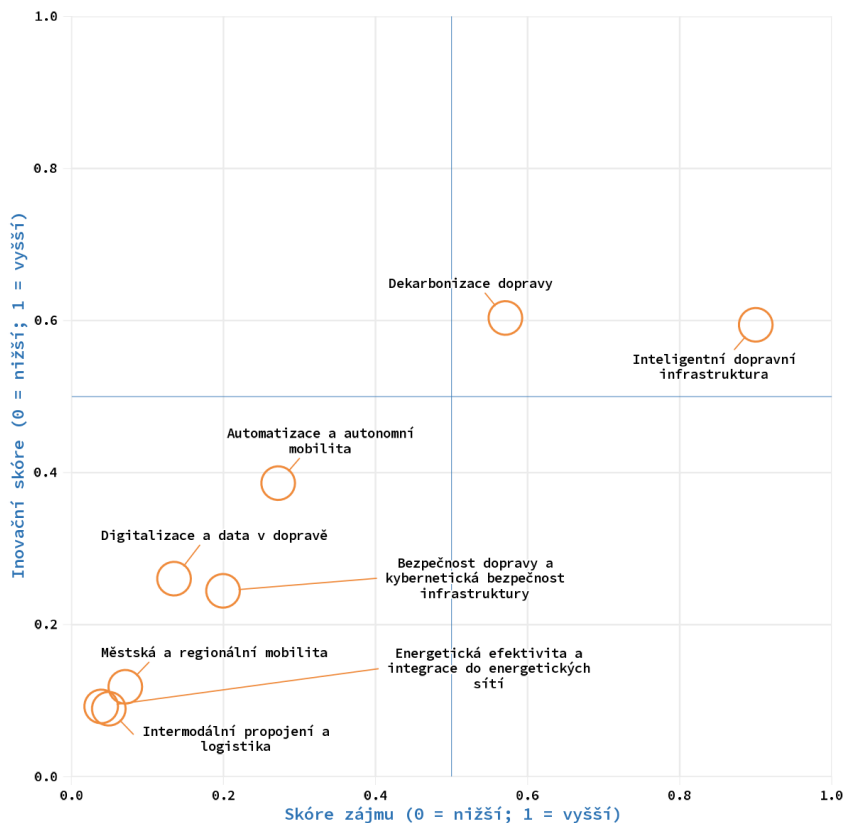


HORIZONARY FAST REPORT

Trendy a signály v dopravním výzkumu

Dopravní výzkum prochází výraznou proměnou. Pozornost se přesouvá od jednotlivých technologií a dopravních forem k problematice fungování dopravního systému a jeho reakci na rostoucí nároky na bezpečnost, dostupnost a udržitelnost.

Výzkum se koncentruje do osmi problémově vymezených oblastí, které reagují na konkrétní výzvy, které budou formovat budoucí fungování dopravy – od automatizace a digitalizace, energetické transformace, kapacity dopravní infrastruktury, bezpečnosti provozu po fungování mobility ve městech.



INOVAČNÍ AKTIVITA A ZÁJEM MÉDIÍ - AKTUÁLNÍ POHLED

Bodový graf zachycuje rozložení oblastí dopravního výzkumu podle míry zájmu a inovační dynamiky. Inovační skóre vychází z počtu patentových žádostí (2023) a vědeckých publikací na Web of Science (2025) v daných oblastech. Skóre zájmu zachycuje míru veřejně dostupné diskuse sledovanou přes technologicky a vědecky zaměřená populární média (2025). Graf tak ukazuje, kde se koncentruje inovační aktivita a jaká pozornost je těmto oblastem věnována.

V jednotlivých oblastech dopravního výzkumu se objevují podobná klíčová témata. Jejich syntéza vedla k identifikaci šesti FAST signálů, které zachycují posuny napříč oborem a popisují, jakým směrem se dopravní výzkum jako celek vyvíjí.

Problémově vymezené oblasti dopravního výzkumu umožňují sledovat, kde se dnes koncentruje výzkumný zájem a inovační aktivita. Slouží jako výchozí základ pro kvantitativní analýzu trendů. FAST signály představují jejich následnou syntézu – tedy identifikaci společných směrů a strukturálních posunů napříč oblastmi.

FAST SIGNAL 1: Umělá inteligence jako operační systém dopravy

Co se mění

Využití AI v dopravě zásadně mění zaměření dopravního výzkumu. AI není využívána jako podpůrný nástroj pro dílčí úlohy, ale postupně se stává základní řídicí vrstvou dopravních systémů jako celku.

Výzkum se přesouvá od izolovaných algoritmů k integrovaným architektuřám, v nichž AI propojuje vnímání prostředí, rozhodování v reálném čase, predikci budoucího vývoje dopravy a mobility a dlouhodobou optimalizaci jejího provozu. Roste význam konceptů digitálních dvojčat, kooperativních systémů a distribuovaného řízení, které umožňují chápat dopravu jako adaptivní a propojený systém.

Současně sílí v dopravním výzkumu důraz na bezpečnost, robustnost a důvěryhodnost AI. Výzkum se tak posouvá od otázky, kde AI implementovat, k otázce, jak ji bezpečně, odpovědně a regulovatelně provozovat v reálném prostředí dopravy.

Co tento posun umožňuje

- Autonomní mobilitu ve skutečném provozu, nikoli pouze v pilotních projektech
- Adaptivní řízení dopravy v reálném čase
- Prediktivní správu infrastruktury
- Propojení dopravy s energetickými systémy
- Vyšší úroveň bezpečnosti založenou na predikci a validaci

Proč je to klíčové pro dopravní výzkum

Tento výzkumný směr mění charakter dopravního výzkumu směrem k návrhu a provozu komplexních AI-řízených systémů. Klade nové

nároky na výzkumné infrastruktury, interdisciplinární spolupráci i regulační rámce a posiluje roli veřejného výzkumu jako systémového integrátora a garanta bezpečnosti.

FAST SIGNAL 2: Doprava jako aktivní součást energetického systému

Co se mění

Vnímání dopravy jako čistého spotřebitele energie se posouvá k chápání dopravního systému jako aktivního prvku energetické soustavy. Elektrická vozidla, železniční systémy i městská mobilita jsou stále častěji navrhovány tak, aby je bylo možné prostřednictvím konceptů V2G, V2H a V2X zapojit do řízení energetických toků.

Klíčovými nástroji, které umožňují tento posun jsou digitalizace a umělá inteligence, které pomáhají predikovat poptávku, řídit flexibilitu nabíjení a systémově integrovat do soustavy energii z obnovitelných zdrojů. Doprava se stává součástí širší transformace energetiky směrem k decentralizovaným, flexibilním a odolným systémům.

Co tento posun umožňuje

- Stabilizaci energetických sítí pomocí flotil elektrických vozidel a nabíjecí infrastruktury
- Efektivnější integraci energie z obnovitelných zdrojů díky flexibilní spotřebě a akumulaci v dopravních prostředcích a infrastruktuře
- Snížení systémových nákladů dekarbonizace energetiky, nikoli pouze emisí v dopravě
- Nové obchodní a provozní modely mobility, které propojují energetiku s dopravou

Proč je to klíčové pro dopravní výzkum

Dopravní výzkum kooperuje s energetickým výzkumem. Schopnost navrhovat a testovat

integrované dopravně-energetické systémy se stává strategickou kompetencí. Bude růst význam testbedů, simulací a digitálních dvojčat, které umožňují hodnotit dopady těchto konceptů na stabilitu sítí, bezpečnost i ekonomiku dopravního provozu.

FAST SIGNAL 3: Digitální dvojčata a simulace jako základ řízení komplexních dopravních systémů

Co se mění

Rostoucí komplexita dopravních systémů kombinující autonomii, konektivitu, energetiku a bezpečnost, vede k výzkumu v oblasti digitálních dvojčat, simulací a pokročilého modelování. Tyto nástroje neslouží pouze k návrhu dopravní infrastruktury, ale stávají se klíčovou součástí jejího provozu, údržby a certifikace.

Výzkumné aktivity se posouvají od statických modelů k digitálním modelům reality, které integrují data ze senzorů s predikčními algoritmy. Tento přístup umožňuje testovat extrémní scénáře, optimalizovat provoz a snižovat dopravní rizika ještě předtím, než se projeví v reálném provozu.

Co tento posun umožňuje

- Bezpečné testování autonomních a kooperativních systémů ve virtuálním prostředí
- Prediktivní údržbu dopravní infrastruktury a prodloužení její životnosti
- Lepší management dopravní infrastruktury i dopravního systému na základě simulací možných scénářů budoucího vývoje
- Rychlejší certifikaci a validaci nových technologií

Proč je to klíčové pro dopravní výzkum

Digitální dvojčata se stávají nezbytnou výzkumnou infrastrukturou, nikoli volitelným nástrojem. Výzkum v této oblasti může hrát zásadní roli při vývoji metodik, standardů a otevřených platforem, které umožní jejich širší využití napříč sektory a regiony.

FAST SIGNAL 4: Bezpečnost jako integrační princip dopravy

Co se mění

S nástupem autonomních systémů, konektivity a digitalizace se bezpečnost v dopravě přesouvá

od ochrany jednotlivých komponent k ochraně celého systému. Kybernetická bezpečnost, funkční bezpečnost, ochrana dat a etika AI jsou stále více provázané oblasti. Výzkum se v posledních letech zaměřuje na prediktivní přístupy, detekci anomálií, validaci chování autonomních systémů a odolnost vůči novým typům hrozeb, včetně hrozeb založených na AI a kvantových technologiích.

Co tento posun umožňuje

- Bezpečný provoz autonomních systémů v otevřeném prostředí
- Vyšší důvěru veřejnosti v nové formy mobility
- Odolnost kritické dopravní infrastruktury vůči fyzickým i digitálním hrozbám

Proč je to klíčové pro dopravní výzkum

Bezpečnost se stává hlavní brzdou i akcelerátorem dopravních inovací. Dopravní výzkum musí propojit technické, legislativní a společenské aspekty a nabídnout řešení, která jsou nejen funkční, ale i regulatorně a společensky přijatelná.

FAST SIGNAL 5: Dekarbonizace dopravy jako systémový úkol

Co se mění

Výzkum v oblasti dekarbonizace dopravy se posouvá k holistickému přístupu, který zahrnuje celý životní cyklus technologií, infrastruktury a materiálů, nikoliv pouze řešení zdrojů energie pohonů vozidel. Výzkum baterií, vodíku a alternativních paliv je stále více propojen s digitalizací, cirkulární ekonomikou a hodnocením klimatických a environmentálních vlivů dopravy.

Co tento posun umožňuje

- Efektivnější snižování emisí v celém systému, nikoli jen na úrovni vozidel
- Lepší využití materiálových zdrojů a recyklace
- Strategické rozhodování o investicích do infrastruktury

Proč je to klíčové pro dopravní výzkum

Dopravní výzkum se stává klíčovým nástrojem pro řízení přechodu k nízkemisní mobilitě, nikoli pouze pro vývoj jednotlivých technologií. Jeho role spočívá v hodnocení systémových dopadů technologických, infrastrukturních a regulačních rozhodnutí a v poskytování podkladů pro strategické řízení dekarbonizace dopravy v dlouhodobém horizontu.

FAST SIGNAL 6: Mobilita jako veřejná služba a společenská infrastruktura

Co se mění

Mobilita je stále více chápána jako služba a veřejná infrastruktura, která musí být dostupná, inkluzivní a odolná. Koncepty MaaS, mikromobility a urban air mobility jsou doprovázeny rostoucím důrazem na sociální spravedlnost, dostupnost a kvalitu života. Mobilita je tak stále častěji posuzována nejen podle technických parametrů, ale podle svých společenských, prostorových a institucionálních dopadů.

Co tento posun umožňuje

- Lepší dostupnost dopravy pro různé skupiny obyvatel
- Snížení environmentální zátěže měst
- Nové modely spolupráce veřejného a soukromého sektoru

Proč je to klíčové pro dopravní výzkum

Výzkum mobility se posouvá od výzkumu jednotlivých technologií k výzkumu dopadů mobility na společnost, prostorové plánování a governance. Schopnost hodnotit socioekonomické, environmentální a institucionální dopady dopravních řešení se stává klíčovou kompetencí pro tvorbu udržitelných

Míra působení průřezových směrů vývoje na problémově vymezené oblasti dopravního výzkumu

Oblast dopravního výzkumu	AI jako operační systém	Doprava a energie	Digitální dvojčata a simulace	Bezpečnost jako systém	Dekarbonizace jako systém	Mobilita jako služba
Automatizace a autonomní mobilita	●●●	●	●●	●●●	●	●
Digitalizace a data v dopravě	●●●	●●	●●●	●●	●	●
Dekarbonizace dopravy	●	●●●	●●	●	●●●	●
Energetická efektivita a integrace do energetických sítí	●●	●●●	●●	●●	●●●	●
Intermodální propojení a logistika	●●	●●	●●	●●	●●	●
Městská a regionální mobilita	●●	●●	●	●●	●●	●●●
Inteligentní dopravní infrastruktura	●●	●●	●●●	●●●	●●	●
Bezpečnost dopravy a kybernetická bezpečnost infrastruktury	●●	●	●●	●●●	●	●

Intenzita vazby

- = velmi silná vazba (klíčový driver oblasti)
- = významná vazba
- = doplňková vazba

Shrnutí nejvýznamnějších trendů

UMĚLÁ INTELIGENCE JAKO OPERAČNÍ SYSTÉM DOPRAVY

Klíčový je rozvoj hybridních navigačních systémů, fúze dat více senzorů chrana proti rušení či podvržení GNSS signálu. Tyto prvky jsou nezbytné pro bezpečný nepřetržitý provoz dronů náročných prostředích.

DIGITÁLNÍ DVOJČATA A SIMULACE JAKO ZÁKLAD ŘÍZENÍ KOMPLEXNÍCH DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Bez digitálních dvojčat a simulací nelze autonomní, bezpečnou ani klimaticky odolnou dopravu řídit v reálném měřítku, protože se stávají klíčovou infrastrukturou pro rozhodování, certifikaci i dlouhodobé řízení komplexních dopravních systémů.

DEKARBONIZACE DOPRAVY JAKO SYSTÉMOVÝ ÚKOL

Dekarbonizace dopravy je systémový úkol, jehož výsledek se rozhoduje na úrovni životního cyklu, infrastruktury, materiálů a integrace dopravy do energetických a průmyslových systémů, nikoli v izolovaných technologických řešeních.

DOPRAVA JAKO AKTIVNÍ SOUČÁST ENERGETICKÉHO SYSTÉMU

Budoucnost nízkoemisní dopravy se nerozhoduje pouze na úrovni vozového parku, ale v architektuře energetických systémů, kde se mobilita, akumulace a flexibilita společně stávají klíčovými faktory stability, nákladovosti a odolnosti celého systému.

BEZPEČNOST JAKO INTEGRAČNÍ PRINCIP DOPRAVY

O bezpečnosti dopravy nerozhodují jednotlivé technologie, ale způsob fungování celého systému, ve kterém se integrace fyzické, digitální a kybernetické bezpečnosti stává základní podmínkou společenské důvěry i dalšího rozvoje autonomní a propojené mobility.

MOBILITA JAKO VEŘEJNÁ SLUŽBA A SPOLEČENSKÁ INFRASTRUKTURA

Budoucí mobilita bude měřena dostupností, kvalitou a důvěrou, nikoli rychlostí či výkonem, protože dopravní systémy se mění ve veřejnou službu reagující na sociální potřeby a územní kontext.

Zdroje a metoda Horizonary FAST

Cílem mapování trendů Horizonary FAST je identifikovat hlavní směry výzkumné a inovační dynamiky sledovaného tématu a jejich souvislosti.

Pro mapování jsou využívána data z národních a evropských databází výzkumných projektů, patentových přihlášek a mezinárodních vědeckých publikací, doplněná o články v monitorovaném mezinárodním odborném tisku. Mezi hlavní zdroje patří Centrální evidence projektů a Informační systém výzkumu, vývoje a inovací ČR, databáze e-CORDA Evropské komise, EPO Worldwide Patent Statistical Database (PATSTAT), Clarivate Web of Science a vydavatelské zdroje Nature a Springer Nature.

Zpracování dat probíhá pomocí vlastních algoritmů a řízených analytických kroků Horizonary, které umožňují automatizovaně identifikovat relevantní zdrojové materiály, tematicky je uspořádat, konzistentně analyzovat jejich obsah a sledovat vývoj témat v čase. Analýza propojuje práci se strukturovanými daty s automatizovanou analýzou textů, což umožňuje porovnávat informace napříč zdroji a identifikovat opakující se vzorce. Výstupy analýzy jsou následně využity pro syntézu zjištění a tvorbu FAST reportu.

Autoři:

Adéla Kučerová

Kristýna Meislová

Ondřej Pokorný

Horizonary

info@horizonary.cz

Oddělení strategických studií
Technologické centrum Praha

Ve Struhách 1076/27
160 00 Praha 6