

MODERNÍ TRENDY V ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ alternativní pohony

Ing. T. JAVOŘÍK, Ph.D., doc. Ing. L. TÝFA, Ph.D., Ing. M. JACURA, Ph.D.

**ČVUT V PRAZE FAKULTA DOPRAVNÍ
ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ**

22. 9. 2021, konference CHYTRÁ A ČISTÁ MOBILITA, Praha



MODERNÍ

- **ZÁVISLÁ TRAKCE**
 - elektrická vozidla s liniovým napájením
- **POLOZÁVISLÁ TRAKCE**
 - dvouzdrojová elektrická vozidla s akumulátory
- **NEZÁVISLÁ TRAKCE**
 - spalovací motory
 - vodíková elektrická trakce



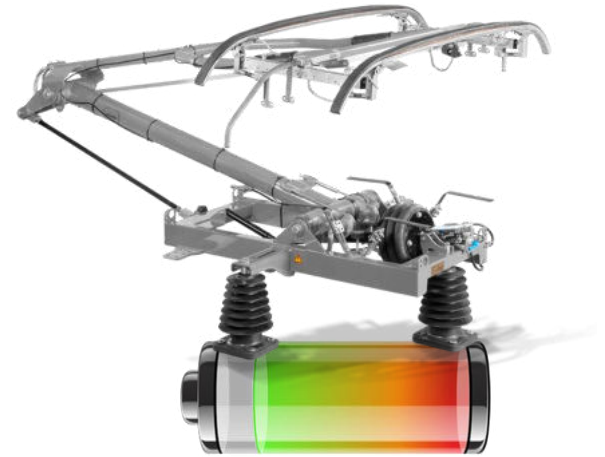
VARIANTY

- **EMU** – závislá elektrická jednotka
- **DEMU** – polozávislá jednotka elektrická s motorovým agregátem
- **BEMU** – polozávislá jednotka elektrická s baterií
- **HEMU** – polozávislá jednotka elektrická s palivovým článkem (vč. baterie)
- **HMU** – nezávislá jednotka elektrická s palivovým článkem (vč. baterie)



ZÁVISLÁ

- **liniové napájení z pevných trakčních zařízení**
- **vysoká účinnost pohonu cca 75 %**
- **optimální trakční charakteristiky vozidel**
 - lehká dynamická vozidla
 - možnost rekuperace do sítě
- **pestrá nabídka vozidel různých výrobců**
- **lokálně bezemisní provoz**
- **omezená operativnost provozu**



POLOZÁVISLÁ TRAKCE

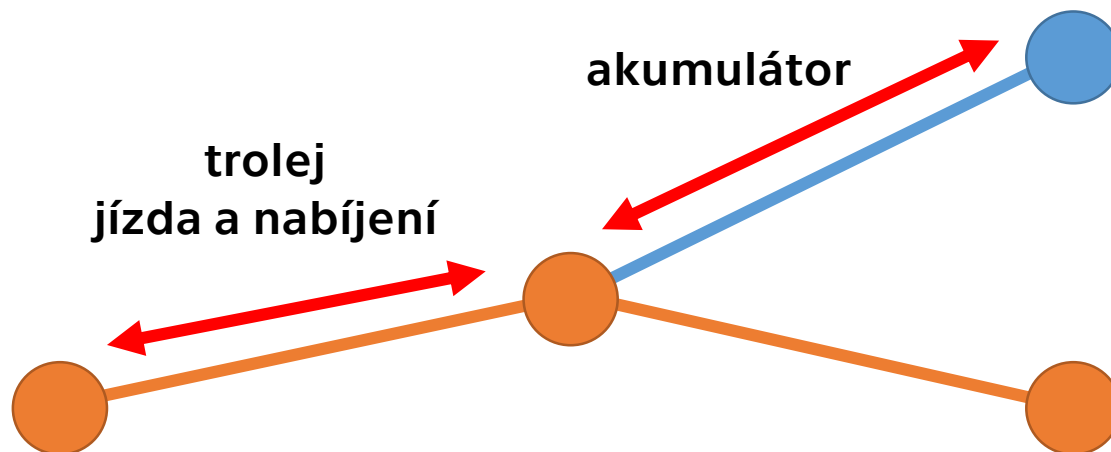
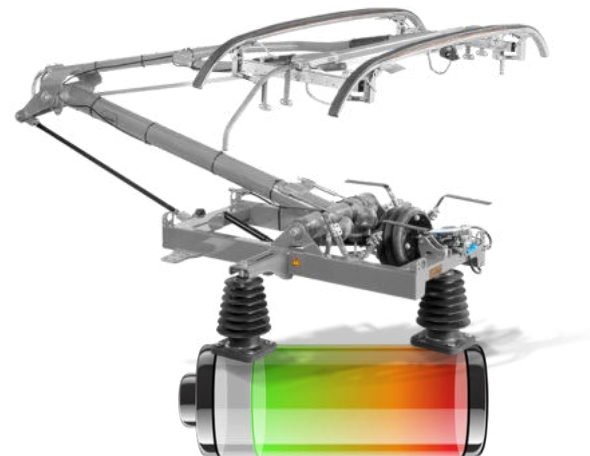
- **napájení liniové/z akumulátorů**
- **nabíjení akumulátorů liniové/stacionární**
- **konstrukčně a trakčně podobné závislé trakci**
 - možnost rekuperace do akumulátoru
- **dynamicky se rozvíjející technologie**
- **vysoká produktivita vozidel i personálu**
- **zhodnocení elektrizace i na neelektrizovaných tratích**



ČVUT
FD

ÚSTAV
DOPRAVNÍCH
SYSTÉMŮ

POLOZÁVISLÁ

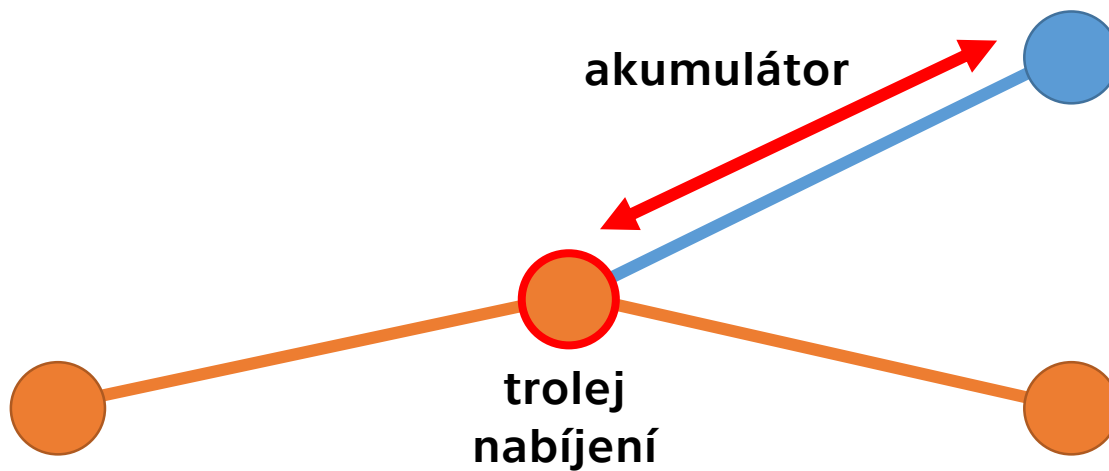
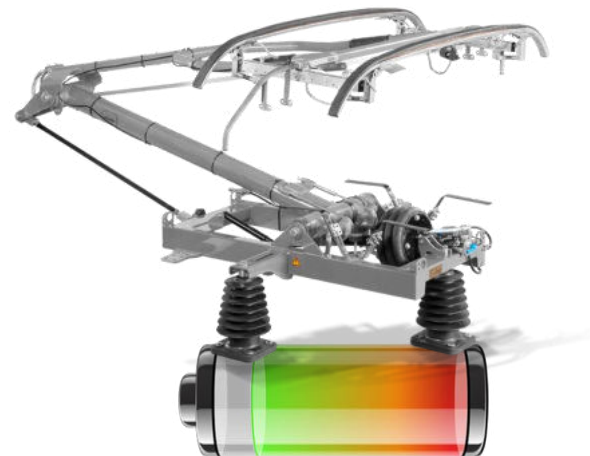




ČVUT
FD

ÚSTAV
DOPRAVNÍCH
SYSTÉMŮ

POLOZÁVISLÁ

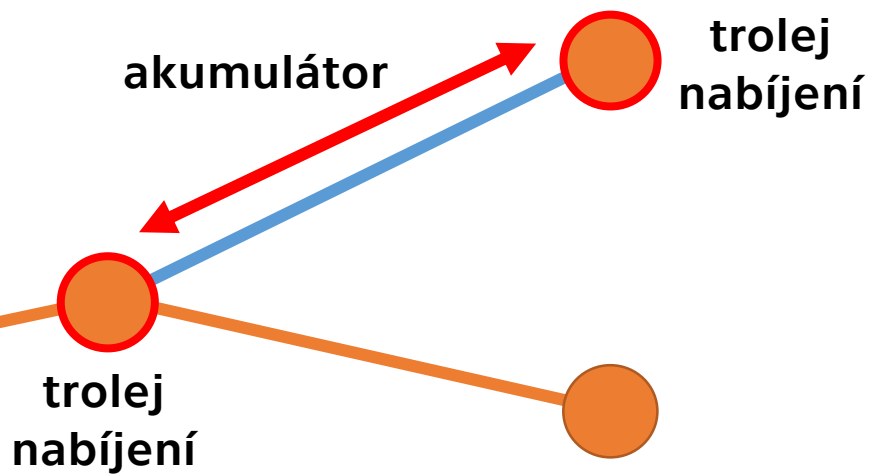
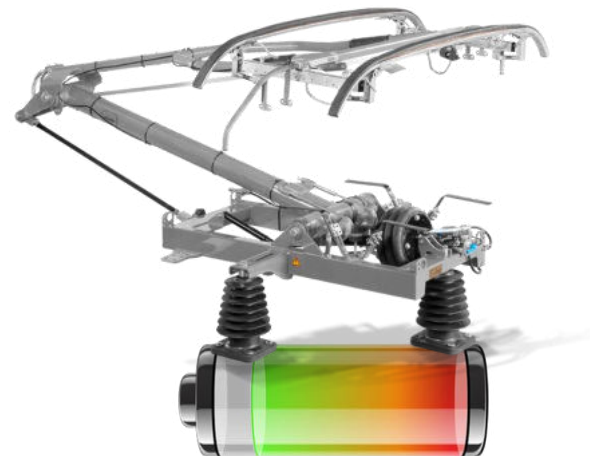




ČVUT
FD

ÚSTAV
DOPRAVNÍCH
SYSTÉMŮ

POLOZÁVISLÁ TRAKCE

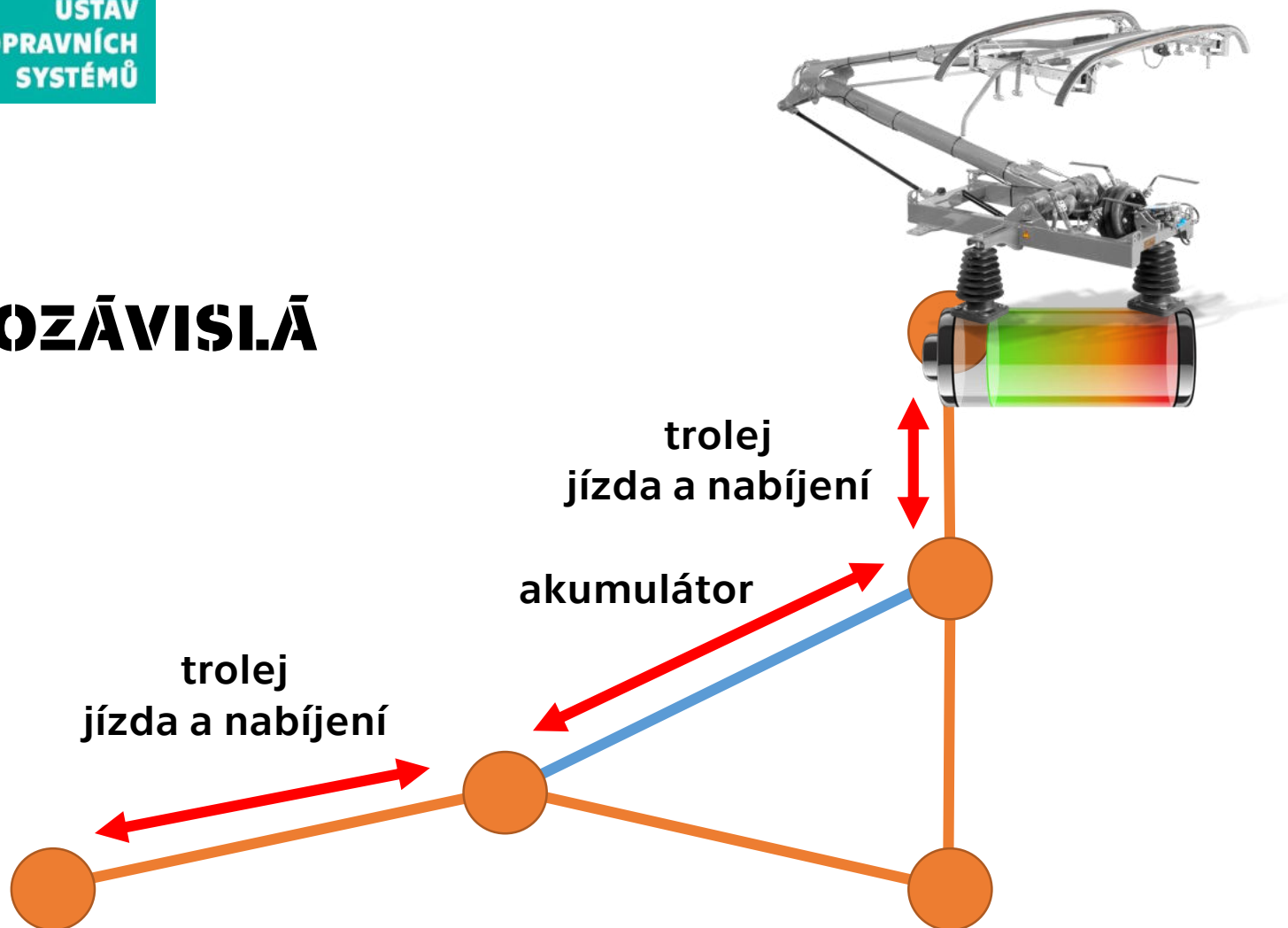




ČVUT
FD

ÚSTAV
DOPRAVNÍCH
SYSTÉMŮ

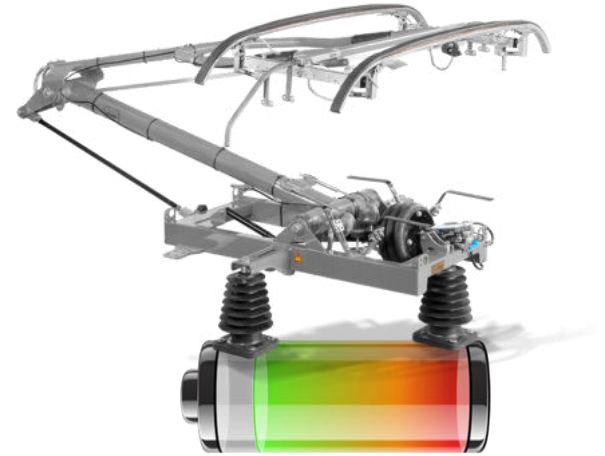
POLOZÁVISLÁ





?





POLOZÁVISLÁ

- **možnost trakce AC/DC**
 - výkon
 - trolej **cca 10–14 kW/t**
 - akumulátor od **cca 5 kW/t**, resp. srovnatelně s trolejí
 - dobíjení DC omezeno odběrem 200 A, ideálně z troleje
 - možnost zřízení napájecího bodu z vedení 3x22 kV (např. pevná trolej)
- **parametry akumulátoru**
 - dobíjení DC 3–4x pomalejší než AC (**cca 45–100 min**)
 - dojezd **60–100 km** (max. 120 km)
 - virt. rychlost stat. nab. **6,7 km/min** (resp. 3,3 km/min)
 - dynamické nabíjení **60 km za 15–20 min**



NEZÁVISLÁ TRAKCE SPALOVACÍ

- **spalování nafty / plynů na bázi metanu**
- **nízká účinnost pohonu, škodlivé exhalace**
- **neperspektivní trakční charakteristiky**
- **omezená nabídka vozidel**
- **neomezená operativnost provozu (zbrojení)**
- **nezávislé na rozvoji infrastruktury**
- **závislost na zahraničních neobnov. zdrojích**



NEZÁSVISLÁ TRAKCE VODÍKOVÁ ELEKTRICKÁ

- **napájení z palivových článků + akumulátor**
- **konstrukčně a trakčně podobné závislé trakci**
- **nižší účinnost než akumulátor**
- **vysoká operativnost provozu**
 - dojezd 600–900 km
 - plnění 15–20 minut
- **nutnost zřízení a posouzení distribuce H₂**



ČVUT
FD

ÚSTAV
DOPRAVNÍCH
SYSTÉMŮ



NEZÁVISLÁ TRAKCE VODÍKOVÁ ELEKTRICKÁ

- **ekologická výroba H_2**
 - přebytek z chemické výroby
 - z bioplynu
 - elektrolýzou vody

} nutnost čištění
- **distribuce H_2**
 - doprava v nádržích (kamion, vlak)
 - potrubím speciální konstrukce
 - výroba v místě zbrojení (využití obnovitelných zdrojů)

OBEČNÉ PARAMETRY VOZIDEL

- **využitelný rychlostní profil**
 - běžně **V130** i **V150**
- **hmotnost na nápravu**
 - běžně traťová třída **C**, výjimečně **D**
- **obsaditelnost**
 - dle uspořádání jedn. **cca 50-70 míst/díl**
 - dvou-, tří- a vícedílné uspořádání
- **délka**
 - dvoudílné uspořádání od **cca 50 m**

PŘELOMOVÉ OBDOBÍ...

- **výběrová řízení na zajištění osobní žel. dopravy**
- **různé pohledy a zkušenosti objednatelů**
- **obměna vozového parku**
- **očekávané změny infrastruktury – trakce, zab. zařízení**





ČVUT
FD

ÚSTAV
DOPRAVNÍCH
SYSTÉMŮ

PŘEDSTAVY A MOŽNOSTI INFRASTRUKTURY

- **zabezpečovací zařízení**

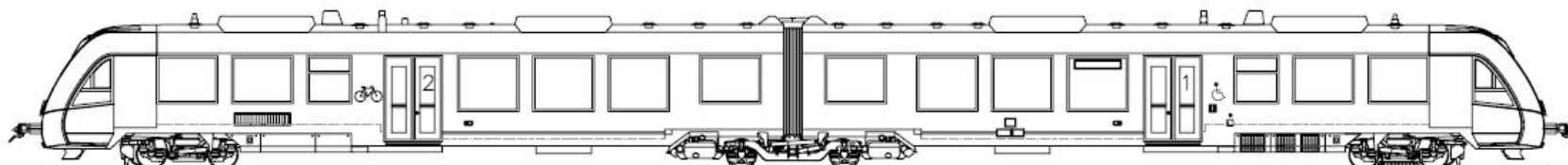
- vybavení vozidel LS i ETCS L2
- úseky s výhradním provozem ETCS L2
- zaústění regionálních tratí do hlavní sítě

- **délka nástupišť**

- aktivní délka vozidla
- délka nově vyráběných vozidel

- **výška nástupních ploch**

- TSI PRM & TSI INF



PŘEDSTAVY A MOŽNOSTI INFRASTRUKTURY

- **trakce**

- konverze napájecí soustavy
- rozvoj alternativních pohonů
- ⚡ 25 kV 50 Hz ⚡

- **traťová rychlost**

- maximální využití kapitálu dopravce
- maximální využití možností infrastruktury a vozidel

- **propustnost**

- naplnění GVD
- rezervy provozního pokrytí a budoucího rozvoje



TAK NAPŘÍKLAD ...



Siemens Desiro ML (ÖBB CityJet ECO)



Alstom Coradia iLint



Stadler Citylink



Wein4tel Express



ZÁVĚR

- **EMU, DEMU, BEMU, HEMU, HMU**
- **OČEKÁVANÉ ZMĚNY**
 - ROZVOJ INFRASTRUKTURY
 - SMLUVNÍ ZAJIŠTĚNÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY
- **PŘÍLEŽITOST POŘÍZENÍ NOVÝCH VOZIDEL**
- **ZODPOVĚDNÁ VOLBA PARAMETRŮ INFRA/VOZIDLO**

ETCS/ERTMS

TRS/GSM-R

nástupiště

pohon vozidel

propustnost

provozní zázemí

traťová rychlost

ČVUT v Praze Fakulta dopravní

Ústav dopravních systémů

Ing. T. JAVOŘÍK, Ph.D., doc. Ing. L. TÝFA, Ph.D., Ing. M. JACURA, Ph.D.

k612.fd.cvut.cz

@dopravnisystemy