

WORKSHOP ROZVOJE ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY PRO POTŘEBY BEZEMISNÍCH VOZIDEL

1. BLOK – Liniová elektrizace, lokální dobíjecí stanice a plničky vodíku

- ❖ Zelená železnice → přehled dostupných technologií (A. Felber)
- ❖ Správa železnic → dnešní stav elektrizace a probíhající/plánované stavby (J. Pavel)
- ❖ Správa železnic → pohled správce infrastruktury na nové technologie (J. Cigánek)
- ❖ CDV → potenciál snížení emisí CO₂ vlivem liniové elektrizace (F. Sládek)
- ❖ Škoda Transportation → pohled na nové technologie na železnici (M. Šrámek)
- ❖ Siemens Mobility → Lokální dobíjecí stanice (J. Vurm)
- ❖ ČEPRO → Vodíková infrastruktura (P. Lux)
- ❖ Diskuze

2. BLOK – Potřeby objednatelů

- ❖ Vystoupení krajů účastnících se workshopu → prezentace potřeb krajů
- ❖ Diskuze



Zelená
železnice

WORKSHOP ROZVOJE ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY PRO POTŘEBY BEZEMISNÍCH VOZIDEL

Přehled dostupných technologií

Jezdíme
na zelenou

Antonín Felber

EMISE CO₂ PRODUKOVANÉ V DOPRAVĚ

Železniční doprava

0,5%



Motocykly
0,8%



Ostatní doprava
0,5%



Letecká doprava
13,4%



Námořní doprava
13,6%



Nákladní automobily
27,4%



Osobní automobily
43,8%

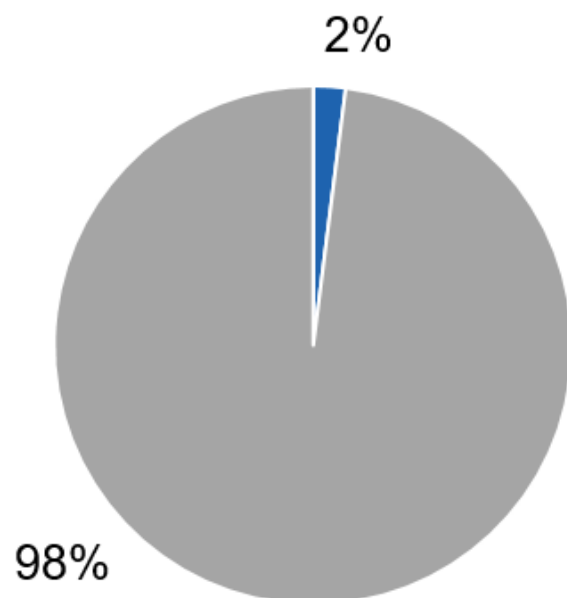
ŽELEZNICE JE Z PRINCIPU ZELENÁ

EMISE CO₂ PRODUKOVANÉ V DOPRAVĚ

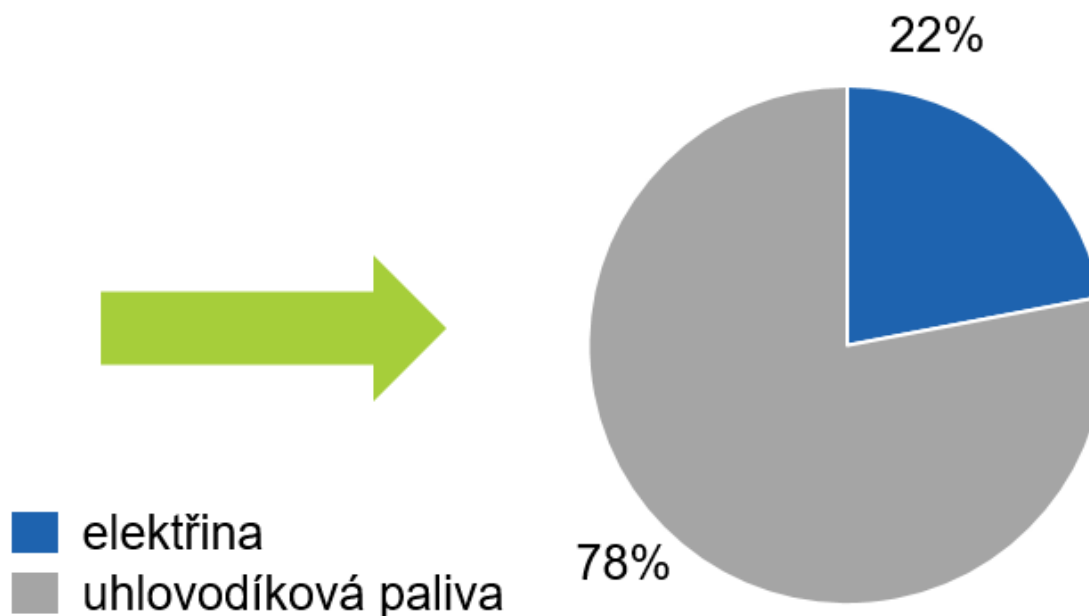
Spotřeba energie pro dopravu je velmi vysoká – v ČR je to 20 kWh/obyvatele/den

→ doprava: produkce 5 kg oxidu uhličitého na obyvatele a den

Struktura spotřeby energie pro dopravu v ČR



Struktura přepravních výkonů dopravy v ČR



ŽELEZNICE JE Z PRINCIPU ZELENÁ

- ❖ **Green Deal hovoří o uhlíkové neutralitě v roce 2050**
 - ❖ To znamená nulové výsledné emise oxidu uhličitého
 - ❖ **Je možná kompenzace zbylých emisí oxidu uhličitého jejich absorpcí a ukládáním**
 - ❖ Cenově dostupné **technologie na pohlcování a ukládání CO₂ dosud k dispozici nejsou**
 - **GREEN DEAL NEVYLUČUJE POŽITÍ FOSILNÍCH PALIV**
- ❖ **Dopravě je věnována kapitola 2.1.5 dokumentu Green Deal – v zásadě je to o 3 číslech**
 - ❖ **Snížení emisí z dopravy do roku 2050 o 90 %**
 - ❖ **Přesun 75 % vnitrozemské nákladní dopravy do roku 2050 ze silnic na železnice či vodu**
 - ❖ Vybudování 1 milionu plnicích a nabíjecích stanic a zavedení 13 milionů bezemisních automobilů do 2025
 - **JE ZŘEJMÉ ŽE TYTO ZÁSADY NENÍ DŮVOD ZMĚKČOVAT**
- ❖ **Co je nutné Green Deal dále diskutovat**
 - ❖ **Emisní povolenky pro dopravu & Realistický plán**

KROKY K EKOLOGICKÉ DOPRAVĚ

- ❖ **Pro společensky prospěšnou železniční dopravou je nutno splnit dvě základní podmínky**
 - ❖ **Kvalitativní** – doprava musí nabízet bezpečnost, spolehlivost, dochvilnost, rychlost a pohodlí
 - ❖ **Kvantitativní** – doprava musí disponovat dostatečnou přepravní kapacitou

- ❖ **Tzn. investice do:**
 - ❖ **Podpory multimodální mobility**
 - ❖ **Elektrifikace železniční infrastruktury**
 - ❖ **Nových vozidel**



INVESTICE DO **ZELENÉ DOPRAVY** JSOU PODPOROVÁNY EU

MULTIMODÁLNÍ MOBILITA

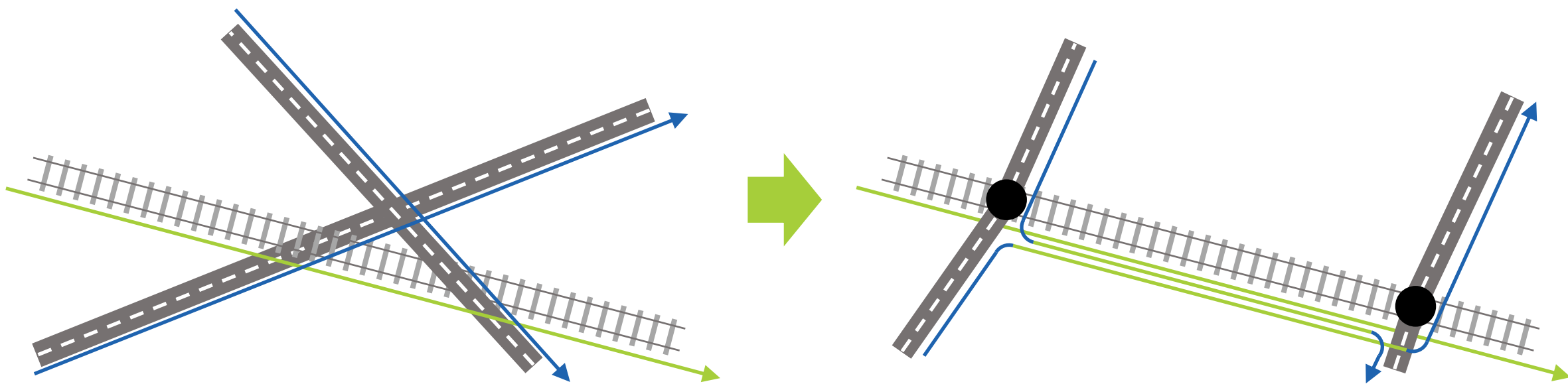
Optimální volba dopravního systému je dána intenzitou přepravní poptávky

❖ **ve směrech slabé či nepravidelné přepravní poptávky**

- ❖ není efektivní zřizovat veřejnou hromadnou dopravu, zvládne ji individuální doprava (v současnosti s individuálně vlastněnými dopravními prostředky, v budoucnu veřejná (autonomní vozidla))

❖ **ve směrech silné a pravidelné přepravní poptávky**

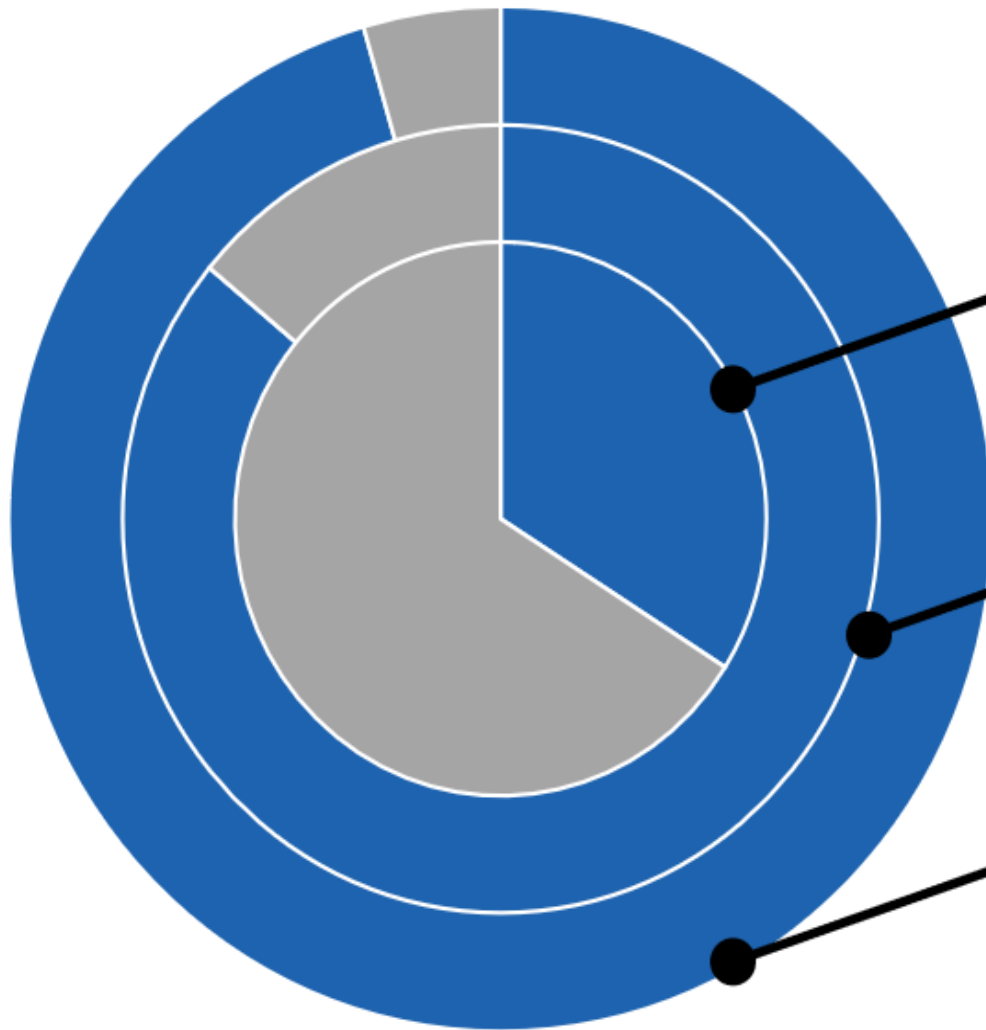
- ❖ **je efektivní zřizovat veřejnou hromadnou dopravu a budovat kvalitní vysoce výkonnou dopravní cestu s náležitou mechanickou, energetickou i informační dimenzí**



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**
- ❖ **Duální vozidla**
 - ❖ Kombinace spalovacího motoru s jakýmkoliv elektrickým trakčním pohonem

ELEKTRINA VS. DIESEL NA ČESKÉ ŽELEZNICI



Tratě v ČR:

- 34% elektrifikováno
- 66% neelektrifikováno

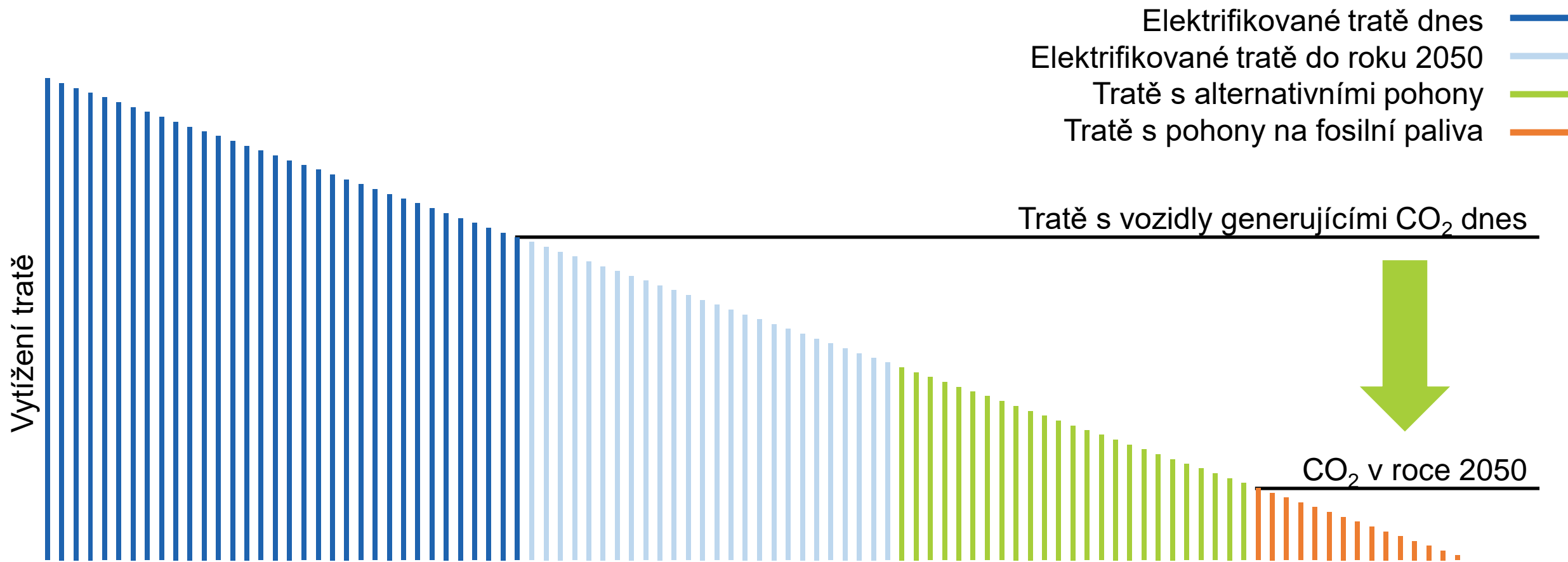
Výkony v osobní dopravě v ČR

- 86% provedeno elektrickými vozidly
- 14% provedeno dieselovými vozidly

Výkony v nákladní dopravě v ČR

- 95,5% provedeno elektrickými vozidly
- 4,5% provedeno dieselovými vozidly

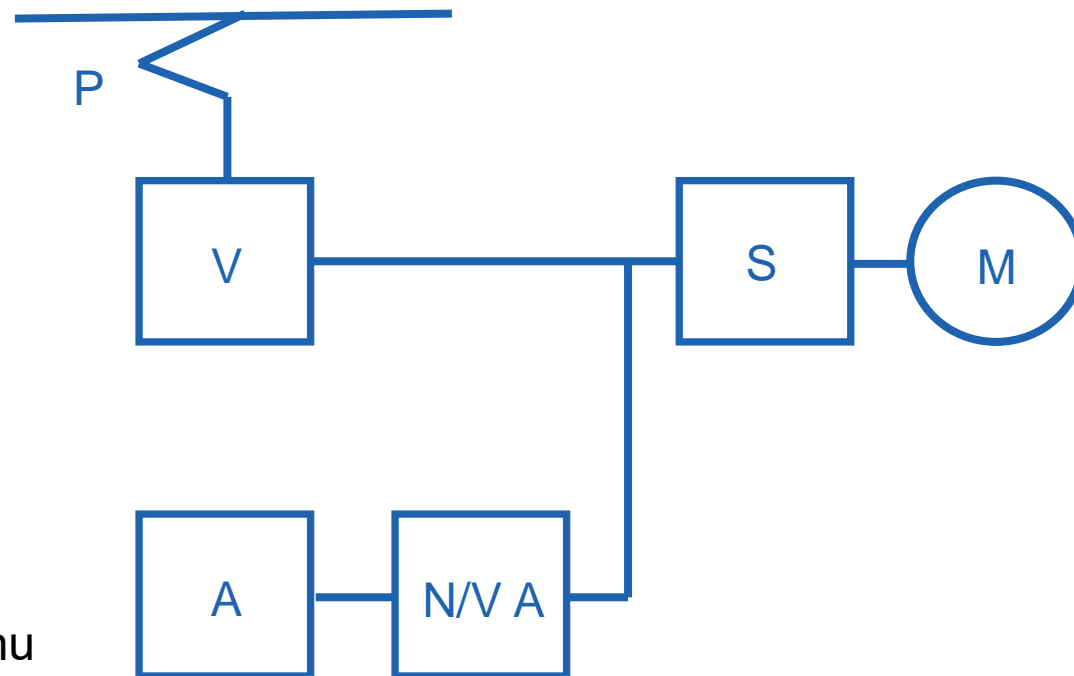
TRATĚ DNES A ZÍTRA



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)



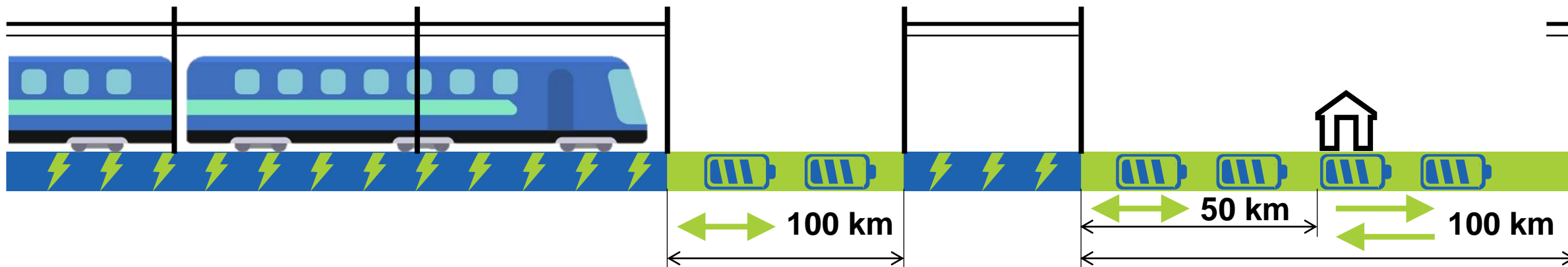
BEMU – VOZIDLO TROLEJ / AKUMULÁTOR

- ❖ Odvozeno od standardní elektrické jednotky
- ❖ **Zachování funkcionality EMU** (provoz pod trakčním vedením),
- ❖ **Zachování trakčních a brzdnych 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 trakčními 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
- ❖ Zajištění do cílových bodů bez elektrifikace
 - ❖ Přes 100 km – v současnosti nepoužitelné



- ❖ Rychlonabíječky – objevují se první instalace
 - ❖ Stadtwerke Tübingen a Furrer+Frey → VOLTAP
 - ❖ Instalováno pro BEMU v Baden-Württemberg
 - ❖ nabíjení 2,0 MVA per pantograf (25 kV)



PALIVOVÉ ČLÁNKY A VODÍK

❖ Vodíkový palivový článek

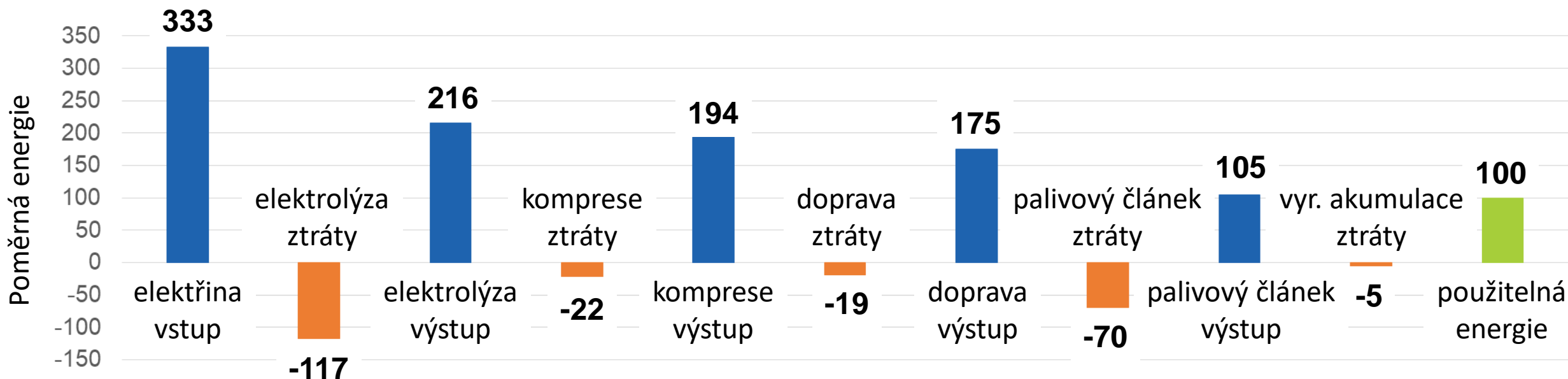
- ❖ Pracuje na obráceném principu elektrolýzy
- ❖ **Je nutné používat velmi čistý vodík – čistota 99,97 %**
- ❖ Vodík z běžné chemické výroby má čistotu 98,5 % až 99,0 % → bez úpravy nelze pro palivové články použít
- ❖ **Vodík z běžné chemické výroby je navíc fosilní zdroj**
- ❖ **Nejlepší je vodík 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**)
- ❖ Příslušná kompozitní nádoba má hmotnost 20 kg (**netto 1 kg, brutto 21 kg**)
- ❖ Je vhodné omezit transport vodíku na minimum
→ **ideální je výroba elektrolýzou v blízkosti použití**



VODÍK – TOK ENERGIE



- ❖ **Vodíková technologie je spojena s využíváním jinak neupotřebitelných levných přebytků elektrické energie z volatilních obnovitelných zdrojů (solární či větrné elektrárny)**
- ❖ Vodíková technologie je zejména rozvíjena v přímořských zemích
 - ❖ **Ukládání jinak nevyužitelné přebytečné elektrické energie z volatilních obnovitelných zdrojů**
 - ❖ Zejména jde o pravidelné noční přebytky z mořských větrných elektráren

STRUKTURA ZDROJŮ VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

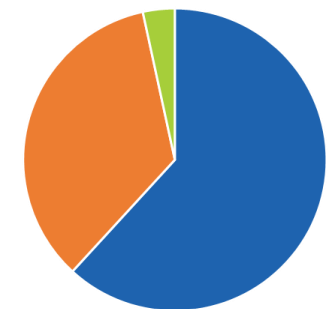
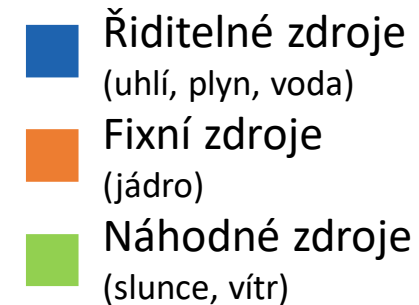
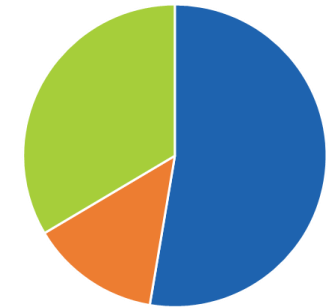
❖ Vodík z běžné chemické výroby

- ❖ V ČR k dispozici – **nízká čistota a jedná se o fosilní zdroj**

❖ Vodík získaný elektrolýzou

- ❖ Současnost v ČR
 - ❖ **Nutnost akumulace přebytků elektrické energie** z volatlních obnovitelných zdrojů do stacionárních zásobníků energie dosud ještě **v ČR není**
 - ❖ Při současném energetickém mixu elektrárenství vychází v ČR vlivem své nízké energetické účinnosti provozu **vodíková technologie velmi energeticky náročná**
- ❖ Budoucnost v ČR
 - ❖ **Lze předpokládat růst podílu volatlních zdrojů** elektrické energie a spolu s tím i růst potřeby zásobní elektrické energie k vyrovnání okamžité výkonové bilance výroby a spotřeby elektřiny
 - ❖ **Lze předpokládat nutnost akumulace přebytků elektrické energie**

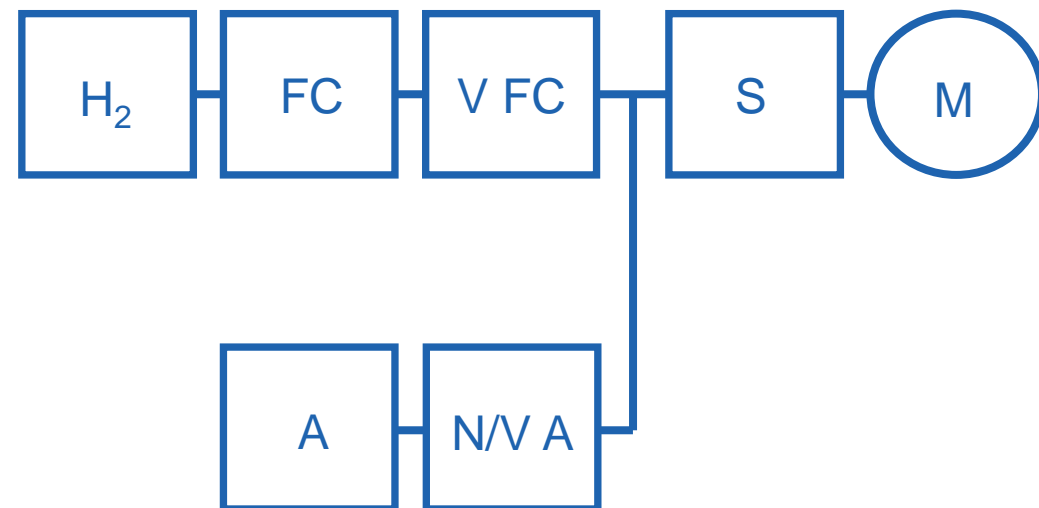
Německo



Česká republika

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 vyrovnání energetické bilance vozidla včetně ukládání rekuperované energie**



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**



VOZIDLA A INFRASTRUKTURA

- ❖ **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**
- ❖ **Dvoudrožová 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**

VOZIDLA A INFRASTRUKTURA

❖ Řádní členové spolku



czloko.cz



cdcargo.cz



ceproas.cz



cd.cz



skodagroup.cz



siemens.cz/mobility



spravazeleznic.cz



cmzo-e.cz

❖ Přidružení členové spolku



VOZIDLA A INFRASTRUKTURA

❖ 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