



# Nákladová a energetická efektivita v železniční dopravě

PS PČR – 20.3.2023





## Porovnání různých technologií pohonu

### Vzdálenost ujetá na 15kWh primární energie

Elektrické vozidlo

100 km

Vozidlo s palivovým článkem

48 km

Vozidlo na syntetický metan

16 km

Vozidlo na syntetický benzín

15 km

## Porovnání různých technologií pohonu

### Vzdálenost ujetá na 15kWh primární energie

Elektrické vozidlo

100 km

Vozidlo s palivovým článkem

48 km

Vozidlo na syntetický metan

16 km

NOx, CO, prach, karcinogenní látky

Vozidlo na syntetický benzín

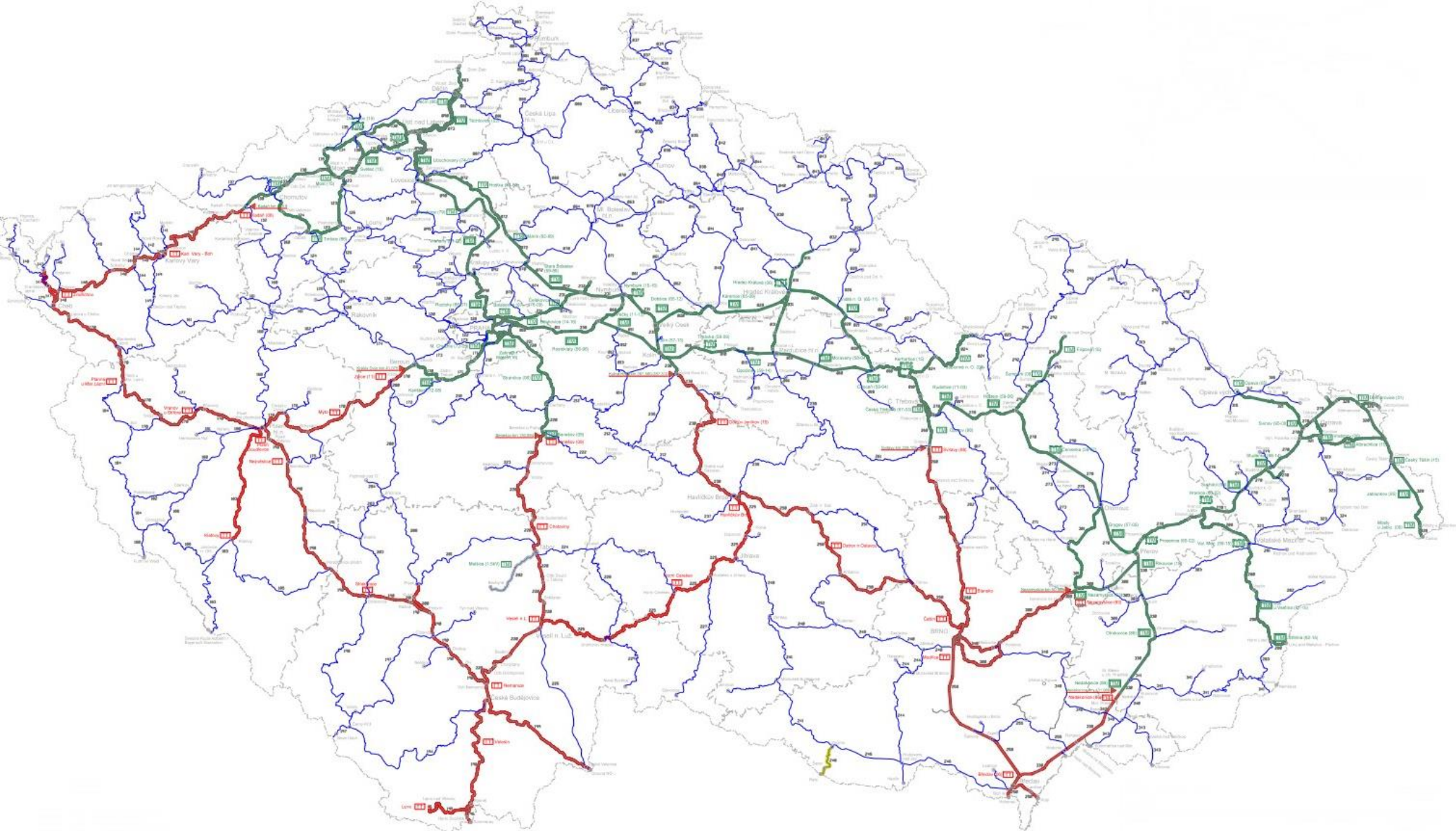
15 km

NOx, CO, prach, karcinogenní látky

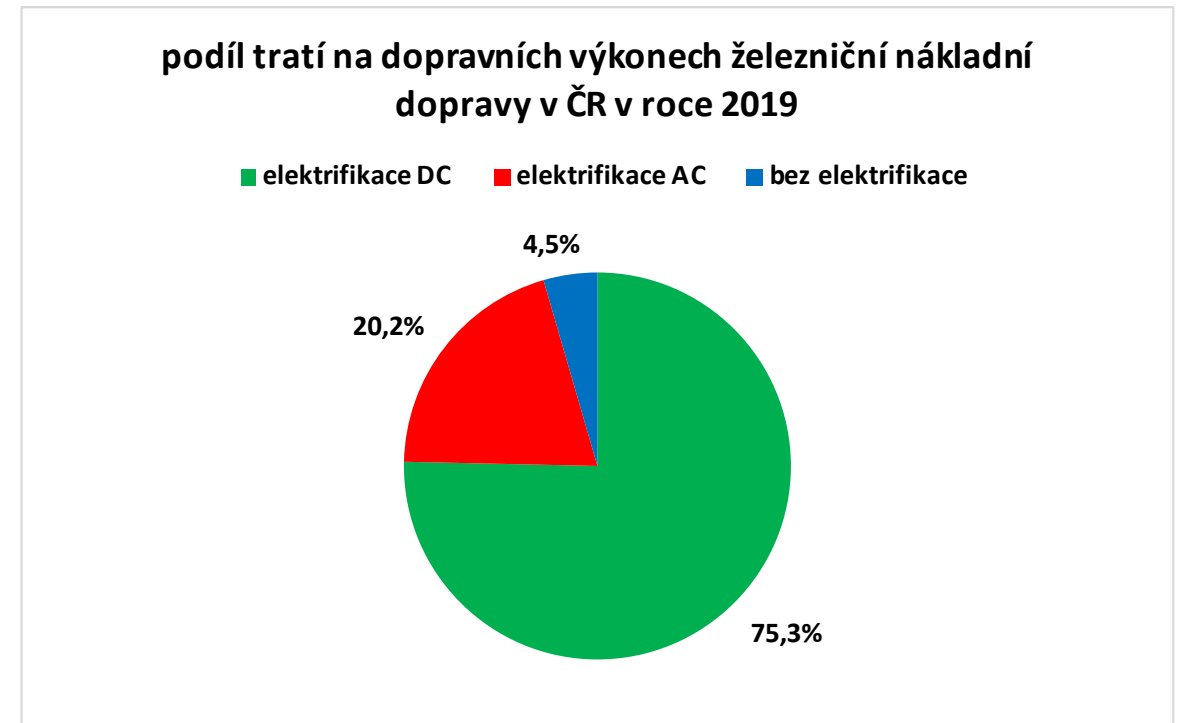
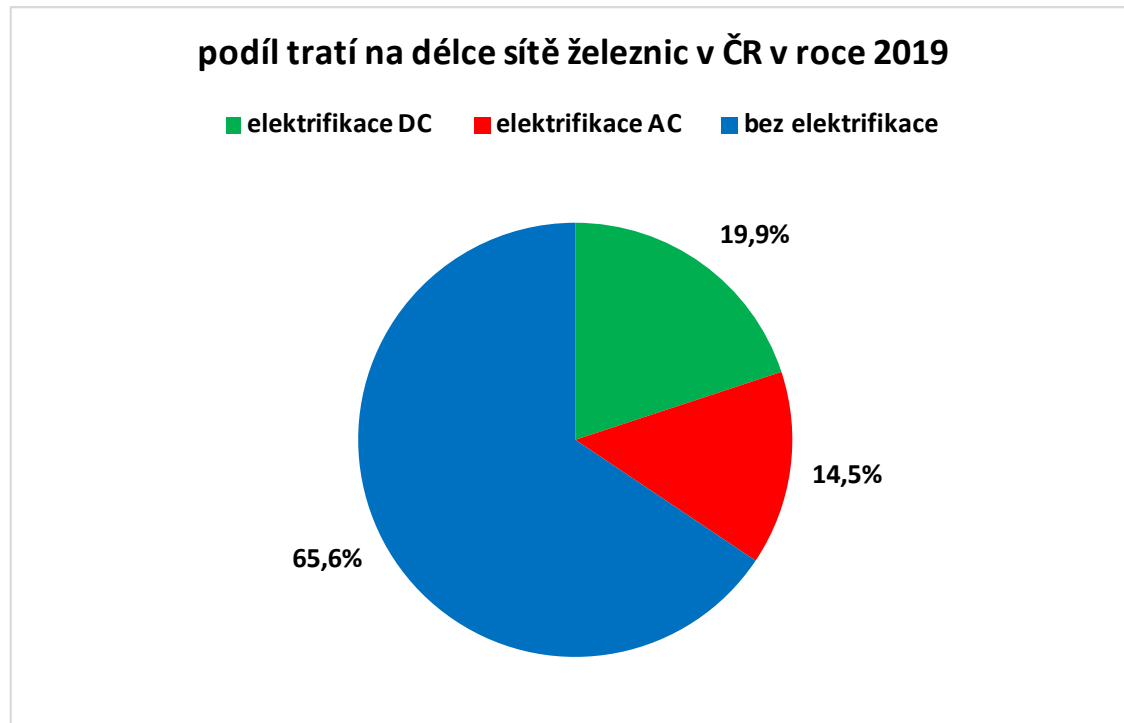
# Nasazení E-paliv



# Železniční síť ČR



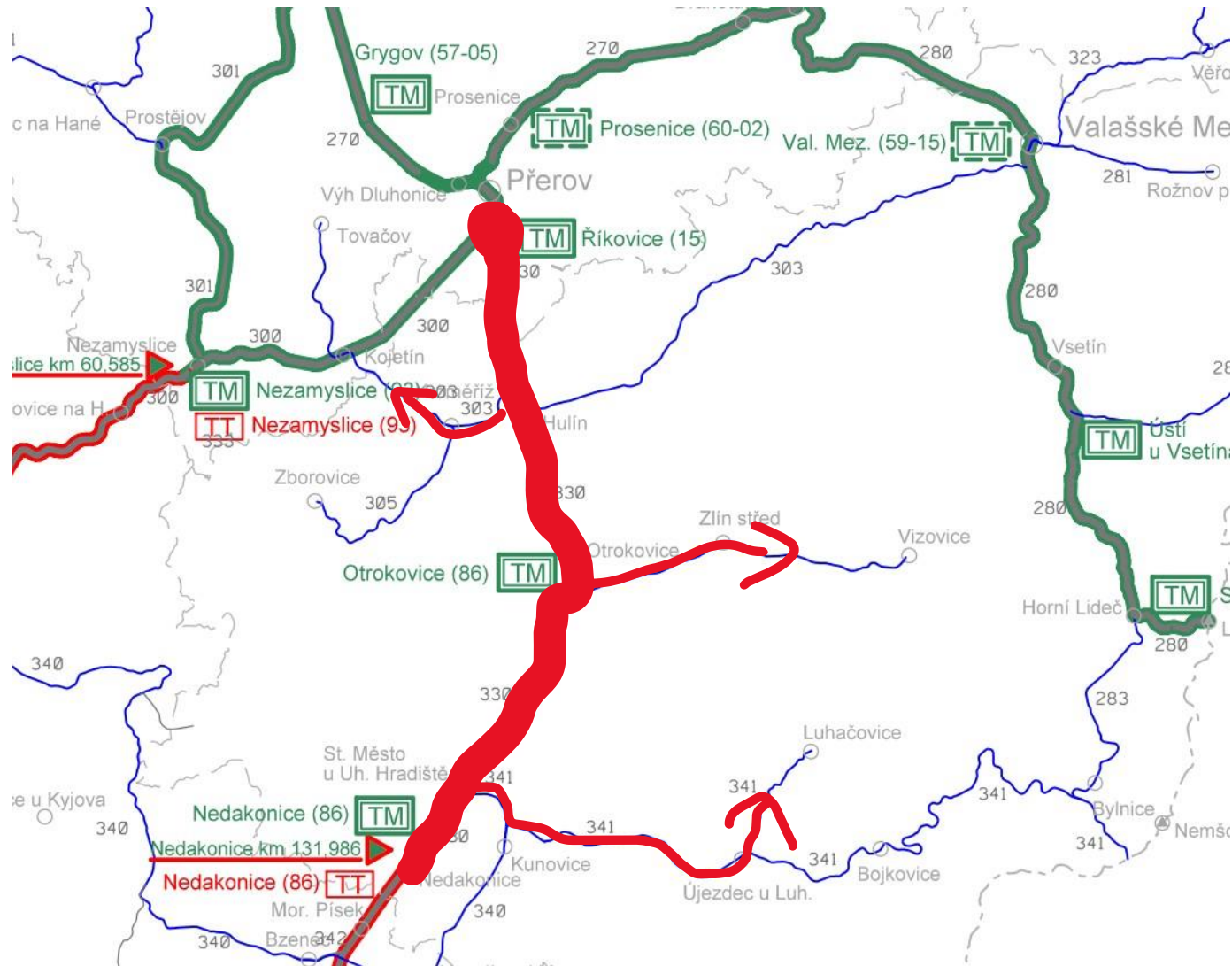
## Podíl elektrifikovaných a neelektrifikovaných tratí na dopravních výkonech nákladní železniční dopravy v ČR



Elektrifikované tratě představují jen **34,4 % délky** železniční sítě, ale zajišťují **95,5 % dopravních výkonů** nákladní dopravy.



# Železniční síť ČR



Vzdálenost TM



Vzdálenost TNS

Cena TNS – řádově stovky mil. Kč

System **25kV s jednotnou fází** umožňuje vytvořit robustní drážní síť

- Úspora počtu TNS
- Úspora plateb za rezervovaný výkon
- Možnost budování vlastních zdrojů na drážních pozemcích

# Mireo Plus – řešení pro neelektrifikované tratě

## Elektrifikované tratě



## Mireo

Klasická EMU

- Nejefektivnější a  
nejlevnější řešení

## Propojení mezi elektrifikovanými úseky



## Mireo Plus

Vozidla s alternativním pohonem na bázi klasického Mirea:  
úsporné, lehké vozidlo s nízkými provozními náklady

**Mireo Plus B:** Bateriové vozidlo pro vedlejší tratě s dojezdem **80 – 120 km**

**Mireo Plus H:** Vodíkové vozidlo pro delší neelektrifikované úseku s dojezdem **600 – 1.000 km**

## Poslední „míle“



## Úseky bez trakčního vedení



**Dvouvozová jednotka:** 47 m, 120 - 140 cest.



# Typické nasazení pro Mireo Plus

## Cíl

Bezpečnostní vazba s co nejkratší jízdou dobou z okrajových částí regionu do jeho centra

Např. linka Olomouc - Jeseník

## Výjezd z centra regionu

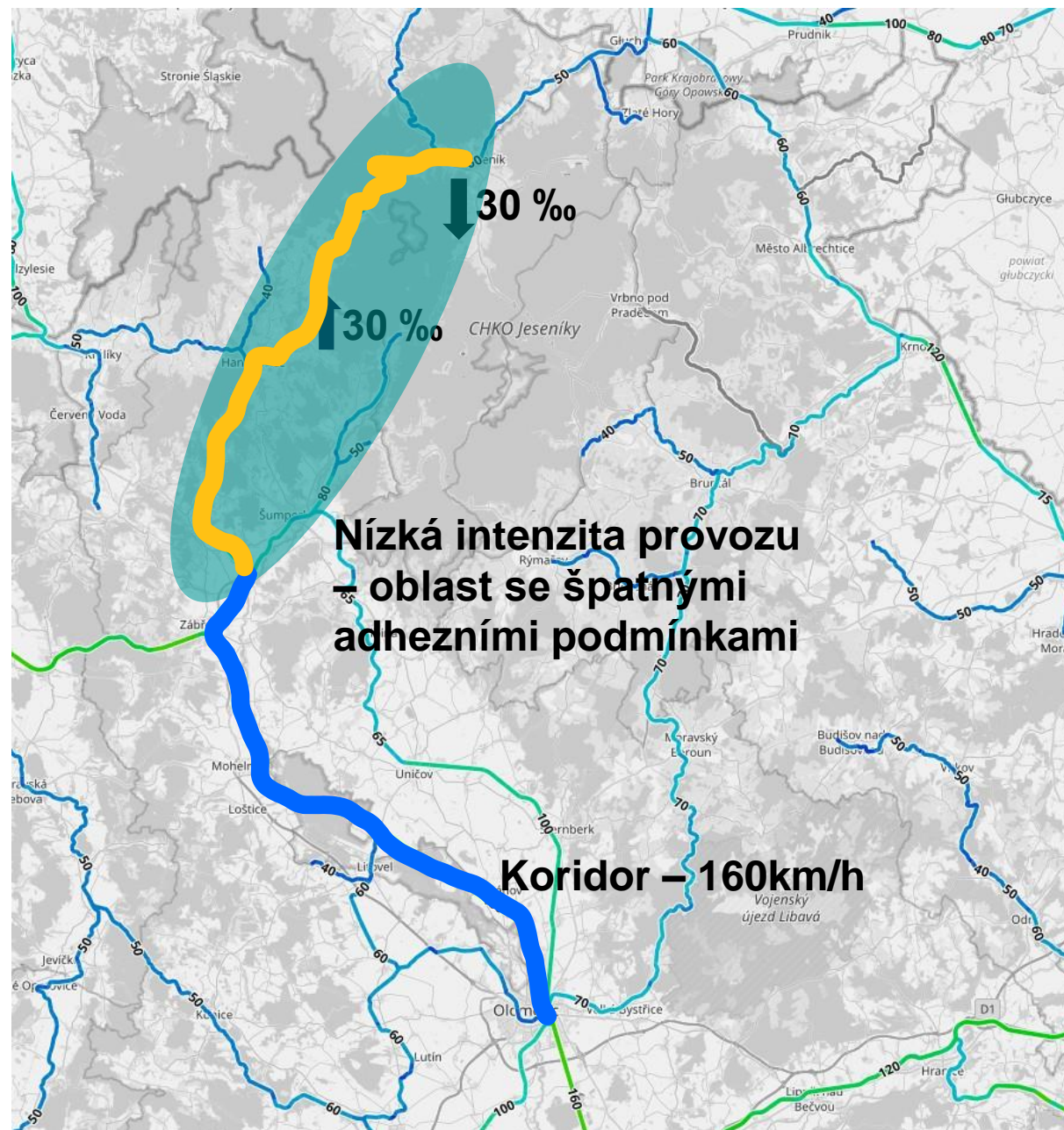
Zpravidla po koridoru rychlostí 160km/h

Pro eliminaci předjíždění nutný **vysoký měrný výkon**

## Vedlejší trat'

Zpravidla zhoršené adhezní podmínky, prudká stoupání

Pro rychlé jízdny doby a nízkou spotřebu energie potřeba **vysoký podíl hnaných náprav**

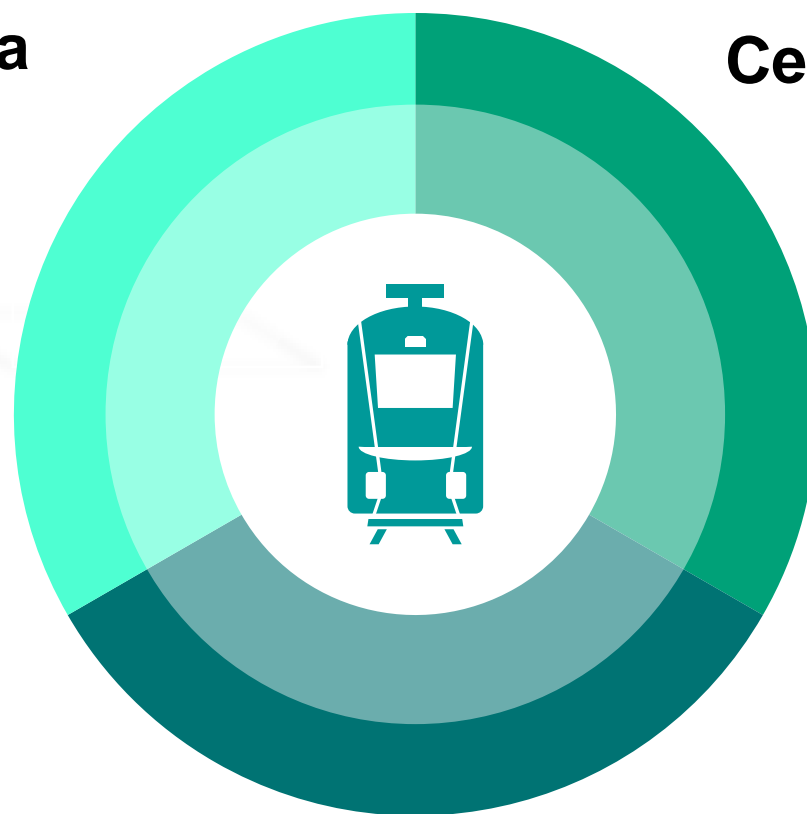


# Náklady životního cyklu

## Typické LCC náklady bez dotace na vozidla

Údržba

Cena



Náklady na energie

# Mireo Plus B umožňuje plnohodnotný provoz bez trakčního vedení



Trakční parametry podobné běžné EMU



Vysoká účinnost pohonu s SiC technologií měničů



Nabíjení z trakčního vedení i v klidu



Nízké provozní náklady

1

Flexibilní velikost baterie

2

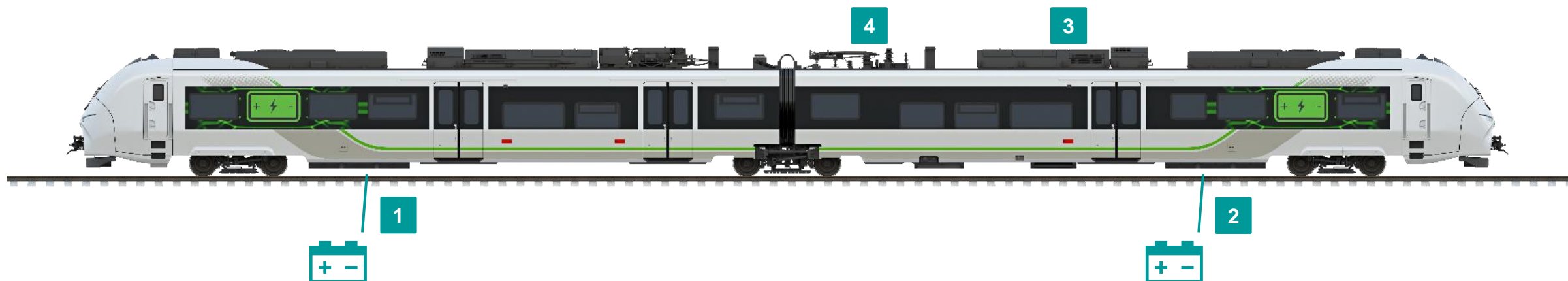
Trakční baterie s LTO-Technologií (životnost 15 let)

3

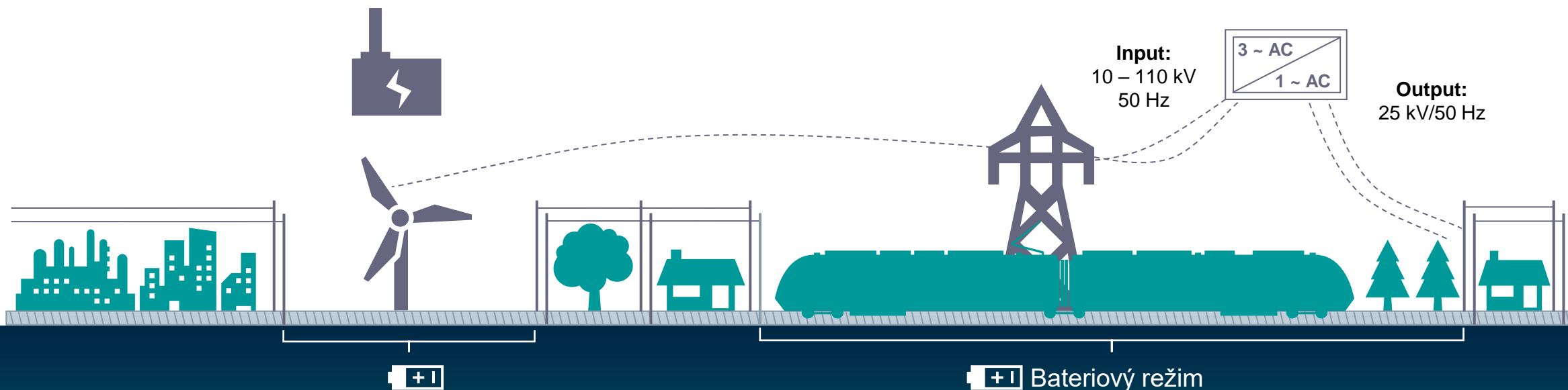
160 km/h jak v běžném, tak v bateriovém režimu

4

Napájení 15 kV/16,7 Hz, nebo 25 kV/50 Hz



## Mireo Plus B využívá maximálně stávající infrastrukturu Správy Železnic



- 1 Nabíjení z trolejového vedení (za jízdy)

Platby za rezervovaný výkon v rámci hlavní tratě

- 2 Nabíjení z nabíjecího bodu / úseku (v klidu / za jízdy)  
Z 22kV vedení – max. 2-3MW

- 3 Nabíjení z nabíjecího bodu (v klidu)  
Z 22kV vedení – max. 2-3MW

# Různé způsoby napájení

## 1 V klidu / za jízdy / nabíjecí režim

Z troleje 25 kV / 15 kV

## 2 V klidu (podle UIC 552)

Topná spojka 1 kV

V režimu aktivního odstavení

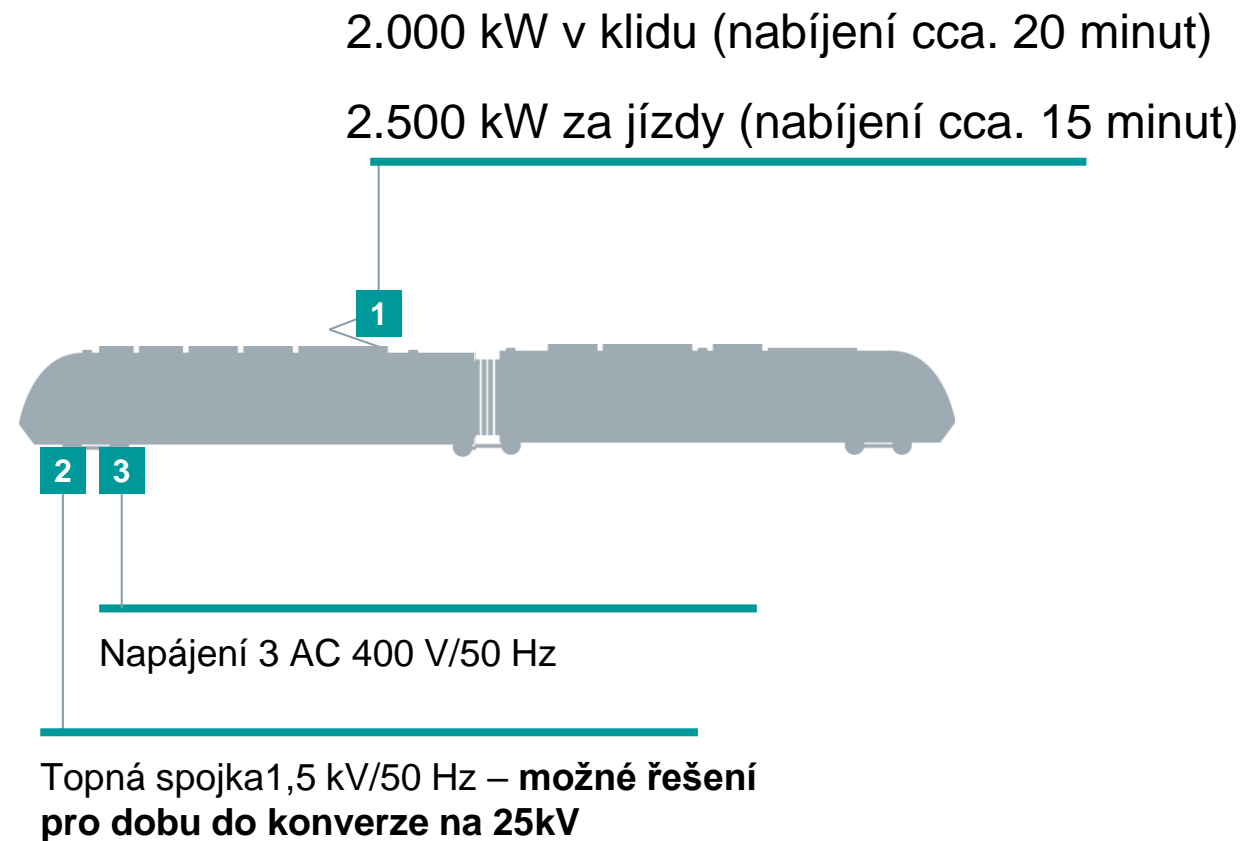
Max. výkon do 750 kW (cca.45 min. nabíjení)

## 3 V klidu (zásuvka 3x63A)

Bez nabíjení trakčních baterií

Napájení palubní sítě (temperování vozidla)

Max. výkon do 50 kW



# Mireo Plus H umožňuje plnohodnotný provoz bez trakčního vedení i v delších úsecích bez napájení



Trakční parametry podobné běžné EMU



Vysoká účinnost pohonu s SiC technologií měničů



Vmax 160 km/h



Nízké provozní náklady v případě levného zdroje vodíku

1

Palivové články s vysokou účinností

2

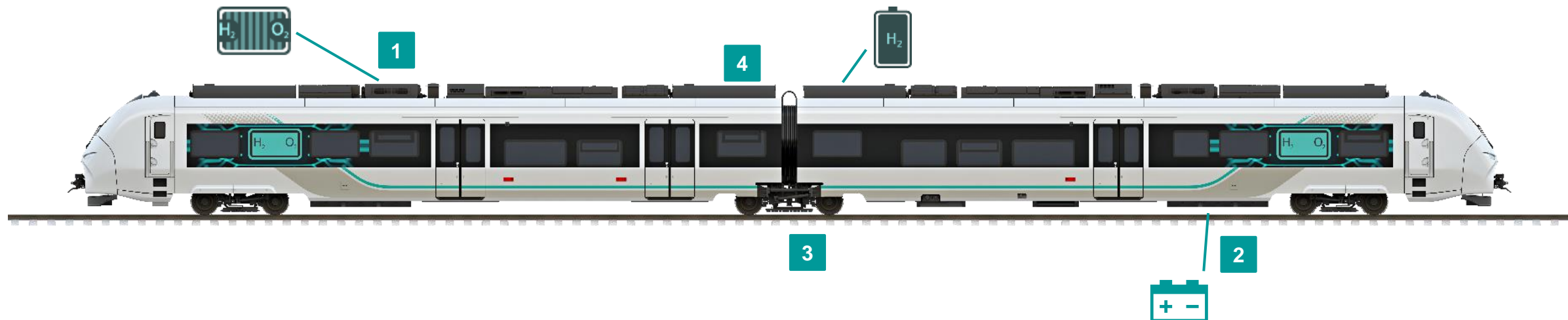
Robustní vyrovnávací trakční baterie s LTO-Technologií

3

Inteligentní systém rychlého tankování

4

Využití ztrátového tepla palivových článků pro vytápění



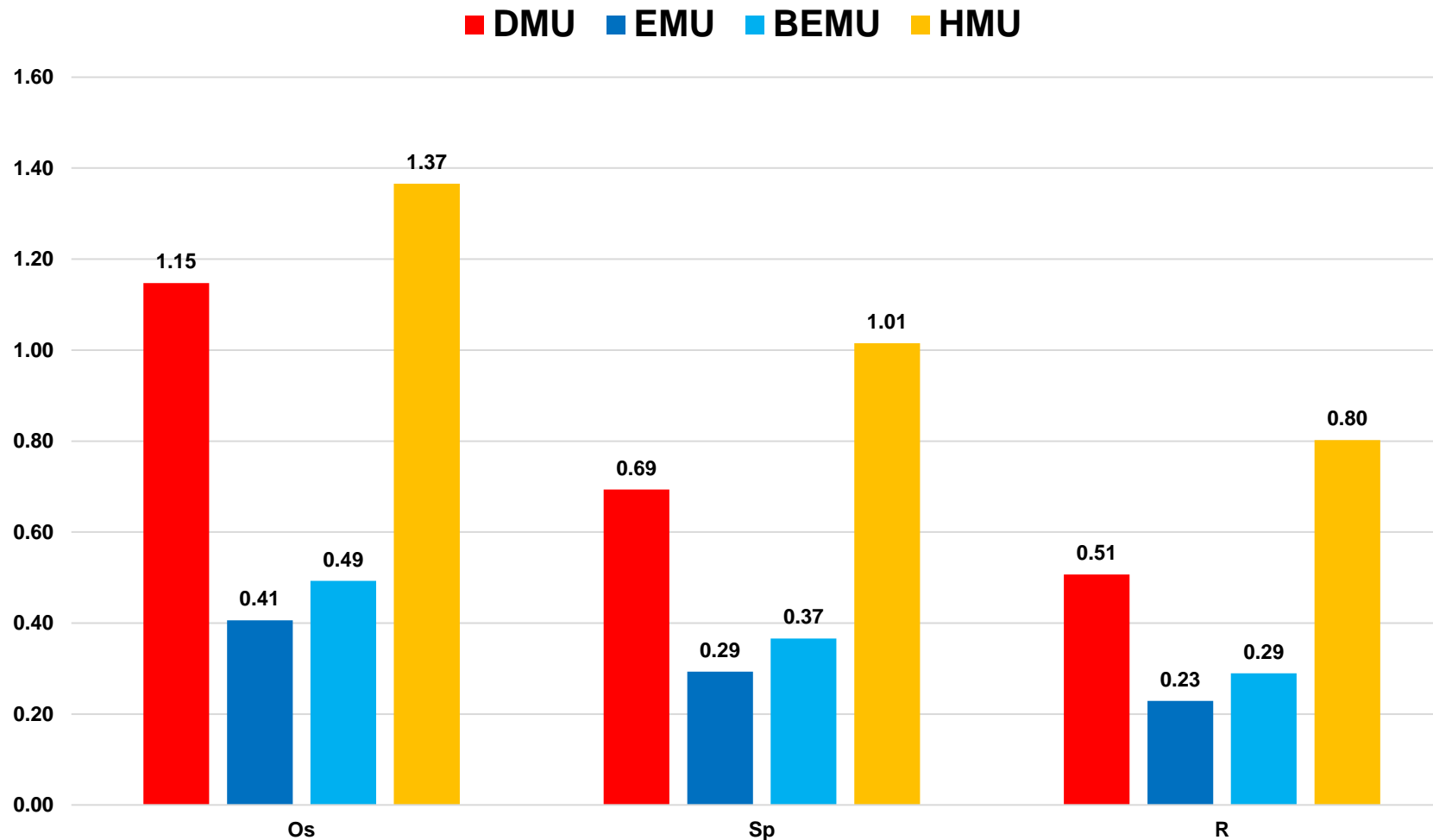


## Vodík

- Pro vozidla je vhodný výhradně čistý elektrolytický vodík
- Účinnost přenosu energie od výroby vodíku po kola vozidla pouze okolo **25-30%**
- Tlaky v nádobách 350bar
- Nádoby jsou velice těžké (hmotnost nádoby 20-100x vyšší, než hmotnost náplně)
- 40t kamion přepraví pouze stovky kg vodíku
- Nutný kompresor v každém plnicím místě (náklady, nároky na el. přípojku)
- Vodík se při expanzi zahřívá – komplikace při tankování
- Vodík je lepší vyrábět elektrolýzou přímo z trakčního vedení
- Pro ekonomický provoz je zásadní lokální zdroj cenově dostupného vodíku



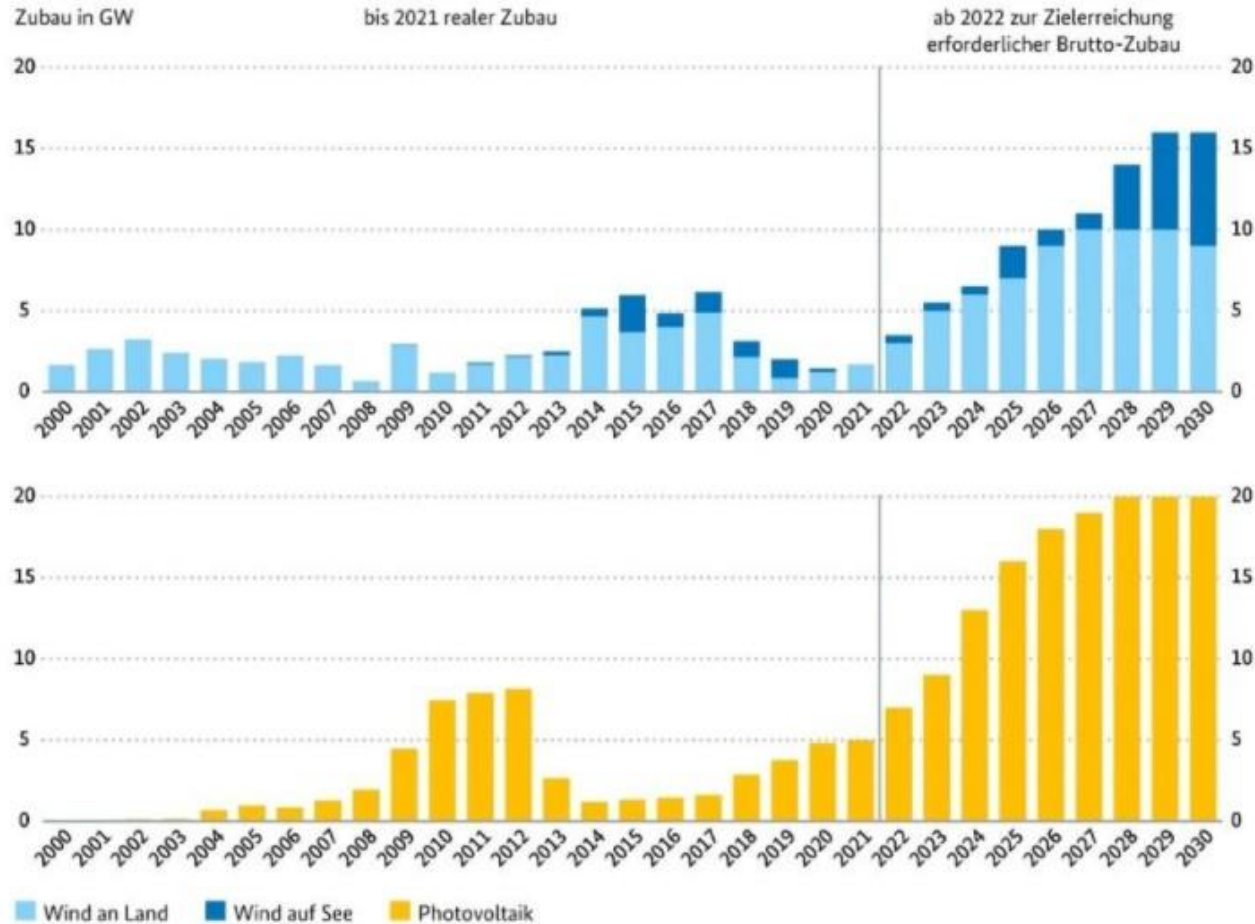
## Měrné náklady na energii (Kč/os km) Podmínky ČR



Nafta: 35Kč/l, Elektrina: 5Kč/kWh, Vodík: 10€/kg

# Výroba elektřiny v SRN v roce 2030

## Ausbau Wind und Photovoltaik

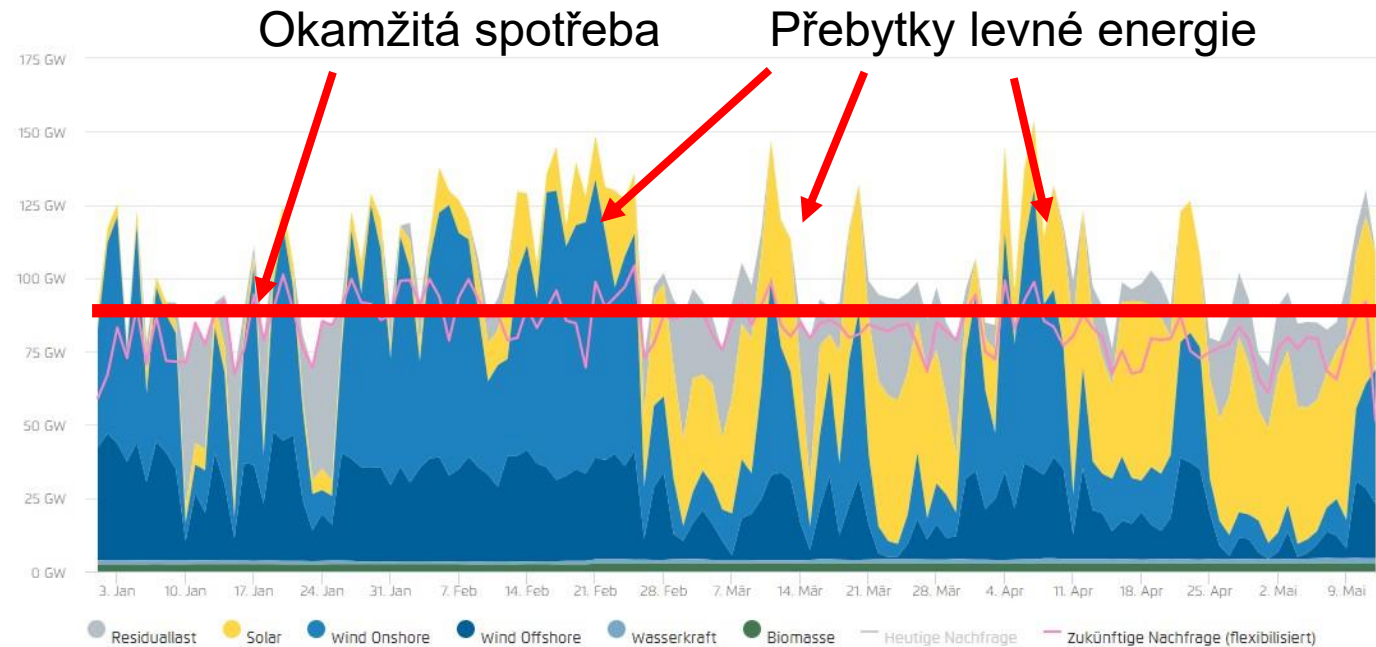


Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

Instalovaný výkon FVE – **215 GW**  
 Instalovaný výkon VtE – **115 GW**

1 GW = blok JE Temelín

## Výroba elektřiny v SRN v roce 2030



Odhadovaná budoucí spotřeba – 75 GW  
Špičkový výkon náhodných OZE na úrovni **440%**  
okamžité spotřeby

# Energetika

## Podmínky SRN / ČR

### Energetika

SRN – špičkový výkon náhodných OZE na úrovni 200% okamžité spotřeby, celoročně

ČR - špičkový výkon náhodných OZE na úrovni 20% okamžité spotřeby, pouze v létě

### Tempo výstavby OZE (2022)

SRN – VtE – 2 400 MW, FVE – 7 900 MW

ČR – VtE – 0 MW, FVE – 240 MW

### Přebytky v síti

SRN – celoročně, relativně často – vznikají levné přebytky energie vhodné k výrobě vodíku

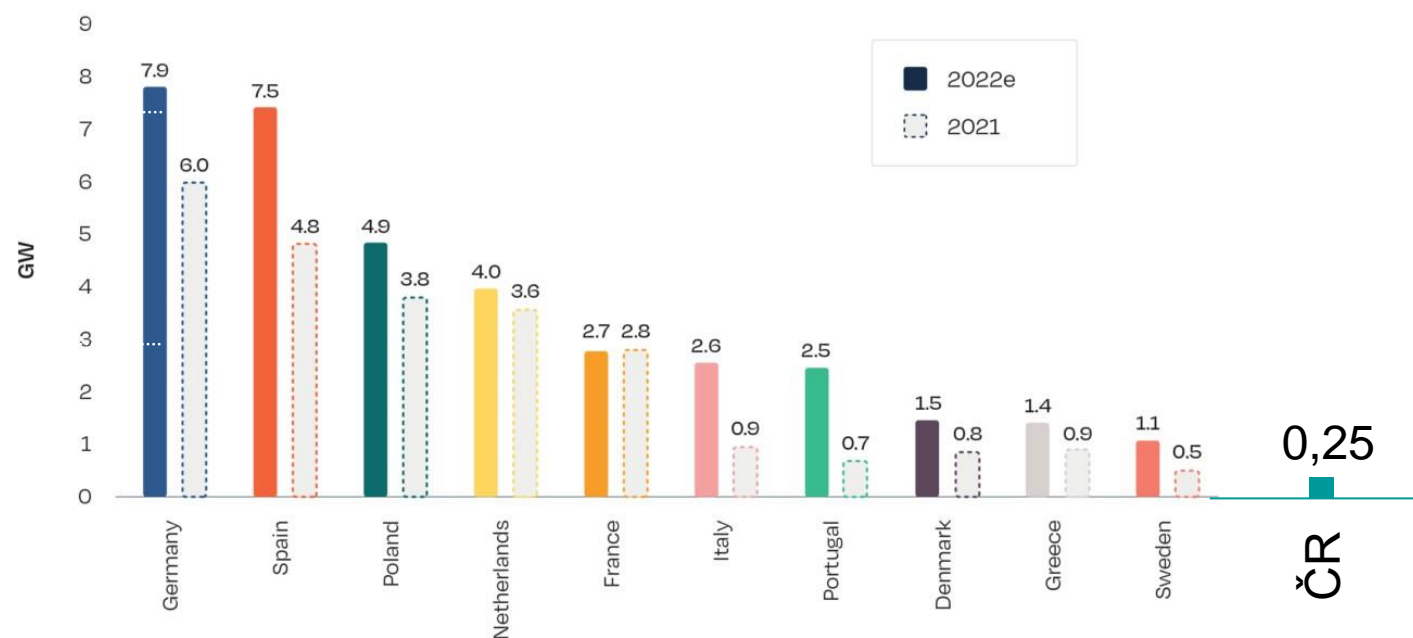
ČR – pouze v létě, velice zřídka - levné přebytky energie vhodné k výrobě vodíku **nejsou k dispozici**

### Cena vodíku

SRN – cca. 10€/kg s klesající tendencí

ČR - cca. 10-12€/kg, pokles ceny velice nepravděpodobný, případně pouze v létě

EU27 TOP 10 SOLAR PV MARKETS 2021-2022



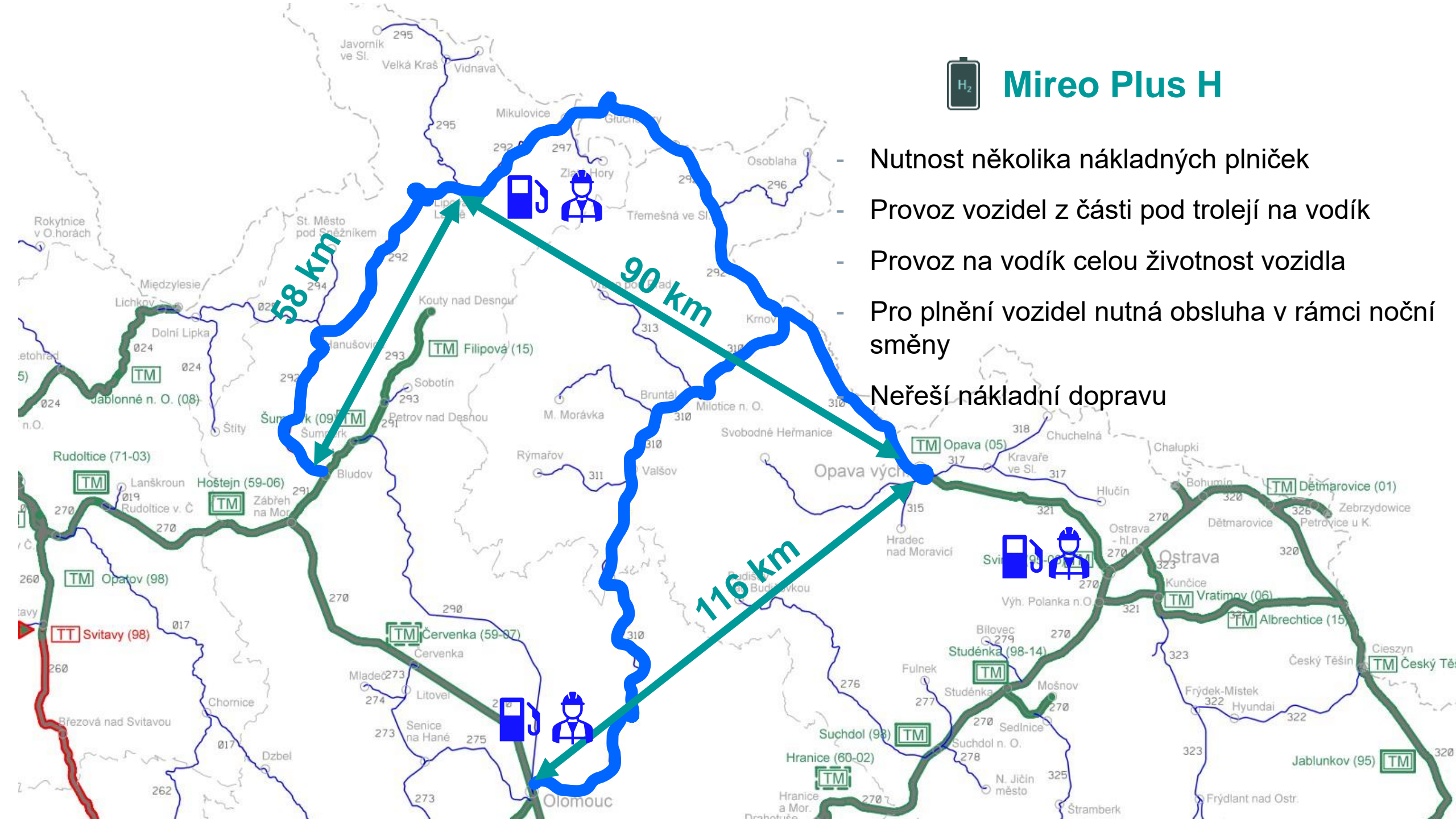
© SOLARPOWER EUROPE 2022



## Mireo Plus H

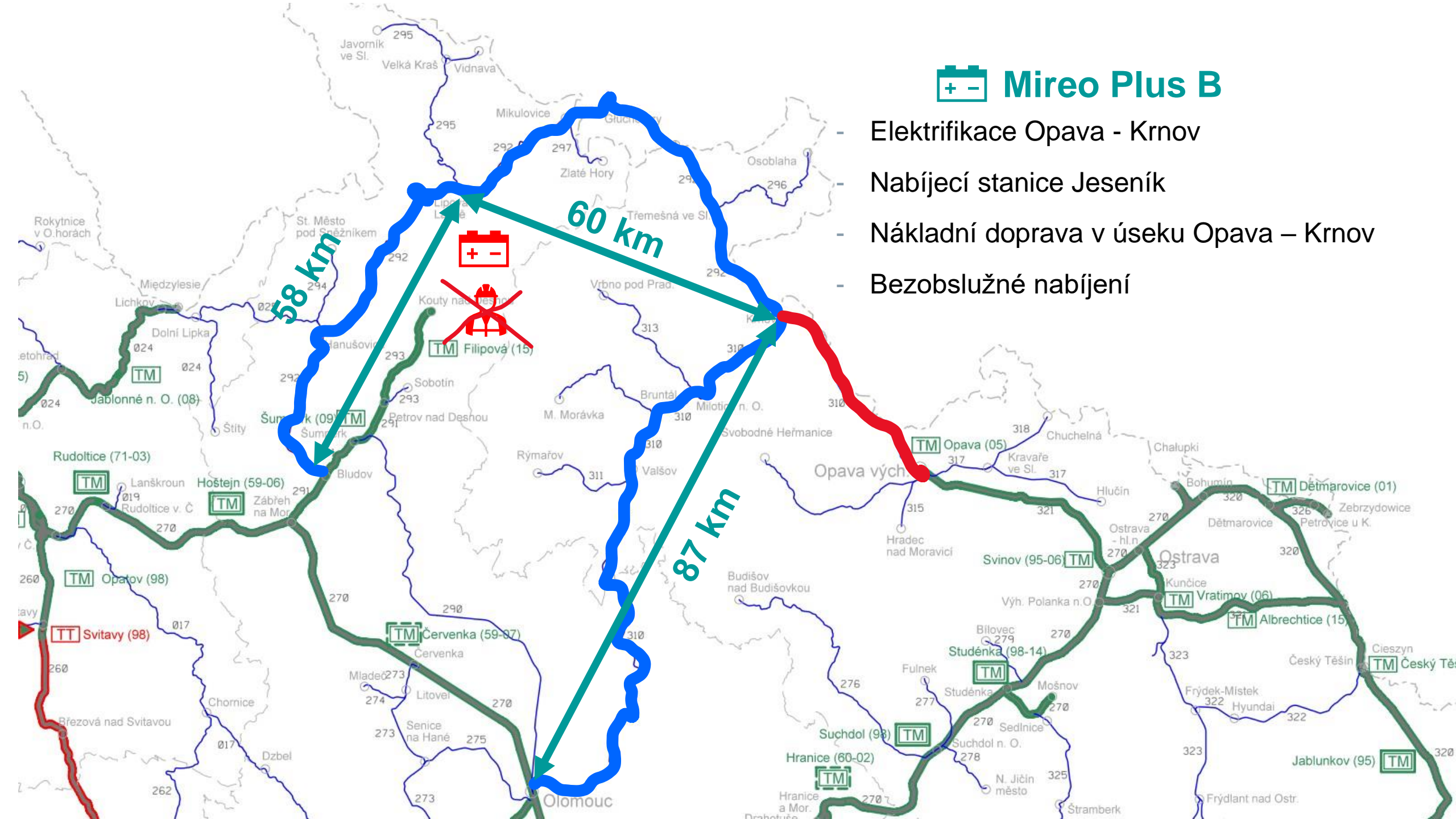
- Nutnost několika nákladných plničiek
- Provoz vozidel z časti pod trolejí na vodík
- Provoz na vodík celou životnosť vozidla
- Pro plnění vozidel nutná obsluha v rámci noční směny

Neřeší nákladní dopravu



## Mireo Plus B

- Elektrifikace Opava - Krnov
- Nabíjecí stanice Jeseník
- Nákladní doprava v úseku Opava – Krnov
- Bezobslužné nabíjení



## Volba správné technologie

**Vyšší** investiční i provozní náklady, životnost lahví 30 let

**Nižší** investiční i provozní náklady, životnost baterií 15 let

Náklady na infrastrukturu srovnatelné, v případě kratších úseků 25kV výhodnější elektrifikace

Náklady na energii – **0,8-1,4 Kč / oskm**

Náklady na energii – **0,25-0,45 Kč / oskm**

**Neřeší** nákladní dopravu

**Řeší** nákladní dopravu v elektrifikovaných úsecích





## Závěr

### Převedení části přeprav na železnici

- Stavba VRT
- Urychlená elektrifikace systémem 25kV s jednotnou fází – klasická, prostá, napájecí body
- Podpora kombinované dopravy silnice – železnice

### Přechod k účinnějším způsobům pohonu

- Dobíjecí infrastruktura v kombinaci s decentralizovanými zdroji energie
- Stavba plnicí vodíkové infrastruktury na hlavních trasách

### Omezení zbytné dopravy

- Podpora práce v režimu home office
- Decentralizace státní správy
- Podpora bezmotorové dopravy



## Kontakt



**Radek Šindel**  
Technický vedoucí projektu

28. Října 150  
Ostrava

Mobil: +420 733 622 935

E-mail:  
[radek.sindel@siemens.com](mailto:radek.sindel@siemens.com)

[siemens.com/mobility](https://www.siemens.com/mobility)