



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 – moderní technologie vysokorychlostních trať v České republice

Infrastruktura

Datum: 25. 05. 2022

Místo: Praha



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



Cíle v subsystému Infrastruktura

- Zvýšení kapacity železniční dopravní cesty
- Současné snižování rozsahu infrastruktury
 - optimalizace využití infrastruktury
 - podstatně odolnější a vysoce spolehlivá
 - nižší nároky na údržbu
 - snižování dopadů na životní prostředí



Konstrukce železniční trati

- Pro projektování, výstavbu i údržbu vysokorychlostních tratí se předpokládá využití zahraničních zkušeností
- Komplexní převzetí zkušeností s výstavbou VRT od SNCF se postupně promítá do národních standardů
- Pro oblast železničního spodku bude třeba precizovat a optimalizovat předpisovou základnu pro rychlost nad 200 km/h
- Zodpovědně bude třeba přistupovat ke způsobu zajištění surovin a využívat principy oběhového hospodářství tak, aby nedošlo k nadměrnému vyčerpání materiálových zdrojů



Témata nových technologií a inovací

- Vývoj konstrukcí a materiálů
 - vývoj výhybek a výhybkových konstrukcí
 - konstrukce železničního spodku pro VRT
- Digitalizace a automatizace
- Neinvazivní, nedestruktivní a autonomní diagnostika a monitoring
- Prediktivní údržba
- Uplatňování principů oběhového hospodářství
- Rozvoj a inovace používaných technologických postupů
- Železniční stanice nové generace
- Legislativa



Výhybky a výhybkové konstrukce

- Zvýšení spolehlivost výhybek a výhybkových konstrukcí
 - nízké nároky na údržbu
 - autonomní diagnostický systém
- Nové materiály, výrobní technologie a technologie stavebních a údržbových prací
 - snížení nákladů životního cyklu
- Zvýšení rychlosti pojezdění a zkrácení času potřebného pro přestavení výhybek
- Snížení emise hluku a vibrací



Výhybky a výhybkové konstrukce

		TRL 4-7 Více konvenční	TRL 3-4 Modelování a simulace	TRL 2-3 Koncepční návrh
Řešení tuhosti koleje	Kompozity	FFU Pražce; Neo Ballast; podpražcové podložky;	Kompozitní pražce s Energy Harvesting	3D tisk FFU Sleepers; Samohojící kompozity
	Samohojící beton	Pražce a desky z betonu s vysokým tlumením	Sebe diagnostikující pražce	Samohojící beton; 3D tisk betonových pražců nebo desek
	Systémy upevnění kolejnic	Upevnění s nastavitelnou tuhostí (aktivní); Nastavitelná výška	Upevnění s Energy Harvesting; Piezo prvky	3D tisk upevnění
Zlepšování kolejnicové oceli	Odolná kontaktní vrstva	Odtavovací stykové svařování	Srdcovky z ušlechtilé oceli	3D tisk odolné oceli



Digitalizace a automatizace

- Vývoj digitálních technologií, simulace reálného chování konstrukcí:
 - Informační model stavby (Building Information Management – BIM)
 - digitální dvojčata (Digital Twins)
 - Data Science, Data Services, Big Data
 - umělá inteligence (Artificial Intelligence – AI)
 - strojové učení (Machine Learning – ML)
 - Internet věcí (Internet of Things – IoT)
 - Cloud computing



Autonomní diagnostické a monitorovací systémy

- Inteligentní infrastruktura:
 - průběžné sdělování aktuálního a předvídaného stavu infrastruktury
 - diagnostika konstrukce koleje založená na monitorování a vyhodnocení dynamických účinků při průjezdu kolejového vozidla
 - integrace s diagnostikou na vozidlech
 - autonomní roboty nebo drony (Unmanned Aerial Systems – UAS), minimalizace fyzického výskytu kontrolních pracovníků v koleji
 - uplatnění nedestruktivních metod, např. družicové radarové interferometrie, termovizních systémů, visual imaging apod.



Management – inteligentní správa a údržba infrastruktury

- Automatizované modely analýz nákladů životního cyklu (Life Cycle Costs – LCC):
 - vyhodnocení provozních nákladů na údržbu s ohledem na předcházení závad a poruch
- Modely spolehlivosti a rizik chování systémů / subsystémů:
 - automatické posouzení, jak selhání konstrukcí ovlivňuje funkci infrastruktury
- Vývoj rozhraní člověk – stroj založený na rozšířené realitě:
 - využití přirozeného jazyka pro interakci mezi operátory a expertními systémy / podsystémy
 - umělá inteligence pro diagnostiku, prognózu a plánování údržby



Přechod z korektivního systému údržby na systém prediktivní

- Pokročilá řešení pro prognózu a hodnocení technického stavu
- Systém údržby podporovaný nástroji digitalizace správy infrastruktury v průběhu celého životního cyklu
- Pokročilé systémy podpory rozhodování
- Vývoj specifických a vylepšených technologií pro provádění údržby
- Vývoj technických předpisů a dalších standardů pro správu a údržbu infrastruktury umožňující nákladově efektivní údržbu



Uplatňování principů oběhového hospodářství

- Zavádění, snadnější replikace a viditelnost cirkulárních systémových řešení
- Znásobení hospodářských, sociálních a environmentálních přínosů pro dosažení cílů Zelené dohody pro Evropu:
 - technologie pro opětovné využití slibných surovin v místě, charakterizace, roztřídění a zpracování
 - vícekritériální rozhodovací nástroje pro optimalizaci logistického toku
 - společný trh v oblasti stavebnictví a železniční dopravy pro recyklaci a opětovné použití surovin



Železniční stanice a uzly

- Vývoj nových konceptů tzv. zelených stanic,
 - mobilitní a logistické huby, součást Smart cities
 - otevřený přístup k nabízeným službám
 - bezbariérové užívání staveb (pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace)
 - opatření proti externím hrozbám, agresi a vandalismu
- Nástroje pro modelování zvládnutí množství osob (Crowd Management)
 - optimalizace uspořádání železničních stanic s ohledem na evakuaci osob
 - neinvazivní bezpečnostní opatření
- Optimalizace terminálů pro dopravu zboží
 - s ohledem na rozhraní mezi jednotlivými módy dopravy
 - systém sledování zásilek a optimalizace přesunu zásilek z jednoho módu na druhý



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

Akční plán



Popis technologie/aktivity:

Konstrukce výhybek a výhybkových konstrukcí

Cíle výzkumné a vývojové činnosti:

- nalézt adaptabilní metody návrhu konstrukcí výhybek a výhybkových konstrukcí s nízkými nároky na údržbu, opatřenou autonomním diagnostickým systémem, podporující automatické korekce a opravy částí výhybek, a to s cílem zvýšit spolehlivost výhybek a výhybkových konstrukcí,
- vyvinout koncepty, nové materiály, výrobní technologie a technologie stavebních a údržbových prací, které by v budoucnu mohly vést ke snížení nákladů životního cyklu,
- zvýšení rychlosti pojiždění a zkrácení času potřebného pro přestavení výhybek, snížit emise hluku a vibrací.
- nové technologií pro ovládání a dohled u výhybek nové generace majících modulární a plug-and-play architekturu, a to v oblasti kontroly, monitorování, snímání veličin, včetně souvisejících datových systémů,
- nová konstrukční řešení vyznačujících se snížením počtu komponentů, nových funkčních konceptů, nových materiálů a souvisejících technologických postupů a logistiky,
- konstrukčních uspořádání nové generace, a to včetně stavěcích zařízení a systémů, mechatronických řešení, robustních řešení tolerantních vůči provozním odchylkám.



Popis technologie/aktivity:

Problematika Rayleighova vlnění a vlivu jeho šíření na provozuschopnost železniční infrastruktury

Při jízdě vlaků přirozeně dochází ke vzniku a šíření povrchového Rayleighova vlnění. Pokud však rychlost jízdy vlaku překročí tzv. kritickou rychlost zeminy, která se nachází v pražcovém podloží, může dojít k významnému nárůstu intenzity svislých vibrací, které mohou vyústit v nežádoucí zdvihy kolejového roštu. V zahraničí (např. ve Švédsku) byly takové negativní dopady pozorovány v úseku železniční trati ve velmi nepříznivých geologických podmínkách už při rychlosti vlaků okolo 200 km/h. Rizikům souvisejícím s šířením Rayleighova vlnění při projektování vysokorychlostních tratí je věnována zvýšená pozornost i v zahraničí, např. v rámci projektu vysokorychlostní železniční tratě High Speed Two (HS2) v Anglii. Jako významný se ukazuje vztah mezi kritickou rychlostí zeminy a rychlostí jízdy vlaků. Proto je žádoucí v ČR posoudit, zda se na zamýšlených trasách vysokorychlostních tratí v ČR nevyskytují natolik nevhodné geologické poměry, které by mohly rozvoj výše popsaných negativních projevů umožnit.



Popis technologie/aktivity:

Nové technologie zřizování železničního spodku a svršku

V současné době výzkumná činnost směřuje v oblasti železničního spodku a svršku k užívání snímačů sloužících dlouhodobému monitoringu prostorové polohy, únosnosti, provozního zatížení, případně dalších parametrů důležitých pro zhodnocení správnosti použitých materiálů a postupů. Získané zkušenosti mohou být následně využity při výstavbě dalších úseků a přispět k zefektivnění výstavby.

Pro projektování, výstavbu i údržbu vysokorychlostních tratí se předpokládá využití zahraničních zkušeností (Francie, Německo). Pro oblast železničního spodku se upřesňuje a na základě postupného nabývání praktických zkušeností bude optimalizována předpisová základna pro provozní rychlosti nad 200 km/h. Životnost konstrukcí bude závislá na kvalitě jejich zřízení. Proto bude třeba klást velký důraz na četnost a kvalitu geotechnického průzkumu, znalost místních poměrů a samotný návrh konstrukce železniční tratě, který musí respektovat požadavky na trvanlivost i hospodárnost. Účelné je vytvářet ucelené homogenní úseky s vyrovnanou tuhostí a její změny zajišťovat plynule prostřednictvím přechodových úseků.

Výstavba železniční infrastruktury si vyžádá přesun značného množství zemních hmot a stavebního materiálu. Zodpovědně bude třeba přistupovat ke způsobu zajištění surovin, aby nedošlo k nadměrnému vyčerpání materiálových zdrojů. Vysoká priorita by měla být soustředěna též na minimalizaci globálních dopadů výstavby na životní prostředí a kvalitu života v přilehlém okolí, tj. omezit produkci skleníkových plynů (minimalizovat uhlíkovou stopu), hluku a vibrací.



Popis technologie/aktivity:

Plně propojený a integrovaný digitalizovaný systém železniční infrastruktury – Technologie Digital Twin společně s BIM

Plně propojený a integrovaný digitalizovaný systém železniční infrastruktury vytvoří základ pro její efektivní správu. Technologie Digital Twin společně s BIM umožní sdílení informací o systému infrastruktury mezi všemi zainteresovanými stranami (projektant, výrobce, zhotovitel, správce) a zajistí efektivní a udržitelnou správu konstrukcí po celou dobu jejich životnosti. Model konstrukce technologií Digital Twin musí umožnit demonstrovat jasně a úplně aktuální stav konstrukce i její dosavadní provozní parametry včetně jejich historie (provozní zatížení, provedená údržba, historie poruch a opravných prací apod.), a to všem zainteresovaným stranám. Za tím účelem budou využívány autonomní inteligentní diagnostické a monitorovací systémy pro pořizování vstupních dat a informací. Technologie Digital Twin může být použita zejména pro:

- správu infrastruktury v průběhu celého životního cyklu,
- zvýšení spolehlivosti, dostupnosti infrastruktury a optimalizaci návrhu konstrukcí,
- prediktivně orientovanou údržbu, sběr dat a jejich vyhodnocení v reálném čase,
- simulaci reálného chování konstrukcí, predikování budoucího stavu, předvídání poruch a vývoj preventivních opatření.



Popis technologie/aktivity:

Autonomní diagnostika a monitoring

Autonomní diagnostika a monitoring je prostředkem pro zajištění spolehlivé a odolné infrastruktury, kde vzdálené monitorování stavu a údržba v závislosti na stavu a riziku jsou normou a jsou podporovány promyšleným a společným plánováním údržby. Systémy infrastruktury musí být vysoce a předvídatelně spolehlivé a odolné, schopné poskytovat omezený provoz a rychlou obnovu normálních služeb, pokud budou ovlivněny nepředvídanou poruchou.

Cílem vývoje je inteligentní infrastruktura, která předpovídá a podává zprávy o svém stavu a spolu s automatickou nebo autonomní údržbou minimalizuje dopady na dostupnost dopravní cesty. Stávající železniční infrastruktura vyžaduje inteligentní monitoring a diagnostiku, které včas odhalují vznik vážných poruch a poskytují data pro prediktivní údržbu. Autonomní diagnostika a monitoring v důsledku toho vedou ke zvýšení kapacity dopravní cesty a odolnosti bez extrémně vysokých investičních nákladů. Inteligentní infrastruktura je vybavena řadou statických a mobilních, automatizovaných a autonomních snímačů, které jsou schopny vzájemně spolu komunikovat k zajištění průběžného sdělování aktuálního a předvídaného stavu infrastruktury.



Popis technologie/aktivity:

System podpory řízení prediktivní údržby

Základem efektivní správy bude plně propojená a integrovaná digitální železnice (celého systému, subsystémů a procesů). Digitalizace inženýrských, provozních činností a údržby povede ke snížení nákladů životního cyklu součástí infrastruktury.

Digitalizace bude přínosem pro stávající a probíhající vývoj související s údržbovými činnostmi, jako jsou neinvazivní inspekční metodiky nebo prediktivní údržba založená na analýze velkých dat a internetu věcí a jiných inteligentních systémů a zařízení. Analýza obrovských objemů dat za delší časové období poskytne základ pro efektivní rozhodování, beroucí v potaz též hodnocení rizik. Důraz bude kladen na zajištění maximální dostupnosti a spolehlivosti železniční dopravní cesty a snížení nákladů na životní cyklus konstrukcí (Life Cycle Costing – LCC). Zkušenosti se budou zpětně využívat pro navrhování, výrobu konstrukcí a jejich součástí i stavební práce.



Popis technologie/aktivity:

Nové technologie udržovacích prací

Nové technologie udržovacích prací se budou přizpůsobovat novým koncepcím konstrukce koleje a údržby, což povede ke snížení nákladů životního cyklu a dopadu na životní prostředí, při co nejnížší pravděpodobnosti vzniku poruch a vad. Tyto technologie budou brát do úvahy také nákladově efektivní automatizovanou údržbu infrastruktury, a to prostřednictvím:

- snižování počtu součástí konstrukcí, jejich vzájemných závislostí a podmínek,
- zabudovaných součástí autonomní diagnostiky a monitoringu pro online dohled,
- použití modulárních komponentů, které lze snadno vyměnit automatizovanými řešeními typu plug-and-play a vyhnout se tak náročným opravám v koleji,
- přesunutí kritických operací udržovacích prací z koleje do vhodnějšího prostředí,
- Základem efektivní správy a údržby bude plně propojená a integrovaná digitální železnice (celého systému, subsystémů a procesů), využívající novou generaci technologií udržovacích prací.