



# Možnosti nasazení bateriových jednotek na české železnici

Pardubice – 16.05.2023



Bezemisní vozidla nejsou jenom prostou náhradou dieslových vozidel, ale šance, jak posunout kvalitu veřejné dopravy výrazně dopředu.

Výrazné zrychlení dopravy, dlouhá životnost a nízké provozní náklady poskytují výhody jak pro cestující, tak pro provozovatele.

## Vize

Drážní vozidla poskytují v případě hlavních přepravních proudů nejefektivnější a nej pohodlnější způsob dopravy.

## Poslání

Inovace, bezemisní vozidla a vysoký komfort cestování může přitáhnout další cestující do veřejné dopravy



# Mireo Plus kombinuje nejnovější alternativní pohony s nejlehčím vozidlem na trhu

Důvody pro nasazení vozidel s alternativním pohonem:

## Globální

Dekarbonizace jako klíč k udržitelné mobilitě

Klimatické cíle EU zredukovat emise CO<sub>2</sub> v dopravě o 90 % do roku 2050

Řešení závislosti na dovozu ropy

Pohon spalovacím motorem z principu není řešení

## Lokální

Elektrifikace ČR dosahuje pouze 35%

Lepší trakční parametry elektrických vozidel umožňuje zkrácení jízdních dob, lepší využití vozidel a tratí

Elektrifikace není ve všech případech ekonomicky a časově možná

Snížení lokálních emisí škodlivin a hluku



2019

**Desiro ML Cityjet eco**  
Prototyp pro ÖBB



2020

**Mireo Plus B**  
Ortenau



2018

**Zkušební pohon**  
Palivových článků



2020

**Mireo Plus H**  
H2goesRail s DB

## Lehká motorová vozidla



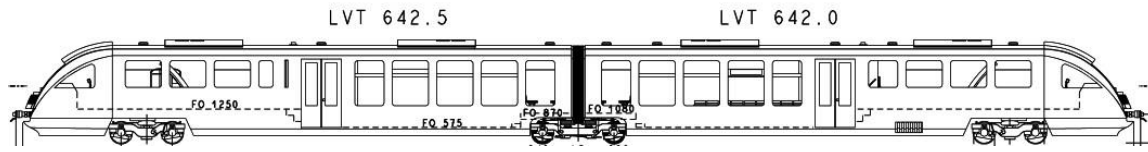
Kapacita – cca. 70 míst  
Vyrobeno 39 ks.

Kapacita – cca. 120 míst  
Vyrobeno cca. 800 ks.



# Vhodná vozidla pro regionální tratě

## Minulost



### Deriváty vozidel Desiro Classic

- Okolo 800 jednotek vyrobených v letech 1998-2010
- Dvouvozová jednotka s kapacitou cca. 120 míst
- **2/3 hnaných náprav** pro dobrou dynamiku na kopcovitých tratích
- Měrný výkon okolo **10kW/t**
- Možnost vícenásobné trakce ve špičkách

## Současnost



### Platforma vozidel Mireo – EMU/BEMU/HEMU

- V provozu/výrobě přes 200 jednotek
- Dvouvozová jednotka s kapacitou 120-140 míst
- **2/3 hnaných náprav** pro dobrou dynamiku na kopcovitých tratích
- Měrný výkon okolo **30/18kW/t (EMU/xEMU)**
- Možnost vícenásobné trakce ve špičkách
- Oproti DMU vyšší kapacita a možnost zkrácení jízdních dob

# Typické nasazení pro Mireo Plus

## Cíl

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

Např. linka Olomouc - Jeseník

## Výjezd z centra regionu

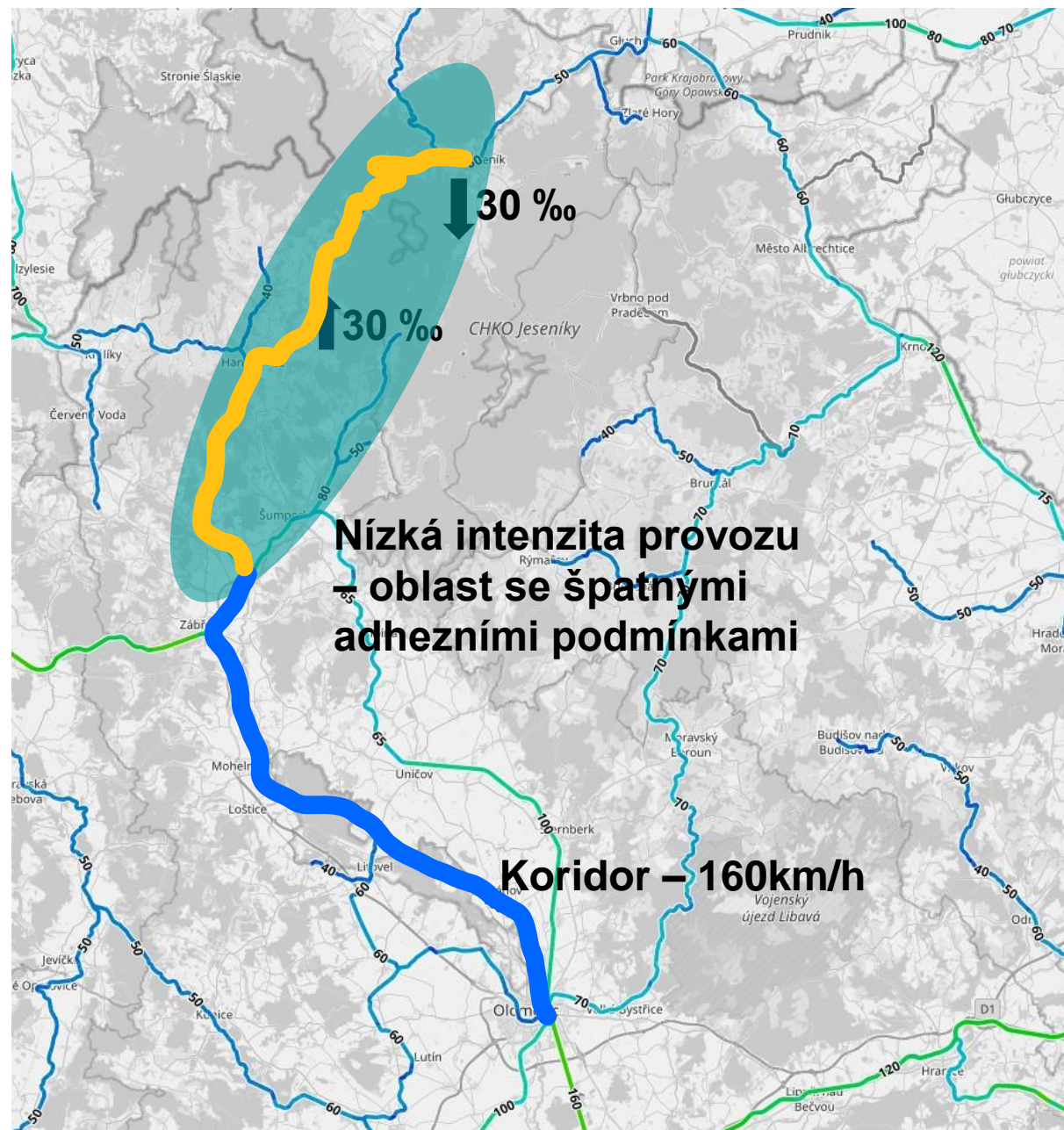
Zpravidla po koridoru rychlostí 160km/h

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**



# Mireo Plus – řešení pro neelektrifikované tratě

## Elektrifikované tratě



## Propojení mezi elektrifikovanými úseky



## Poslední „míle“



## Úseky bez trakčního vedení



### Mireo

Klasická EMU

- Nejefektivnější a  
nejlevnější řešení

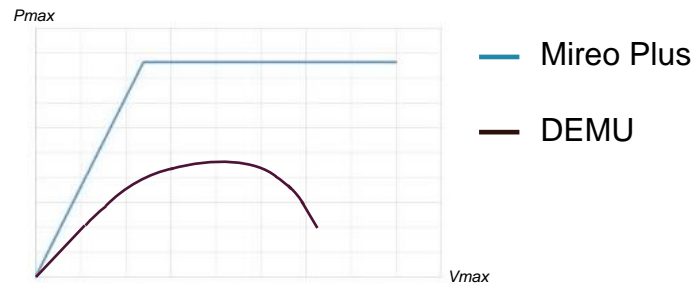
### Mireo Plus

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**

**Dvouvozová jednotka:** 47 m, max. 140 cest.






**$V_{max}$ : 160 km/h**

**$P_{max}$ : 1.700 kW**

**$P_{max, měrný}$ : cca. 18 kW / t**

**Vysoká adhezní hmotnost: 66%**  
hnaných náprav pro zajištění provozu  
na kopcovitých tratích při zhoršených  
adhezních podmínkách

## Koncepční varianty pro regionální tratě – BEMU/HEMU

			
Kapacita	65	120-140	140-150
Hmotnost [t]	60	90-95	110-115
Hmotnost na sedadlo [kg]	900	700	800
Cena	60%	90%	100%
Provozní náklady	70%	85%	100%
BEMU/HEMU varianta	Problémy s umístěním komponent	ok	ok



## Spotřeba energie a náklady na dopravní cestu

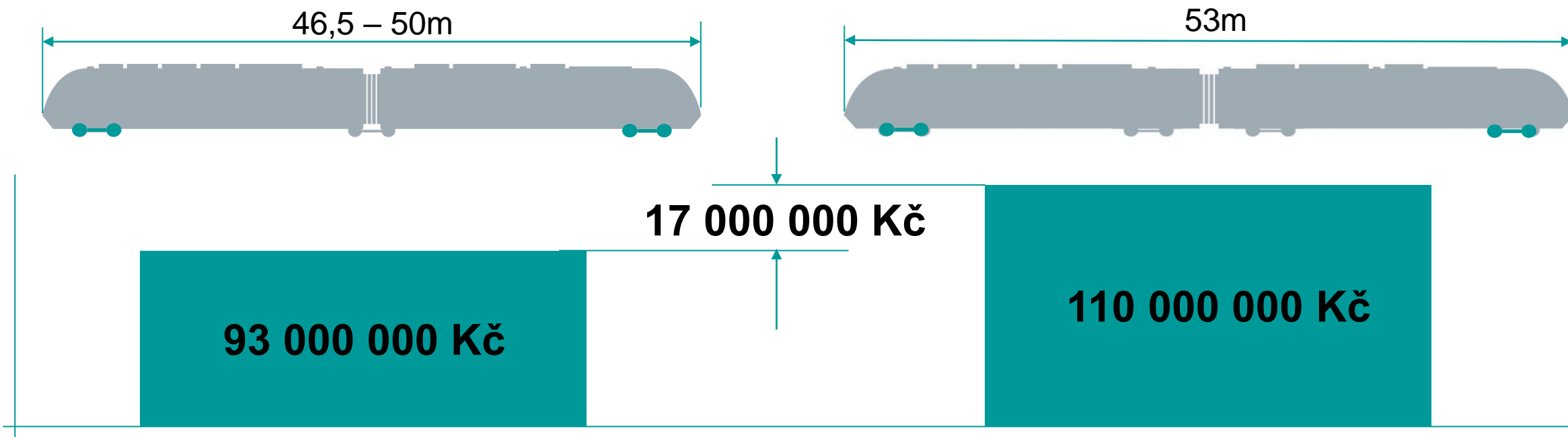


≈ 1 500 Kč

# Náklady na energie za 30 let provozu (BEMU)

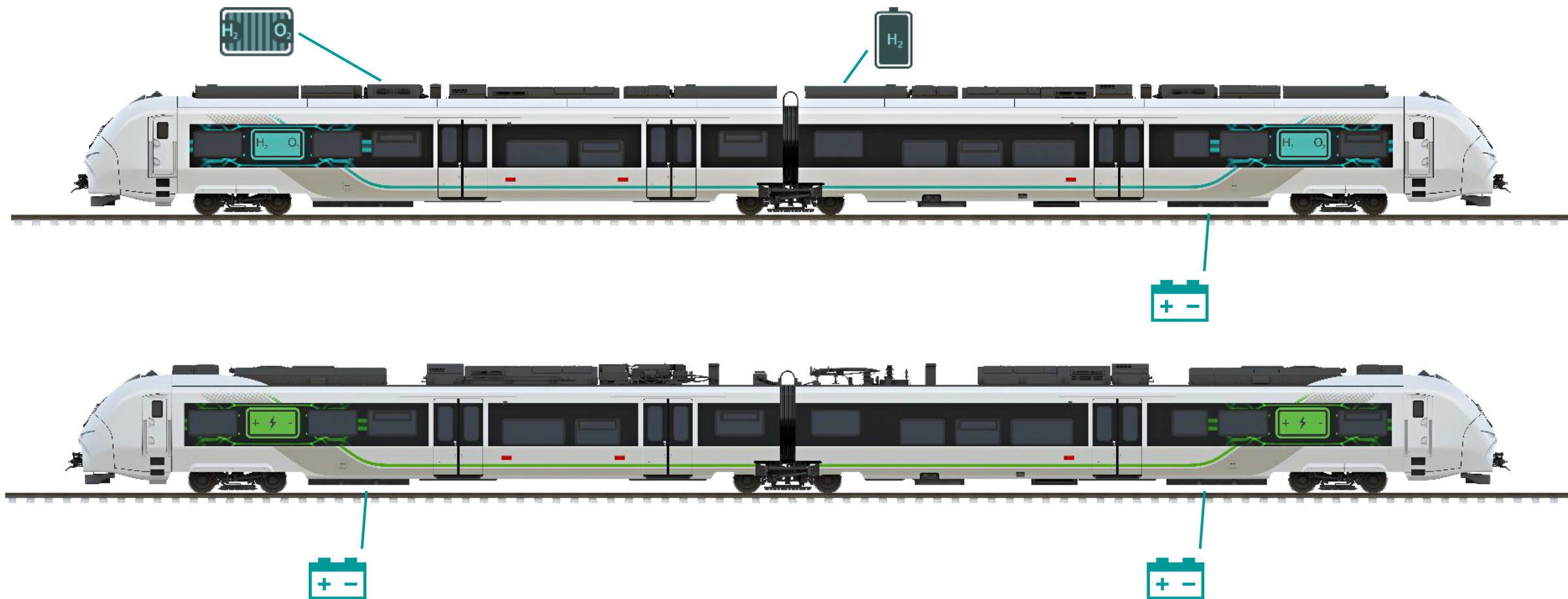
Dvouvozová jednotka s Jacobsovým podvozkem

Dvouvozová jednotka v klasickém uspořádání



Elektřina: 5Kč/kWh, nájezd 150 000km/rok

## Kombinace více pohonů



Kombinace BEMU/HEMU, napájení 3+25kV vede k **vyšší hmotnosti a ceně**, případně ještě v kombinaci s **horšími trakčními parametry**.

# 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

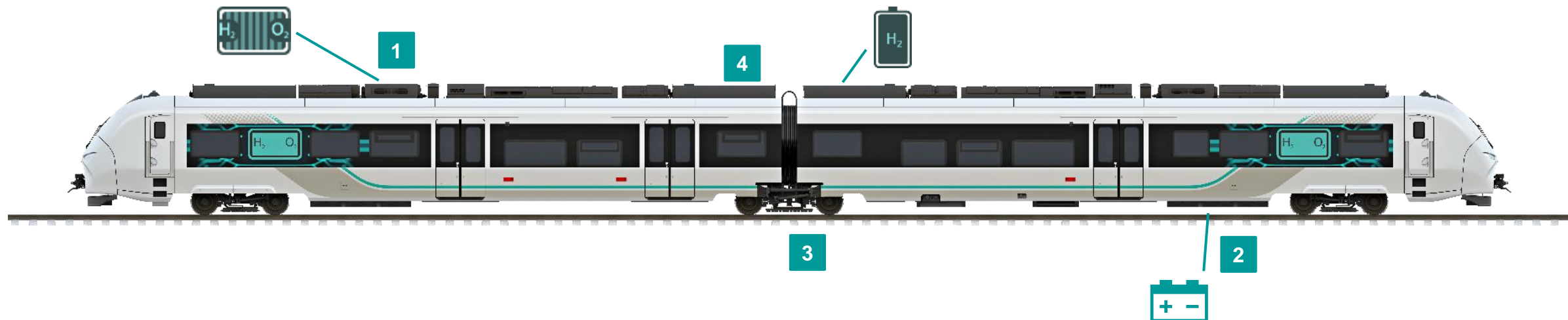
Robustní vyrovnávací trakční baterie s LTO-Technologií

3

Inteligentní systém rychlého tankování

4

Využití ztrátového tepla palivových článku pro vytápění



## Vodík

- Pro vozidla je vhodný výhradně čistý elektrolytický vodík
- 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 je lepší vyrábět elektrolýzou přímo z trakčního vedení
- Vodík se při expanzi zahřívá – komplikace při tankování
- Účinnost přenosu energie od výroby vodíku po kola vozidla pouze okolo **25-30%**
- Pro ekonomický provoz je zásadní lokální zdroj cenově dostupného vodíku, resp. lokální zdroj OZE.



# 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 (2021)

SRN – VtE – 2 000 MW, FVE – 5 300 MW

ČR – VtE – 0 MW, FVE – 60 MW

## Přebytky v síti

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

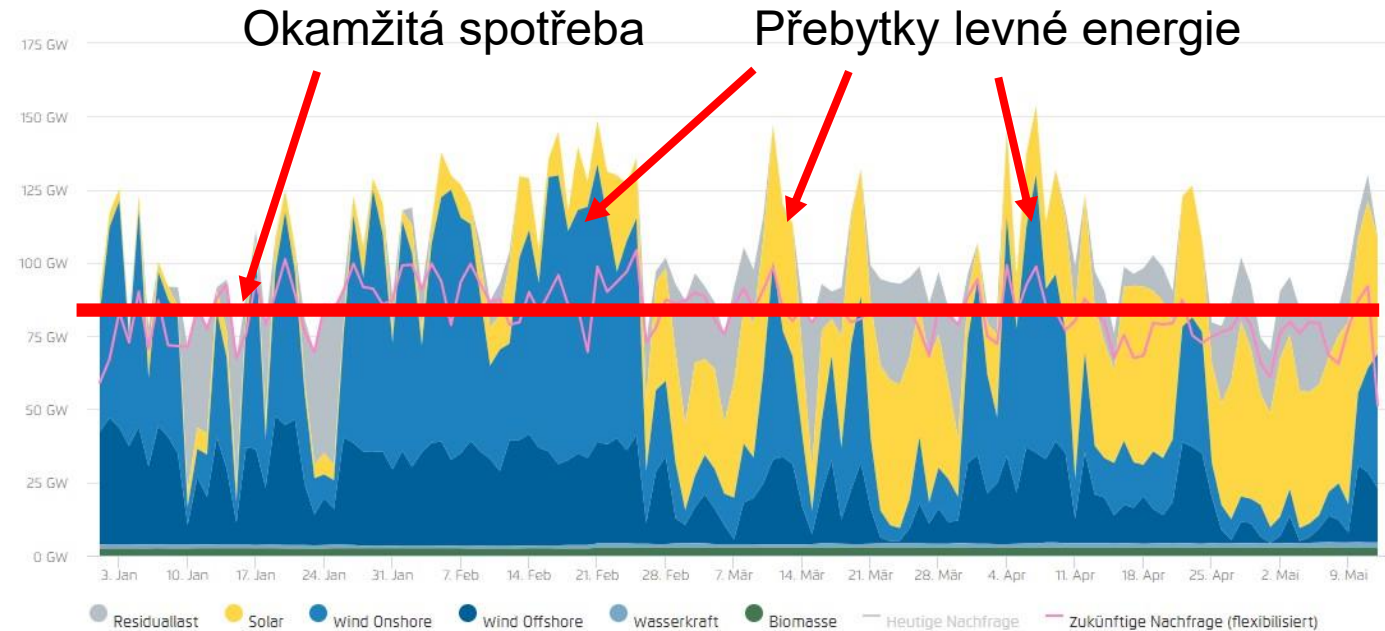
ČR – pouze v létě, velice zřídka - levné přebytky energie vhodné k výrobě vodíku **nejsou k dispozici**

## Cena vodíku

SRN – cca. 10€/kg s klesající tendencí

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

## Výroba elektřiny v SRN v roce 2030:



zima

léto

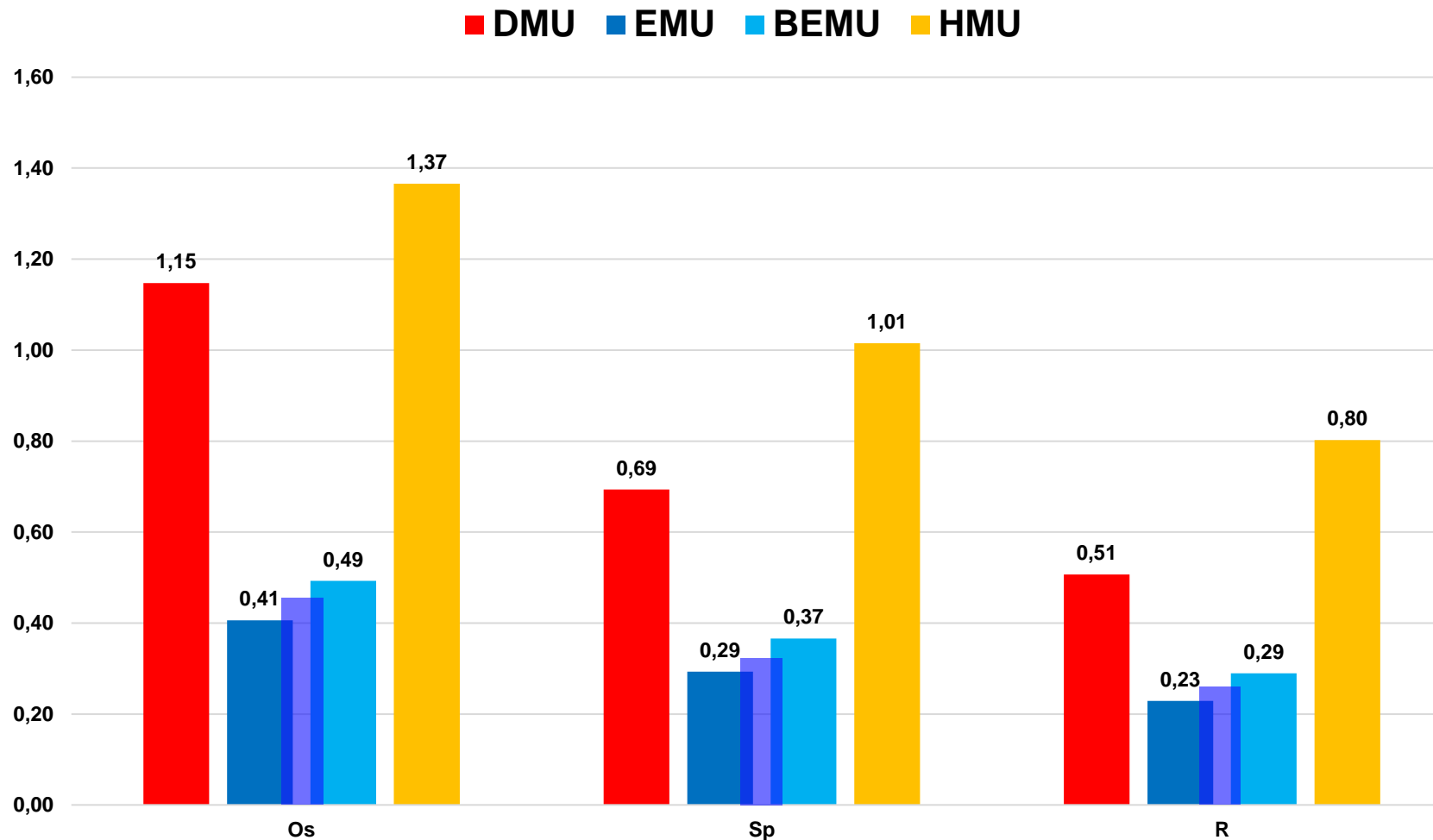
Instalovaný výkon FVE – 215 GW (**110 JE Temelín**)

Instalovaný výkon VtE – 115 GW (**55 JE Temelín**)

Odhadovaná budoucí spotřeba – 75 GW

Špičkový výkon náhodných OZE na úrovni **440%** okamžité spotřeby

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



■ Jízda pod trolejí / na baterii v poměru 1:1

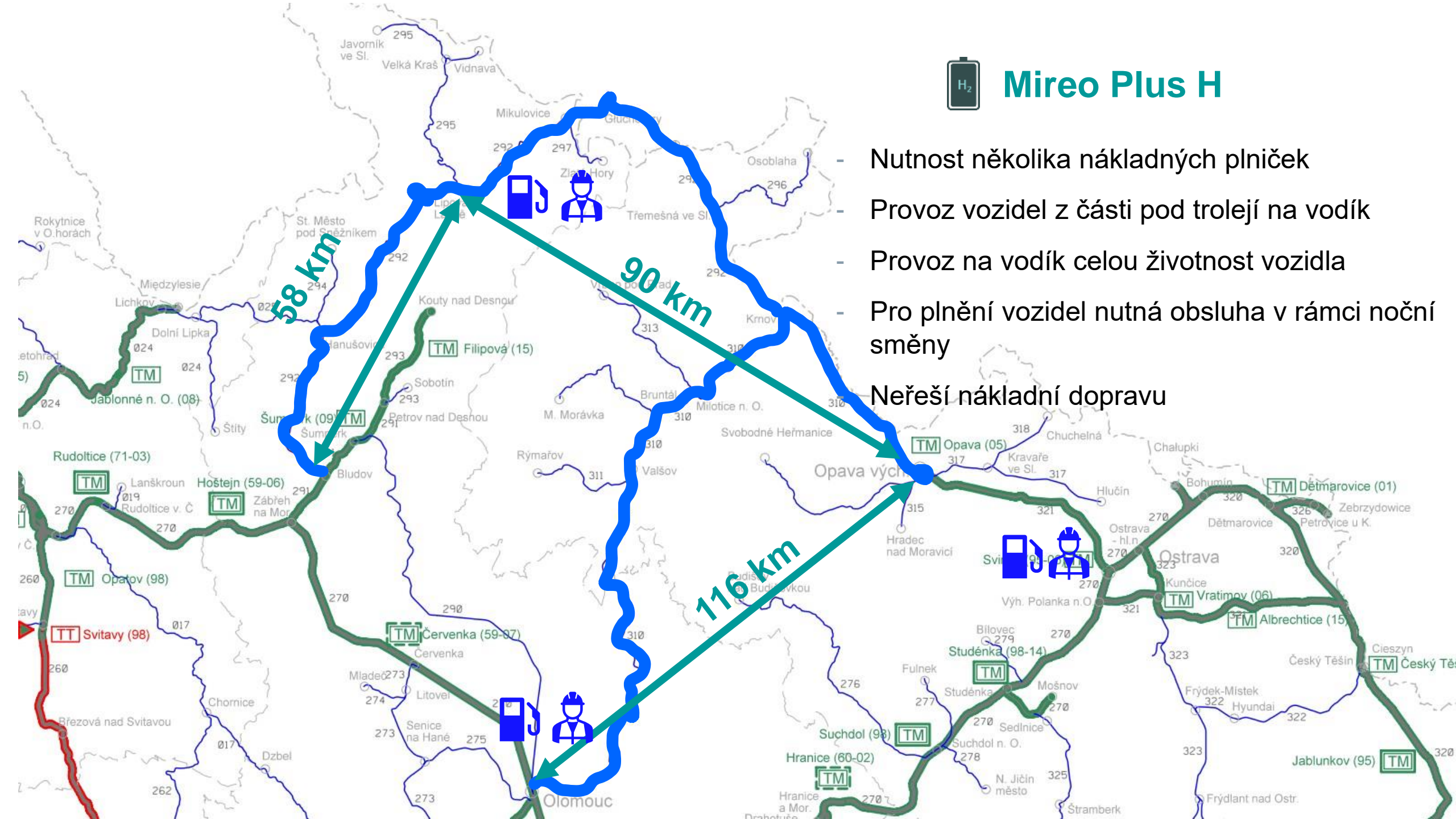
Nafta: 35Kč/l, Elektřina: 5Kč/kWh, Vodík: 10€/kg



## Mireo Plus H

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

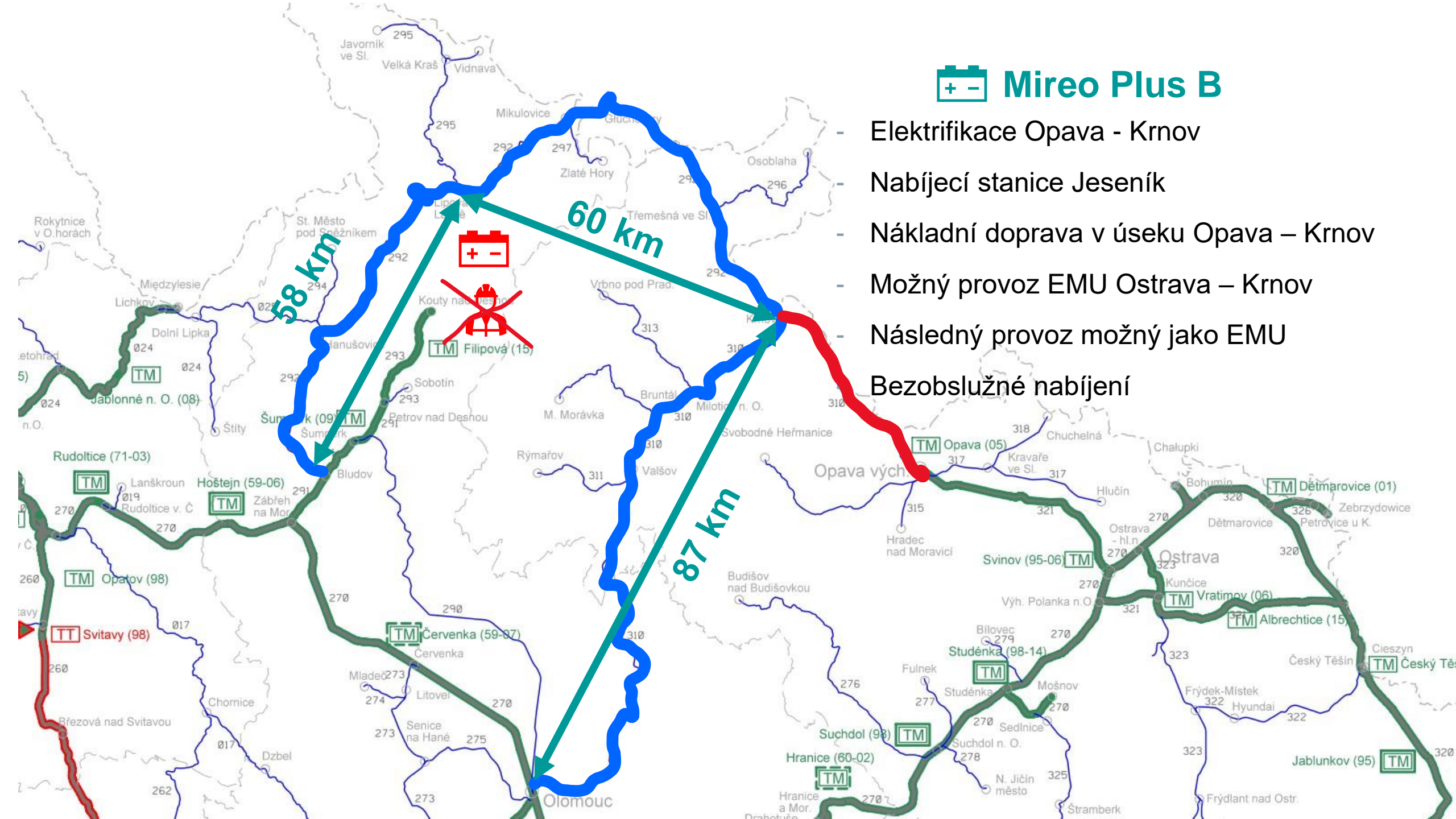
Neřeší nákladní dopravu





## Mireo Plus B

- Elektrifikace Opava - Krnov
  - Nabíjecí stanice Jeseník
  - Nákladní doprava v úseku Opava – Krnov
  - Možný provoz EMU Ostrava – Krnov
  - Následný provoz možný jako EMU
- Bezobslužné nabíjení



# 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

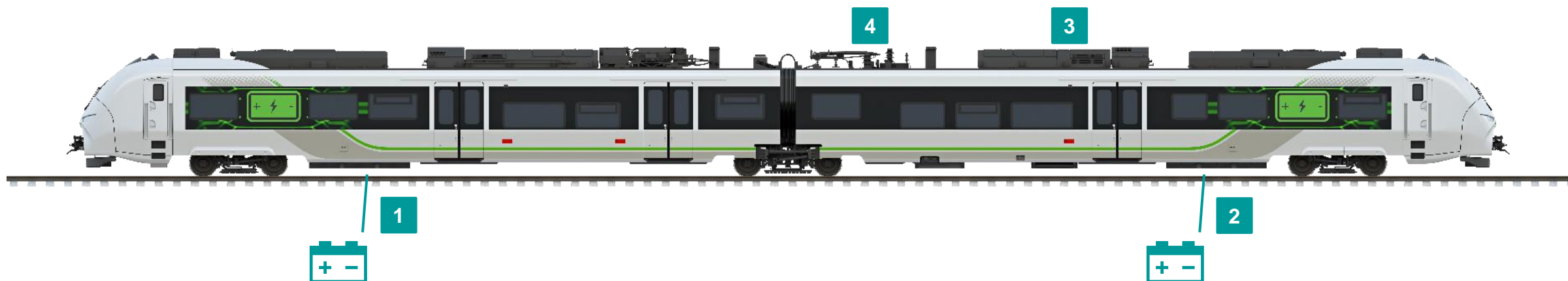
Trakční baterie s LTO-Technologií (životnost 15 let)

3

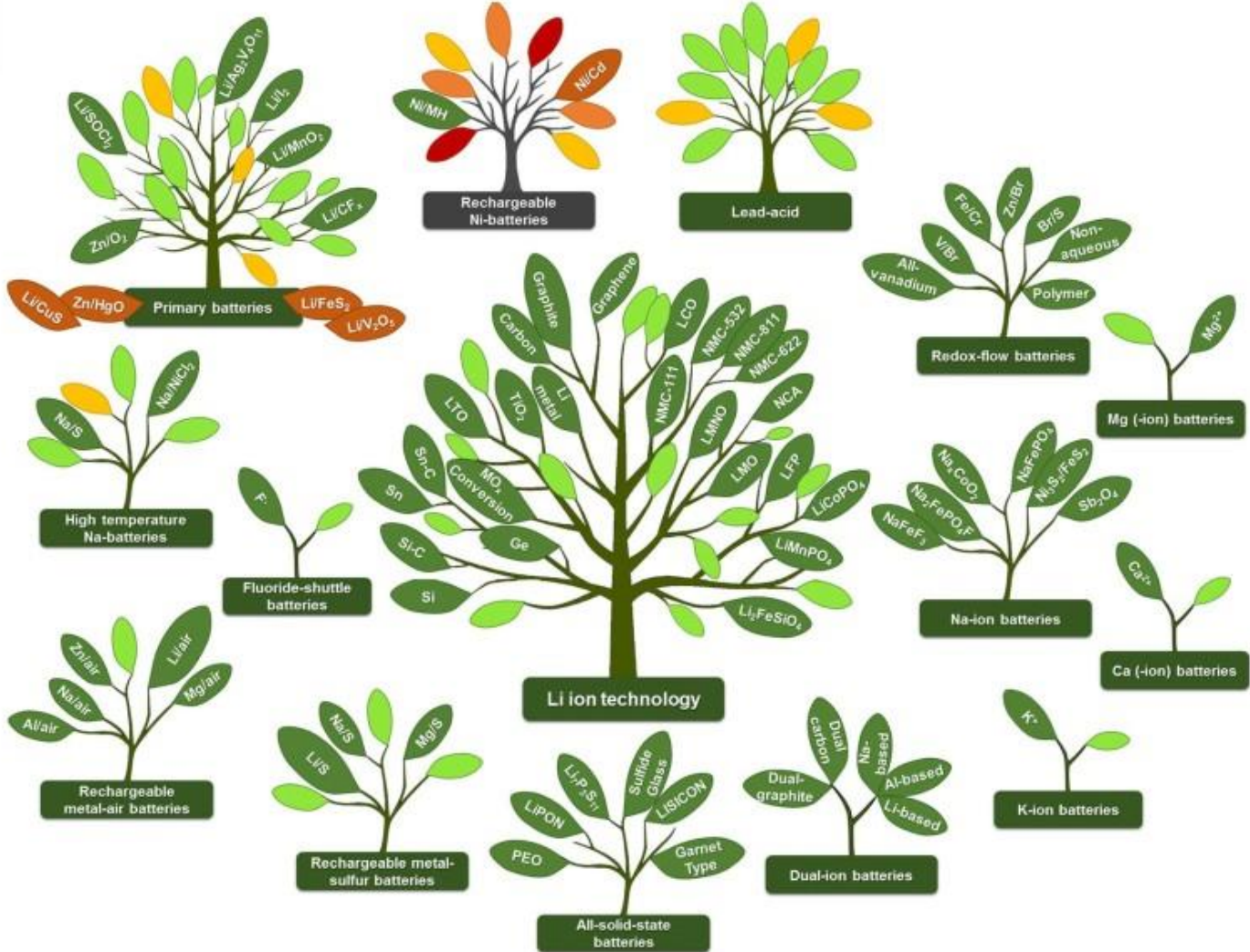
160 km/h jak v běžném, tak v bateriovém režimu

4

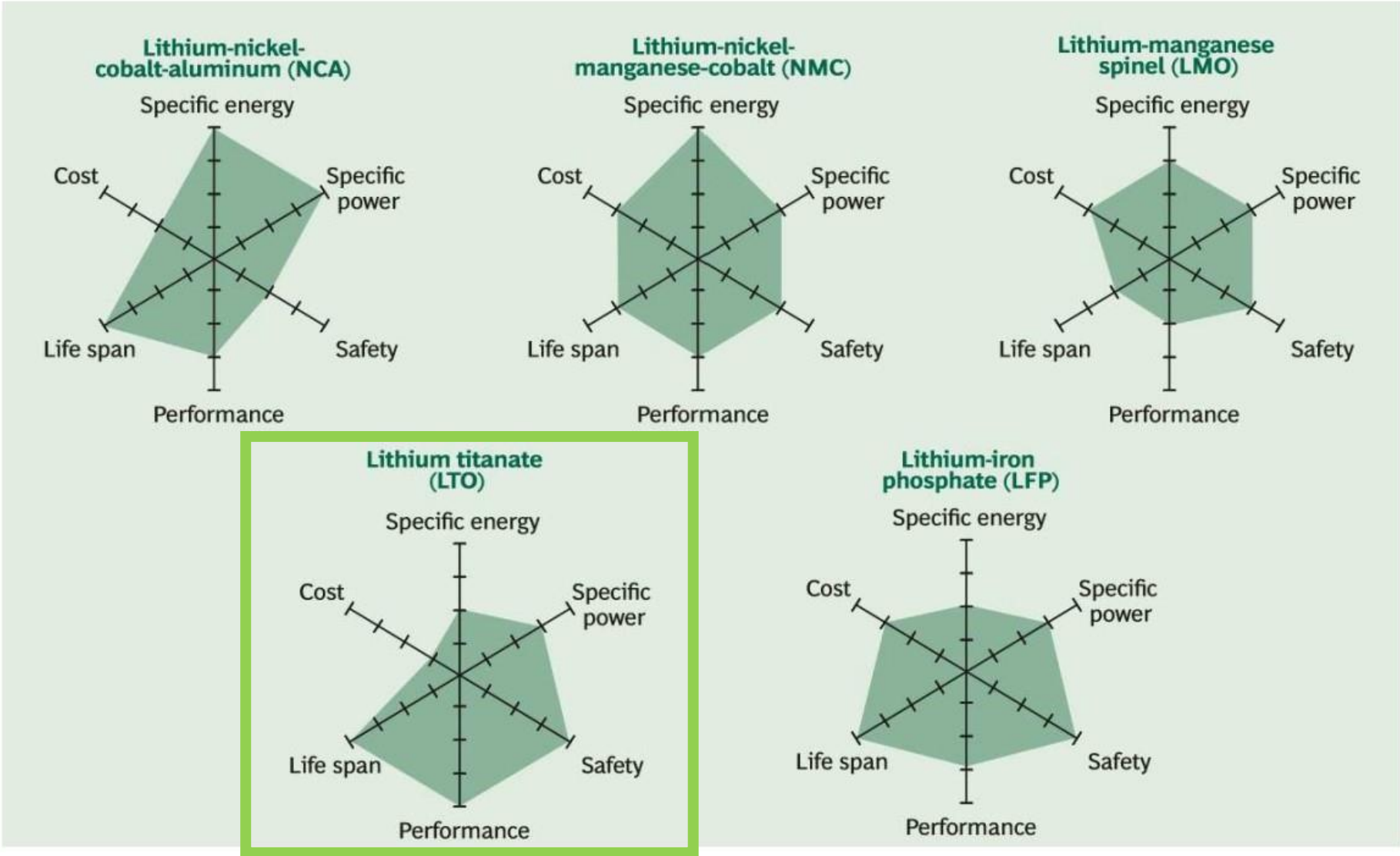
Napájení 15 kV/16,7 Hz, nebo 25 kV/50 Hz



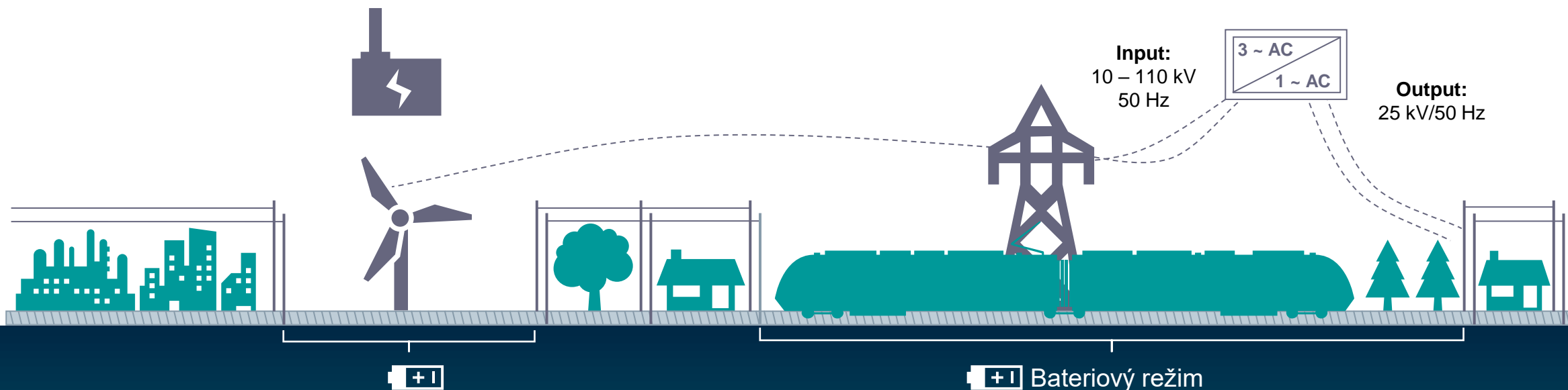
# Druhy baterií



# Druhy baterií



## 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

Preferovaný způsob, možné i u nástupiště

## 2 V klidu (podle UIC 552)

Topná spojka 1,5 kV/50Hz

V režimu aktivního odstavení

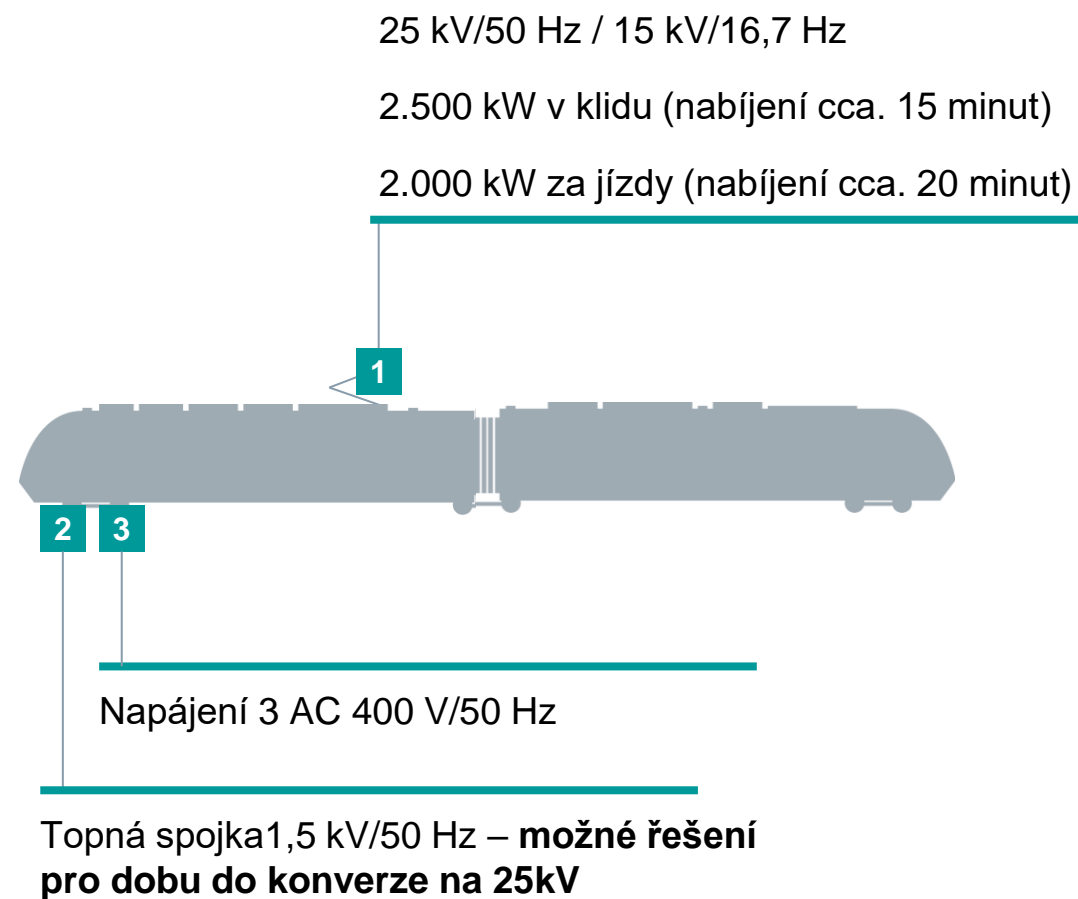
Max. výkon do 750 kW (cca. 1 hod nabíjení)

## 3 V klidu (zásuvka 3x63A)

Bez nabíjení/vybíjení trakčních baterií

Napájení palubní sítě (temperování vozidla)

Max. výkon do 50 kW



## Nabíjecí bod

- technologický objekt v podobě běžného kontejneru, včetně technologického,
- přívodní vedení VN o napětí 22 kV s výkonem odpovídajícím konkrétním potřebám,
- vedení VN z technologického objektu s výstupním napětím AC 25 kV, 50 Hz,
- trakční vedení v podobě trakční podpěry a zesíleného trakčního vedení



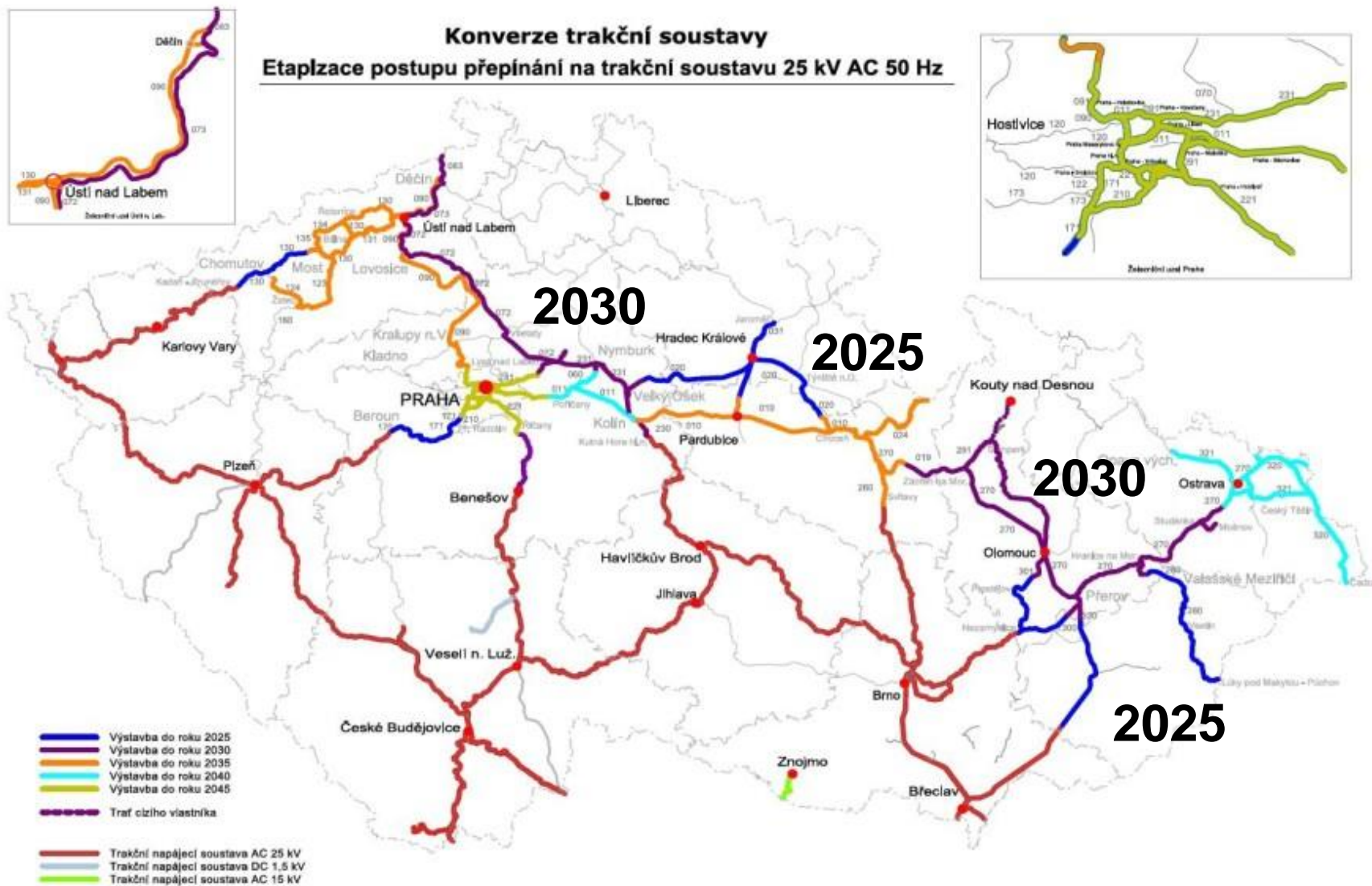
## Nabíjení na 3kV síti

- Omezení proudu za stání – 200A,
- Maximální odebíraný výkon – 600kW,
- Maximální nabíjecí výkon – <600kW
- Doba nabíjení okolo 1h
- Vzhledem k plánované konverzi napájení je potřeba **zvážit nutnost provozování MS vozidel (3+25kV)**





# Železniční síť ČR



# Volba správné technologie

Délka neelektrifikovaných úseků  
Podíl náhodných OZE  
Poslední míle  
Stávající infrastruktura  
Celkové náklady na životní cyklus  
Životní cyklus zásobníků H<sub>2</sub> a baterie  
Topografická situace  
Financování infrastruktury  
Provozní koncept

**Volba technologie je zásadně závislá na místních podmínkách**



## 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)