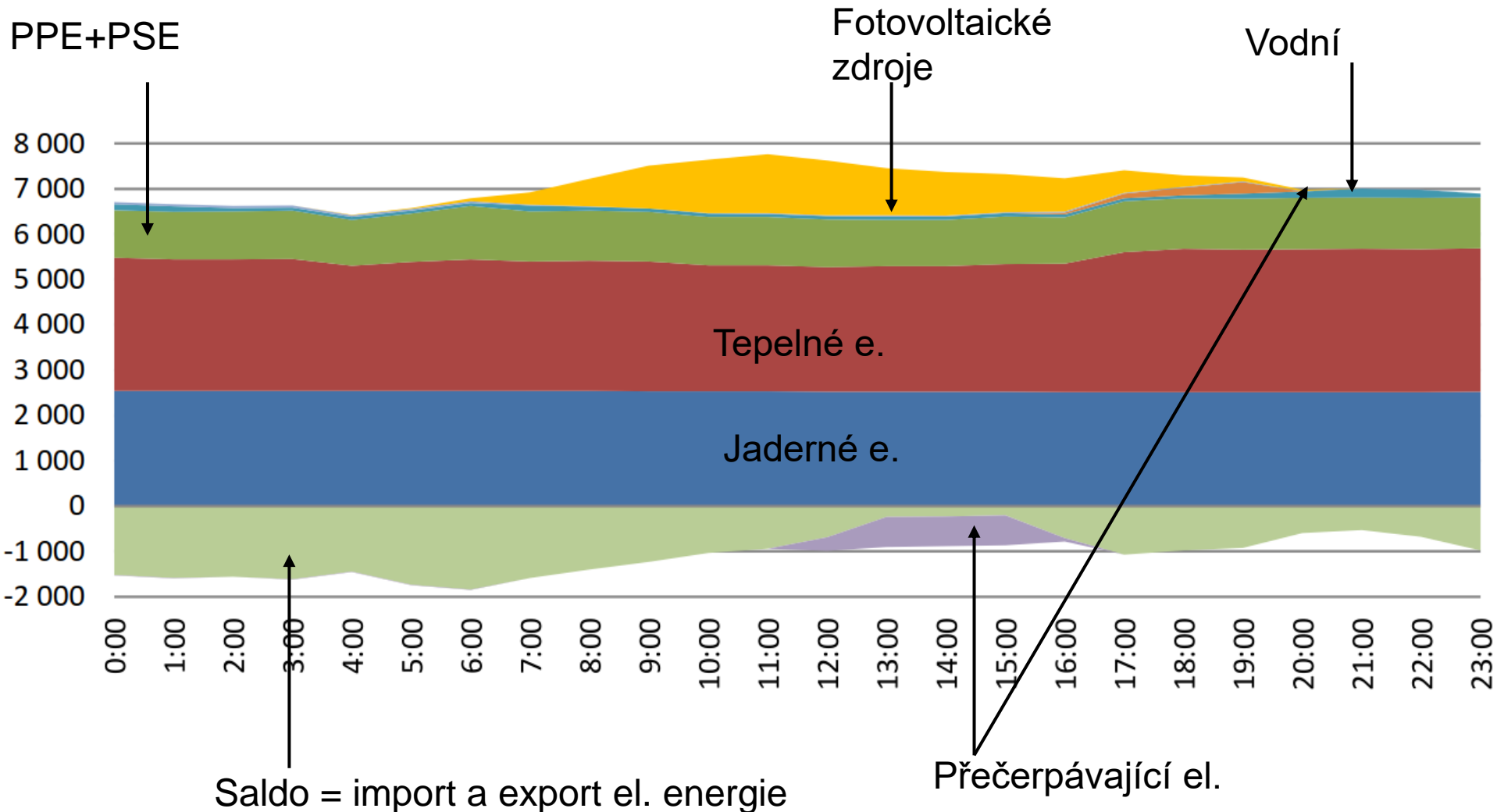
Zdroj:

KOLAŘÍK, Robin. Analýza energetických toků v obci do 3 000 obyvatel a vysokou úrovní penetrace střešních FV instalací.

Brno, 2021, <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134905>, strana 53

Kdy nabíjet?

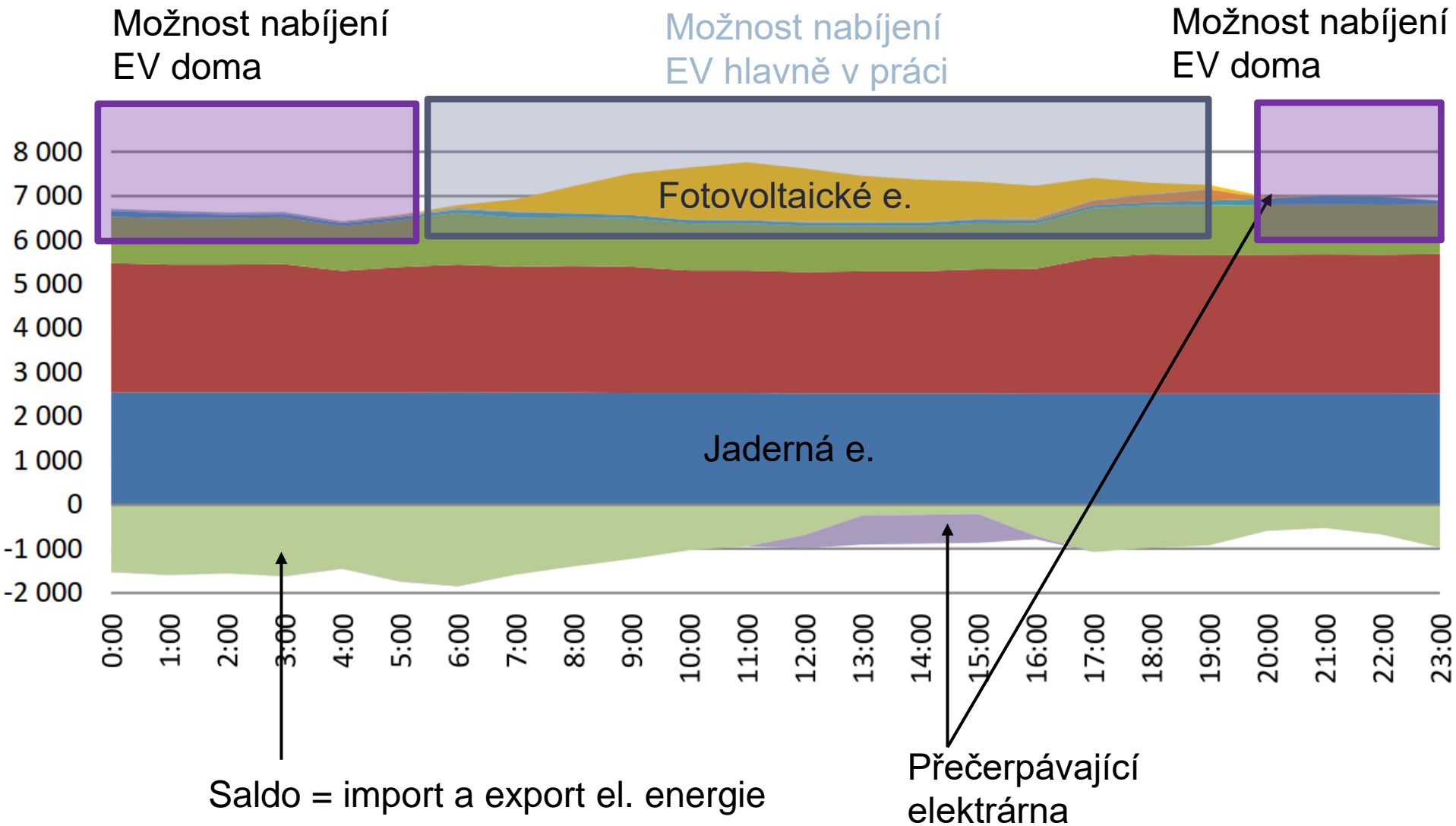
Brutto produkce a spotřeba (roční minimum)



Zdroj:

https://www.eru.cz/documents/10540/5381883/Rocni_zprava_provoz_ES_2019.pdf/debe8a88-e780-4c44-8336-a0b7bbd189bc, (s.36), upraveno, citováno 16-10-2020

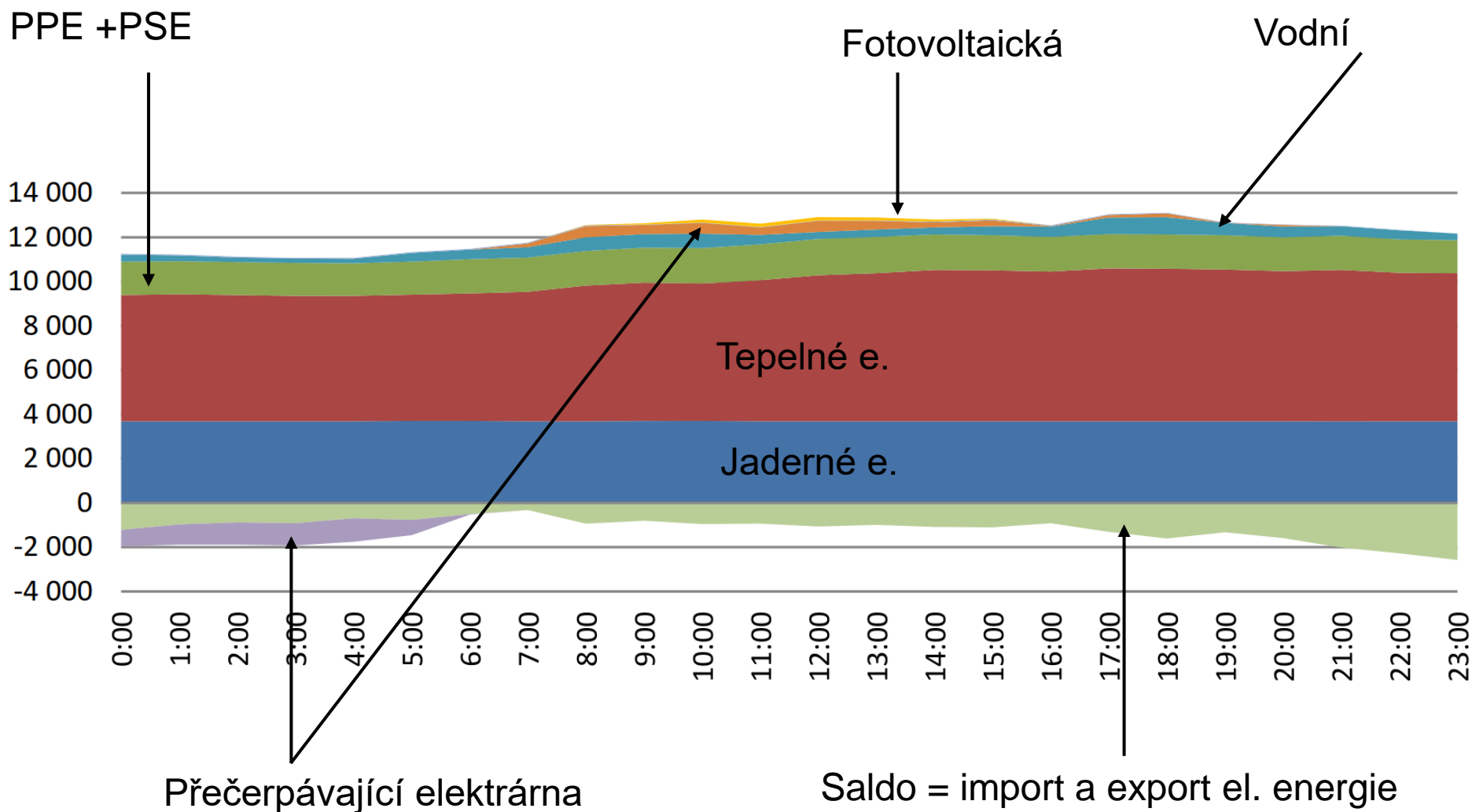
Brutto produkce a spotřeba (roční minimum)



Zdroj:

https://www.eru.cz/documents/10540/5381883/Rocni_zprava_provoz_ES_2019.pdf/debe8a88-e780-4c44-8336-a0b7bbd189bc, (s.36), upraveno, citováno 16-10-2020

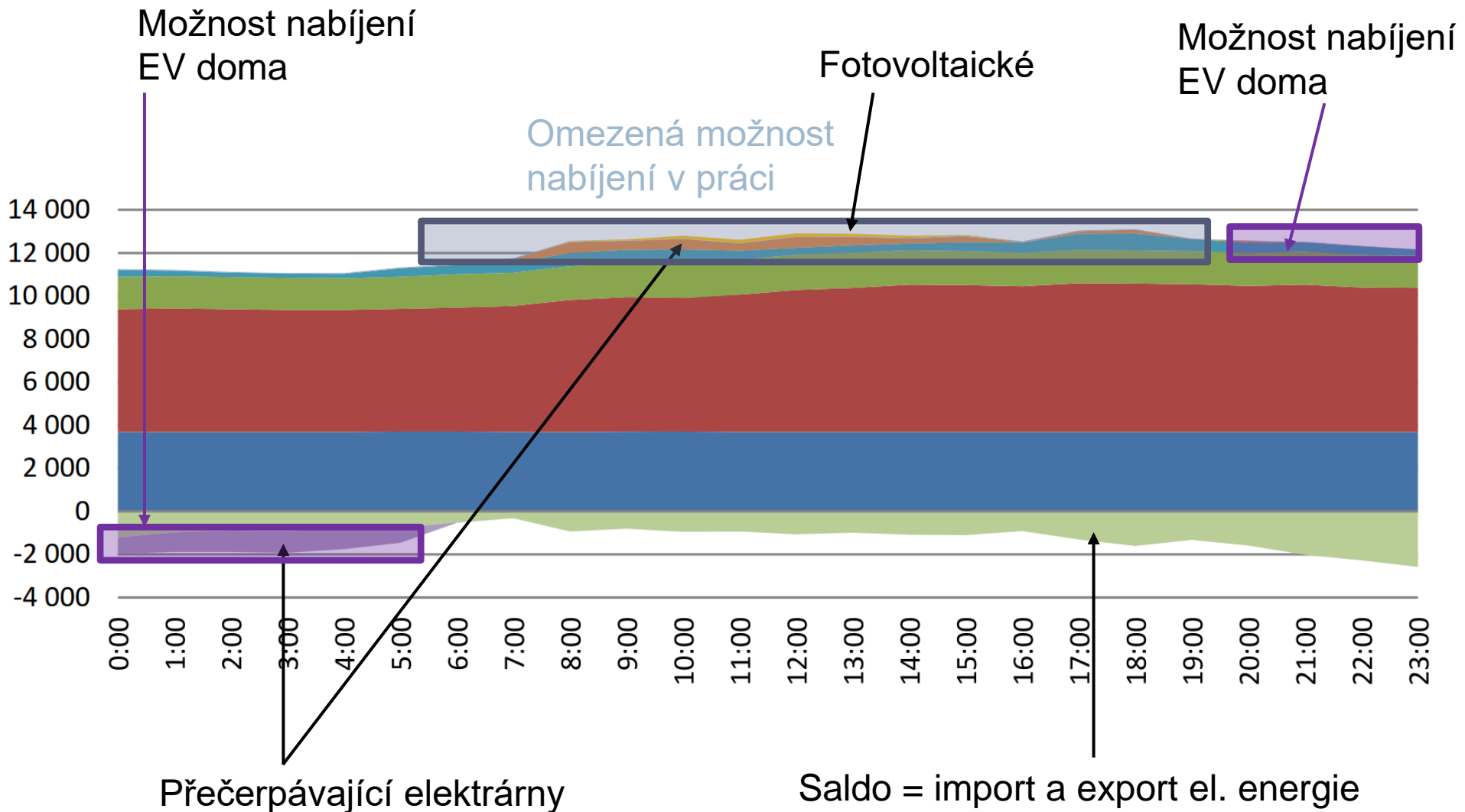
Brutto produkce a spotřebu (roční maximum)



Zdroj:

https://www.eru.cz/documents/10540/5381883/Rocni_zprava_provoz_ES_2019.pdf/debe8a88-e780-4c44-8336-a0b7bbd189bc, (s.35), upraveno, citováno 16-10-2020

Brutto produkce a spotřebu (roční maximum)

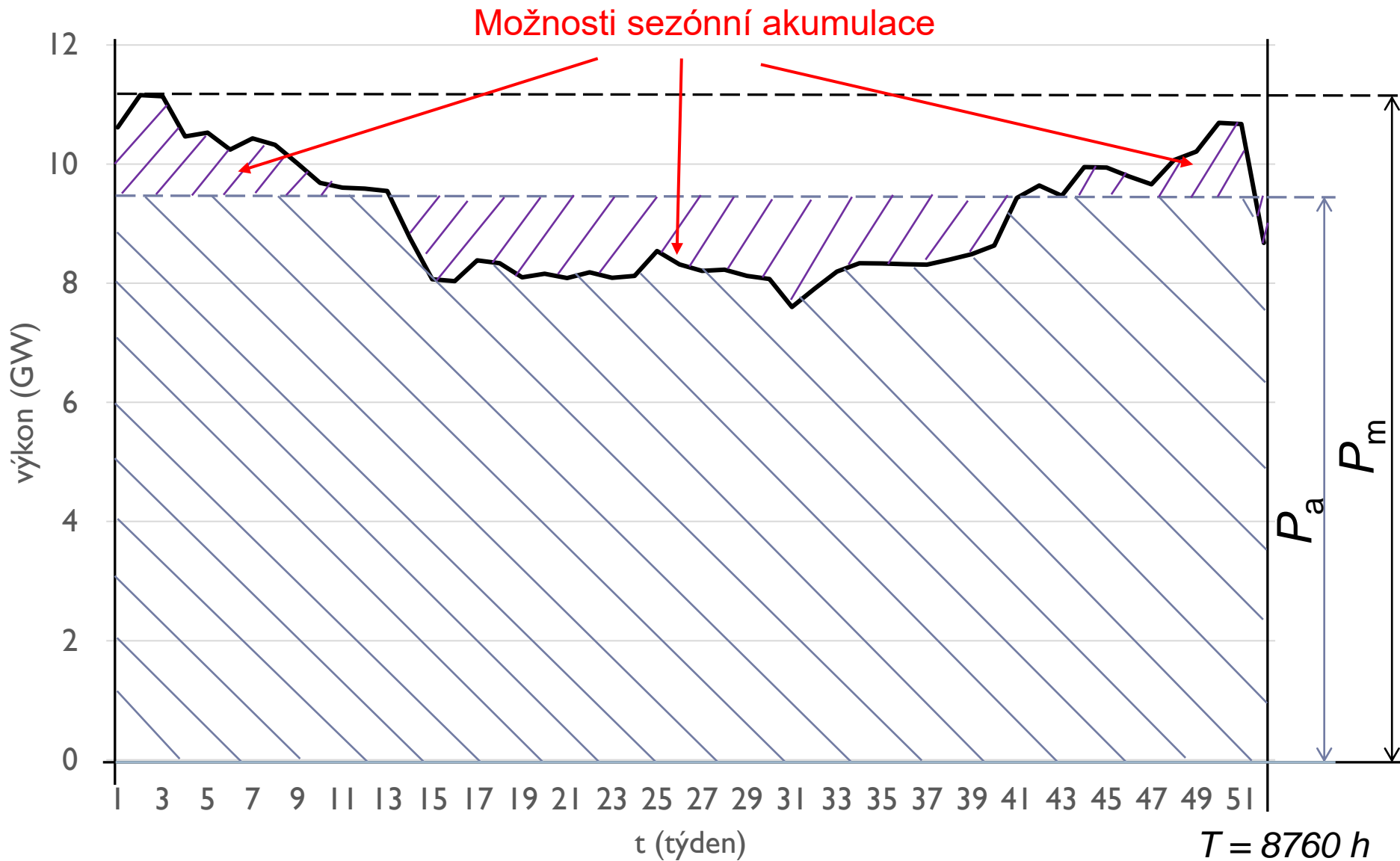


Zdroj:

https://www.eru.cz/documents/10540/5381883/Rocni_zprava_provoz_ES_2019.pdf/debe8a88-e780-4c44-8336-a0b7bbd189bc, (s.35), upraveno, citováno 16-10-2020

Roční diagram zatížení

P_m – maximální výkon
 P_a – průměrný výkon



Otázky s rýsujícími se odpověďmi...

Vliv velikosti baterie EV? – osobní auta

- Velikost baterií EV roste, tím i volná kapacita na jiné využití.
- Průměrný dojezd za rok je v ČR mezi 10 000 – 20 000 km
 - Což odpovídá mezi 27 – 55 km
 - Tento dojezd neplatí pro firemní flotilu, kde jsou roční nájezdy vyšší
 - Úvaha využití baterie - při spotřebě:

Značka	model	Spotřeba dle ADAC (kWh/100 km)
BMW	I3	17,9
Tesla	Model 3 Range plus	19,5
Audi	E-tron 55 Quattro	25,8

- Při úvaze 300 Wh/km odpovídá 8,1 kWh až 16,5 kWh potřebné energie za den z baterie EV.
- Při baterii 60 kWh to odpovídá potřeba dobít 7,4 dne až 3,6 dne bez uvažování optimálního provozu baterie.
- **Závěr: se zvětšující se baterií se bude prodlužovat doba dobítí nebo**

Vehicle-to-grid...

- Obecně lze říct, že výrobci nyní příliš nepodporují nebo přímo zakazují využívat vozidla k účelu vehicle-to-grid.

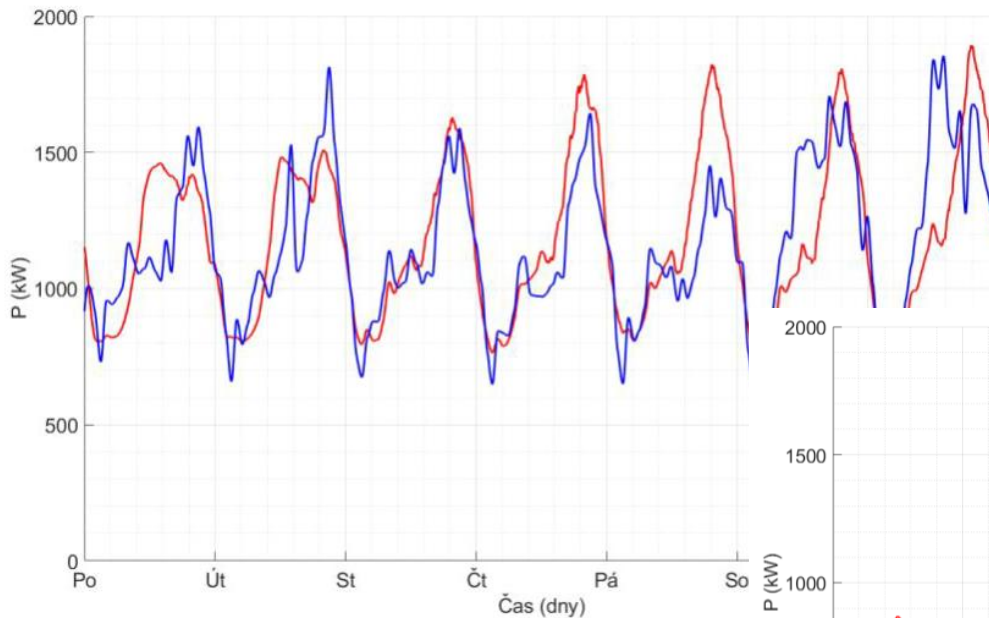
Proč? Hlavním důvodem je nemožnost garantovat životnost a parametry baterie.

Ale ...

- Přibývá výrobců, kteří plánují od vozidel v další generaci budou V2G nabízet, např. Volvo
- Přípravu dělá i Tesla
- Minulý rok byl v USA představen zákon Bidirectional Act, který má umožnit využití školních elektrobusů v konceptu V2G

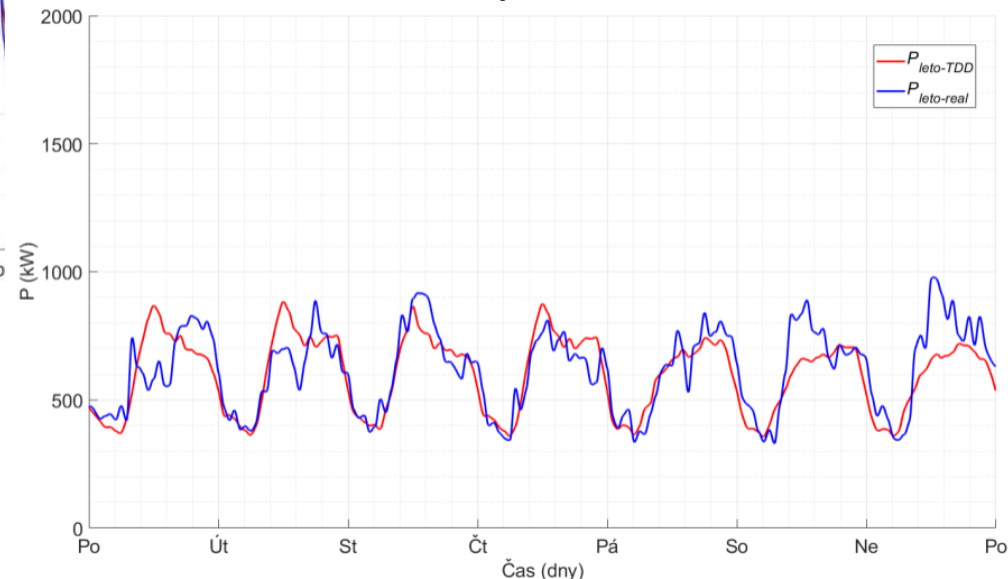
Cena elektřiny...

- Jak se bude chovat vlastník elektromobilu, pokud bude mít doma FVE a baterii?
- Jak může vypadat spotřeba domácnosti s touto výbavou?
- Vliv V2G, když bude bonus pro uživatele auta od distribuční společnosti za řízení nabíjení i vybíjení?



Spotřeba domácnosti zima

Spotřeba domácnosti léto



A co autonomní vozidla...

- Co se očekává, že autonomní vozidla změní:
 - Čas využívání vozidel
 - Parkování vozidel ve městě – vytlačení parkování mimo centrum
 - V2G – místa pro dobíjení – systematický přístup využívání
 - Ekonomiku speciálně u nákladních dopravců

Co to udělá s provozem soustavy?...

Co se mění...

- Narůstá OZE – hlavně FVE
- FVE zdroje jsou užitečné pro produkci 9 měsíců v roce, ale pro zimní měsíce budou potřeba jiné zdroje...

Co budeme dělat v zimě....?

Co se mění...

Následky?

- Změna využívání klasických zdrojů – speciálně uhlí
 - Může to vést k nerentabilnímu provozu přes léto
 - Úvaha využití jen pro zimní provoz – co ekonomika?

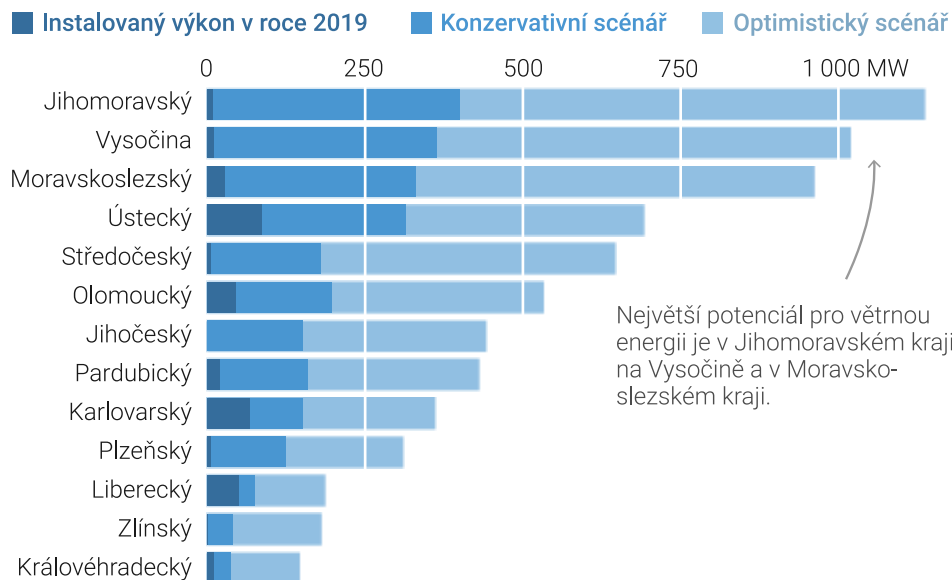


Co se mění...

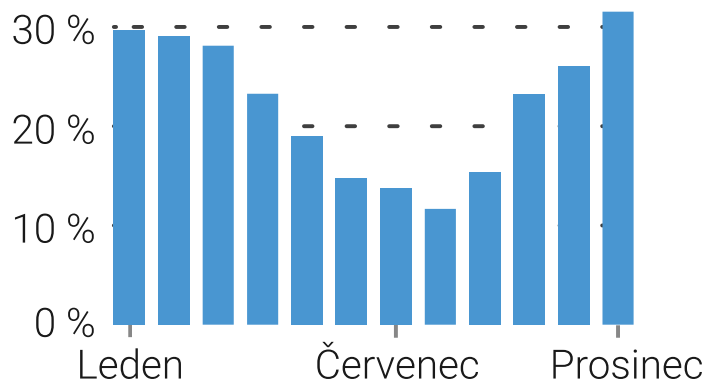
Následky?

- Změna využívání klasických zdrojů – speciálně uhlí
 - Může to vést k nerentabilnímu provozu přes léto
 - Úvaha využití jen pro zimní provoz – co ekonomika?
- Větší podpora výstavby jiných OZE – větrné elektrárny

KDE JE PRO VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY POTENCIÁL?



Průměrný koeficient využití větrných elektráren v letech 2015–2020



VERZE 2022-06-13 LICENCE CC BY 4.0

více info na faktaoklimatu.cz/potencial-vetrne-energie-cr

Při optimální variantě by mohly větrné elektrárny produkovat 18 TWh.

Co se mění...

Následky?

- Změna využívání klasických zdrojů – speciálně uhlí
 - Může to vést k nerentabilnímu provozu přes léto
 - Úvaha využití jen pro zimní provoz – co ekonomika?
- Větší podpora výstavby jiných OZE – větrné
- Otevírá se otázka sezónní akumulace
 - Power-to-gas
 - Power-to-methan
- Změna uvažování řešení rovnováhy soustavy s nižší regulací zdrojů a vyšší regulací spotřeby.

Kde se může zvyšovat spotřeba...

Při pohledu na vybavení domácnosti za posledních 50 let, tak:

- Přibýlo počet zařízení spotřebovávající el. energii
- Jaké jsou budou nové spotřebiče?
 - již dnes přibývá mikromobilita a elektromobilita

Co dál?

- Humanoidní roboti? Minimálně Elon Musk tímto směrem uvažuje.

<https://youtu.be/D2vj0WcvH5c?t=8>

<https://www.youtube.com/watch?v=XiQkeWOFwmk>

Závěr

- Energetika prochází v současné době výraznou změnou
- Důvody jsou jak klimatické, tak i bezpečnostní.
- Elektromobilita není pro tuto změnu přítěží, ale přínosem, umožňuje větší prostor pro regulaci zátěže.
- Ano, bude to něco stát.
- Sociální, ekonomické a technická konsekvence zavedením EV je otázkou implementace a ne samotné technologie.
- Minimálně z dlouhodobého hlediska je tato změna užitečná pro Evropu.