



Zelená
železnice

8. ROČNÍK KONFERENCE ČISTÉ MOBILITY

ALTERNATIVNÍ POHONY V ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ

Jezdíme
na zelenou

AKTUÁLNÍ DOSTUPNÉ TECHNOLOGIE

CO NÁS K ZALOŽENÍ SPOLKU VEDLO

❖ Veřejná poptávka po ekologické dopravě

- ❖ Zelená Dohoda pro Evropu – **Green Deal**
- ❖ **Útlum podpory** klasických železničních vozidel (hlavně dieslových)
- ❖ Nutnost **kontinuální obnovy vozidlového parku**

➤ **GREEN DEAL JE PŘÍLEŽITOSTÍ PRO ŽELEZNICI**

❖ Budoucí podpora železnice

- ❖ Je nutné připravit k železnici **příznivou legislativu**
- ❖ Je třeba **bojovat o fondy** (na vývoj i na pořízení nových vozidel)

➤ **TOTO JE ZÁJEM CELÉHO SEKTORU
PROTO BYLA ZALOŽENA ZELENÁ ŽELEZNICE**

❖ Řešení využitelnosti stávajících vozidel a pořizování nových vozidel

- ❖ Definice, **která vozidla jsou ekologická** (z pohledu legislativy)
- ❖ **100% tratí nebude elektrifikováno** – nové technologie na železnici – **baterie, vodík, duální vozidla**
- ❖ Příprava na **implementaci taxonomie** (snaha, aby vzniklé prostředky byly využity na železnici)

➤ **Z POHLEDU STÁVAJÍCÍHO NÁVRHU TEXONOMIE I DIESLOVÉ
VOZIDLO MŮŽE BÝT ZA URČITÝCH PODMÍNEK EKOLOGICKÉ**

GLOBALNÍ ZMĚNY V DOPRAVĚ OBECNĚ

❖ Současná podoba dopravy

- ❖ založená především na **spalování uhlovodíkových paliv**
- ❖ s vysokou energetickou a emisní náročností

➤ **JE V NEJBLIŽŠÍCH LÉTECH JIŽ NEUDRŽITELNÁ**

❖ Podobně jako ostatní obory lidské činnosti:

- ❖ **doprava projde zásadní proměnou**
- ❖ cílem však není pouhé snížení spotřeby energie a produkce emisí

➤ **CÍLEM JE ZÁSADNÍ ZVÝŠENÍ KVALITY DOPRAVY
OSOB I VĚCÍ SMĚREM K VYŠŠÍ RYCHLOSTI A KOMFORTU**

❖ Budoucností dopravy je **multimodalita**

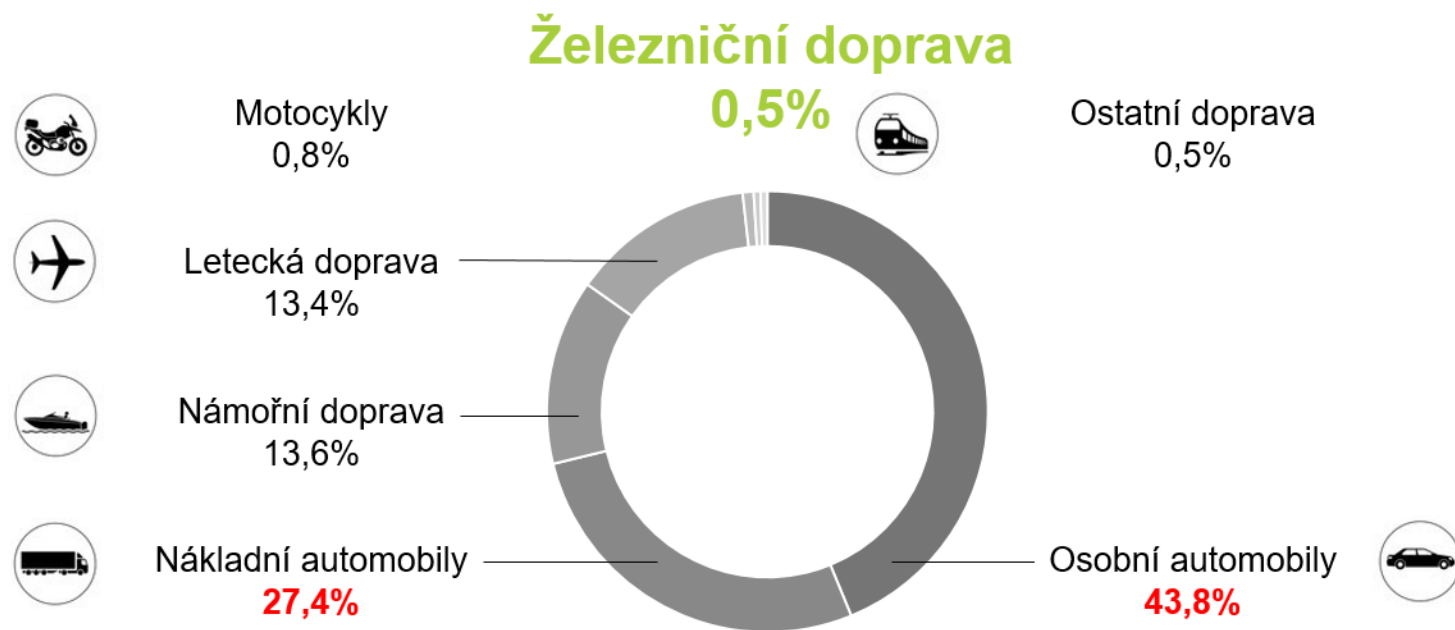
- ❖ promyšlená spolupráce jednotlivých druhů dopravy
- ❖ tři **základní energetické přednosti železnice**
 - ❖ **nízký valivý odpor** ocelových kol na ocelových kolejnicích
 - ❖ **nízký aerodynamický odpor** dlouhých štíhlých vozidel tvořících vlak
 - ❖ široce zavedené **liniové elektrické napájení**

➤ **DÁVAJÍ MODERNÍ ŽELEZNICI VÝZNAMNOU ROLI –
ZAJIŠŤOVAT SILNÉ A PRAVIDELNÉ PŘEPRAVNÍ PROUDY**

CO JE CÍLEM SPOLKU

- ❖ Snaha postupovat k naplnění cílů **moderní bezemisní železnice** koordinovaně vyústila v myšlenku vytvořit spolek **Zelená železnice**
- ❖ **Spolek Zelená železnice chce** svou aktivní činností **pomoci budoucímu rozvoji zelené železnice v České republice**
- ❖ V rámci našich aktivit **prezentujeme nesporné výhody železnice**, a to nejen z hlediska bezpečnosti, ale také **s ohledem na vysokou šetrnost k životnímu prostředí**
- ❖ **Každé kilo zboží nebo člověk přepravený po železnici výrazně snižuje celkové emise CO₂**

EMISE CO₂ PRODUKOVANÉ V DOPRAVĚ



ŽELEZNICE JE Z PRINCIPU ZELENÁ

➤ **EFEKTIVNÍ POUŽÍVÁNÍ ŽELEZNICE VÝRAZNĚ NAPOMÁHÁ KE SNÍŽENÍ EMISÍ Z DOPRAVY**

KDO JE ČLEMEM NAŠEHO SPOLKU

❖ Řádní členové spolku



czloko.cz



cdcargo.cz



ceproas.cz



cd.cz



skoda.cz



siemens.cz/mobility

❖ Přidružení členové spolku



gxcorpfin.eu



vslg.cz



cezesco.cz

SOUČASNÉ MOŽNOSTI VOZIDEL

- ❖ Vozidla se **spalovacími motory**
 - ❖ **Využito 30 až 40% energie paliva – zbylých 60 až 70 % tvoří ztrátové teplo**
 - ❖ Spalovací motory **neumí rekuperovat** brzdovou energii
 - ❖ Spalovací motory **produkují škodlivé emise**
- ❖ Vozidla s **elektrickými trakčními pohony**
 - ❖ Výrazně **vyšší energetická účinnost se schopností rekuperovat** energii brzdění
 - ❖ V současnosti se elektrická vozba profiluje do **tří základních směrů**
 - ❖ **Liniové elektrické napájení**
 - ❖ **Vozidla se zásobníky energie v podobě akumulátorů**
 - ❖ **Vozidla se zásobníky energie v podobě palivových článků**
 - ❖ Ve všech třech případech jde o dopravně energetické systémy tvořené:
 - ❖ Mobilní částí – vozidly
 - ❖ Stacionární částí – infrastrukturou
- ❖ **Duální vozidla**
 - ❖ Kombinace spalovacího motoru s jakýmkoliv elektrickým trakčním pohonem

❖ **Vydatnost využitelných zásob energie**

- ❖ motorová nafta – 4.200 kWh/t
- ❖ stlačený vodík 35 MPa – 900 kWh/t
- ❖ lithiový akumulátor – 100 kWh/t
- ❖ liniové elektrické napájení – zásobník energie není potřeba

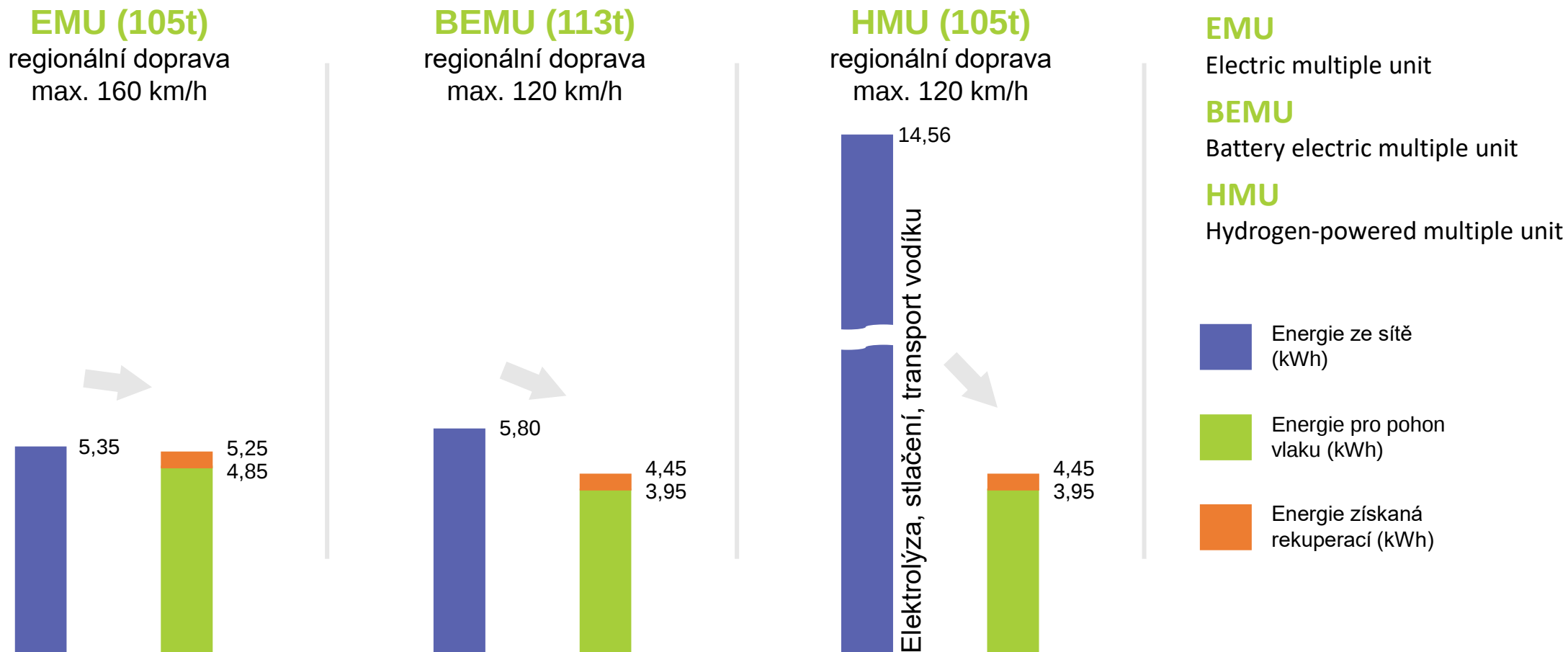
❖ **Doplňování zásob energie**

- ❖ motorová nafta – hadicí u čerpací stanice
- ❖ stlačený vodík – tlakovou hadicí u vodíkové plnící stanice
- ❖ lithiový akumulátor:
 - ❖ za jízdy po elektrifikované trati – přes sběrač proudu z trakčního vedení 25 kV
 - ❖ za stání v železniční stanici – z liniového vedení 25 kV nebo z napájecího bodu 25 kV
- ❖ liniové elektrické napájení – přes sběrač proudu kontinuálně z trakčního vedení 25 kV

❖ **Účinnost pohonu:**

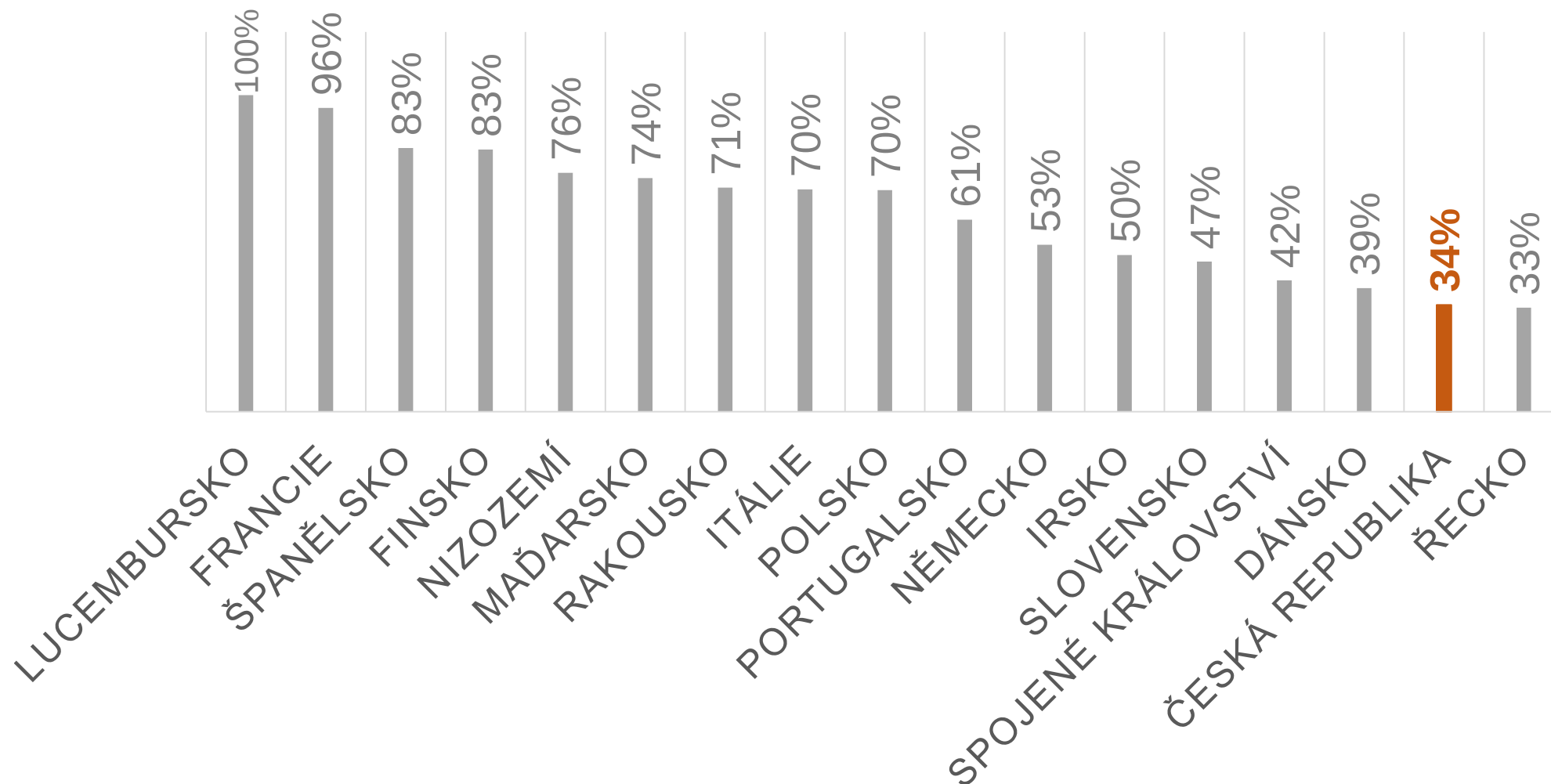
- ❖ pohon spalovacím motorem – 30 %
- ❖ trakční elektromotor plus palivový článěk (vodík) – 25 %
- ❖ trakční elektromotor plus akumulátor – 70 %
- ❖ **trakční elektromotor plus liniové trakční vedení – 80 %**

ENERGETICKÁ BILANCE XMU S KAPACITOU 160 OSOB



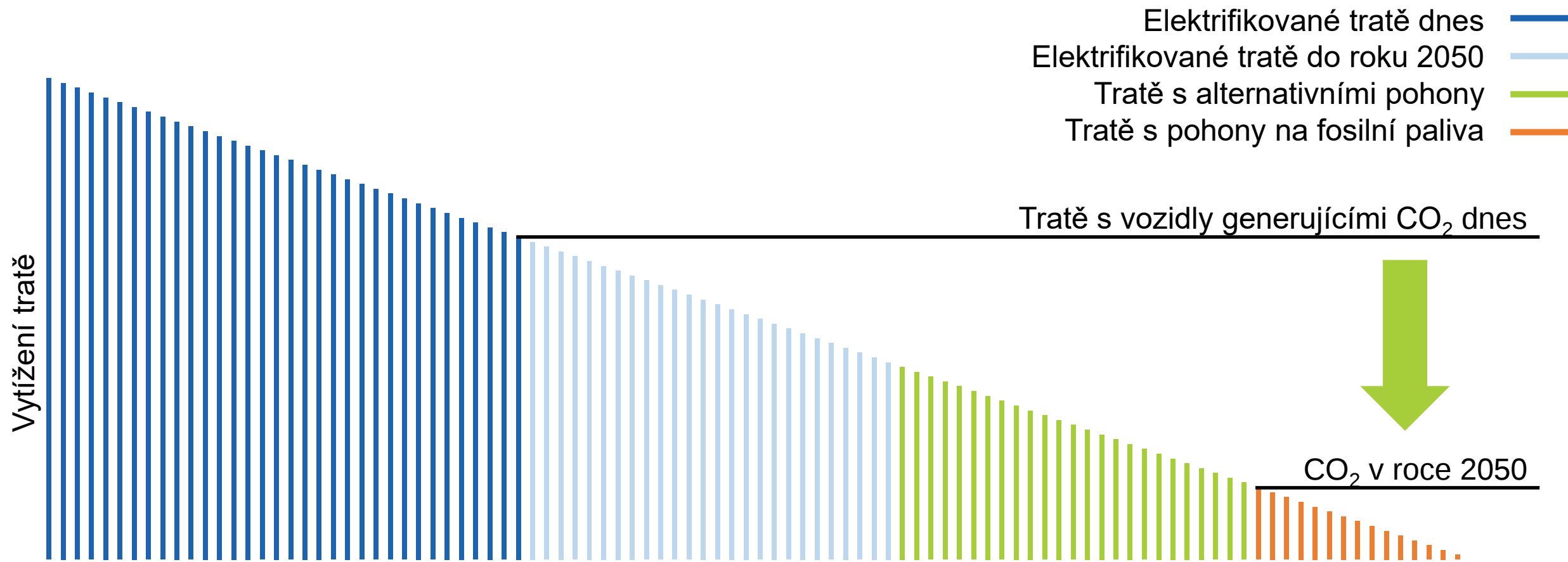
ELEKTRIFIKACE – ŘEŠENÍ PRO **ZELENOU ŽELEZNICI**

ELEKTRIFIKOVANÉ TRATĚ



ELEKTRIFIKACE VEDE K **ZELENÉ ŽELEZNICI**

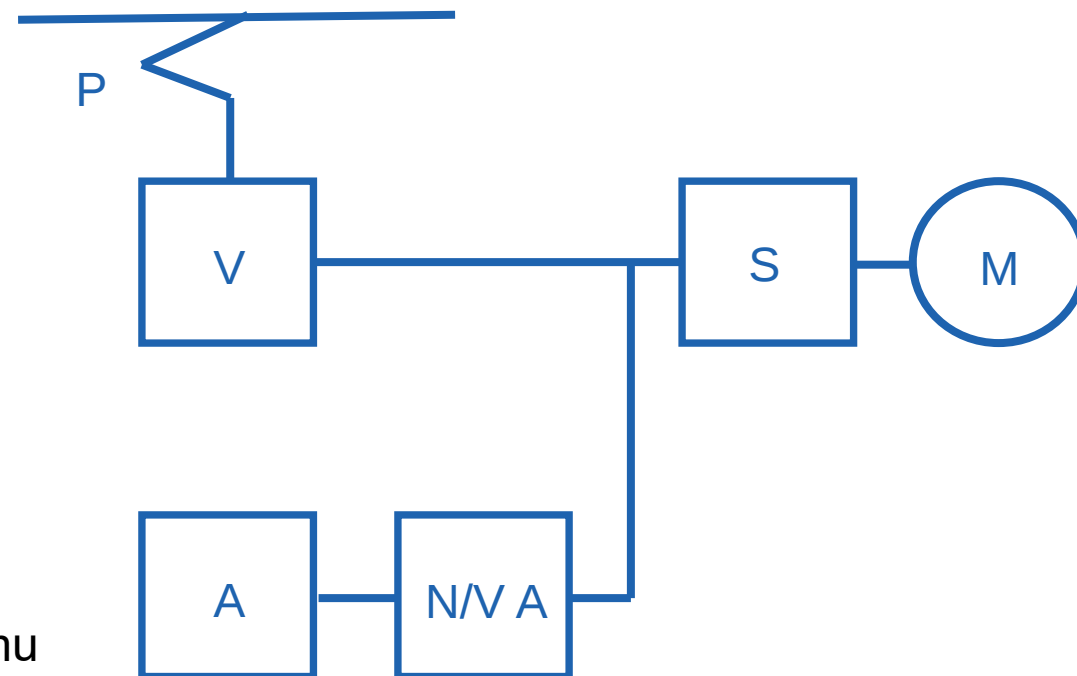
TRATĚ DNES A ZÍTRA



JIŽ DNES SKORO 90% VÝKONŮ JE PROVEDENO EL. VOZIDLY

BEMU – VOZIDLO TROLEJ / AKUMULÁTOR

- ❖ Princip
 - ❖ Vozidlo odebírá z trakčního vedení energii **k dopravě vlaků na elektrizované trati**
 - ❖ Vozidlo odebírá z trakčního vedení energii i **k uložení do akumulátoru (za jízdy či za stání)**
 - ❖ **Energie z baterií se využívá na neelektrizované trati**
 - ❖ Tím vzniká ve srovnání s vozidla se spalovacími motory **významná úspora energie**
- ❖ **Akumulátor slouží**
 - ❖ K **uložení energie odebrané z trakčního vedení** pro pokrytí uvažovaného běhu vlaků
 - ❖ K **uložení energie dodávané trakčními motory při rekuperačním brzdění**
- ❖ Systém 25 kV umožňuje díky vysokému napětí, a tím nízkému proudu **nabíjení akumulátoru** z trakčního vedení vysokým **výkonem (2.500 kW), tedy za krátký čas (15 min)**



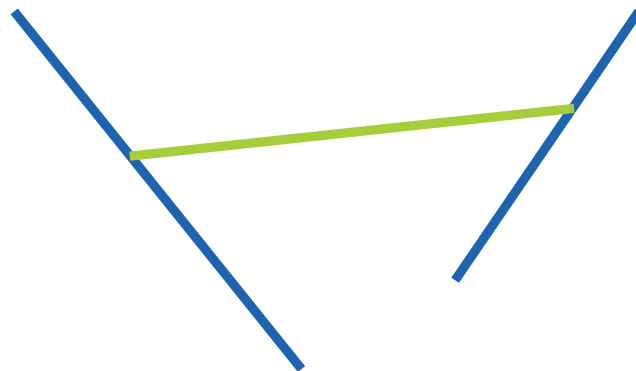
BEMU – VOZIDLO TROLEJ / AKUMULÁTOR

- ❖ Odvozeno od standardní elektrické jednotky
- ❖ **Zachování funkcionality EMU** (provoz pod trakčním vedením),
- ❖ **Zachování trakčních a brzdných vlastností EMU** (1 700 kW, 160 km/h)
 - ❖ Pod trakčním vedením (přímé napájení)
 - ❖ I mimo trakční vedení (napájení ze zásobníku energie),
- ❖ Snadné a rychlé připojení sběračem k trakčnímu vedení
→ **plné využití doby pobytu v železniční stanici k nabíjení**
- ❖ **Nabíjení je možné i ve veřejném prostoru** na dopravních kolejích a i při obsazení cestujícími
- ❖ **Dojezd** na konci 15 leté životnosti akumulátoru – **80 až 100 km**
- ❖ **Čas pro plné nabití** v rychlém režimu – **15 až 20 minut**



BEMU – PROVOZ NA TRATÍCH

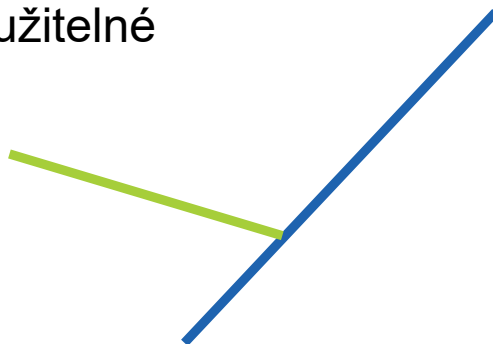
❖ Překlenutí neelektrifikované části tratě



Elektrifikované tratě dnes —
Tratě s alternativními pohony —

❖ Zajištění do cílových bodů bez elektrifikace

- ❖ Do 50 km – bez nutnosti nabíjecího bodu v úvratí
- ❖ Do 100 km – s nabíjecím bodem v úvratí
- ❖ Přes 100 km – v současnosti nepoužitelné



PALIVOVÉ ČLÁNKY A VODÍK

❖ Vodíkový palivový článek

- ❖ Pracuje na obráceném principu elektrolýzy
- ❖ **Je nutné používat velmi čistý vodík – čistota 99,97 %**
- ❖ Vodík z běžné chemické výroby má čistotu 98,5 % až 99,0 % → nelze pro palivové články použít
- ❖ **Vodík z běžné chemické výroby je navíc fosilní zdroj**
- ❖ **Nejlepší je vodík získávaný elektrolýzou → čistota vodíku 99,999 % a zároveň zelený zdroj**

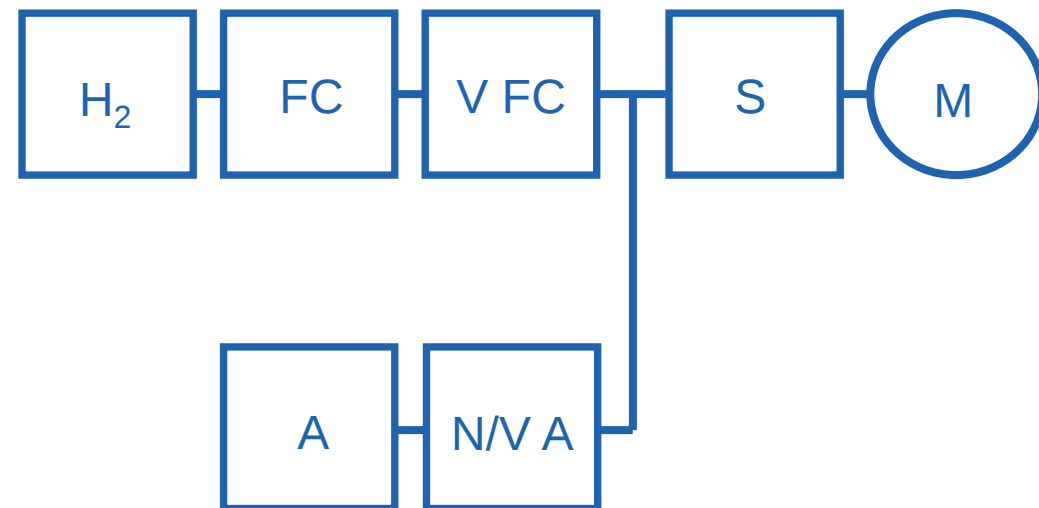
❖ Doprava vodíku

- ❖ Vodík je velmi lehký – při přetlaku 35 MPa má **1 kg vodíku objem 32 litrů**
- ❖ Příslušná ocelová nádoba má hmotnost 50 kg (**netto 1 kg, brutto 51 kg**)
- ❖ Je vhodné omezit transport vodíku na minimum → **ideální je výroba elektrolýzou v blízkosti použití**



HMU – VOZIDLO S PALIVOVÝM ČLÁNKEM

- ❖ Pro docílení hospodárného provozu (účinnost, spolehlivost, životnost) **pracují palivové články stálým výkonem**
- ❖ **Výkon palivových článků nelze tak rychle řídit**, jak vyžaduje v čase proměnlivý trakční výkon vozidla
- ❖ **Proto jsou na vozidle palivové články doplněny zásobníkem energie v podobě lithiového akumulátoru**
- ❖ **Trakční výkon může být krátkodobě několikrát vyšší, než výkon palivového článku**
- ❖ **Akumulátor slouží k vyrovnaní energetické bilance vozidla včetně ukládání rekuperované energie**



HMU – VOZIDLO S PALIVOVÝM ČLÁNKEM

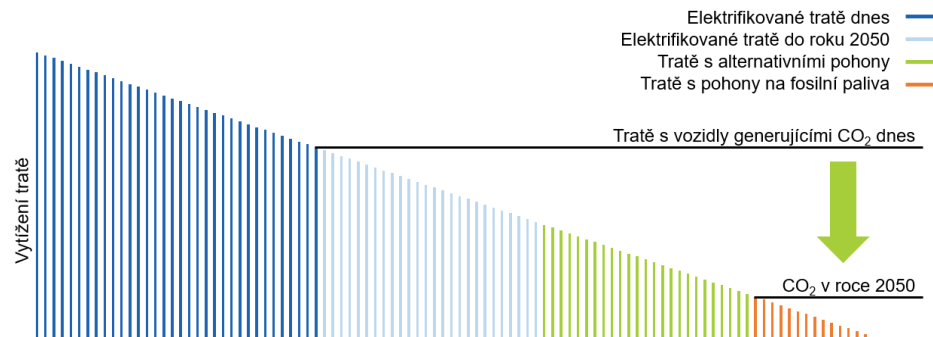
- ❖ Odvozeno od standardní elektrické jednotky
- ❖ **Zdrojem elektrické energie ve vozidle jsou vodíkové palivové články**
 - ❖ Vodík v zásobníku je plyný; přetlak 35 MPa,
- ❖ **Hybridní princip trakčního pohonu**
 - ❖ **Trakční výkon vozidla lze prostřednictvím vyrovnávacího akumulátoru krátkodobě zvýšit na několikanásobek výkonu palivového článku**
- ❖ **Není zachována funkcionality EMU**
 - ❖ **Vozidlo nemá sběrač proudu**, transformátor a navazující vstupní elektrické obvody
 - ❖ **I pod trakčním vedením je čerpána energie ze zásobníku**
- ❖ **Doplňování zásob stlačeného vodíku staticky za stání** ve vodíkové plnicí stanici 35 MPa
- ❖ **Plnění probíhá v neveřejném prostoru**
Dojezd: až 1.000 km
- ❖ Čas pro plné naplnění
 - ❖ **rychlé plnění za 15 minut**
 - ❖ **pomalé plnění i 6 hodin**



- ❖ **Elektrická vozidla závislá (například EMU)**
 - ❖ Potřebují **pevná trakční zařízení** – trakční napájecí stanice a liniové trakční vedení
 - ❖ Perspektivní je orientace na **jednotný železniční systém 25 kV**
 - ❖ **Vhodné pro tratě s větším dopravním zatížením**
- ❖ **Dvouzdrojová vozidla trolej/akumulátor (například BEMU)**
 - ❖ Potřebují **pevná trakční zařízení** – trakční napájecí stanice a liniové trakční vedení
 - ❖ Dynamické nabíjení za jízdy po liniově elektrifikované trati
 - ❖ Případně **napájecí body v oblastech bez liniové elektrifikace**
- ❖ **Vodíková palivočlánková vozidla (například HMU)**
 - ❖ Potřebují **stacionární vodíkové hospodářství**
 - ❖ Potřebují **obnovitelné volatilní zdroje elektrické energie s přebytky levné elektřiny**
 - ❖ **Ideálně potřebují elektrolyzéry v blízkosti plnicích stanic** (s cílem minimalizovat dopravu vodíku)
 - ❖ **Potřebují plnicí stanice**

**KAŽDÁ Z FOREM BEZEMISNÍ VOZBY VYŽADUJE NEJEN VOZIDLA,
ALE I ZÁZEMÍ PRO JEJICH PROVOZ**

❖ Vše se odvíjí od plánu, jak bude infrastruktura modernizována



❖ Tento plán dává **jasný signál**

- ❖ Objednatelům dopravních výkonů
- ❖ Operátorům – Provozovatelům kolejových vozidel
- ❖ Výrobcům kolejových vozidel

❖ Tento **plán určí**

- ❖ **Tratě, které jsou či budou** v dohledné budoucnosti **liniově elektrifikované**
- ❖ **Tratě, které nejsou a nebudou** v dohledné budoucnosti **liniově elektrifikované**
 - ❖ **Krátká vozební ramena – bateriové vozy**
 - ❖ **Dlouhá vozební ramena – prostor pro aplikaci vodíkové technologie**

A JAK TO VYPADÁ VE SVĚTĚ?

BEMU – baterie a trakce

❖ Schleswig-Holstein	– 55 ks BEMU / 2022
❖ Ortenau-Netz /Baden-Württ.	– 20 ks BEMU / 2023
❖ Netz Lausitz	– 18 ks BEMU / 2023
❖ Sachsen S6	– 11 ks BEMU / 2023
❖ Netz Ostbrandenburg NEB	– 26 ks BEMU / 2024
❖ Rheinland-Pfalz	– 60 ks BEMU / 2024
❖ DB Regio Rhein-Pfalz, Saarland	– 44 ks BEMU / 2024
❖ Sachsen/Sachsen-Anhalt	– 16 ks BEMU / 2025
❖ Netz Warnow II / Rostock	– 15 ks BEMU / 2026

CELKEM

265 ks BEMU

HEMU – vodík a trakce

❖ RENFE / Španělsko	– 1 ks HEMU / 2024
❖ SNCF Voyageurs	– 12 ks HEMU / 2024

CELKEM

13 ks HEMU

HMU – vodík

❖ Weser-Elbe-Netz	– 14 ks HMU / 2022
❖ Taunus-Netz RMV	– 27 ks HMU / 2022
❖ Zillertalbahn / Tyrolsko	– 5 ks HMU / 2022
❖ San Bernardino County / CA	– 5 ks HMU / 2024
❖ FNME / Itálie	– 6 ks HMU / 2023

CELKEM

57 ks HMU



PROČ BYCHOM VÁS MOHLI ZAJÍMAT

❖ Spolek **Zelená železnice**:

❖ Na jednom místě lze řešit problematiku:

❖ **Železnice**

❖ **Energetiky**

❖ **Ekologie**

❖ Státní správě, samosprávě i dalším zájmovým skupinám nabízíme

➤ **SEKTOROVÉ KONZULTACE – MÁTE NÁS VŠECHNY NA JEDNOM MÍSTĚ**

❖ Podporujte nás a sledujte nás na sociálních sítích





Zelená
železnice

DĚKUJEME ZA POZORNOST

Jezdíme
na zelenou