

Cestovní mapa

Moderní technologie při přípravě a realizaci VRT v ČR

Ing. Jaroslav Vašátko
Ing. Jaroslav Grim, Ph.D.

Datum: 21. 6. 2022

Místo: Mstětice



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



NÁRODNÍ TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA
Interoperabilita železniční infrastruktury
CZECH TECHNOLOGY PLATFORM
Interoperability of Railway Infrastructure



Cestovní mapa

- Technologická platforma je řešitelem projektu MPO (OPPIK)
Vysokorychlostní tratě – budoucnost udržitelné mobility ČR (VRT-B)
- Klíčovým dokumentem projektu VRT-B je **Cestovní mapa**.
- **Cílem dokumentu Cestovní mapa je stanovení postupu zavádění moderních technologií při přípravě a realizaci vysokorychlostních tratí v ČR a podpora zapojení českých subjektů do tohoto procesu.**
- Při návrhu moderních technologií se vycházelo z mezinárodních a národních strategických dokumentů.
- Z mezinárodních dokumentů to byly především strategické dokumenty ETP ERRAC.



Strategické dokumenty ERRAC

- **Vize ERRAC d roku 2050 - Rail 2050 VISION**
- **Priority ERRAC do roku 2030 – Rail 2030 Research and Innovation Priorities**
- **Mega Projects**
- **SRIA – Strategic Research and Innovation Agenda**
- **Master Plan – strategický dokument nástupce S2R – ERJU**
- **MAWP – Multiannual Work Plan - víceletý plán ERJU**



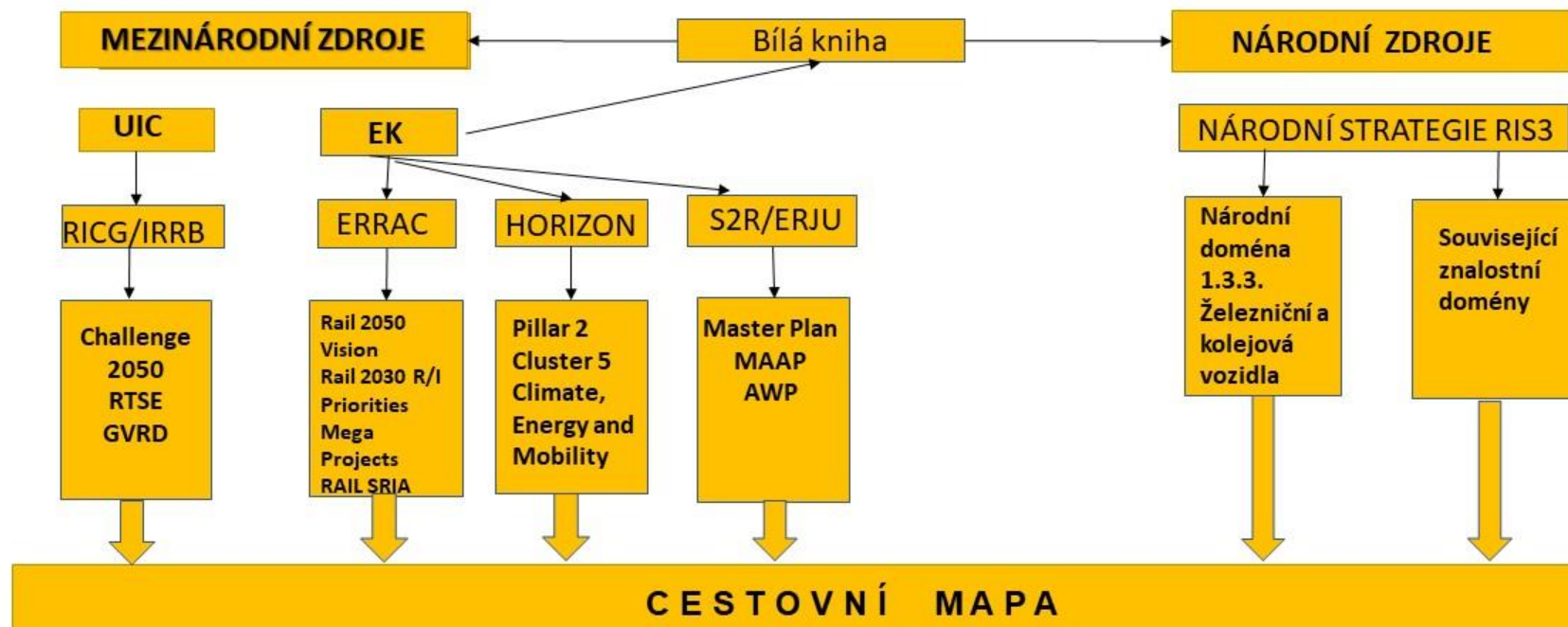
Národní strategie RIS3

- V Národní strategii RIS3 je železnice řešena v rámci **Národní domény „Dopravní prostředky pro 21. století“ v části 1.3.3. Železniční a kolejová vozidla.**
- Tato Národní doména zaměřená především na **železniční vozidla** konstatuje, že současně **je nutné rozvíjet kvalitní vysokorychlostní tratě.**
- V navazujících **znalostních doménách** jsou definovány technologie i pro rozvoj vysokorychlostních tratí.
- Jedná se především o: **pokročilé materiály, redukce hluku a vibrací, efektivní spotřeba energií, snižování uhlíkových emisí, řídicí systémy – ERTMS/ETCS, využití technologie GNSS, rozvoj radiových přenosů a další.**



INFORMAČNÍ ZDROJE

Příloha 10



Legenda:

UIC – Mezinárodní Unie železniční
RICG – Research and Innovation Group
IRRB – International Railway Research Board
RTSE – Rail Technical Strategy for Europe
GVRD – Global Vision Rail Development

EK – Evropská komise
ERRAC – The European Rail Research Advisory Council
HORIZON – Výzkumný program Evropské komise
S2R/ERJU – Společný podnik EK a podniků žel. sektoru
SRIA – Strategic Research and Innovation Agenda

Master Plan – Základní strategický dokument S2R/ERJU
MAAP – Multi-Annual Action Plan
AWP – Annual Work Plan



Moderní technologie

Digitalizace je klíčovou technologií, která se promítá do všech železničních subsystémů.

BIM – Building Information Modeling – nástroj pro efektivní projektování.

Digital Twins, vizualizace, simulace – nástroj pro digitální znázornění subjektů železničního systému a simulace jejich chování v různých situacích železničního provozu.

Internet věcí (IoT) – sledování částí a komponent železničního systému prostřednictvím čidel a senzorů uložených v částech a jednotlivých komponentech železničního systému a internetu napojené na informační centrum.

Big Data – úložiště dat s údaji o událostech v železničním provozu.

Safety and security – provozní bezpečnost a ochrana osob a majetku je postavena na digitalizaci.

Smart Asset Management – digitální sledování aktiv (zařízení a komponent) železničního systému



Moderní technologie-2

Cyber Security – kybernetická bezpečnost – ochrana před kybernetickými útoky a pokročilými trvalými hrozbami.

Umělá inteligence – sofistikovaný nástroj pro řešení procesů a událostí železničního provozu.

Automatizace

Automatizace - další klíčová technologie – základ pro subsystém řízení a zabezpečení.

Systém ERTMS/ETCS – základní evropský systém pro zabezpečení jízdy vlaků.

Komunikační systém FRMCS – Future Railway Mobile Communication System. Nový provozní komunikační systém FRMCS je vyvíjen jako náhrada za dosavadní systém GSM-R. Je vyvíjen ze dvou důvodů – za prvé systém GSM-R je na úrovni 2G a neodpovídá požadavkům budoucnosti a za druhé náhrada GSM-R významně usnadní proces digitalizace na železnici.



Moderní technologie-3

Komunikace na bázi 5G umožní zvýšit účinnost komunikačního systému a významně rozšíří rozsah služeb poskytovaných zákazníkům železnice.

ATO – Automatic Train Operation – technologie podporující optimalizaci jízdy vlaku a zvyšující jeho bezpečnost.

Autonomní technologie – technologie nahrazující člověka při řízení vlaku.

Moving Block – technologie si klade za cíl zvýšit kapacitu tratě oddělením signalizace od fyzické infrastruktury a odstraněním omezení vyplývajících z detekce traťových vlaků.

Safe Train Positioning – technologie si klade za cíl vyvinout zabezpečovací systém vlaků s využitím technologie GNSS.



Moderní technologie-4

Energie a životní prostředí

Dekarbonizace - cílem dekarbonizace na železnici je postupná náhrada motorové trakce s cílem snížit škodlivé emise.

Cirkulární ekonomika – efektivní využívání stavebních odpadů.

Redukce hluku a vibrací - hluk a vibrace jsou jedním z negativních dopadů železnice na životní prostředí. U vysokorychlostních tratí vlivem vyšší rychlosti se tyto negativní dopady zvyšují.

Optimalizace spotřeby energie bude dosažena především optimalizací jízdy vlaku (využitím ATO) a monitoringem spotřeby energie na vlacích.

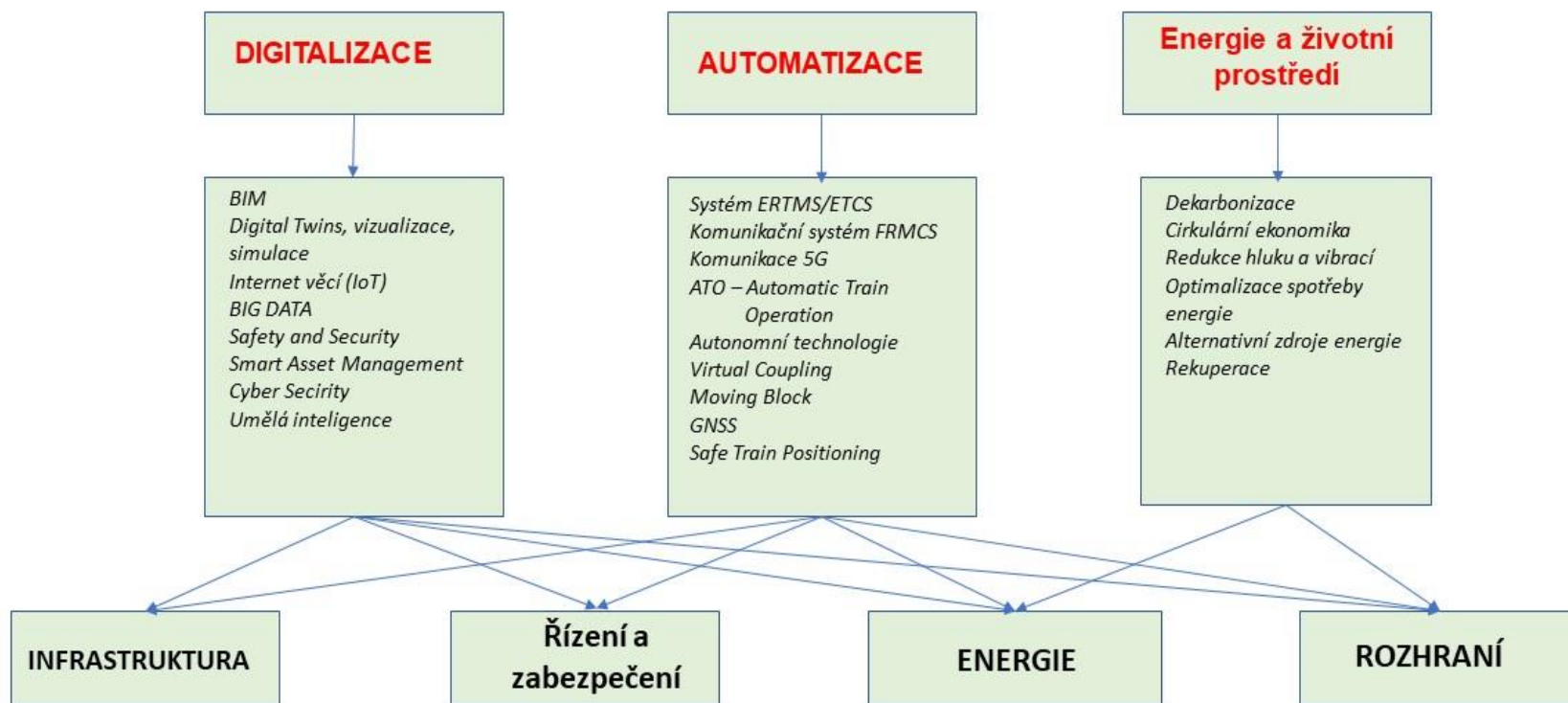
Alternativní zdroje energie - napájení elektromotorů akumulátory, bateriovými články a využití technologie vodíku.

Rekuperace - je proces přeměny kinetické energie dopravního prostředku zpět na využitelnou elektrickou energii při brzdění.



Očekávané moderní technologie

Klíčové technologie



CESTOVNÍ MAPA - SUBSYSTÉMY



Sledované subsystémy a oblasti

Cestovní mapa sleduje nasazování nových technologií v následujících subsystémech:

- **Subsystém Infrastruktura**
- **Subsystém Energie**
- **Subsystém Řízení a zabezpečení**
- **Subsystém Rozhraní (kolejové vozidlo – žel. infrastruktura)**
- **Oblast Výchovy a vzdělávání**



Popis jednotlivých subsystémů a oblastí

- **Popis a analýza současného stavu**

Popis jednotlivých částí a komponent subsystémů, současně nasazené technologie a technologické postupy, definice nedostatků.

- **Strategie dalšího postupu**

Vychází ze závěrů analýzy současného stavu, navrhuje postup nasazování moderních technologií na základě mezinárodních a národních strategických dokumentů, zdůrazňuje zvýšené požadavky vysokorychlostních tratí v oblasti standardů a používaných technologií.

- **Návrhová část – akční plán**

Navrhuje zavedení konkrétní technologie (systémů) a aktivity pro daný subsystém. **Každá technologie / aktivita je prezentována na samostatné kartě** se stručným popisem aktivity, s návazností na strategické dokumenty, dobou realizace.



Vzor karty technologie / aktivity

SUBSYSTÉM ŘÍZENÍ A ZABEZPEČENÍ
Název technologie/aktivity: Komunikační systém FRMCS
Popis technologie/aktivity: Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) je budoucí celosvětový telekomunikační systém navržený UIC v úzké spolupráci s různými zúčastněnými stranami v železničním sektoru jako generační nástupce GSM-R, ale také jako klíčový faktor digitalizace železniční dopravy. V době realizace VRT uvažovat již výhradně s komunikačním systémem FRMCS. Zásadní podmínkou bude, že se musí zajistit kompatibilita s existujícím systémem GSM-R na stávající konvenční síti, kde s největší pravděpodobností v době realizace VRT bude stále funkční.
Návaznost na strategické dokumenty: Právní předpisy EU Předpisy 4. železničního balíčku TSI CCS Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2016/797 / EU o interoperabilitě železničního systému a nařízením Komise 2016/919 / EU o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se Subsystému „Řízení a zabezpečení“ v železničním systému.
Předpoklady realizace: Kompatibilita s existujícím systémem GSM-R na stávající konvenční síti. Realizovat s využitím výsledků S2R.
Předpokládaná délka realizace: Přípravná fáze 2025 – 2028 (podle stavu specifikací EU) Zahájení realizace 2028+
Nositel záměru/řešitel (návrh složení řešitelského týmu): Expertní skupina CCS Univerzity AŽD Praha



Technologie subsystému Infrastruktura

- **Problematika Rayleighova vlnění** – vlnění zeminy vlivem vysokých rychlostí
- **Železniční spodek a svršek** – nové technologie při výstavbě VRT
- **Technologie Digital Twin společně s BIM** – plně propojený a integrovaný digitalizovaný systém železniční infrastruktury vytvoří základ pro její efektivní správu.
- **Konstrukce výhybek a výhybkových konstrukcí** – nová generace výhybek
- **Autonomní diagnostika a monitoring** – inteligentní infrastruktura
- **Prediktivní údržba** – digitalizace, analýza dat (Big Data), IoT...
- **Nové technologie udržovacích prací** – modulární komponenty, řešení plug-and-play,...



Technologie subsystému Energie

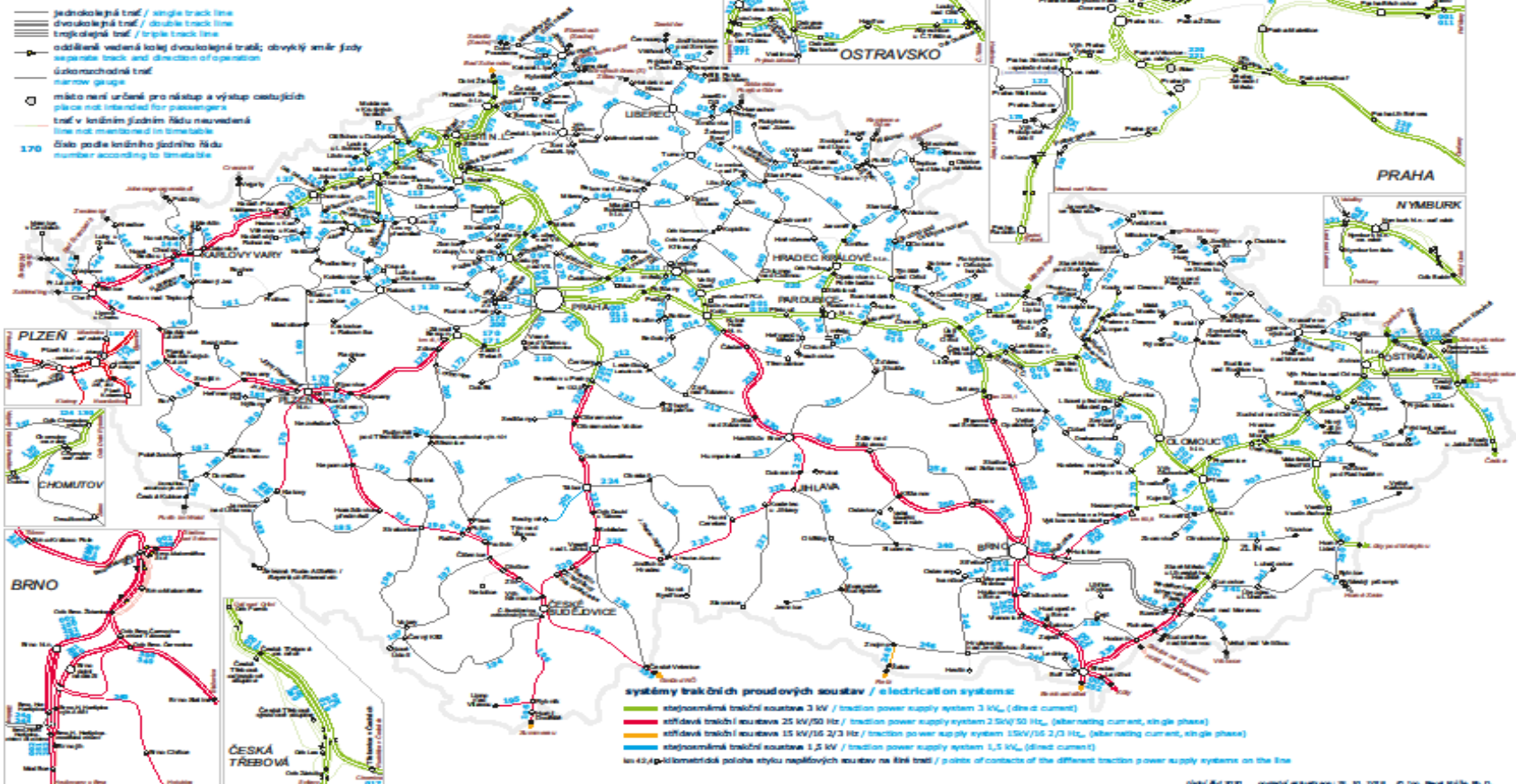
V současné době jsou využívány 2 základní napájecí soustavy – DC 3kV (19 %) a AC 25 kV 50 Hz. (15 %), celkem 34 %. Pro VRT je nutné přejít na jednotnou napájecí soustavu AC 25 kV 50 Hz.

K tomu slouží navržené technologie:

- **Vytvoření napájecích bodů** – pro napojení trakčních napájecích stanic (TNS) je nutné vytvořit síť napájecích bodů s dostatečným výkonem pro napájení VRT
- **Sestava trolejového vedení do rychlosti 250 km/hod** – pro rychlosti 250 – 350 km/hod se předpokládá vyžití již schválených sestav DB Re330, Siemens SICAT HS, ...
- **Implementace trolejového vedení** – implementace podle TSI ENE.
- **Diagnostika trolejového vedení** – měřicí vozy nebo jednotky
- **Rekuperace** – rekuperovaná energie by měla být využívána ostatními vlaky na VRT

Trakční soustavy v ČR

M05 Počty kolejí, systémy trakčních soustav a čísla podle knižního jízdního řádu Number of tracks, electrification systems and numbers according to timetable





Technologie subsystému Řízení a zabezpečení

- **Integrované zabezpečovací zařízení (IZZ)** – integrace staničního, traťového zabezpečovacího zařízení a traťové části vlakového zabezpečovacího zařízení v jeden celek
- **Vlakové zabezpečovací zařízení – výhradně ERTMS/ETCS**
- **Komunikační systém FRMCS** – Future Railway Communication System - náhrada GSM-R
- **Dálkové ovládání integrovaného zabezpečovacího zařízení** – pro VRT se počítá s dálkovou obsluhou IZZ včetně automatizovaného stavění jízdních cest (ATS)
- **Automatic Train Operation (ATO)** – optimalizace jízdy vlaku na základě informací o jízdním řádu a z traťové části včetně integrace s ERTMS/ETCS
- **Bezpečnostní systémy na ochranu kritické infrastruktury** – ochrana před úmyslným napadením



Technologie subsystému Rozhraní

- **Vozidla pro údržbu VRT/RS** – univerzální vůz pro traťovou údržbu, motorový vůz pro opravu a měření trakčního vedení, měřicí vůz GPK
- **Systém integrované diagnostiky VRT/RS** – Big Data, Analyses (BDA), komplexní diagnostický dispečink (měření parametrů ŽI, trakčního vedení, návěstidel, snímkování tratí, defektoskopie, ...)
- **Zkušebnictví železničních vozidel pro VRT/RS** – ZC VUZ Velim, kvalifikovaný personál pro VRT
- **Redukce hluku a vibrací** – problematice je věnována trvalá pozornost, ŽKV – vhodné tvary, materiál, komponenty, ŽI – konstrukce svršku, absorbéry, protihlukové stěny.
- **Hodnocení aerodynamických efektů** – sledování aerodynamických vlivů je důležitá součást provozu VRT

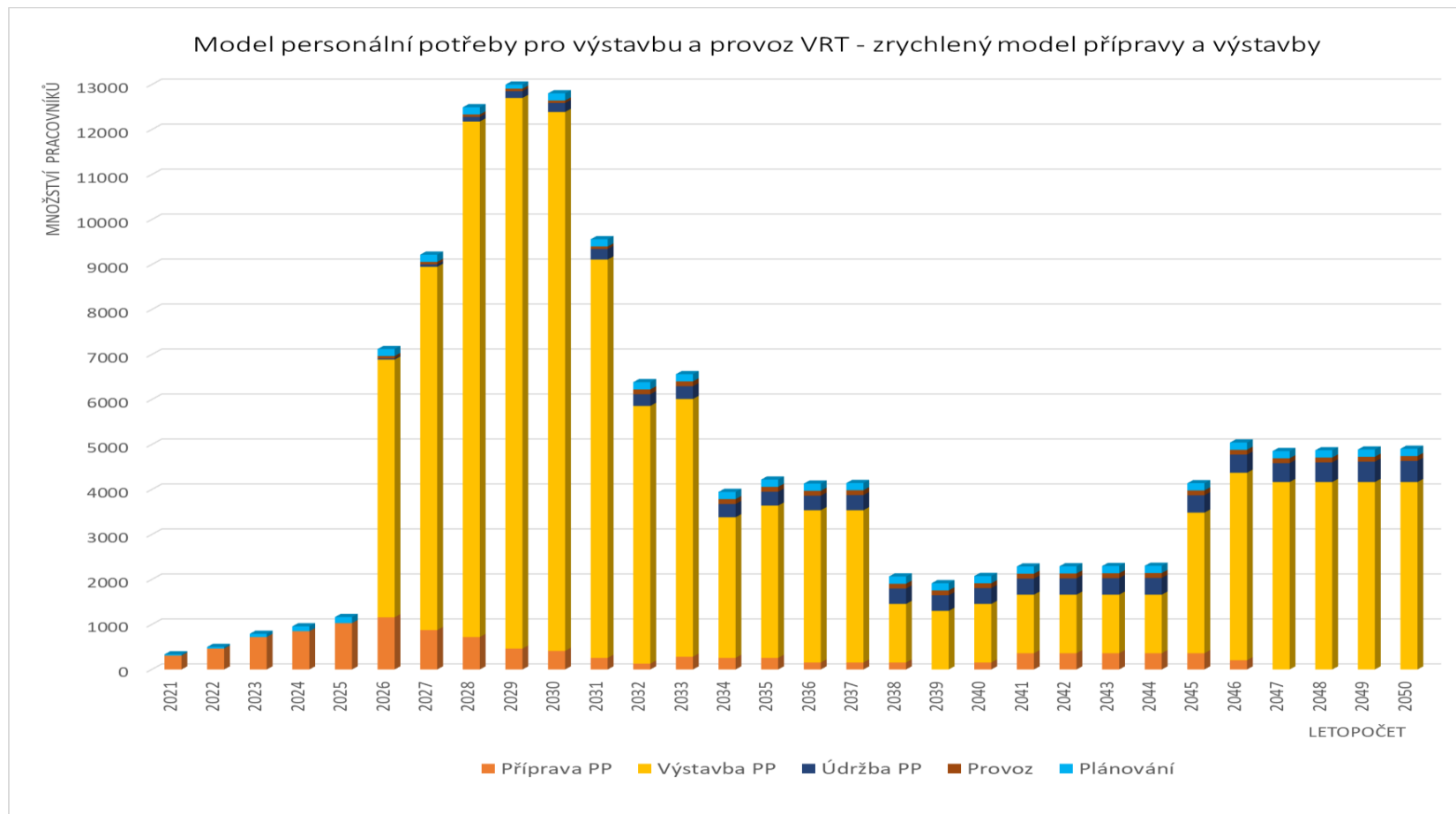


Aktivity oblasti Výchova a vzdělávání

- **Vytvoření orgánu, odpovědného za spolupráci železnice se školstvím** – orgán zodpovědný za fungující spolupráci železničního školství a železničního průmyslu
- **Vytvoření dlouhodobého systematického programu zaměřeného na přípravu odborníků pro železnici**
- **Medializace a podpora technických profesí**
- **Model personální potřeby odborníků pro přípravu a realizaci VRT** – na základě obrátové analýzy byl vytvořen model personální potřeby odborníků pro plánování, přípravu, výstavbu, provoz a údržbu VRT. Personální model je řešen pro období předpokládané realizace VRT v ČR – 2021-2050.



Model personální potřeby pro VRT





EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



NÁRODNÍ TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA
Interoperabilita železniční infrastruktury
CZECH TECHNOLOGY PLATFORM
Interoperability of Railway Infrastructure

Souhrnný harmonogram realizace VTR

Subsystém	Aktivita, technologie	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2035	2040
INFRA	Problematika Rayleighova vlnění												
	Železniční svršek a spodek												
	Technologie Digital Twin společně s BIM												
	Konstrukce výhybek a výhybkových konstrukcí												
	Autonomní diagnostika a monitoring												
	Prediktivní údržba												
	Nové technologie udržovacích prací												
ENE	Vytvoření napájecích bodů												
	Sestava trolejového vedení pro rychlosti do 250 km/h												
	Implementace sestavy trolejového vedení												
	Diagnostika trolejového vedení												
	Rekuperace												
CCS	Integrované zabezpečovací zařízení												
	Vlakové zabezpečovací zařízení - výhradně ERTMS/ETCS												
	Komunikační systém FRMCS												
	Dálkové ovládání integrovaného zabezpečovacího zařízení												
	Automatic Train Operation (ATO)												
	Bezpečnostní systémy na ochranu kritické infrastruktury												
ROZ	Vozidla pro údržbu VRT/RS												
	Systém integrované diagnostiky VRT/RS												
	Zkušebnictví železničních vozidel, VRT/RS												
	Redukce hluku a vibrací												
	Hodnocení aerodynamických efektů												
EDU	Vytvoření orgánu, odpovědného za spolupráci železnice se školstvím												
	Vytvoření dlouhodobého systematického programu zaměřeného na přípravu odborníků pro železnici												
	Medializace a podpora technických profesí												



Účast českých společností na realizaci VRT

- Zájem českých společností byl získán **dvěma dotazníkovými akcemi**.
- První dotazníková akce byla směřována na **univerzity a velké společnosti** – osloveno 56 společností – zájem projevilo 12 společností.
- Druhá dotazníková akce byla směřována na malé střední podniky (**MSP**) – osloveno bylo 25 MSP – zájem projevilo 10 MSP.
- Společnosti, které projevily zájem o zapojení do procesu přípravy a realizace VRT budou zařazeny do „**Katalogu společností a institucí**“. **Katalog** bude umístěn na portál Hospodářské komory ČR.
- Katalog bude otevřený i pro další společnosti, které v budoucnu o zapojení do procesu VRT projeví zájem.
- Pro širší zapojení českých společností bude muset být vyřešena otázka dostupnosti Manuálu SNCF.



Využití, diseminace a implementace závěrů Cestovní mapy

- **Dokument Cestovní mapy byl rozeslán** k dalšímu možnému využití všem členům TP, zainteresovaným odborům SŽ, MD ČR a HK ČR
- Dokument je rovněž k dispozici širší odborné veřejnosti na **webových stránkách TP www.sizi**
- **Finální verze dokumentu Cestovní mapa je připravena k předání zadavateli Ministerstvu průmyslu a obchodu** do konce projektu VRT-B (termín 30.6.2022)
- Cestovní mapa byla se zaměřením na odbornou náplň podrobně prezentována v rámci **Studentské vědecké konference ČVUT „Nové technologie a logistika na železnici“** dne 5.5.2022
- Dne 25.05.2022 se uskutečnil **odborný seminář „Cestovní mapa – moderní technologie vysokorychlostních tratí v České republice“**



Využití, diseminace a implementace závěrů Cestovní mapy

- Odborná náplň Cestovní mapy byla základem pro zpracování **strategické výzkumné agendy** jako součást návrhu projektu „**Národní centrum kompetence – Železnice 2030**“ který byl podán na TAČR
- Cestovní mapa bude „**živý dokument**“, předpokládá se jeho další aktualizace s respektováním realizace VRT, vývoje nových technologií, výstupů řešení národních i mezinárodních projektů atd.
- TP bude v rámci udržitelnosti projektu VRT-B, popř. v rámci dalšího projektu podporovat **plnění všech závěrů a úkolů harmonogramu CM**
- Důležitou oblastí bude i **podpora účasti českých subjektů v procesu** přípravy a výstavby VRT, předpokládá se spolupráce s HK ČR a HV Parlamentu PS ČR
- Významnou aktivitou TP bude rovněž **oblast výchovy a vzdělávání**, získávání nových železničních odborníků.



Schválení

- Finální návrh dokumentu „Cestovní mapa“ byl projednán na Předsednictvu SR TP dne 5. května 2022 a byl doporučen ke schválení SR TP
- SR TP dokument odsouhlasila a schválila jeho zaslání MPO ČR dne 17. května 2022



Poděkování

- **Všem členům řešitelského týmu** – Antonín Blažek, Jaroslav Grim, Lukáš Hejzlar, Leoš Horníček, Jiří Jelének, Vladimír Kampík, Petr Kolář, Tomáš Konopáč, Lenka Linhartová, Danuše Marusičová, Oto Plášek, Milan Ptáček, Eva Tetíková – Bohuslav Dohnal, spolupráce v rámci ES
- **Užšímu pracovnímu týmu** – Petr Kolář (průběžné a konečné kompletace CM), Bohuslav Dohnal, Jaroslav Vašátko, Lenka Linhartová, Danuše Marusičová, Jaroslav Grim
- **Správě železnic** – spolupráce se zástupci zainteresovaných odborů
- **MD ČR** – projednání s Odborem drážní dopravy a Odborem inteligentních dopravních systémů, kosmických aktivit a výzkumu, vývoje a inovací
- **HK ČR** – projednání a připomínky, dopravní sekce



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost



NÁRODNÍ TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA
Interoperabilita železniční infrastruktury
CZECH TECHNOLOGY PLATFORM
Interoperability of Railway Infrastructure

Děkuji za pozornost

Ing. Jaroslav Grim

Vedoucí expertní skupiny Výzkum a Rychlá spojení

grimjaroslav@seznam.cz

**Technologická platforma
Interoperabilita železniční infrastruktury**