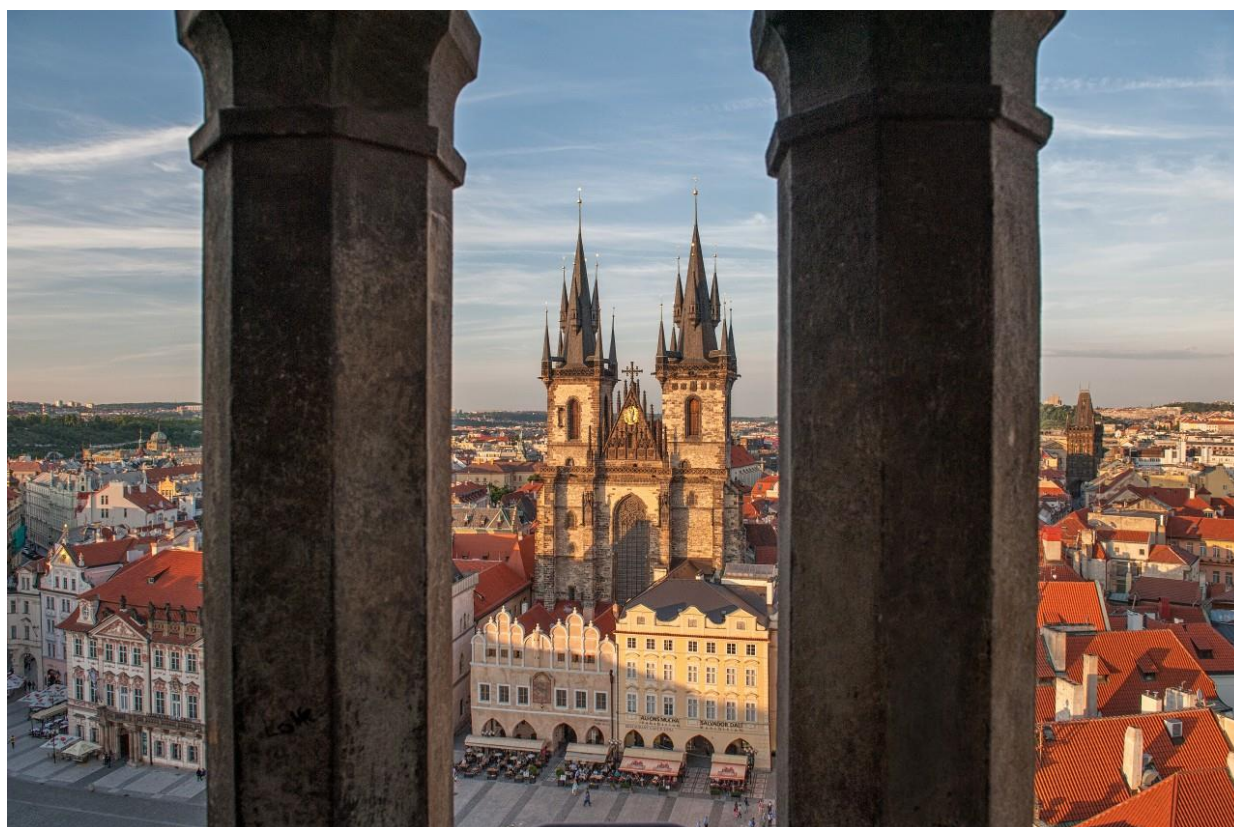




## Prezentace projektů 2022

11. listopadu 2022

Praha, Konviktská 20



**Sborník z 20. ročníku konference**

# PROJEKTOVÁ VÝUKA NA FD ČVUT - PŘEDMLUVA

FAKULTA DOPRAVNÍ

Ing. Jiří Růžička, Ph.D., editor

Vážené kolegyně, vážení kolegové,

koncept projektové výuky na Fakultě dopravní (FD) je realizován téměř 30 let s jasnou vizí: Projektová výuka dává studentům a budoucím absolventům již během studia možnost podílet se na řešení reálných úkolů, vyplývajících zpravidla z praktických potřeb společnosti a spolupracujících subjektů. Přínos projektové výuky lze spatřovat i v tom, že kromě technických znalostí získávají studenti v průběhu studia i měkké dovednosti a vzájemně se učí týmově spolupracovat, což mohou v budoucnu jedině ocenit.

V návaznosti na právě probíhající 20. ročník konference Prezentace projektů na Fakultě dopravní se organizační tým konference rozhodl opět vydat sborník projektů, aby bylo možné po necelých deseti letech vidět a posoudit, kam se jednotlivé projekty a celkově odborná činnost na FD v průběhu let posouvá.

Jednotlivé články do sborníku vytvářeli samotní studenti studentských projektů s revizí vedoucích projektů nebo sami vedoucí projektu, za předpokladu, že v současné době žádné studenty na projektech nemají.

Sborník si neklade za cíl být obsahově ucelenou odbornou publikací, ale spíše lidsky psaným textem, ze kterého se čtenáři dozví základní informace, tedy čím se jednotlivé projekty zabývají, jak činnosti na projektech probíhají, jaké závěrečné práce byly na příslušných projektech obhájeny a s kým jednotlivé projekty spolupracují.

Děkujeme všem autorům za jejich příspěvky a věříme, že tyto budou užitečné nejenom pro budoucí studenty a absolventy FD ČVUT, ale i pro odbornou veřejnost.

## Obsah

*Kliknutím na příslušný projekt budete odkázáni na konkrétní článek.*

- 1 **Organizace a regulace dopravy ve městech**
- 2 **Ekonomika a řízení veřejného sektoru**
- 3 **Konkurenceschopná veřejná doprava**
- 4 **Optimalizační úlohy na logistickém řetězci**
- 5 **Logistika a management v letecké dopravě**
- 6 **Rozhodování v logistice**
- 7 **Alternativní tarifkace městské hromadné dopravy v ČR**
- 8 **Integrální taktový grafikon v ČR**
- 9 **Podpora mobility v regionech**
- 10 **Využití elektronických dat velkého objemu (Big Data) v dopravě**
- 11 **Řízení a modelování silniční dopravy**
- 12 **Dopravní řešení pro Smart City**
- 13 **HMI a interaktivní simulace v oblasti dopravních prostředků**
- 14 **Aktivní, pasivní bezpečnost a konstrukce dopravních prostředků**
- 15 **Pokročilé experimentální metody pro inženýrskou praxi**
- 16 **Elektromobilita**
- 17 **Dopravní sál Fakulty dopravní**
- 18 **Člověk a globální komunikace**
- 19 **Bezpečný motocykl**
- 20 **Mapy a geografické informační systémy**
- 21 **Aplikované informační systémy a technologie v dopravě**
- 22 **Bezpilotní systémy**
- 23 **Ekonomika letecké dopravy a letecké právo**
- 24 **CNS/ATM technologie a provozní postupy**
- 25 **Moderní trendy rozvoje letišť**
- 26 **Bezpečnost v letecké dopravě**
- 27 **Analýza dopravních nehod**
- 28 **Preference veřejné hromadné dopravy**
- 29 **Technologie/Rozvoj železniční nákladní dopravy**
- 30 **Moderní trendy v železniční dopravě**
- 31 **Dopravní obslužnost**
- 32 **Přijatelné formy dopravy ve městě**
- 33 **Regionální integrovaná doprava**
- 34 **Rozvoj cyklistické dopravy**
- 35 **Udržitelná mobilita v Praze**
- 36 **Projektování silnic a dálnic**
- 37 **Bezpečnost dopravy a projekční návrhy ke snížení nehodovosti**
- 38 **Logistika v souvislostech**
- 39 **Floppy logika – nový nástroj pro řízení inteligentních systémů**

# ORGANIZACE A REGULACE DOPRAVY VE MĚSTECH

K612 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Bc. Gabriela Sidorinová, Ing. Aneta Matysková

## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Jiří Čarský, Ph.D.
- Ing. Daniela Götzová
- doc. Ing. Josef Kocourek, Ph.D.
- Ing. Aneta Matysková
- Ing. Tomáš Padělek, Ph.D.

## 1) Úvod

Organizace dopravy se zabývá provozem především v centrech měst a v obytných oblastech, kde mohou nastávat dopravní problémy. Obce by měly být příjemným místem pro všechny jeho obyvatele, které obsahují upravený veřejný prostor se zelení, zklidněné ulice, pěší zóny, cyklistickou infrastrukturu atd. Problematika organizace a regulace dopravy ve městech je velmi komplexní a zaměřuje se na propojenost všech systémů dopravy.

## 2) Činnost projektu

Projekt Organizace a regulace dopravy ve městech spadá pod Ústav dopravních systémů K612, kde společně se svými studenty je řešena automobilová doprava ve městech, preference hromadné a pěší dopravy a dopravní zklidňování historických center měst. Tento projekt se výše zmíněnými tématy aktivně zabývá a pomáhá studentům rozšiřovat jejich obzory v oblasti návrhů dané problematiky, která se v posledních letech stala velice aktuální v mnoha českých i zahraničních městech. O tom se studenti mohou sami přesvědčit na každoročních konferencích nebo seminářů, kterých se mohou účastnit. Projekt jim tak nabízí výbornou přípravu nejen v řešení dopravních problémů, ale i trénink komunikačních dovedností a práce v týmu, což studenti bezpochyby využijí při své následující práci v oboru. Praktické využití znalostí a zkušeností nabytých v tomto projektu je velmi široké.

### 1.1 Řešená problematika

Níže jsou vypsána témata, kterými se projekt zabývá:

- Základní prostředky řízení, regulace a organizace dopravy;
- Vývoj přepravních nároků - automobilová doprava a pěší provoz;
- Organizace veřejné hromadné dopravy v centrech měst;
- Obsluha území veřejnou hromadnou dopravou – posuzování linek MHD, úpravy zastávek MHD, optimalizace obslužnosti pomocí MHD;
- Preference veřejné hromadné dopravy, cyklistické dopravy a pěšího provozu;
- Volba vhodného dopravního prostředku pro různé typy území a různá časová období;
- Regulace parkování - zóny omezeného stání, organizace parkování v centrech měst.

Praktické příklady dopravních úprav provedených za použití výše zmíněných bodů jsou k vidění na následujících obrázcích:



Obrázek 2.1: Úprava uličního prostoru v Mladé Boleslavi [1].



Obrázek 2.2: Úprava křižovatky v ulici Evropská u metra Veleslavín [2].

### 1.2 Potřebnost řešení dané problematiky

Neustálé rostoucí počet motorových vozidel je nutné stále organizovat a regulovat, aby byla infrastruktura přehledná a bezpečná pro její uživatele. Většina měst má svá historická centra, kterým vysoká intenzita provozu motorových vozidel škodí a snižuje atraktivitu centra pro její obyvatele a turisty. V takovém případě je tedy zapotřebí přemýšlet o regulaci nebo alespoň patřičné organizaci motorové dopravy v centrech měst. Dalším palčivým problémem je organizace dopravy v klidu, která se zabývá parkovacími a odstavnými stánkami, jichž ve většině měst není dostatek, protože se jedná o prvek relativně náročný na spotřebu plochy. S tím jde ruku v ruce regulace parkování, která se může realizovat například pomocí zavádění parkovacích zón. Situace se zvyšujícím se stupněm motorismu se sama od sebe nezlepší, a proto je potřeba uvažovat o alternativních druzích dopravy. To lze dosáhnout například preferencí pěší a cyklistické dopravy, což je bezpochyby nejekologičtější způsob přepravy, nebo pro delší vzdálenosti preferencí MHD. V závislosti na posuzovaném území je třeba síť MHD vhodným způsobem optimalizovat, aby co nejlépe odpovídala potřebám cestujících, což také spadá do problematiky, kterou se projekt zabývá. Je nutné zmínit, že chodci stejně jako cyklisti patří mezi nechráněné účastníky silničního provozu, a proto je potřeba věnovat jejich bezpečnému pohybu zvýšenou pozornost. Za tímto účelem je vhodné cestovat, mít oči otevřené a nechat se inspirovat dopravními řešeními navštívených míst ať už je toto řešení správné nebo naopak nevhodně zvolené.

### 1.3 Úspěchy studentů na projektu

V posledních deseti letech bylo obhájeno přes 50 bakalářských a diplomových prací. V uplynulém akademickém roce projekt úspěšně skončilo hned několik studentů. Je na místě poznamenat, že si vedli více než dobře. Všichni studenti, kteří šli ke státnicím, úspěšně složili závěrečné státnice. A dokonce někteří z nich byli nominováni na Dopravní stavbu roku 2022. V loňském roce byla oceněna diplomová práce „Konceptce řešení dopravy v klidu ve městě Vrchlabí“ studentky Ing. Anety Matyskové rektorem Technické univerzity v Liberci.

### 3) Závěrečné práce nejlepších obhájených bakalářských a diplomových prací

Pro lepší představu, jaké konkrétní práce byly v uplynulých letech studenty řešeny jsou vidět v následující tabulce, z nichž některé byly ohodnoceny pochvalou děkana nebo i v rámci Dopravní stavby roku.

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
Zuzana Dočekalová	Studie dopravního řešení sídliště Dubina v Ostravě	bakalářská	2013
<p>Stručný popis obsahové náplně:            Popis dané lokality (stávající situace) včetně popisu širších dopravních vztahů (včetně případné fotodokumentace současného stavu);            Analýza dopravních problémů v řešené lokalitě (rozbor příčin a důsledků, grafické znázornění v problémové mapě oblasti);            Vyhodnocení zjištěných problémů (rozhledové poměry, omezené parkovací možnosti, řešení bezpečných cest do škol) a návrh úprav uvedených nedostatků;            Návrh úprav odstavných a parkovacích ploch s ohledem na plynulost a bezpečnost všech druhů dopravy a se zohledněním záměrů výstavby parkovacích garáží;            Návrh optimálního šířkového uspořádání místních komunikací s ohledem na zajištění bezpečného pohybu chodců, osob se sníženou schopností pohybu a zajištění rozhledových poměrů v místech křížení;            Zohlednění estetické stránky řešení prostoru místních komunikací v rámci návrhu.</p>			
Jakub Hladík	Studie úprav prostoru křižovatky před nádražím v Liberci	bakalářská	2013
<p>Stručný popis obsahové náplně:            Analýza širších dopravních vztahů z hlediska všech druhů dopravy ve vztahu ke křižovatce před hlavním nádražím v Liberci            Provedení zjednodušené bezpečnostní inspekce řešené křižovatky s cílem definice nejzávažnějších dopravních závad            Provedení vlastních dopravních průzkumů zaměřených na intenzity dopravních proudů s důrazem na pěší provoz            Návrh okamžitých opatření ke zvýšení bezpečnosti dopravy s minimalizací stavebních úprav            Návrh řešení zadané křižovatky včetně svíslého i vodorovného značení, úprav zastávek městské hromadné dopravy a dopravy v klidu na úrovni projektu pro stavební povolení</p>			
Martin Fišer	Pasport a vyhodnocení přechodů pro chodce v Liberci	bakalářská	2013
<p>Stručný popis obsahové náplně:            Analýza širších dopravních vztahů, základní síť pozemních komunikací a údajů o nehodovosti v Liberci            Moderní trendy v navrhování přechodů pro chodce dle současné platné legislativy (české technické normy, technické podmínky MD ČR)            Pasport přechodů pro chodce na území města (dodržení podmínek daných českými technickými normami, intenzity dopravy, orientační intenzity chodců, údaje o nehodovosti, zjednodušená bezpečnostní inspekce na vybraných přechodech)            SWOT analýza přechodů pro chodce na všech komunikacích na území města            Vytipování přechodů pro chodce s nejhorsími parametry a ukazateli z hlediska bezpečnosti provozu motorové i nemotorové dopravy</p>			
Markéta Wranová	Posouzení možných dopadů aplikací nestandardních úprav světelných signalizací	bakalářská	2013
<p>Stručný popis obsahové náplně:            Charakteristika základních principů a pravidel pro aplikaci světelných signalizačních zařízení v České republice a porovnání se zahraničím            Analýza existujících známých nestandardních opatření na světelných signalizačních zařízeních, které informují příslušné uživatele o délce nebo o blížící se změně jednotlivých signálů (způsob řešení, místa výskytu, fotodokumentace)            Provedení a vyhodnocení dopravně-sociologických průzkumů zaměřených na postoj (a případné zkušenosti) uživatelů k výše uvedeným nestandardním opatřením            Dopravní analýza nebo průzkum zaměřený na zjištění vlivů výše uvedených nestandardních</p>			

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
opatření na vybrané dopravně inženýrské charakteristiky Zhodnocení pozitivních a negativních dopadů vybraných nestandardních opatření na SZZ na plynulost a bezpečnost provozu			
Martin Frejka	Posouzení vlivu silničních obchvatů na rozvoj obcí	bakalářská	2013
Stručný popis obsahové náplně: Analýza výstavby silničních obchvatů Formulace hypotéz o vlivu silničních obchvatů na rozvoj obcí Určení hodnotících hypotéz Vyhledání posuzovaných lokalit (srovnávací dvojice: obce s obchvatem + obce bez obchvatu) Shromáždění informací a dat o posuzovaných lokalitách Zhodnocení a verifikace hypotéz			
Přemysl Mucha	Optimalizace provozu na křižovatce Letňanská – Čakovická v Praze	bakalářská	2013
Stručný popis obsahové náplně: Zhodnocení stavebně – technického stavu křižovatky Zhodnocení dopravního stavu na křižovatce a vlivu křižovatky na okolní dopravní síť Rešerše existujících návrhů úprav křižovatky Zjištění dopravní zátěže na křižovatce Variantní návrh optimalizace uspořádání křižovatky (zvýšení bezpečnosti silničního provozu, zvýšení přehlednosti křižovatky) Kapacitní posouzení jednotlivých návrhů			
Marianna Plotnikova	Předpoklady zavedení IDS v Moskvě	bakalářská	2013
Stručný popis obsahové náplně: Popis stávajícího systému VHD v Moskvě Analýza stávajících koncepcí zřízení IDS v Moskvě Obecný popis moderního IDS Návrh obecného modelu IDS v Moskvě Popis důležitých aktivit při zavádění IDS v Moskvě s ohledem na místní právní systém a další odlišnosti			
Lucie Čiháková	Bezbariérový přístup pro cestující lanovky na Petřín v Praze	bakalářská	2013
Stručný popis obsahové náplně: Vývoj a technické parametry pozemní lanové dráhy na Petřín (historický vývoj, vozidla, dopravní nehody, technické parametry) Analýza legislativy a činnosti organizací zabývajících se řešením bezbariérového přístupu pro tělesně postižené cestující v dopravě Přehled základních prvků a jejich technických parametrů používaných na trasách pro tělesně postižené, na zastávkách a terminálech veřejné hromadné dopravy a ve vozidlech veřejné hromadné dopravy (včetně správně realizovaných příkladů) Návrh opatření ke zřízení bezbariérové trasy pro tělesně postižené v oblasti stanice pozemní lanové dráhy Újezd a blízké zastávky tramvaje Koncepte možných úprav ve stanicích pozemní lanové dráhy (Újezd a Petřín) umožňujících přístup tělesně postižených cestujících Návrh úprav vozidla lanovky jeho používání tělesně postiženými cestujícími			
Lenka Koupilová	Organizace a zklidnění dopravy v lokalitě Opava – Kateřinky (východ)	bakalářská	2013
Stručný popis obsahové náplně: Analýza stávajícího stavu organizace dopravy v lokalitě Opava – Kateřinky (východ) včetně zajištění základních vstupních údajů – dopravní značení, intenzity dopravy, stávající nabídka parkovacích míst Provedení dopravního průzkumu zaměřeného na intenzity dopravy (s důrazem na dopravu nákladní) a na využívání stávajících parkovacích míst (včetně časového využití a obratovosti v jednotlivých ulicích) Návrh změny organizace dopravy v řešené oblasti za účelem optimalizace řešení nákladní			

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
dopravy, zvýšení kapacity parkovacích míst a optimalizace využití prostoru s minimalizací stavebních úprav Alternativní návrh organizace a zklidnění dopravy v dané oblasti s využitím různých druhů zklidňovacích prvků a stavebních úprav Zpracování podrobného itineráře realizace navržených změn (zejména svislé a vodorovné dopravní značení) pro obě varianty			
Bc. Aneta Matysková	Koncepce řešení dopravy v klidu ve městě Vrchlabí	diplomová	2021
<p>Stručný popis obsahové náplně:</p> <p>Charakteristika stávající organizace dopravy ve Vrchlabí, zejména s ohledem na dopravu v klidu</p> <p>Analýza v tuto chvíli zpracovávaných dopravních záměrů a současně rozbor dopravních studií vypracovaných pro město za posledních 5 let.</p> <p>Průzkum obsazenosti parkovacích a odstavných stání ve vybraných lokalitách</p> <p>Návrh koncepce dopravy v klidu pro město Vrchlabí, včetně analýzy organizace dopravy v klidu v rámci kulturně vzdělávacího centra ve Vančurově ulici</p> <p>Návrh veřejného prostoru v lokalitě J. K. Tyla a v prostoru křižovatek ulic Pražská x Fügnerova a Pražská x Slovanská x Nádražní x Krkonošská dle ČSN 73 6110 s ohledem na plynulost a bezpečnost provozu včetně optimalizace parkovacích a odstavných stání</p>			

Možná témata závěrečných prací, kterými se prozatím nikdo nezabýval a jsou již poptávány obcemi, jsou například:

- Řešení křižovatky ulice Šultysovy a návrh změn typu křižovatek s touto ulicí zejména v centru města Slaný;
- Řešení dopravy v klidu ve městě Nymburk;
- Návrh křižovatky Prosecká x Na Vyhlídce x Nad Krocínkou (Praha 9);
- Řešení ulice Starodubečská v úseku Městská x V Křížkách (Praha 15);
- Návrh ulice Polabská v Čakovicích s obratištěm autobusů (Praha 18).

#### 1.4 Účast projektu v grantech a projektech od roku 2010

Studenti, kteří si zvolili tento projekt, mají mimo jiné i možnost se účastnit mezinárodních konferencí, kde si mohou vyzkoušet řešení reálných problémů v praxi. Jednou z konferencí tohoto typu, již se naši studenti účastní je seminář Middle European Project Seminar. Jedná se o týdenní setkání, která mají tradici od roku 1990. MEPS je zdrojem nových informací, týmové spolupráce, a to převážně se zahraničními studenty z Maďarska a Rakouska. Díky mezinárodnímu semináři se studenti mohou navzájem obohatit o cenné zkušenosti, poznatky a rozdílné přístupy k řešení dané problematiky. Celkem loni naši fakultu reprezentovalo 12 studentů a opět všichni studenti předvedli úctihodný výkon při řešení různých druhů úloh. Témata jsou rozmanitá – od celkových dopravně urbanistických koncepcí, přes bezpečnost dopravy až po infrastrukturu pro cyklisty a chodce. Mnohdy se povede vzájemně se inspirovat při práci na projektech, navázat přátelství a získat nové kontakty do budoucna. Jejich výhoda se ukázala například loni při získávání dat ze zahraničí pro potřeby bakalářské práce, která díky nim získala nový rozměr. V neposlední řadě si zde také studenti procvičí své jazykové schopnosti. Na konci konference studenti prezentují svá řešení před zástupci města a pořádající univerzitou, čímž získávají další vysoce ceněnou dovednost, která patří mezi tzv. soft skills, jež mohou být velice užitečné při hledání budoucího zaměstnání.

Kromě toho jsou studenti v průběhu roku aktivně zapojováni i do reálných projektů, na které má grant ústav K 612.

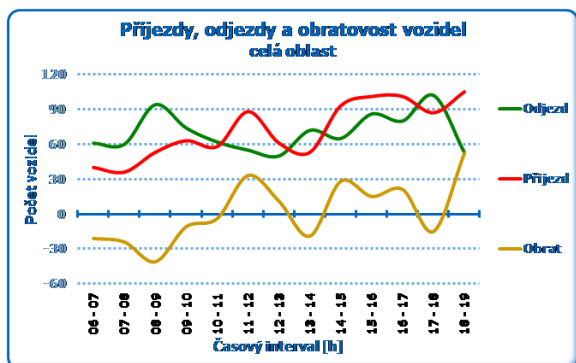
#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Náš projekt úspěšně spolupracujeme s Nadací Partnerství a Magistrátem hlavního města Prahy na projektu „Bezpečné cesty do škol“. Dále mají studenti v rámci projektu možnost vyzkoušet si spolupráci s firmami z oboru. V současné době nabízí náš projekt seznam zhruba 15 firem s různým okruhem působnosti v dopravní oblasti, na které se studenti mohou obrátit. Mimo jiné v rámci projektu spolupracujeme i s odbory dopravy, s odbory územního rozvoje magistrátu a obcemi. Ty často nabízejí i zadání bakalářských nebo diplomových prací, které jsou pak v budoucnu realizovatelné v rámci obcí. Díky této možnosti se studenti opět posouvají blíž od teoretických znalostí získaných ve škole k praktickým zkušenostem, které pomohou zvýšit jejich náskok před



ostatními absolventy při hledání zaměstnání. V některých případech se při práci na bakalářské nebo diplomové práci podaří navázat potřebné kontakty a třeba i budoucího zaměstnavatele.

V rámci projektu Organizace a regulace dopravy ve městech (12X1OD) zpracovala Ing. Polina Zayats bakalářskou práci, která ji umožnila více se seznámit se stávajícími dopravními systémy měst (viz obrázek 4.1). Během práce se naučila provádět a vyhodnocovat dopravní průzkumy, navrhnout nejvhodnější řešení pro regulace statické dopravy a vytvářet stabilní prostředí pro organizaci dopravního systému. Tématem práce bylo „Řešení dopravy v klidu a organizace dopravy na sídlištích v Kutné Hoře“. Díky neustálé spolupráce s vedoucím bakalářské práce byl proveden dopravní průzkum, který odhalil problémové části města, stanovil časový průběh obsazenosti parkovacích míst, určil délky doby parkování a využití parkovacích stání (viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) [3].



Graf 1: Diagram z bakalářské práce zobrazující příjezdy, odjezdy a obratovost vozidel [3].



Obrázek 4.1: Autorka bakalářské práce Ing. Polina Zayats [poskytnutá fotografie od Ing. Poliny Zayats].

V rámci organizace dopravy na sídlištích došlo ke zklidnění dopravy tím, že v některých ulicích byl zaveden jednosměrný provoz, který vedl ke zvýšení bezpečnosti provozu. V celé lokalitě byla odstraněna komplikovaná místa a zároveň byla vytvořena nová parkovací místa. Došlo k odstranění nelegálních parkovacích stání a k úpravě parkovacích ploch pomocí VDZ.

Studentka pevně věří, že její návrh může přispět ke zlepšení uspořádání dopravního systému za účelem zvýšení počtu parkovacích míst a tím přispět ke zlepšení každodenního života občanů. Studentka na projektu letos úspěšně obhájila i svou magisterskou práci a pokračuje v navazujícím doktorském studiu.

Hlavní výhodou bakalářské práce v rámci projektu 12X1OD bylo to, že práce byla z praxe a zároveň to Polinu dokonale připravilo na její profesní život, díky čemuž si jednodušeji našla zaměstnání v oboru. Polina nyní pracuje ve firmě SUDOP PRAHA a.s., kde může uplatnit své znalosti a dovednosti, které získala při studiu a praxi v bakalářské a diplomové práci [3].

Mezi další absolventy patří např. Ing. Aneta Matysková, Ing. Daniela Götzová nebo Ing. David Hudec. Všichni absolventi daného projektu si zpětně pochvalují přátelský kolektiv na projektu, příležitosti podílet se na projektech v zahraničí a skvělé propojení s praxí již během studia. Škola jim dala především teoretické znalosti a díky propojení s praxí se naučili i praktické znalosti. Jedná se například o komunikaci se zadavateli projektů, architektury nebo například i dalšími projektanty, kteří během tvorby bakalářských a diplomových prací mohli studentům předat své znalosti. Náš projekt díky kontaktům a propojení s praxí umožňuje se dostat do různých firem, které se zaměřují např. na tvorbu koncepcí měst, projektují uspořádání veřejného prostoru nebo třeba i do sféry auditorství pozemních komunikací.

## 5) Závěr

Města jsou v současné době často zahlcena dopravou a požadavky na jejich infrastrukturu se zvyšují. Proto se města snaží organizovat dopravu dle moderních zásad dopravního plánování, projektování a tvorbou koncepcí, tak aby byla města navrhována především s důrazem pro lidi. Toto téma určitě nestagnuje a bude se řešit v budoucnosti vždy. V rámci projektu Organizace a regulace dopravy ve městech získávají studenti nejen teoretické znalosti a aktuálních trendech v této oblasti, ale i praktické návyky, které jim napomáhají k dobrému uplatnění v odborné praxi. Bližší informace lze nalézt na našich webových stránkách projektu: <https://k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/12x1od-organizace-a-regulace-dopravy-ve-mestech/>.

**Použité zdroje:**

- [1] ČVUT Fakulta dopravní, Ing. Josef Kocourek. „Studie řešení přechodu pro chodce v křižovatce ulic Václavkova a U Stadionu v Mladé Boleslavi“. Praha, 2006.
- [2] Ilustrační příklady: Organizace a regulace dopravy ve městech. ČVUT FD [online]. [cit. 2022-10-31]. <<https://k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/12x1od-organizace-a-regulace-dopravy-ve-mestech/>>.
- [3] ČVUT Fakulta dopravní, Polina Zayats. „Řešení dopravy v klidu a organizace dopravy na sídlištích v Kutné Hoře“. Praha, září 2020.

# EKONOMIKA A ŘÍZENÍ VEŘEJNÉHO SEKTORU

K617 – Ústav logistiky a managementu dopravy

Ing. Veronika Faifrová, Ph.D., Ing. Rudolf Heidů, Ph.D.

Bc. Markéta Katonová, Emiliya Lazoková

## Vedoucí projektu:

- Ing. Veronika Faifrová, Ph.D.
- Ing. Rudolf Heidů, Ph.D.

## 1) Úvod

Projekt nabízí komplexní přehled ekonomických otázek veřejného hospodářství, zejména činnosti státu se zaměřením na dopravní tematiku. Při prezentacích těchto aspektů věnujeme zvláštní pozornost těmto hlediskům: spojení teorie a praxe, rozmanitost organizačních možností ekonomiky a řízení veřejného sektoru.

V rámci projektu se zaměřujeme na nejrůznější souvislosti dopravy a ekonomiky veřejného sektoru. Zabýváme se vztahem dopravy a životního prostředí, problematikou externích užitků a nákladů dopravy, ekonomickým hodnocením dopravních investic prostřednictvím metod ekonomického hodnocení a multiplikačními efekty dopravy. Zakládáme si na **individuálním přístupu** ke studentům, který je nám blízký a odpovídá i množství a různorodosti ekonomických témat pro zpracování bakalářských a diplomových prací.

Doprava má zásadní význam pro společnost i národní hospodářství, neboť na efektivním a dostupném dopravním systému závisí kvalita našeho života. Doprava je však zároveň hlavním zdrojem zátěže životního prostředí a podílí se na změně klimatu, znečištění ovzduší a je zdrojem hluku a nehodovosti, zabírá velké plochy půdy a přispívá k fragmentaci krajiny a k rozšiřování umělých povrchů. V projektu se zabýváme tématy řešící **externí náklady dopravy** a jejich ekonomickou kvantifikaci.

Ekonomická centra státu propojená kvalitními dopravními cestami přispívají k růstu hrubého domácího produktu a celkovému blahobytu v dané lokalitě. Příkladem může být vybudování dálničního tahu, který zvýší obslužnost města a přiláká investory. Vládní investice tak stimulují spotřebu v dané oblasti, klesá nezaměstnanost a zvyšují se daňové příjmy státu. Automobilka Hyundai vystavěla svoji továrnu u obce Nošovice, jistě i díky existenci rychlostní silnici R48. V rámci projektu se zabýváme tématy řešící **multiplikačními efekty investic** do dopravy.

S ohledem na mimořádnou finanční náročnost veřejných projektů je stěžejní jejich kvalifikované a vyvážené hodnocení, a právě k tomu slouží metody ekonomického hodnocení. Čím větší je poměr užitku k vynaloženým financím, tím více projekty přispívají k prohloubení kvality společenského života. V projektu se zabýváme praktickou aplikací **Analýzy efektivity nákladů, Multikriteriální analýzy a Cost- Benefit analýzy**.

Soukromý sektor platící daně poskytuje státu finanční prostředky a na oplátku za to očekává příslušné užitky. Doprava je jedna z klíčových složek fungování trhu, proto je na vládu vyvíjen tlak na rozvoj a kvalitu dopravní sítě a kvalitu dopravních služeb. Tento rozvoj je financován z veřejných peněz prostřednictvím veřejných zakázek, jejichž zadávání je v současné době velice sledovanou oblastí, neboť při něm dochází k přerozdělování velkého množství veřejných prostředků, které svádí ke korupci. V rámci projektu se zabýváme tématy z oblasti zadávání a hodnocení **veřejných zakázek**.

Omezení nepříznivého vlivu dopravy na životní prostředí je důležitým cílem dopravní politiky. Hlavními oblastmi jsou posun dopravy směrem k méně znečišťujícím a energeticky efektivním druhům dopravy, využívání šetrných technologií, paliv a infrastruktury a zajištění toho, aby ceny za dopravu plně odrážely její nepříznivé dopady na životní prostředí a zdraví obyvatel. V projektu se zabýváme tématy řešící úzký vztah mezi **dopravou, ekologií a energetikou**.

## 2) Činnost projektu

Projekt zprostředkuje soubor znalostí ale i dovedností současného managementu veřejné správy. Představení nejen národních ale i mezinárodních příkladů best practice dá studentům možnost osvojit si nástroje a vědomosti z bezprostřední odborné praxe. Součinnost všech do projektu zapojených na workshopech ve spolupráci ze státními organizacemi a soukromými firmami z oblasti železniční dopravy a energetiky je v tomto kontextu důležitou projektovou nadstavbou.

V rámci projektu studenti rozšiřují své znalosti v oblasti analýzy dat a kritického uvažování, vyhodnocují aktuální ekonomickou situaci a navrhuji řešení. Učí se vyhodnotit efektivnost a hospodárnost veřejných výdajů, zároveň si osvojují principy fungování managementu a ekonomiky veřejné správy, ale i privátního sektoru.

Tyto činnosti se rozvíjí v rámci individuálních tématech bakalářek a diplomek a zároveň při kolektivním řešení aktuálně rezonujících témat.

Aktuálně řešená bakalářská práce na téma **Analýza zahraniční dobré praxe v oblasti ekologie dopravy** řeší současný stav a vývoj ekologické dopravy v ČR a pomocí metody benchmark jsou analyzovány zahraniční zkušenosti. Výstupy budou následně použity k nalezení nejvýhodnějších návrhů na zlepšení dopravy v ČR, zejména její ekologické a ekonomické stránky. Diplomová práce na téma **Ekonomické dopady růstu cen energií v dopravě** řeší jedno z klíčových témat současné železniční dopravy, a to cenovou dostupnost elektrické energie. Obsahem bude analytická část popisující současného stav řešené problematiky jak v České republice, tak v zahraničí a nákladová analýza výrobních faktorů. Výstupy diplomové práce budou zahrnovat možná řešení problému a shrnutí nadcházejících workshopů, kde bude toto téma řešeno odborníky napříč obory.

V rámci projektu máme nyní možnost být u řešení jednoho velmi aktuálního problému v současné železniční dopravě, a to **cenově dostupné elektrická energie za účelem udržení konkurenceschopnosti jak osobní, tak nákladní železniční dopravy**. Toto téma bude podrobena odborné diskuzi v rámci chystaného workshopu konaného v prosinci 2022. K prezentaci dotčených témat byli přizváni odborníci, jak z energetických, tak dopravních oborů. Současně je očekávána účast specialistů z Ministerstva dopravy, Ministerstva průmyslu a obchodu a dalších hostů z institucí, kterých se řešená témata týkají (ŽESNAD, ERU, AKI apod.).

## 3) Závěrečné práce

### Diplomové práce

Jméno	Téma	obhajoba
Berečková Barbora	Alternativní přístupy k výběrovým řízením na zajištění dopravní obslužnosti	2018
Sedláčková Lenka	Investiční pobídky v automobilovém průmyslu	2018
Cvrček Antonín	Hodnocení vlivů na výběr spotřební daně v České republice	2016
Dolský František	Využití bionafty jako paliva pro nákladní silniční dopravu	2016
Mach Daniel	Ekonomické zhodnocení elektrického pohonu v autobusové dopravě	2020
Martinkovič Tomáš	Analýza hedonické ceny v závislosti na dopravní infrastruktuře	2015
Matějka Jan	Ekonomické dopady koronavirové krize na civilní leteckou dopravu	2022

### Bakalářské práce

Jméno	Téma	obhajoba
Mičián Tomáš	Návrh a hodnocení systému sdílení kol	2017
Doskočil Marek	Zhodnocení vývoje financování státní infrastruktury	2015

Berečková Barbora	Porovnání přepravy vybraného typu nákladu mezi železniční a silniční dopravou	2016
Karešová Petra	Ekonomické hodnocení bezobslužného metra	2016
Tranová Thu Phuong	Návrh výběrového řízení v dopravní obslužnosti	2016
Ignačáková Monika	Vývoj mezd v osobní a nákladní pozemní dopravě	2018
Sochor Jan	Ekonomická analýza parkovacích domů	2022

V roce 2022 byla úspěšně obhájené například bakalářské práce „**Analýza parkovacích domů.**“ Cílem bakalářské práce bylo zanalyzovat vybrané parkovací domy po stránce technické a ekonomické. Teoretická část přiblížila fungování statické dopravy, vliv legislativy a norem a popsán vhodný management parkování ve městech. V praktické části jsou analyzována a vyhodnocena provozní a ekonomická data poskytnutá provozovateli parkovacích domů (Praha Rychtářka, Hradec Králové, Plzeň, aj.), tj. data vypovídající o reálném fungování parkovacích domů, a popsán návrh na zlepšení fungování vybraného parkovacího domu.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

V rámci projektu je možnost spolupráce jak s ministerstvem dopravy, tak se Správou Železnic, tak s národním dopravcem České dráhy ale také s předními výrobci kolejových vozidel, Siemens, Alstom, stejně jako s dynamickými středně velikými tržními aktéry jako například TTC. Mezinárodní dimenze je umocněna spoluprací s asociacemi jako Allianz pro Schiene, Die Güterbahnen, ale také ZESNAD, SVOD a Asociace pro kritickou infrastrukturu.

Po ukončení studia budou studenti moci pracovat na zajímavých ekonomických postech Ministerstva dopravy, či jiných ústředních správních úřadů, ale také v soukromém sektoru a velkých obchodních společnostech nebo jako poradce.

#### 5) Závěr

Ekonomie není jen nudná věda o penězích. Ekonomie je vědou o člověku, jeho chování, o efektivním využívání omezených zdrojů, času a energie a o zkušenostech. Odvětví dopravy patří mezi základní odvětví ekonomiky umožňující rozvoj národního hospodářství. Na úrovních jednotlivých států probíhají diskuze o dopravních investicích, o rozvoji dopravních sítí a o možných řešeních narůstajícího dopravního zatížení, o správném nastavení cen za dopravu, které by plně odrážely její nepříznivé dopady na životní prostředí a zdraví obyvatel i o možnostech využívání méně znečišťujících a energeticky efektivních druhů dopravy. Značnou pozornost vyvolává odvětví dopravy i z toho důvodu, že se na její fungování, řízení a investice vynakládají značné části veřejných prostředků.

Projekt je koncipován pro studenty, kteří se zajímají o ekonomiku dopravy, a probíhá pod vedením odborníků se značným přesahem do praxe.

#### Použité zdroje:

- kontakty: [faifrver@fd.cvut.cz](mailto:faifrver@fd.cvut.cz), [heiduru@fd.cvut.cz](mailto:heiduru@fd.cvut.cz), [lazokemi@fd.cvut.cz](mailto:lazokemi@fd.cvut.cz), [katonma1@fd.cvut.cz](mailto:katonma1@fd.cvut.cz)
- Společenská efektivnost dopravního systému, Faifrová V., Silnice a železnice, 2012
- Evropská agentura pro životní prostředí, Dopravní politika, <https://www.eea.europa.eu>
- Veřejný sektor a veřejné finance, František ochrana, Jan Pavel, Leoš Vítek a kol, ISBN 978-80-247-3238-2

# KONKURENCESCHOPNÁ VEŘEJNÁ DOPRAVA (17X1KC)

K617 – ÚSTAV LOGISTIKY A MANAGEMENTU DOPRAVY

Bc. Tomáš Gregora [3], Bc. Dominik Havel [4], Bc. Iveta Marášková [2],  
Martin Šulek [grafická úprava], Bc. Adam Urbánek [1, 5, editace]

## Vedoucí projektu:

- Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
- Ing. Milan Kříž, Ph.D.
- Ing. Stanislav Metelka



Obrázek 1: Vedoucí projektu

## 1) Úvod

Projekt Konkurenceschopná veřejná doprava je určen pro studenty bakalářského a navazujícího magisterského studia oboru Logistika a řízení dopravních procesů (LOG/LA). Patří do rodiny tzv. „taktových projektů“, které se v rámci tohoto oboru zaměřují především na téma technologie veřejné dopravy. Samotný projekt KC se pak zabývá hlavně dvěma základními problematikami – makroskopickým dopravním modelováním a navrhováním nabídky ve veřejné dopravě. Ve všech pracích, které v rámci projektu vznikají, je třeba zohledňovat jak stranu nabídky (ekonomické, technologické a technické možnosti provozu), tak i poptávky (kam a kdy chtějí cestující jezdit). Cílem projektu je naučit studenty navrhovat inovativní a realistická řešení systémů veřejné dopravy.

V rámci projektu se konají schůzky ve čtrnáctidenním intervalu, jednou měsíčně jsou tyto schůzky společné se všemi „taktovými projekty“. Na schůzkách se diskutuje o aktuálních problémech veřejné dopravy a konzultují se závěrečné, příp. semestrální práce. Schůzky jsou vždy vedeny v přátelské atmosféře, studenti mohou sami přinášet náměty k diskusi. Témata závěrečných prací si studenti volí dle svého vlastního uvážení, za dohledu a inspirace ze strany vedoucích projektu.

## 2) Činnost projektu

Projekt Konkurenceschopná veřejná doprava vznikl v roce 2014 oddělením od projektu Integrovaný taktový grafikon jako druhý projekt současné „taktové rodiny projektů“. O vznik tohoto projektu se zasloužili dva ze současných vedoucích, Ing. Milan Kříž, Ph.D. a Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.

V současné době je veřejná doprava téměř všude kolem nás a je velmi důležité, aby byla konkurenceschopná individuální automobilové dopravě.

Projekt pracuje se svým základním zaměřením – makroskopickým dopravním modelováním a navrhováním nabídky ve veřejné dopravě, a to tak, aby veřejná doprava byla efektivní a atraktivní pro současné i potenciální nové cestující.

Základními východisky makroskopického dopravního modelování jsou například čtyřstupňový dopravní model či teorie diskrétní volby. Při navrhování nabídky ve veřejné dopravě se provádí mimo jiné analýza poptávky po veřejné dopravě, analýza konkurenceschopnosti veřejné dopravy vůči IAD a dalším módům či variantní návrhy jejího řešení s ohledem na ekonomiku provozu.

V rámci projektu vyjíždí řada studentů na zahraniční pobyty, a to převážně do německy mluvících zemí (Karsruhe, Zürich, Dresden), ale také do vzdálenějších destinací (Stockholm). Studenti tak mohou získat

cenné zkušenosti do svých praxí. Tyto pobyty jsou nejčastěji realizovány v rámci programu Erasmus, ale může jít i o formu pracovních stáží nebo odborných exkurzí pořádaných v rámci projektu.

Projekty taktové rodiny (rozšířené pro komplexnější pohled o studenty z dalších oborů) vyjíždí v některých letech na přibližně týdenní zahraniční expedice. V posledních letech se realizovaly:



Obrázek 2: Přehled uskutečněných exkurzí a možností Erasmusu

- Norsko – prozkoumání dopravních systémů ve skandinávských zemích, především Švédska a Norska v roce 2019. Hlavní město Norska je dopravně zajímavé tím, že součástí městské hromadné dopravy je doprava lodní a také, že linky metra musí překonávat velké převýšení a zároveň z velké části nejsou vedeny v podzemí.
- Nizozemsko – vyzkoušet nizozemské intermodální prostředí bylo možné v roce 2018. Kromě trolejbusové dopravy si přišli na své příznivci všech myslitelných pozemních dopravních prostředků.
- Francouzské tramvaje – expedice byla uskutečněna v roce 2017 a během sedmi dnů bylo navštíveno více než 13 měst s tramvajovým provozem i jinými zajímavými formami městské dopravy.
- Švýcarská veřejná doprava – Švýcarsko 2016 nesmělo mezi expedicemi chybět, neboť je vzorem pro efektivní plánování a fungování veřejné dopravy.

V rámci projektů taktové rodiny se realizovaly nebo realizují následující výzkumné projekty (výběr):

- Metodika systematického zavedení a provozování simulátorů kolejových vozidel pro výcvik strojvedoucích ČR
- Efektivní provozní koncept pro Rychlá spojení
- Synergie v plánování železničních linek (Zefektivnění obsluhy území veřejnou drážní dopravou)
- Optimalizace využití tratí s vyčerpanou kapacitou
- Rychlá spojení metropolitních oblastí: dopady (nové) dostupnosti na pracovní trh

### 3) Závěrečné práce

Rok	Typ	Autor	Název
2022	BP	Gregora, Tomáš	Úprava SSZ s tramvajovým provozem se zaměřením na efektivitu provozu
2022	BP	Urbánek, Adam	Obsluha města Poděbrady veřejnou dopravou
2022	BP	Latysh, Egor	Nová provozní koncepce městské a příměstské železnice v Krasnodaru
2022	DP	Mikel, David	Železniční osmička ve Zlínském kraji
2022	BP	Ussipbek, Gauhar	Vliv počasí na intenzitu cyklistické dopravy v Praze
2021	BP	Alekfarova, Sevda	Nový tramvajový provoz v Almaty
2021	BP	Havel, Dominik	Srovnání tarifů veřejné dopravy ve Zlínském kraji
2021	BP	Marášková, Iveta	Základní přepravní osy v MHD Příbram
2021	DP	Smítka, Jan Bc.	Provozní koncept vlakového spojení Praha-Kralupy n.V. - Slaný/Velvary
2020	BP	Heřmanová, Zuzana	Náklady a přínosy pásmového provozu v městské hromadné dopravě
2020	BP	Mikel, David	Nová provozní koncepce osobní železniční dopravy v železničním uzlu Otrokovice
2020	DP	Homolka Pavel	Možnosti využití BEMU v podmínkách České republiky
2019	BP	Smítka, Jan	Možnosti využití elektromobility na vybraných linkách MHD v Chomutově a Jirkově
2019	DP	Metelka, Stanislav	Možnosti zavedení vlakotramvajů v aglomeraci města Olomouce
2018	BP	Čeněk, Tomáš	Určení potřebné kapacity parkovišť Park + Ride
2018	DP	Karkošiaková, Nikola	Modelování lanových drah v makroskopických dopravních modelech
2017	BP	Metelka, Stanislav	Autobusové linky v aglomeraci města Olomouce
2016	BP	Hoblík, David	Potenciál pro nové železniční zastávky v Praze

Tabulka 1: Seznam závěrečných prací

Po dobu své existence bylo na projektu Konkurenceschopná veřejná doprava obhájeno celkem 18 závěrečných prací od 15 studentů. Spektrum témat bakalářských a diplomových prací je však velmi různorodé. Studenti řeší zpravidla problematické oblasti systémů veřejné dopravy, vytvářejí nové provozní koncepce a prověřují možnosti implementace moderních prvků do provozu v prostředí a podmínkách České republiky i jiných států. Obecně řečeno jsou v závěrečných pracích tedy nejčastěji navrhovány provozní změny příslušící technologii veřejné dopravy.

V posledních dvou akademických letech se například hned dvě závěrečné práce týkaly veřejné dopravy ve Zlínském kraji. Jednou z nich je diplomová práce Davida Mikela s názvem Železniční osmička ve Zlínském kraji, která na tamní dopravní systém pohlíží zejména z dopravně-technologického pohledu.



- Diplomová práce se zabývá návrhem a vyhodnocením provozního konceptu regionální osobní železniční dopravy ve Zlínském kraji ve dvou časových horizontech 2035+ a 2050. Základní předpokladem pro uvažovaný budoucí stav železniční infrastruktury je výstavba tzv. Baťovy dráhy z Vizovic do Valašské Polanky a modernizace části železničních tratí v regionu. Provozní koncept je založen na principu integrálního taktového jízdního řádu s pravidelnými návaznostmi mezi linkami v taktových uzlech. Jako podklad návrhu byla zpracována analýza současného stavu železniční sítě a plánovaných záměrů změn. Součástí je také analýza přepravní poptávky v zájmovém území. Výstupy jsou zhodnoceny podle zkrácení jízdních dob a jejich ekonomických dopadů. Realizace výsledného nejefektivnějšího řešení by dosáhla společenských závazků k ekologizaci dopravy a zajistila udržitelnou mobilitu. Navržené provozní koncepty přinesou naprostě většině obyvatel Zlínského kraje zkrácení jízdních dob v regionální i dálkové dopravě společně s konkurenceschopnou nabídkou častého spojení ve všech důležitých relacích.

Pohled na regionální osobní dopravu z úplně jiného úhlu nabízí závěrečná práce Dominika Havla z hlediska mnohdy opomíjené problematiky představující jeden z pilířů integrovaného dopravního systému, kterým je tarif.

- Tato práce se zabývá srovnáním tří tarifů navržených pro Integrovanou dopravu Zlínského kraje – kilometrického, zónově-kilometrického a zónově-relačního. Analýza se zaměřuje mimo jiné na spravedlivost tarifu z pohledu cestujícího. Pro nejvhodnější typ tarifu (zónově-relační) byl navržen heuristický algoritmus, který přizpůsobuje ohodnocení tarifních hran zónově-relačního tarifu konkurenceschopnosti veřejné dopravy na procházejících relacích, vyjádřené cestovní dobou, četností spojení a počtem přestupů ve vztahu k cestovní době automobilem. Algoritmus upravuje ohodnocení tarifních hran tak, aby cena jízdenky odrážela kvalitu nabídky ve veřejné dopravě. Na závěr bylo provedeno ekonomické vyhodnocení navrhovaných změn.

Velká část obhájených závěrečných prací se zabývá koncepty, ale i jinými návrhy v oblasti MHD. Příkladem úpravy koncepce obsluhy města je bakalářská práce Ivety Maráškové zabývající se MHD v Příbrami.

- Předmětem práce je analýza současného stavu městské hromadné dopravy v Příbrami, včetně provedení dotazníkového šetření a návrhu základních přepravních os. Požadavky potenciálních cestujících MHD ve středně velkém městě České republiky vyplynuly z dopravního průzkumu a místních znalostí. V práci je popsáno dopravní chování obyvatel města Příbrami a jsou navrženy hlavní přepravní osy jako základ pro budoucí optimalizaci systému MHD. Navržené osy byly následně použity jako podklad pro tvorbu páteřních linek v centru města.

Studenti se v oblasti veřejné dopravy ve městě dále ve svých pracích věnovali modelování lanové dráhy, možnostem implementace provozu vlakotramvají či zavedení aktivní preference tramvají na světelném signalizačním zařízení.

Prostor pro výběr tématu závěrečných prací budoucích studentů našeho projektu je však stále velký. V příštích letech je možné se zabývat jednak dalšími návrhy řešení systémů veřejné dopravy na úrovni MHD nebo regionální dopravy a také provozními koncepty v železniční dopravě. Meze se ovšem nekladou ani vlastním originálními nápady. V rámci provozu veřejné dopravy je tudíž možností více než dost.

#### **4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů**

Propojení s praxí je nedílnou součástí projektu Konkurenceschopná veřejná doprava. Všichni vedoucí vedle činnosti na fakultě pracují jako interní nebo externí zaměstnanci organizací zabývajících se dopravním plánováním nebo organizací veřejné dopravy. Z jejich pracovních zkušeností a uplatnění absolventů přímo vyplývají společnosti, se kterými projekt spolupracuje. K nim se řadí především:

- Technische Universität Dresden – možnost studijních pobytů a stáží za hranicemi České republiky,
- Bayerische Eisenbahngesellschaft mbH – objednatel a organizátor regionální železniční dopravy v Bavorsku,
- Technická správa komunikací hl. m. Prahy a.s. – správa makroskopického dopravního modelu Prahy a okolí,
- Integrovaná doprava Středočeského kraje p.o. – organizátor veřejné dopravy ve Středočeském kraji, hluboká spolupráce na mnoha úrovních včetně uplatnění při studiu i po něm,

- Koordinátor Integrovaného dopravního systému Olomouckého kraje p.o. – organizátor veřejné dopravy v Olomouckém kraji, rozvoj IDS, technologie dopravy,
- Koordinátor veřejné dopravy Zlínského kraje s.r.o. – organizátor veřejné dopravy ve Zlínském kraji, rozvoj IDS, technologie dopravy, tarifní integrace,
- Leo Express Global a.s. – železniční a autobusový dopravce provozující komerční dálkovou dopravu a objednávanou regionální dopravu.
- iRFP – Institut pro plánování regionální a dálkové dopravy, poskytovatel SW
- Organizátor veřejné dopravy IREDO



Obrázek 3: Loga vybraných partnerů projektu v praxi i studiu

Díky kontaktům vedoucích projektu se zástupci organizací v oboru mají nadání studenti se zájmem o veřejnou dopravu snazší cestu k uplatnění jak po ukončení studia, tak během něj formou spolupráce na aktuálních projektech. Absolventi Konkurenceschopné veřejné dopravy jsou připraveni pracovat na nejrůznějších pozicích ve veřejné dopravě od dopravců přes organizátory a objednatele dopravy až po konzultační a poradenskou činnost (např. Deloitte). Na všech pozicích využijí vlastní analytické myšlení a zkušenosti předané od vedoucích projektu.

Od vzniku projektu Konkurenceschopná veřejná doprava v roce 2014 se do praxe dostala řada jeho úspěšných absolventů, z nichž dva nyní představujeme.

Honza je projektant autobusové dopravy IDSK pro okres Mladá Boleslav a jeho pracovní náplní je konstrukce jízdních řádů, správa linek a výlukové činnosti. Ihned po ukončení studia mu byla svěřena samostatná činnost – integrace Mladoboleslavska do PID z pohledu dopravního řešení. „Projekt Konkurenceschopná veřejná doprava mi pomohl přemýšlet nad dvěma aspekty technologie veřejné dopravy – systematizací nabídky a efektivitou výkonů, které vždy dávám s poptávkou na misky vah,“ dodává.

David podobně jako Honza nastoupil na IDSK už během studia. Věnuje se rozvoji projektu standardů dopravní obslužnosti ve středních Čechách. Jednoduše řečeno, Davidovým úkolem je zprocesovat příspěvky obcí a měst na veřejnou dopravu podle toho, kolik spojů tam jezdí, jak jsou cestujícími využívány a jaké jsou celkové provozní náklady. „Zkušenosti z projektu KC mi v práci pomáhají lépe vnímat souvislosti mezi kvalitním dopravním konceptem, tarifní politikou a financováním veřejné dopravy v metropolitním regionu,“ vyzdvihuje David.

Do praxe se vedle absolventů momentálně zapojují i dva studenti projektu. Dominik se v domovském IDS IREDO podílí na chodu a rozvoji integrovaného tarifu a bakalářská práce ho zavedla do Zlínského kraje, kde pracoval na zavedení vícedenních jízdenek IDZK a dnes se věnuje zpracování dat z veřejné dopravy a jejich kartografickému znázornění. Martin se pracovníčně zabývá MHD a regionální dopravou v Pezinku na předměstí Bratislavy a vedle toho využívá svoje grafické dovednosti při návrzích nátěrů vozidel MHD a kreslení schémat vedení linek veřejné dopravy.

## 5) Závěr

KC je projektem, na kterém se průběžně řeší jeho zájmové oblasti, který se pravidelně schází a kde je snaha vytvářet soustavně kvalitní mezilidské vztahy jak mezi vedoucími a studenty, tak mezi studenty navzájem. Celkově lze říci, že se zde koná opravdu čilý „projektový život“. Způsob volby témat závěrečných prací je dobrý v tom, že umožňuje studentům soustředit se na to, co je opravdu zajímavá, příp. na regiony a města, která sami znají. Projekt je vhodný především pro studenty, kteří chtějí propojovat provozně-technologické otázky s ekonomickými problémy, a zároveň mají zájem o veřejnou hromadnou dopravu, její organizaci, vize atd.

Aktuální informace o projektu a další podrobnosti můžete najít na [takt.fd.cvut.cz/kc](http://takt.fd.cvut.cz/kc) nebo získat dotazem u studentů nebo vedoucích projektu.

### **Použité zdroje:**

- České vysoké učení technické v Praze. Fakulta dopravní. Ústav logistiky a managementu dopravy. Skupina Technologie dopravy. *Taktové projekty*. Konkurenceschopná veřejná doprava [online]. ČVUT FD 16117, ©2022 [cit. 1. 11. 2022]. Dostupné z: [takt.fd.cvut.cz/kc](http://takt.fd.cvut.cz/kc)

# OPTIMALIZAČNÍ ÚLOHY NA LOGISTICKÉM ŘETĚZCI

K617 – ÚSTAV LOGISTIKY A MANAGEMENTU DOPRAVY

Ing. Karel Ječmen, Kryštof Richter

## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Denisa Mocková, Ph.D.
- doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.
- Ing. Karel Ječmen
- Ing. Andrea Hrníčková

Webové stránky projektu: <https://www.fd.cvut.cz/projects/k617x1ol/>

## 1) Úvod

V moderním světě a obzvláště v logistice je neustále kladen důraz na přesnost a efektivitu všech procesů. Tyto procesy jsou stěžejní pro efektivitu a samotnou funkci daného systému, kterým je v případě projektu logistický řetězec. V logistice se často jedná o strategické a taktické rozhodování, které vede k optimalizaci či vyšší efektivitě systému. Konkrétní řešené problémy jsou například plánování výroby, lokační úlohy, distribuční strategie nebo obsluha veřejných komunikací - nejen to jsou problémy, v jejichž řešení může každý nedostatek znamenat dodatečné náklady nebo mít negativní vliv na funkci systému. Je tedy příhodné systémové procesy řídit a pokud možno optimalizovat. Obecně lze říci, že cílem logistiky je správně naplánovat a následně řídit tok materiálů, zboží a informací mezi danými subjekty tak, aby byla zajištěna požadovaná kvalita funkce logistického řetězce. Samotný projekt se zabývá aplikací metod vědní disciplíny Operačního výzkumu, jako jsou například teorie grafů, teorie zásob, lokační analýzy a matematické programování. K řešení těchto problémů je však velice často třeba i základních znalostí datové analýzy a vizualizace dat, pomocí kterých je možné získat vhodné vstupy pro optimalizační výpočty a následně interpretovat jejich výstupy.

Studenti jsou po přiřazení do projektu vyzváni k výběru z několika vedoucími navržených témat závěrečné práce či vygenerování vlastního, vhodného, tématu vzhledem k zaměření projektu. Na základě zaměření závěrečné práce jsou pak studenti přiřazeni vhodnému vedoucímu projektu, který je nadále vede. Vypracovávání závěrečné práce probíhá periodicky – je určeno několik termínů oddělených několikaměsíčními intervaly, na nichž studenti prezentují svůj postup v tvorbě práce. První termín bývá zpravidla zadán již v průběhu 4. semestru. V mezidobí je samozřejmě dostatek prostoru pro pravidelné konzultace.

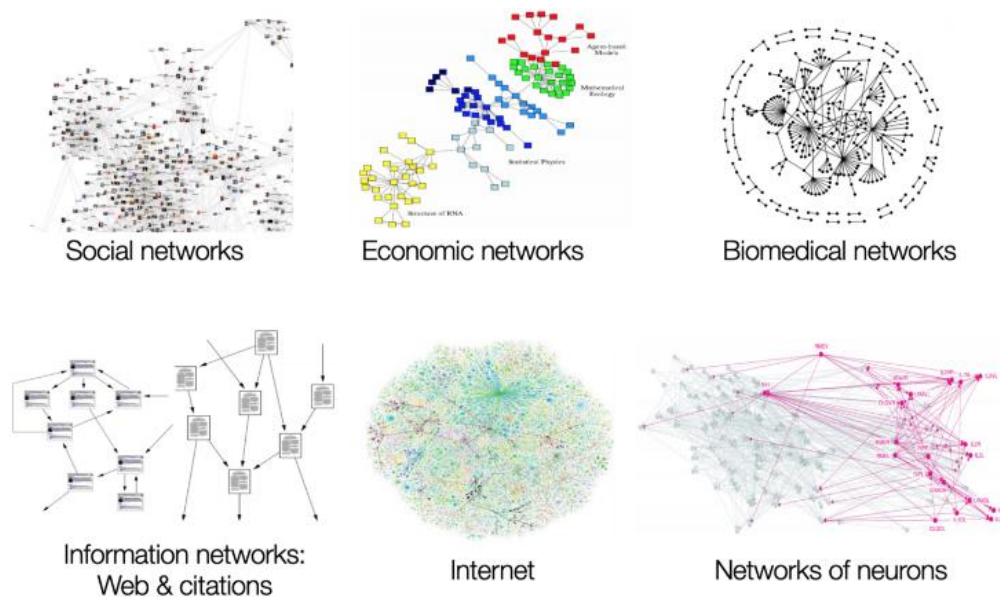
## 2) Činnost projektu

Projekt je vypisován pod specializací LOG – Logistika a řízení dopravních procesů. Hlavní zaměření projektu je právě optimalizace jednotlivých sekcí logistického řetězce za využití vybraných matematických metod.

Možnost seznámit se se základními metodami řešení daných problémů mají studenti možnost již v předmětu 17TGA – Teorie grafů a její aplikace v dopravě, který je vyučován vedoucími projektu během 3. semestru. Právě zde si studenti mohou osvojit základní metody a algoritmy – jako jsou například algoritmy pro zjišťování významných cest na grafech, metody konstrukcí minimálních/maximálních koster dopravních sítí, metody plánování obsluhy vrcholů nebo hran dopravních sítí, či stanovení maximálního toku v dopravních sítích – které v případě výběru projektu mohou mimo jiné ve své závěrečné práci uplatňovat nebo modifikovat k řešení konkrétních praktických problémů, nebo se dokonce pokusit navrhnout vlastní algoritmus.

Ve 4. semestru studia specializace LOG pak předmět 17TGA vhodně doplňuje povinně volitelný předmět typu B 11Y1TG – Teorie grafů a povinný předmět 11LP – Lineární programování.

Předmět 11Y1TG přímo rozvíjí a rozšiřuje vědomosti získané na předmětu 17TGA – studenti mají možnost se seznámit například s problematikou barvení grafů, jejíž řešení se využívá například v prostředí skladovacích ploch či vyzkoušet si základní implementaci vybraných algoritmů v prostředí libovolných programovacích jazyků, s čímž velmi blíže souvisí také časová náročnost chodu algoritmů, kterou se předmět rovněž zabývá.



Obrázek 1- příklady využití teorie grafů v jednotlivých vědních oborech [1]

Předmět 11LP – Lineární programování navazuje konkrétněji spíše na předmět 1. semestru 11LA – Lineární algebra. Předmětem výuky je konstrukce optimalizačních úloh pomocí definice optimalizačního kritéria, které je v matematickém modelu interpretováno účelovou funkcí a následně je výpočetním softwarem hledán extrém (minimum, maximum) účelové funkce, za dodržení omezujících podmínek. V praxi se může jednat například o optimalizaci výrobních linek – lze řešit minimalizace nákladů pro výrobu produktu, maximalizace vytížení výrobní linky nebo minimalizaci počtu zaměstnanců pro obsluhu výrobní linky. U některých úloh představuje lineární programování alternativní formu řešení problémů řešených v předmětu 17TGA – a řešení těchto úloh v prostředí vybraného softwaru – MS Excel, Python či Matlab. Mimo využití exaktních matematických metod je zde kladen rovněž důraz na volbu správných vstupních parametrů, které jsou pro tyto úlohy vybírány člověkem, jsou tedy značně náchylné k subjektivní zaujatosti zadavatele.

### 3) Závěrečné práce

Témata závěrečných prací mají studenti možnost vybírat z výrazně širokého okruhu. V případě, že na zvolenou problematiku využívají metody Operačního Výzkumu, mohou studenti navrhnout i vlastní téma. Existuje tedy možnost domluvy se společností na základě iniciativy studenta, čistě teoretická tvorba definice nového problému či algoritmu, nebo aplikace existující metody řešení na libovolný problém z libovolného oboru dle uvážení studentů.

Co se týká konkrétních témat, jednou z možností je využití algoritmů pro hledání minimální cesty – Fordův, Floydův nebo Dijkstrův – v návaznosti na předmět 17TGA. Tyto algoritmy mají široké pole uplatnění od využití v rámci letecké dopravy pro plánování letových tras, přes hledání optimálních cest silniční i železniční dopravy nebo také například v problematice umělé inteligence ve videohrách či robotech, které jsou právě na těchto algoritmech založeny.

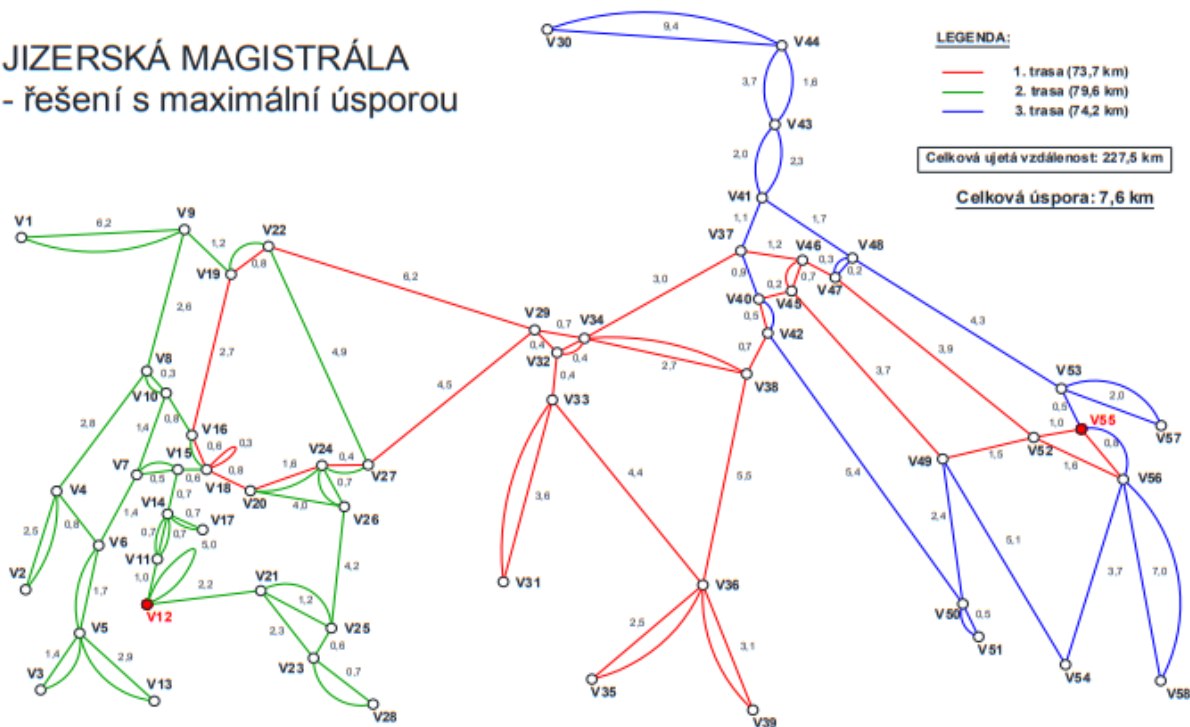
Další algoritmy uvedeny předmětem 17TGA jsou algoritmy pro konstrukci minimálních koster grafů. Problematika nachází využití zejména při tvorbě sítí, ať už se jedná o síť počítačové a telekomunikační či síť rozvodu elektrického proudu a vody. Tematikou se zabývala například Bc. Věra Jindrová ve své diplomové práci Řešení úlohy minimální kostry grafu s omezeními.

Dále se ke zpracování nabízejí algoritmy pro plánování obsluhy vrcholů či hran – Littlův a Clark-Wrightův algoritmus – rovněž představeny v předmětu 17TGA. Algoritmy lze taktéž využít na řadu praktických problémů, a to jak ve veřejném, tak v soukromém sektoru – klíčová je například aplikace v zimní údržbě silnic či pro společnosti zajišťující rozvoz zboží v daném území, jako jsou například Česká Pošta a PPL. Tematikou se již takto zabývali například Petr Koukal ve své bakalářské práci Dopravní obsluha pekáren vybraného území a Jana

Viktorová ve své bakalářské práci Optimalizace distribučních tras firmy FRIZA spol. s.r.o., kteří za své zpracování obdrželi pochvalu děkana za vynikající zpracování bakalářské práce.

Podobným problémem se také ve své bakalářské práci zabýval Bohumil Vlček, který hledal eulerovský tah, na jehož nalezení v práci využil Fleuryho a Edmonsův algoritmus. Nalezením eulerovského tahu pak bylo možné navrhnout optimalizaci trasy strojové úpravy Jizerské magistrály. Tato práce byla taktéž oceněna pochvalou děkana.

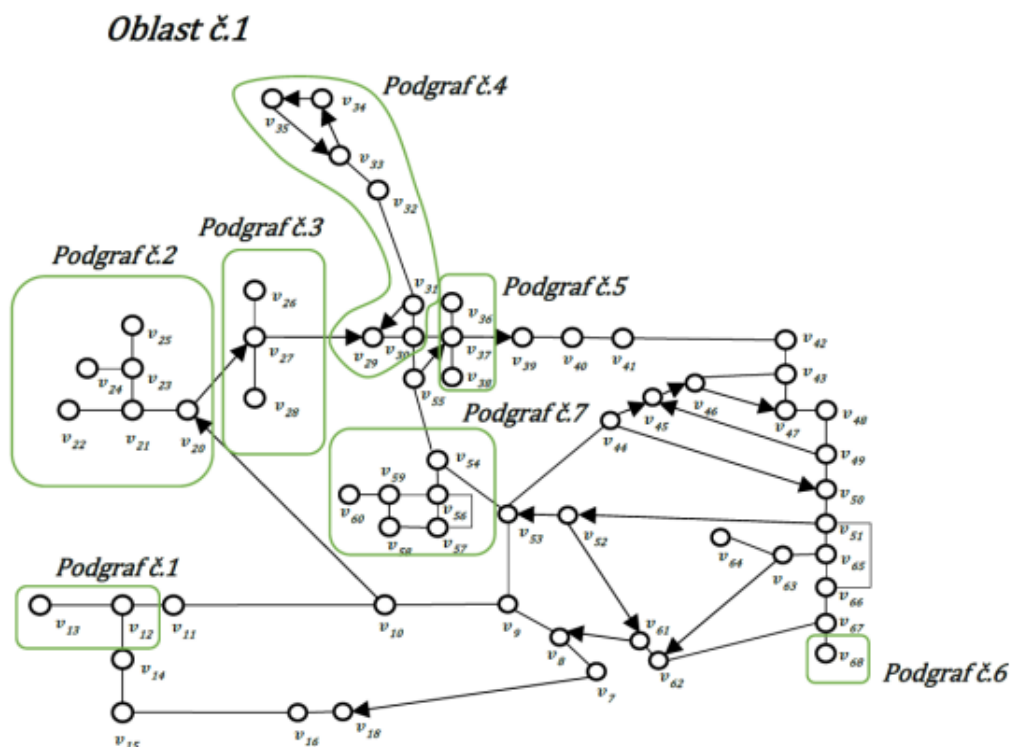
## JIZERSKÁ MAGISTRÁLA - řešení s maximální úsporou



Obrázek 2- návrh řešení obsluhy Jizerské magistrály [2]

Sportovní aplikací se zabýval také Jan Husnáj ve své bakalářské práci Návrh heuristiky pro řešení lyžařského orientačního běhu. Student ve své práci analyzoval danou sportovní disciplínu a závod a následně vytvořil dopravní síť. Problematiku pak řešil návrhem vlastní heuristiky a porovnával dosažené výsledky s oficiálními výsledky a optimálním řešením.

Příkladem bakalářské práce z veřejného sektoru je práce Rozálie Metelkové. Studentka se zabývala analýzou procesu monitoringu parkovacích míst v Praze a následnou aplikací aparátu teorie grafů. Cílem práce bylo minimalizovat časovou náročnost monitoringu parkovacích míst v dané oblasti. Studentka v práci zjistila, že je za daných podmínek nemožné použít exaktní metodu řešení, uplatnila tedy heuristiku. Výsledek práce je řešení, které může v praxi přinést úspory v intervalu 6 až 16 minut.



Obrázek 3- příklad dopravní sítě použité v bakalářské práci *Analýza procesu využívání parkovacích míst v Praze* [3]

Dalším vhodným tématem je problematika barvení grafů, která je probírána na předmětu 11Y1TG. Jedná se o zajímavou skupinu problémů, jelikož exaktní řešení úlohy je možné pouze využitím tzv. metody hrubé síly, což je z důvodu vysoké časové náročnosti vhodné jen vzácně. V praxi je možno se s barvením grafů setkat zejména při plánování optimálního využití skladových prostor. Tématikou se již zabýval například Bc. Jan Šlégl ve své diplomové práci *Řešení barvení grafů metodou celočíselného programování* a v minulém roce byla navržena témata bakalářských prací *Metody pro optimalizaci skladování* a *Optimalizace počtu oddělených skladovacích ploch*, které zpracovávají současní studenti projektu.

V neposlední řadě je zde možnost zabývat se metodami matematického programování, což je vědní disciplína sama o sobě zahrnující nepřehledné množství témat. Studenti se tak mohou zaměřit jak na jednotlivé matematické metody řešení, tak na optimalizaci zadávání vstupních parametrů. Relevantní téma zpracoval ve své diplomové práci *Problematika bezpečnostních přestávek řidičů při optimalizaci oběhu vozidel* Bc. Marek Peřina a v minulém roce byla navržena témata *Zvyšování kvality odhadu parametrů projektů pro modernizaci dopravní infrastruktury* a *Kvantitativní vyjádření společenského užitku dopravních projektů*, které v současné době nejsou zpracovávána.

<b>Autor</b>	<b>Název práce</b>	<b>Typ</b>	<b>Rok obhájení</b>	<b>Ocenění</b>
<b>Bc. Halounová Lenka</b>	Analýza a návrh změn kompletace zboží na logistickém řetězci	DP	2019	Pochvala děkana
<b>Bc. Chroust Hynek</b>	Návrh procesu vyskladnění objemových produktů	DP	2021	Pochvala děkana
<b>Bc. Janda Martin</b>	Optimalizace distribuce technických plynů	DP	2017	Pochvala děkana
<b>Bc. Jindrová Věra</b>	Řešení úlohy minimální kostry grafu s omezeními	DP	2015	Pochvala děkana
<b>Bc. Jirsa Jakub</b>	Optimalizace umístění skladů audiovizuální techniky ČSOB	DP	2017	Pochvala děkana
<b>Bc. Langpaul Jan</b>	Optimalizace umístění rDSLAMů v síti elektronických komunikací	DP	2018	Pochvala děkana
<b>Bc. Šimon Jan</b>	Výrobní proces letecké komponenty s využitím metodologie Lean Six Sigma	DP	2017	1. místo Ceny Prof. Ing. Jaroslava Vlčka, DrSc
<b>Bc. Šlégr Jan</b>	Řešení barvení grafů metodou celočíselného programování	DP	2017	2. místo Ceny Prof. Ing. Jaroslava Vlčka, DrSc
<b>Bc. Vlček Bohumil</b>	Návrh řešení trasování multimodálních nákladních přeprav	DP	2019	Pochvala děkana
<b>Bc. Vondra Leoš</b>	Disponibilita náhradních dílů a logistické sklady	DP	2015	Pochvala děkana
<b>Koukal Petr</b>	Dopravní obsluha pekáren vybraného území	BP	2015	Pochvala děkana
<b>Metelková Rozálie</b>	Analýza procesu monitoringu využívání parkovacích míst	BP	2021	Pochvala děkana
<b>Tarabec Jan</b>	Validace efektivity současného systému distribuce učebnic	BP	2021	Pochvala děkana
<b>Viktorová Jana</b>	Optimalizace distribučních tras firmy FRIZA SPOL. S R. O.	BP	2015	Pochvala děkana

*Tabulka 1 - vybrané oceněné a obhájené závěrečné práce projektu*

#### **4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů**

Spolupráce s praxí probíhá zejména při vypracovávání závěrečných prací. Naskytuje se například příležitost oslovit v praxi operující společnosti dle vlastního uvážení, vybrat si téma na základě požadavků dané společnosti a následně závěrečnou práci ve spolupráci se společností zpracovat. Dochází rovněž k případům, kdy konkrétní společnosti oslovují projekt s požadavky na zpracování specifické problematiky, která se následně objevuje ve výčtu témat zadávaných vedoucími projektu. V minulosti již probíhala spolupráce s firmami, jako jsou například Alza.cz a.s., PPL CZ s.r.o. FRIZA spol. s.r.o. nebo Cortec s.r.o.

V rámci studia si tak studenti osvojí schopnosti modelování přepravních vztahů, plánování procesů nejen v rámci logistického řetězce, optimalizace řízení dopravy, principy skladování a zásobování a další. Po úspěšném ukončení studia tak mohou studenti najít uplatnění jako například konzultanti firem v rámci optimalizace výrobních, zásobovacích a skladovacích procesů, střední až vyšší manažeři ve veřejném sektoru i ve státní správě, nebo se mohou podílet na železničním provozu ve spolupráci se Správou železnic či na silničním provozu ve spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic, popřípadě se angažovat v armádě, kde logistické procesy a jejich optimalizace hrají neustále klíčové role.

#### **5) Závěr**

Projekt se zabývá řešením dlouhodobě aktuální problematiky, a to zejména v prostředí logistiky za využití především vědní disciplíny „teorie grafů“, jejíž základy jsou zároveň vedoucími projektu vyučovány v předmětu



3. semestru 17TGA – Teorie grafů a její aplikace v dopravě. Vědomosti získané na předmětu 17TGA následně rozvíjí povinně volitelný předmět 4.semestru 11Y1TG – Teorie grafů a povinný předmět 4. semestru specializace LOG 11LP – Lineární programování. Pro řešení problematiky se dále nabízí využití programovacího jazyka, a to jak jazyků vyučovaných v rámci předmětů FD (Python, C, Matlab), tak libovolného jiného jazyka, jehož užití si studenti osvojili například ve volném čase nebo v předchozím studiu (Javascript). Schopnost programovat je na projektu ovšem pouze výhodou, nikoliv požadavkem. Volba tématu závěrečné práce může být i otevřená – za předpokladu, že zadání odpovídá duchu projektu či aplikuje využívané metody, se na studenty nekladou téměř žádné meze. Alternativou je výběr z několika zadání definovaných vedoucími projektu, kde se ovšem rovněž nachází prostor pro možné úpravy a změny.

**Použité zdroje:**

- [1]<https://mel-meng-pe.medium.com/building-a-collection-system-network-the-theory-f9422cb61ed5>
- [2]<https://www.fd.cvut.cz/projects/k617x1ol/wp-content/uploads/2022/10/F6-BP-2020-Husnaj-Jan.pdf>
- [3]<https://www.fd.cvut.cz/projects/k617x1ol/wp-content/uploads/2022/10/F6-BP-2021-Metelkova-Rozalie.pdf>

# Logistika a management v letecké dopravě

K617 – Ústav logistiky a managementu dopravy

Václav Jisl, Šimon Bolek

## Vedoucí projektu:

- Ing. Petra Skolilová, Ph.D.
- Ing. Václav Honek

## 1) Úvod

Projekt „Logistika a management v letecké dopravě“ se primárně zabývá otázkami z oblasti ekonomiky a managementu letecké dopravy, ale i jednotlivými procesy na logistickém řetězci a nástroji pro efektivní řízení firem. Oba naši vedoucí mají dlouholeté zkušenosti s aktivní pracovní činností v komerčních firmách, s řízením mezinárodních projektů a aplikací manažerského rozhodování v praxi.

Projekt je veden na individuálním přístupu ke každému studentovi a téma závěrečných prací vždy vychází z delší diskuse se studentem, tak aby ho téma zaujalo. V posledních letech se pracovalo na tématech ve spolupráci například se společnostmi Airbus, Finnair, ČSA, Smart Wings a organizacemi IATA, ICAO a SITA.

Hlavním cílem projektu je nepsat BP a DP tzv. do šuplíku, ale vždy najít aktuální téma vycházející ze zadání od firmy či z aktuálních potřeb trhu, které buď bude aplikovatelné do praxe nebo nasměruje absolventa k budoucímu zaměstnání či pokračování na doktorském studiu. A zároveň postavit téma BP tak, aby bylo možno v něm pokračovat při následném zpracování DP či s přesahem pro disertaci. Více v kapitole 3.

## 2) Činnost projektu

Jak je již uvedeno výše, projekt vždy řeší aktuálně zajímavá a potřebná témata, převážně spojená s leteckou dopravou. Objevují se ale i práce zaměřené na manažerské dovednosti, ať už se jedná o ekonomické zhodnocení vybrané firmy, či aplikaci optimalizačních procesů do reálného provozu. Výčet řešených BP a DP je možno najít v další kapitole tohoto článku.

Jedním z klíčových témat je prostředí řízené cenové diskriminace a aplikace modelování sedačkové kapacity v různých úrovních servisu dopravce, optimalizace logistických procesů a metodika pro jednotlivé body na logistickém řetězci v oblasti letecké dopravy, optimalizace letové flotily, informační systémy v letecké dopravě a globální distribuční systémy.

Zároveň se projekt nevyhýbá ani tématům z oblasti manažerského řízení logistických a dopravních firem, a už jde o optimalizace výrobních procesů či nákladů. V nedávné době se zpracovávalo téma nákladní námořní dopravy pro společnost DHL.

Projekt v současné době finalizuje žádost do výzvy SIGMA se změření na implementaci předešlého výzkumu do prostředí leteckých společností, jedná se o optimalizaci zavazadel, tarifů a nabízené přepravní kapacity pro vybrané letecké společnosti. Dále jde o nové technologie v odbavení cestujících a aktuální dopady pandemie COVID19 na odvětví osobní letecké dopravy. Zapojeny budou letecké společnosti napříč celým světem – Delta Airlines, Qantas, Lufthansa a další.

Projekt má velmi úzké propojení s partnerskou univerzitou UTEP v USA a společností MTA NY (Metropolitan Transport Authority pro oblast New Yorku – USA). Studenti se pravidelně zapojují do mezinárodních workshopů, převážně s americkými studenty z univerzit The University of Texas at El Paso (UTEP), The University of Maryland (UMD) a The Pratt Institute.

Propojení s mezinárodním symposiem SCSP je samozřejmostí, jedna z našich vedoucích je organizátorkou tohoto mezinárodního symposia.

### 3) Závěrečné práce

V této kapitole jsou uvedena témata závěrečných prací za posledních 10 let trvání projektu. Všechny práce jsou jednoduše dohledatelné v elektronické podobě na serveru <https://dspace.cvut.cz>. Následující seznam je seřazen do tematických celků, který již na první pohled poskytne přehled o poměrně široké škále řešených témat.

Jejich zpracování vedla především stálá vedoucí projektu **Ing. Petra Skolilová, Ph.D.**, s dlouholetou aktivní praxí v oblasti osobní letecké dopravy. Ta před svým příchodem na naši fakultu 15let pracovala ve společnostech zabývajících se osobní leteckou dopravou, pomáhala zavádět do prostředí ČR rezervační systémy Amadeus a Galileo a spoluvytvářela manuály pro IATA agentury v oblasti ticketingu. Je certifikovaný IATA agent v několika oblastech a CRS Amadeus a Galileo specialista. I přes své plné zapojení do akademické sféry naší fakulty, i nadále profesně spolupracuje s mezinárodními organizacemi IATA, GDS Galileo a Amadeus, SITA a Airbus na zajímavých projektech.

Od loňského roku je novým vedoucím projektu i **Ing. Václav Honek**, bývalý více prezident ČSA pro oblast tarifní distribuce a generální manažer CRS Galileo. Ing. Honek má více jak 20 let zkušeností v prostředí mezinárodní letecké dopravy a dnes se zabývá PR z pohledu krizového managementu, vyjednávání a školením vrcholového managementu firem v těchto disciplínách.

Zkušenosti a kontakty našich dvou vedoucích jsou zárukou kvalitního vedení závěrečných prací a v především relevantními tématy, kterými se projekt zabývá.

Níže naleznete tematicky seřazené závěrečné práce posledních let.

Problematika **odbavení jak samotných cestujících, ale především zavazadel** je dlouholeté řešené téma. Na toto téma vzešla řada velmi kvalitních prací, kdy ta z roku 2018 byla oceněna i cenou prof. Vlčka. Problém chápeme v širších souvislostech, kdy na jedné straně jsou letecké společnosti, které svou cenovou politikou nutí cestující létat bez odbaveného zavazadla a na straně druhé, přetížená kontrolní stanoviště na letištích a z nich plynoucí náklady jak přímé (na zajištění odbavení), tak externí (dlouhé čekací doby). Právě tímto dopadem se oceněná práce detailně zabývala a došla k velmi zajímavým kalkulacím nákladů na různě odbavená zavazadla cestujících.

*Přeprava zavazadel v osobní letecké dopravě* 2016

***Srovnání odbavení zapsaných a nezapsaných zavazadel v osobní letecké dopravě*** 2018

*Vývoj palubního prostoru v osobní letecké dopravě s dopadem na ekonomiku letu* 2020

*Vývoj sedadel v civilních letadlech* 2020

*Analýza automatizovaného odbavení cestujících* 2014

*Problematika samoobslužného odbavení cestujících* 2016

*Vývoj přepravních dokladů v osobní letecké dopravě* 2016

*Přeprava osob se sníženou pohyblivostí v letecké dopravě* 2015

**Témata zaměřená na právě již zmiňovanou problematiku tarifní strukturu**, uplatňovanou leteckými společnostmi v uplynulých letech, opět je zde uvedena i práce oceněna Cenou prof. Vlčka:

*Metodika výpočtu nákladů na letovou hodinu u regionální letecké společnosti* 2014

*Změny v příjmové strategii standardních aerolinií v letech 2000-2013* 2015

*Problematika novodobého přístupu k tarifní struktuře v osobní letecké dopravě* 2016

*Vliv ekonomické krize na osobní leteckou dopravu v České republice* 2016

*Dopady deregulace na trhu osobní letecké dopravy* 2016

*Revenue management v osobní letecké dopravě* 2017

*Vliv slotu na úspěšnost linky v osobní letecké dopravě* 2018  
*Analýza konkurenceschopnosti nového leteckého dopravce v prostředí Evropy* 2019  
*Low-cost letiště využívaná pro nové low-cost transatlantické linky* 2019  
*LITE tarify v osobní letecké dopravě* 2020  
*Vliv faktoru času na cenu letenky* 2020  
*Změna dopravní politiky v letecké společnosti Ryanair* 2020  
***Aplikace ekonomicko-matematických modelů na tarify v osobní letecké dopravě*** 2020

V rámci projektu můžete řešit i **aspekty dálkové letecké přepravy:**

*Vývoj osobní letecké dopravy v Číně v letech 1995-2015* 2016  
*Rozvoj osobní letecké dopravy pro transatlantické lety* 2017  
*Multikriteriální analýza transatlantického spojení na trase LON-NYC* 2019

Či otázku **letecké dopravy v kontextu jiných dopravních módů:**

*Využití letounu A-400 pro nákladní přepravu na strategické úrovni v AČR* 2016  
*Srovnání letecké a železniční dopravy z ČR do vybraných evropských destinací* 2017  
*Harmonizace osobní letecké a železniční dopravy* 2018  
*Optimalizace přepravy zboží při využití kombinace silniční a letecké dopravy* 2018  
*Porovnání dálkové lodní a letecké přepravy zboží* 2018  
*Přeprava nebezpečných látek radioaktivní povahy* 2019  
***Mezinárodní námořní nákladní přeprava v prostředí společnosti DHL*** 2022  
*Změny v nákladní letecké dopravě způsobené pandemií COVID-19* 2022

Otázka **ekonomické udržitelnosti bezpilotních letadel:**

*Analýza věrnostních programů aliance SkyTeam* 2014  
*Studie pro využití bezpilotních letadel - dronů v komerčním prostředí* 2016  
*Podnikatelský plán společnosti na provozování bezpilotních letounů* 2017

Dalším zajímavým tématem úzce propojeným s praxí, jsou témata na optimalizaci letadlové flotily. Práce na tomto tématu se kontinuálně (nejdříve v BP a později v DP) věnoval student Valentýn Beneš, kdy jeho diplomová práce z roku 2021 byla úzce ve spolupráci s leteckou společností Finnair a rovněž byla navržena na cenu prof. Vlčka.

*Aplikace modulu Planning SW MRO AMOS pro plánování údržby letadel* 2014  
*Kritéria pro výběr optimálního stroje pro osobní leteckou dopravu* 2017  
***Proces změny letadlové flotily dopravce pro osobní leteckou dopravu*** 2019  
***Fleet management osobních leteckých dopravců*** 2021

## **Témata zabývající se infrastrukturou:**

*Srovnání vybraných letišť ve střední Evropě z pohledu cestujícího* 2018

***Implementace nových technologií do prostředí osobní letecké dopravy*** 2019

V rámci udržitelnosti dopravy se projekt významně zabývá především otázkami sdílené ekonomiky. V těchto dnech zpracovává dílčí studie zaměřené na kvalitu života v regionech ČR v kontextu dopravní vize krajů 2050+. Z tohoto odvětví pak vzešla tato témata:

*Dopady sdílení osobních automobilů na dopravu ve městech* 2018

***Provozně-ekonomické porovnání modelů studentských motocyklů projektu MotoStudent*** 2018

*Použití metodiky pro hodnocení dopravních staveb na preferenční opatření pro MHD* 2018

*Alternativní způsoby doručování zásilek v Praze a okolí* 2019

***Doprava v klidu na území hlavního města Prahy*** 2020

*Využití alternativních paliv v nákladní silniční dopravě* 2020

*Tvorba business plánů pro společnosti se zaměřením na zklidňování dopravy* 2019

*Dětská dopravní hřiště* 2020

Ekonomický přesah logistiky je v projektu akcentován s ohledem na úzkou spolupráci s klíčovými partnery ústavu K617 – Českou poštu a ŠKODA AUTO. Ze spolupráce na výuce pak vzešla níže uvedená témata, jejichž výsledné zpracování bylo navrženo a v jednom případě, pak i obdrželo cenu prof. Vlčka

*Výběr vhodné logistiky malého podniku v prostředí e-komerce* 2015

***Návrh a zhodnocení optimalizace dodavatelských a výrobních procesů ve startupu*** 2019

***Implementace technologie RFID v logistických procesech vybrané společnosti*** 2019

***Návrh úsporných opatření při přepravě balíkových zásilek mezi vybranými SPU*** 2019

***Návrh toku prázdných obalů ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi*** 2019

*Zavedení LGT systému pro řízení přepravních logistických operací* 2021

*Analýza implementace WMS do logistických procesů velkoobchodních řetězců* 2020

***Optimální rozložení skladových zásob s ohledem na efektivitu pickování*** 2020

Neposledním tématem jsou ta spojená s výrobcí letadel, případně ekonomickým zhodnocením velkokapacitních letounů a u stroje A380 pak například i zhodnocení ekonomických dopadů ukončení jeho výroby.,

*Pozice nákladního letadla BELUGA v logistickém řetězci společnosti* 2016

*Využití dopravního letadla A380 v osobní letecké dopravě* 2016

***Dopady pandemie COVID-19 na výrobce letadel Airbus a Boeing*** 2022

***Analýza ukončení výroby Airbusu A380*** 2022

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Detaily propojení projektu s praxí jasně deklaruje předešlá kapitola. Shrnutí tedy se jedná o projekt, kde se nepíší závěrečné práce na imaginární téma, je kladen maximální důraz na aktuálnost tématu. Postup je různý, někdy přichází student se svým nápadem a hledá se následně vhodný komerční partner, případně existuje téma od průmyslového partnera, a to je studentovi nabídnuto ke zpracování.

Za pravidelně spolupracující subjekty lze označit: IATA, SITA, MTA NY, Delta Airlines, Letiště Praha, Česká pošta, Airbus, ŠKODA Auto, UBER, DHL a řadu dalších.

#### *Vybraní absolventi projektu:*

Valentýn Beněš	Critical Parts Management Expert, Daimler Truck s.r.o.
Lucie Vicherková	Business Development Analyst ve společnosti Liftago
Matěj Ježek	Specialista technologií v logistice, ŠKODA AUTO
Eva Fišerová	Analytic Logistiky, TSR Czech Republic s.r.o.
Michal Vlček	Analytic, Letiště Praha
Eliška Provazníková	Project manager, Airbus

#### 5) Závěr

Projekt je funkční a inspirativní, vedoucí se vám věnují individuálně dle vzájemné dohody. Všechno je stavěno na kvalitě výstupu, nikoliv na neosobním tabulkovém hodnocení. Na druhou stranu se od studentů na tomto projektu očekává jistá dávka samostatnosti, při zpracování tématu, především hledání zajímavých přístupů k tématu a vnímání témat v širších souvislostech. Webové stránky projektu zatím nemá, takže pokud je to třeba tvá doména, pojď mezi nás a můžeš přispět ke zviditelnění naší společné práce. Nicméně právě samotné závěrečné práce hovoří za vše, jejich hodnocení i úspěšnost obhájení. Takže koukni na: <https://dspace.cvut.cz> a tam najdeš vše potřebné.

Kontakty:

Ing. Petra Skolilová, Ph.D.	<a href="mailto:skolilova@fd.cvut.cz">skolilova@fd.cvut.cz</a>	tel: 777 82 66 52
Ing. Václav Honek	<a href="mailto:honekvac@fd.cvut.cz">honekvac@fd.cvut.cz</a>	tel: 724 33 68 20

#### **Použité zdroje:**

- <https://dspace.cvut.cz>
- <https://www.kos.cvut.cz>
- <https://www.fd.cvut.cz>

# ROZHODOVÁNÍ V LOGISTICE

K617 – ÚSTAV LOGISTIKY A MANAGEMENTU DOPRAVY

Bc. Ondřej Jánský, Ing. Alena Rybičková, Ph.D., doc. Ing. Josef Volek, CSc.

## Vedoucí projektu:

- Ing. Alena Rybičková, Ph.D.
- doc. Ing. Josef Volek, CSc.

## 1) Úvod

Cílem řídicích pracovníků v logistice je zabezpečit bezproblémový průběh logistických operací ve všech segmentech logistiky. Řízení obecně spočívá v řešení více, či méně složitých rozhodovacích situací. Zatímco při řešení jednoduchých rozhodovacích situací řídicí pracovník využívá zpravidla intuici, svoji zkušenost a praxi v oboru, k řešení složitějších rozhodnutí intuice nestačí a je nutné provést určité výpočty manuálně nebo pomocí výpočetní techniky. Cílem projektu je seznámit studenty s klíčovými problémy rozhodování, kam patří zejména řešení distribučních úloh jako je návrh trasování vozidel, umístění skladů, přiřazení požadavků ke zdrojům, kontejnerový problém apod. Dále jsou studenti vedeni k tomu, aby byli schopni sami v konkrétních logistických systémech vytipovávat rozhodovací problémy a naučili se je řešit pomocí matematických modelů a softwarových nástrojů, které v současné době nabízí informatika a metody operačního výzkumu.

Projekt navazuje na teoretické znalosti získané z povinných předmětů bakalářského a magisterského studia (Teorie grafů a její aplikace v dopravě, Kvantitativní metody v dopravě) a ty rozšiřuje především o aplikovanou rovinu a použití získaných znalostí v úlohách z praxe.

Projekt zpravidla zahajujeme společnou schůzkou se všemi nově zapsanými studenty, na kterou navazují pravidelné individuální schůzky, ve kterých postupně specifikujeme zvolené téma a konzultujeme dílčí části závěrečné práce. Od pandemie zůstává zachována možnost individuálních schůzek formou videohovoru, které se v současnosti osvědčily především v období letních prázdnin.

## 2) Činnost projektu

Operační výzkum představuje postupy, které využívají matematické metody pro řešení některých úloh, z nichž se zaměřujeme na ty v oblasti dopravy a logistiky. Cílem operačního výzkumu je vytvoření modelu konkrétního problému a pro něj posléze nalezení optimálního řešení, tedy nalezení hodnot parametrů modelu, pro které dosahuje sledovaný výstup modelu extrému [1].

Operační výzkum, a v rámci něj teorie grafů, mají v dopravě široké uplatnění. Na projektu se zabýváme především dvěma oblastmi. První skupinou úloh, která se často vyskytuje v praxi, jsou úlohy návrhu tras vozidel v distribučních systémech, např. při doručování zásilek koncovým zákazníkům, rozvozu nákupů, rozvozu zboží do poboček společnosti apod. Tyto úlohy mohou mít řadu různých vstupních parametrů, omezujících podmínek i kritérií, které pak znamenají rozdílné formulace a modely i velmi rozdílné způsoby řešení jednotlivých problémů. Pro úlohy, které vyžadují řešení a jeho adaptaci na aktuální podmínky v reálném čase (např. při zařazování nových požadavků zákazníků při svozu zásilek nebo taxislužeb), musí být zvolena jiná metoda, než pro statické úlohy, kde je primárním kritériem kvalita řešení a minimalizace nákladů.

Druhou skupinou, která se objevuje v praxi a kterou se na projektu zabýváme, jsou lokační úlohy. Ty představují problém rozmístění libovolných zařízení v daném prostoru s ohledem na určené kritérium. Může se jednat např. o rozmístění obchodů, tak aby byly dosažitelné co nejlépe co největším množstvím zákazníků. V rámci projektu

řešili studenti rozmístění kontejnerů na tříděný odpad nebo rozmístění zboží ve skladu, na které následně využili nástrojů lokální analýzy.

V rámci grantu Euroteq byly společně se studenty na projektu připraveny studijní materiály pro výuku grafových algoritmů. Studijní materiály byly vytvořeny v on-line prostředí Google Colab, které umožňuje kombinovat text vysvětlující řešení problémů a editovatelný spustitelný kód v jazyce Python. Pro některé typy úloh řešených na našem projektu tak mohou studenti využít funkční programy, které mohou následně upravit podle vlastního problému. Součástí těchto výukových programů je i ukázka práce s reálnými mapovými daty. Python umožňuje velmi jednoduchou práci s daty z OpenStreetMap, ať už získáním informací o uliční/silniční síti a jejich převedením na graf nebo s daty o zdroji požadavků pro lokální úlohy (např. získáním souřadnic a počtů všech bytových jednotek ve zvolené oblasti).

Ukázka notebooku v prostředí Google Colab je na následujících obrázcích. Všechny studijní materiály vytvořené v rámci grantu Euroteq jsou k použití na webové stránce:

<https://www.fd.cvut.cz/personal/rybicalc/>

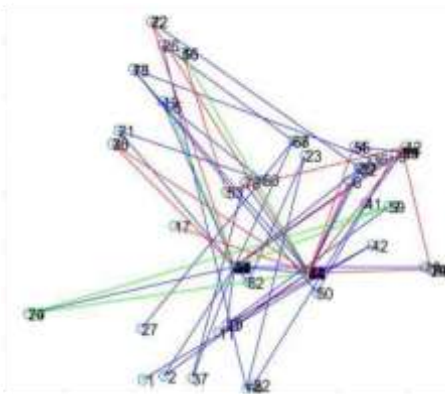
Kromě OpenStreetMap disponujeme na projektu i komerční verzí silniční sítě společnosti Ceda.

### 3) Závěrečné práce

V rámci tohoto projektu byly doposud obhájeny tři práce, všechny v řádných termínech. Další čtyři práce jsou nyní zadané nebo v procesu finalizace zadání. Obhájené již byly následující závěrečné práce:

Beřková Magdaléna	Optimalizace jízd Senior taxi	2021
Hrníčková Andrea	Návrh externího skladování	2021
Jánský Ondřej	Řazení položek v distribučním centru zvolené firmy	2021





Diplomová práce se zabývala vyhledáváním nevhodnějších tras služby Senior taxi, která je určena pro přepravu seniorů a zdravotně znevýhodněných osob ve spolupráci s Magistrátem města Pardubice, který poskytl data o službě. Problém vytvoření tras byl formulován jako Vehicle Routing Problem s časovými okny, k jehož řešení byla použita konstrukční heuristika. Toto téma má velký potenciál pro další výzkum, především z hlediska převedení na dynamicky řešený problém, který by uměl pracovat se změnami požadavků v reálném čase a dále se zahrnutím možnosti převážet více cestujících ve vozidle, kteří mají různé zdroje a cíle cest (sdílené taxi). Jedná typově o úlohy, které budou mít v budoucnu široké uplatnění u autonomní mobility, kde se dá očekávat částečné nahrazení hromadné dopravy za

sdílená taxi formou door-to-door dopravy.

Práce se zaměřila na problematiku skladování v automobilovém průmyslu. Podrobně analyzuje a hodnotí poskytnutá data o množství zásob hotových výrobků, prázdných obalů a polotovary vybrané společnosti. Získané informace jsou využity jako podklad pro návrh rozložení zásob v rámci budovy skladu a následné ekonomické vyhodnocení pro variantu outsourcingu a skladování ve vlastní režii. Cílem této práce bylo co nejlépe využít prostor budovy skladu a vybrat výhodnější variantu provozu.



Předmětem bakalářské práce bylo optimalizovat rozmístění položek v distribučním centru vybrané společnosti s ohledem na úzké uličky a na minimalizaci blokování přístupu ke zboží a čekacích dob při vychystávání. Praktická část obsahuje analýzu aktuálního stavu a ABC analýzu aktuálního stavu v rámci úrovně sortimentu. Dále jsou v práci rozebrány možné způsoby a metody rozmístění položek na skladě. Jednou z testovaných variant rozmístění položek bylo převedení na úlohu lokační analýzy, která se snaží rozprostřít střediska co nejdále od sebe (v tomto případě představují střediska často přístupované lokace) a

modifikace problému a algoritmu s ohledem na řešený problém. V poslední části jsou tyto výstupy ověřeny pomocí simulace a porovnány. Na obrázku je znázorněna heatmapa četnosti přístupu k položkám ve skladu.

V současné době je v rámci projektu posluchačům rozšiřována nabídka témat se záměrem co největšího přiblížení prací k praxi logistických firem, a tím i k vyšší možnosti uplatnění dosažených výsledků v konkrétní praxi. Výchoziskem pro řešení trasovacích problémů pro konkrétní firmu bývá obvykle katalog uživatelských požadavků, který je zpracován v první fázi řešení projektu. Jako cíl řešení je určen plán svozu a rozvozu zásilek na základě objednávek klientů s minimálními celkovými náklady.

Při praktickém řešení trasovacích úloh pro každou logistickou firmu v porovnání s řešením klasické jednokriteriální úlohy je nutné respektovat řadu omezení nebo naopak zahrnout do řešení různá rozšíření, mezi něž patří zejména:

- Větší počet tzv. centrálních skladů a často i více úrovní skladů. V rámci tohoto modelu se uskutečňuje přeprava skupiny zásilek z centrálních skladů do skladu nižší úrovně většími vozidly a po překládce k cílovým zákazníkům menšími vozidly.
- Dodržování časových omezení pro nakládku a vykládku zboží u některých zákazníků.
- Společná přeprava zboží různého teplotního režimu vozidly s požadovaným technickým a technologickým vybavením.
- Respektování časové alokace ramp v procesu nakládky/vykládky.
- Dodržování bezpečnostních přestávek a pracovní doby ve výkonu řidičů.

- Zahrnutí více typů vozidel.
- Respektování maximální povolené doby trvání trasy vozidel.
- Dodržování maximálního kilometrického přejezdu vozidel.
- Dodržování maximálního počtu zastávek/obsluhovaných zákazníků.
- Vícenásobné použití vozidel po zastávce v depu.
- Možnost návratu do jiného než výchozího depa.
- Trasy vozidel mohou obsluhovat jednak zákazníky, u kterých se provede výhradně vykládka, zákazníky, u kterých proběhne výhradně nakládka a zákazníky s kombinací vykládky a nakládky, resp. nakládky a vykládky.

Uvedené skutečnosti lze shrnout tak, že rozsáhlost restrikcí a omezujících podmínek činí z reálných úloh logistických společností výpočetně složité a časově náročné úlohy, jejichž optimální řešení není možné získat v reálném čase existujícími exaktními metodami. Z těchto důvodů jsou řešitelé úlohy odkázáni na použití více nebo méně sofistikovaných (meta)heuristických metod, využívajících teoretických znalostí metod operačního výzkumu, zkušeností, intuici a nových poznatků z oboru, které umožňují nalézt přípustné řešení úlohy v přijatelném čase. Posluchači jsou vedeni k prohlubování a rozšiřování znalostí z oblasti logistiky a aplikací operačního výzkumu v logistice, vytváření vlastního názoru na problematiku a posléze k vlastnímu návrhu řešení složitých úloh v různých oblastech distribuční logistiky.

Formálně stejnou definici jako popsaná úloha VRP má i problém přepravy osob, obvykle se používají jiná kritéria, která kladou menší důraz na náklady spojené s přepravou a více se zaměřují na spokojenost zákazníků, dobu čekání a další především kvalitativní kritéria.

Další, neméně významnou a pro praxi využitelnou problematikou je problém, v odborné literatuře označovaný jako Bin Packing Problem, kde se jedná o jedno, dvou nebo tří dimenzionální optimalizaci využití ložné plochy/ložného prostoru vozidla při nakládce/vykládce vozidel logistické firmy provádějící obsluhu zákazníků z depa [2,3].

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Většina prací na projektu je řešena ve spolupráci s externím partnerem, minimálně formou poskytnutí dat. Co se týče firemních partnerů, jedna práce vznikla v rámci stáže ve společnosti Logio a u další se dokončuje zadání. Další práce vznikají ve spolupráci se složkami státní správy, zde se jedná především o poskytnutí dat. Takto vznikla práce zabývající se Senior Taxi ve spolupráci s Magistrátem města Pardubice a je zadána práce, která se zabývá návrhem tras zimní údržby komunikací v Rokycanech. Další zadání nyní vzniká ve spolupráci s Českou poštou na téma řešící optimalizaci doručování listovních zásilek pěšími doručovateli. Nyní řešíme i další možnost spolupráce se společností Nimble, která se zabývá systémem mobilních dobíjecích baterií pro elektromobily.

Absolventi se mohou nalézt uplatnění v rámci firemní logistiky nebo ve společnostech zabývajících se vývojem softwaru pro dopravní a logistickou optimalizaci a v logistickém poradenství a konzultačních službách.

#### 5) Závěr

Operační výzkum a teorie grafů mají v dopravě a logistice široké uplatnění, což souvisí se stále rostoucím tlakem na maximální využití dostupných zdrojů a minimalizaci nákladů. V rámci projektu mohou studenti využít teoretické znalosti získané během studia při řešení praktických problémů. Výsledky jejich práce mají pro firmy nebo samosprávy často reálné a vyčíslitelné přínosy, které lze v mnoha případech jednoduše aplikovat pouze změnami nastavených procesů. Rozpětí optimalizačních problémů, kterými se lze na projektu zabývat, je velmi široké a každý si může najít téma, které mu je blízké.

#### Použité zdroje:

- [1] JABLONSKÝ, Josef. Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování. 2. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002. ISBN 8086419428. Použitý zdroj 2
- [2] PERDECK, Matt. Fast Optimizing Rectangle Packing Algorithm for Building CSS Sprites
- [3] JYLANKI, Jukka. A Thousand Ways to Pack the Bin – A Practical Approach to Two – Dimensional Rectangle Bin Packing, , February 27, 2010

# Alternativní tarifkace v městské hromadné dopravě

K617 – Ústav logistiky a managementu dopravy

Bc. Ondřej Svatoš, Bc. Michaela Vindušková

**Vedoucí projektu: Ing. Mgr. Václav Baroch, Ph.D.**

## 1) Úvod

Projekt se zabývá základním výzkumem v oblasti financování a tarifkace městské hromadné dopravy nejen na území České republiky, ale snaží se o přenos zahraničních zkušeností i zkušeností jiných měst navzájem. Účast v projektu otvírá všem členům týmu prostor ke spolupráci na reálných zakázkách, které v rámci projektu realizujeme a účast v mezinárodních výzkumných projektech.

Víte, že existuje sdružení dopravních podniků ČR?



## 2) Činnost projektu

Projekt vznikl celkem nedávno, v minulosti se zabýval především tématy spojenými s hledáním a tvorbou bakalářských prací. Zjistili jsme informace týkající se metod výběru jízdného, odbavení cestujících při využití dopravních prostředků, legislativní stránkou přepravní kontroly, historie i vizi rozvoje expresního segmentu městských linek. V současnosti se projekt zabývá tématy spjatými se závěrečnými pracemi a jinak tomu nebude ani v budoucnu.

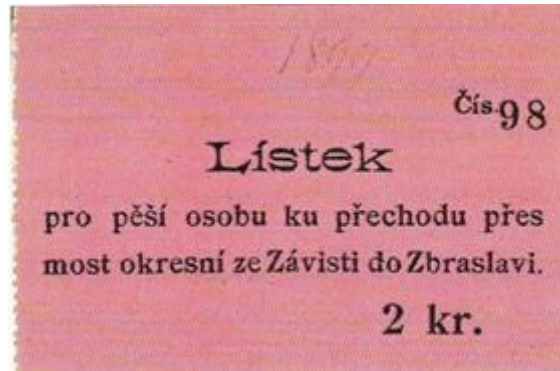
Myslíte, že se vyplatí jezdit načerno?



Získané poznatky a zkušenosti studenti následně využijí ve svých závěrečných diplomových pracích na kterých mohou začít pracovat již během práce v projektovém týmu.

V rámci projektu se zabýváme např. průzkumem možných změn stávajících tarifů MHD v českých městech, analýzou vývoje počtu černých pasažérů, efektivitou přepravní kontroly a propustnosti odbavovacího systému v závislosti na jednotlivých změnách tarifu, hledáním možných dopadů změn tarifu a návrhy optimálních změn tarifu ve vybraných městech ČR.

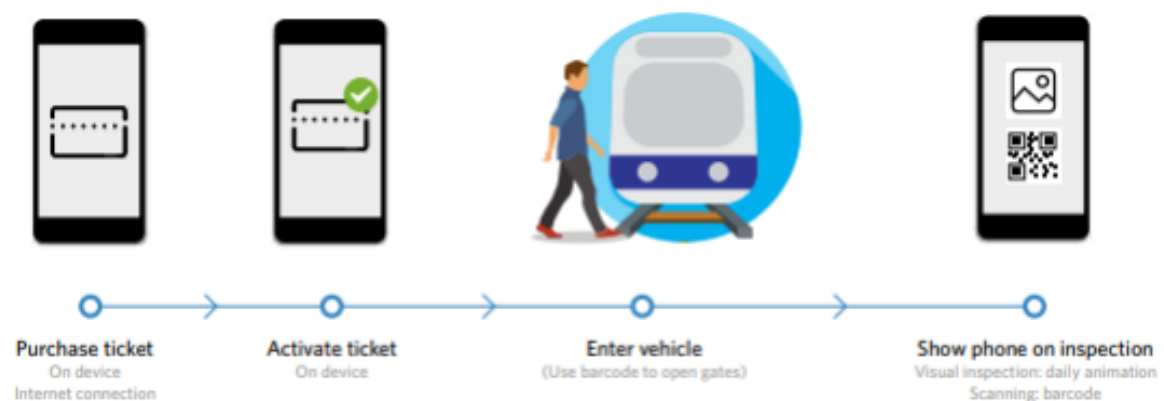
Víte, že až do roku 1925 se na většině pražských mostů platilo za přechod?



### 3) Závěrečné práce

#### Metody výběru jízdného v MHD (Bc. Michaela Vindušková)

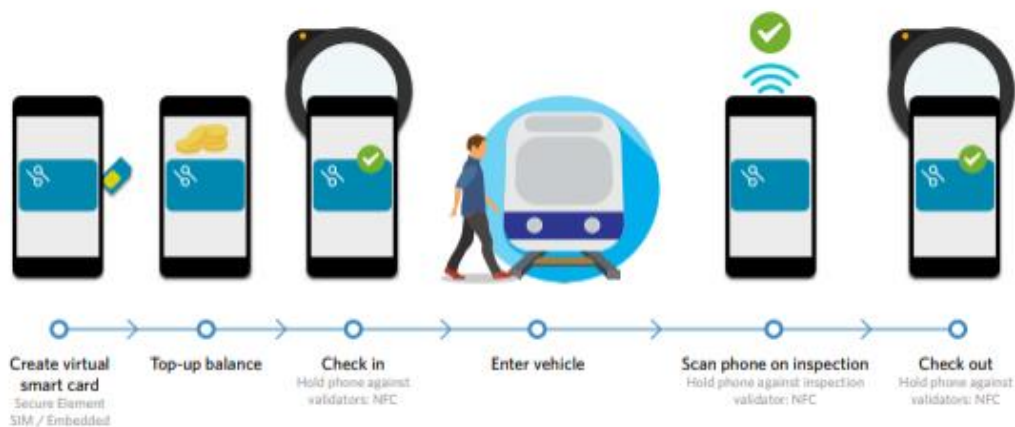
Předmětem této bakalářské práce jsou metody výběru jízdného v MHD ve světě. Úvodní část se zabývá zkoumáním historického vývoje vybraných metod a dále popisem metod stávajících na konkrétních příkladech. V další části je popsán proces komunikace s provozovateli MHD ve světě a analýza různých typů odpovědí. V závěru práce je proveden rozbor dat poskytnutých jednotlivými dopravními podniky. Tato bakalářská práce získala ocenění děkana fakulty.



Obrázek 14 - Schéma odbavení cestujícího pomocí aplikace dopravce [27]



Obrázek 16 - Schéma odbavení cestujícího pomocí NFC technologie [27]



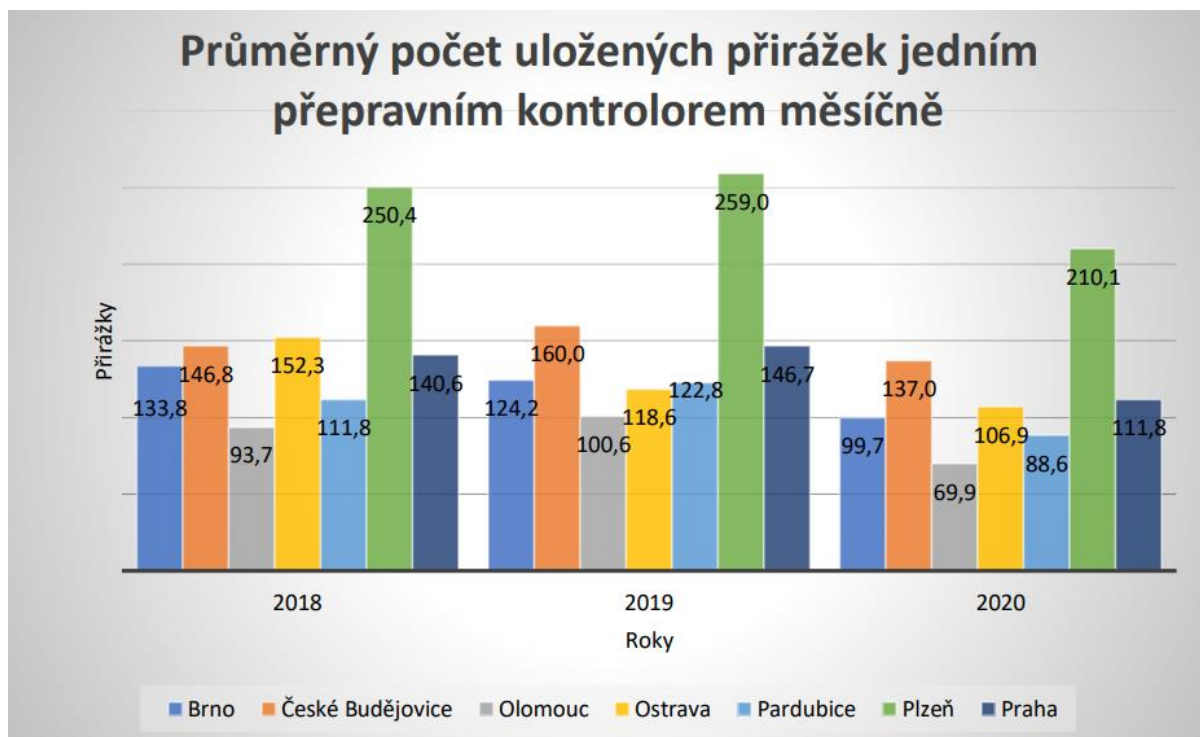
Obrázek 17- Schéma odbavení cestujícího pomocí virtuální karty [27]



Obrázek 20 - Schéma fungování způsobu odbavení Be in – be out [27]

### Systémy přepravní kontroly v MHD (Bc. Andrea Lhotská)

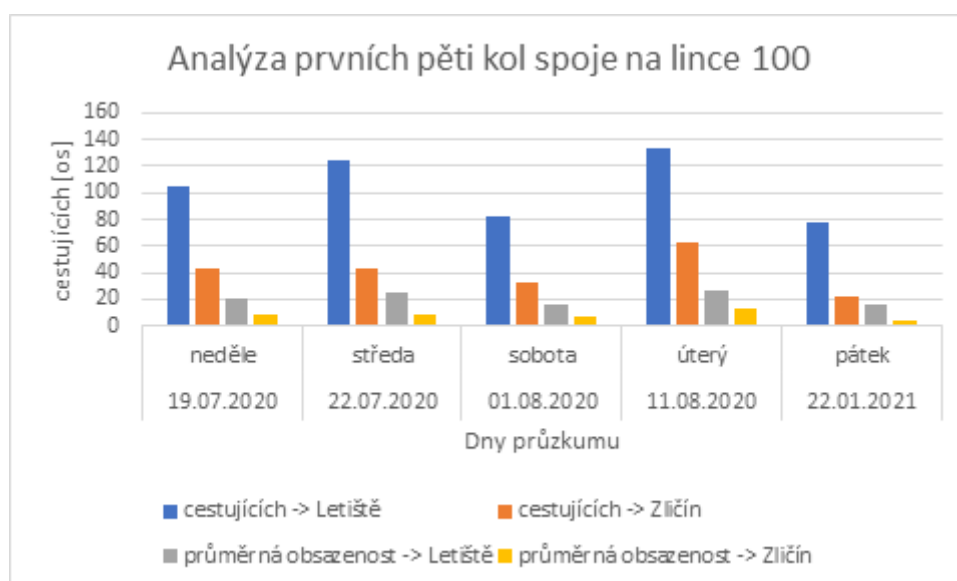
Předmětem této bakalářské práce je analýza systémů přepravní kontroly na území České republiky. Práce se zabývá legislativní stránkou přepravní kontroly zakotvenou v českém zákoně, historickým vývojem přepravní kontroly v městských dopravních systémech v Praze a analýzou systémů přepravní kontroly v sedmi krajských městech České republiky. Tato bakalářská práce získala ocenění děkana fakulty.



#### Expresní linky ve veřejné hromadné dopravě (Bc. Ondřej Svatoš)

Předmětem bakalářské práce „Expresní linky ve veřejné hromadné dopravě“ je definovat expresní linku v autobusové dopravě, zabývat se vznikem a provozem takové linky. Zabývat se linkami splňujícími definici v běžném provozu, analyzovat je v porovnání s ostatními módy dopravy a najít jejich výhody.

- Práce byla zaměřena na definování a uplatnění expresních linek v praxi, a to v historii, ale i v současnosti.
- Přínosem práce je zavedení návrhu definice expresních linek a částečně expresních linek v autobusové dopravě.
- Součástí práce byl i šedesátihodinový dopravní průzkum prováděný v linkách blízkých se expresním v Praze



#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Výsledky projektu otvírají dveře k efektivnějšímu provozování MHD v České republice. Absolventi tak své uplatnění zajisté naleznou na městských magistrátech, v městských dopravních podnicích i u organizátorů dopravy. Vzhledem ke krátké existenci projektu zatím nejsou absolventi v praxi. Projekt však s praxí úzce spolupracuje při hledání témat závěrečných prací a tvorbě těchto prací. Často se na dopravní podniky i organizátory obracíme s žádostí o poskytnutí dat, ale i s dotazy týkajícími se každodenního provozu.

V minulosti tak byli studenti v kontaktu nejen s dopravními podniky v Praze, Brně, Českých Budějovicích, Pardubicích nebo Olomouci, ale také v Bruselu, Talinu, Helsinkách, Oslu i Lublani.

Víte, který dopravní podnik v ČR má největší podíl nákladů na přepravní kontrolu?



#### 5) Závěr

Projekt se především zaměřuje na předávání načerpaných znalostí mezi studenty a vedoucím. Volností ve volbě témat závěrečných prací pak dosahuje širokého záběru v oblasti provozu MHD, ať už se jedná o přepravní kontroly, výběr jízdného, nebo segmentace linek v síti. Přiložený QR kód odkazuje na stránky projektu.



#### Použité zdroje:

- *Alternativní tarifkace městské hromadné dopravy v ČR* [online]. FD ČVUT [cit. 2022-10-26]. Dostupné z: Alternativní tarifkace městské hromadné dopravy v ČR
- Bakalářské práce absolventů





# INTEGRÁLNÍ TAKTOVÝ GRAFIKON

K617 – ÚSTAV LOGISTIKY A MANAGEMENTU DOPRAVY

Ing. Zdeněk Michl, doc. Ing. Vít Janoš, Ph.D.

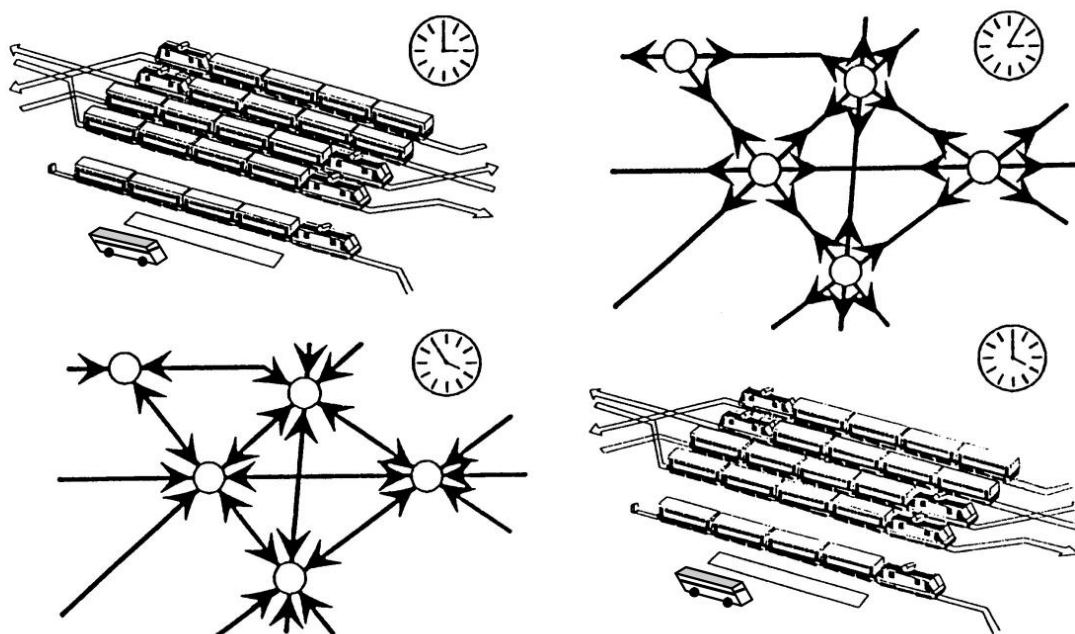
## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Vít Janoš, Ph.D.
- Ing. Zdeněk Michl
- Ing. Rudolf Vávra
- Ing. David Juřík

## 1) Úvod

Taktový jízdní řád? Vždyť to jezdí pořád stejně – co na tom chcete řešit? Není to nuda? Není!

Taktový jízdní řád je způsob organizace zejména veřejné osobní dopravy. Využití nalézá nejen na železnici, setkat se s ním můžete například i na páteřních linkách v autobusové dopravě. Taktový jízdní řád je založen na pevném intervalu linek (doba taktu), které se potkávají v taktových uzlech, kde je mezi nimi umožněn vzájemný přestup. Tyto linky mají navíc jednotnou osu symetrie, což znamená, že návaznosti uskutečnitelné v jednom směru mohou proběhnout i při cestě zpět. Zejména pro železnici tvořící páteř veřejné dopravy tak nabízí optimalizovanými přestupy mezi sítí intenzivně obsluhovaných páteřních linek potřebnou alternativu prostorové dostupnosti, kterou přirozeně nabízí individuální doprava. Je-li síť taktového jízdního řádu nabízena v uceleném území, mezi různými dopravními módy nebo úrovněmi nabídky (dálková, regionální a městská doprava), hovoříme o integrálním taktovém grafikonu.



Obrázek 1 Znárodnění principu integrálního taktového jízdního řádu (zdroj: Stohler, 1994)

Uveďme si jednoduchý příklad. Vždy v celou hodinu (X:00) se vlaky setkají v uzlu, cestující mohou přestoupit na libovolný spoj. Krátce po celé hodině se vlaky vydají na cestu. Po uplynutí poloviny doby taktu (při hodinovém taktu tedy v X:30) se setkají protisměrné spoje dané linky, na jednokolejné trati dochází ke křížování. Krátce před následující celou hodinou se vlaky opět sjedou do uzlu, aby mohly být uskutečněny stejné přestupní vazby, jako předešlou hodinu.

Vnější forma taktového jízdního řádu je sice uživatelsky přívětivá a jeví se jako snadná věc, avšak návrh celého funkčního systému se všemi přepravními a provozními souvislostmi je skutečně náročná úloha – na našem projektu se tak studenti snaží pochopit, jak vypadají plánovací děje „za oponou“, aby byl taktový jízdní řád „dobrým sluhou“ a nikoli „špatným pánem“.

Studenti se schází na pravidelných schůzkách po dvou týdnech, část z nich je v úzkém kolektivu projektu, část je společná pro všechny sesterské „taktové projekty“. Reflektujeme zde aktuální témata, zpracováváme případové studie a prezentujeme připravené závěrečné práce. Studenty motivujeme k zahraničním výjezdům k našim partnerům na univerzitách i v praxi. Zpravidla jednou ročně pak pořádáme zahraniční studentskou exkurzi k objednatelům, dopravcům i správcům infrastruktury pro načerpání další dobré praxe v oboru.

## 2) Činnost projektu

Projekt vznikl z iniciativy někdejších studentů Víta Janoše a Karla Baudyše, kteří v 90. letech minulého století hledali chytřejší řešení propadu poptávky po železniční dopravě, než je omezování nabídky. Inspiraci našli především ve švýcarském projektu Bahn 2000, ale i v Německu, Rakousku a Nizozemsku. Zázemí pro svou badatelskou činnost našli coby doktorandi na Ústavu aplikované matematiky u prof. Vlčka a doc. Taufera, kde v roce 2000 vznikl i současný projekt (který však za dobu existence prošel mnoha variantami názvů, z nichž historicky první byl „Možnosti zavedení integrálního taktového grafikonu v podmínkách České republiky“). Díky zahraničním akademickým a pracovním stáží (např. TU Dresden, ETH Zürich, SBB, BEG München) se podařilo získat nejen dostatečné množství kontaktů na „taktově laděné“ kolegy, ale i na respektované akademiky, špičkové odborníky, a získat tak i potřebné know-how. Intenzivní osvětovou činností se s prvními absolventy podařilo získat i šířitele myšlenek na domácí půdě. Změna tradičních metod „komerční“ konstrukce grafikonu nebyla snadná ani rychlá. Když se v letech 2004–2005 začaly na pracovních jednáních k přípravě jízdního řádu používat pojmy jako „taktový uzel“, „osa symetrie“, či systémová jízdní doba“, působilo to jako setkání železničních praktiků s mimozemskou civilizací – vždyť železnice není modelové kolejiště, kde si můžete pouštět vláčky dokola pro radost! Jaképak šedé teorie? Zelený je strom života! Naši mimozemšťané se však odradit nenechali. Po několika letech „taktové osvěty“ a intenzivní podpory ze strany Ministerstva dopravy ale konečně i České dráhy vzaly myšlenku za svou – možná si vzpomenete na slogany jako „Změňte taktiku – do Brna nyní jezdíme každou hodinu!“

Postupem času se s dalšími absolventy metodika práce s jízdními řády ve formě taktových linek stala běžnou praxí v dálkové dopravě i u řady krajských objednatelů veřejné dopravy a v návrhu provozních koncepcí rozsáhlejších dopravních projektů staveb. Zároveň s vyčerpáváním kapacity a možností infrastruktury dochází k potřebě ještě mnohem preciznějšího plánování koordinace v otázce nákupu nových vozidel a zejména návrhu dopravních staveb tak, aby dosažením tzv. systémových jízdních dob umožňovaly další zlepšení nabídky taktových linek a přestupů. Práce tedy rozhodně nekončí.

Kromě praktické spolupráce s jednotlivými objednateli veřejné dopravy a dopravci se účastníci projektu též podílí na výzkumné činnosti zlepšující podmínky pro další implementaci principu taktového grafikonu v podmínkách České republiky. Prvním počinem byla kapacitní analýza dálkové dopravy sledující optimální taktové uzly sítě z pohledu přestupních vazeb a prostorové dostupnosti území. V rámci grantů Technologické agentury ČR jsme pro Ministerstvo dopravy a Správu železnic tvořili metodiku „Optimalizace rozvoje železničního systému ČR z pohledu přepravních potřeb“ sledující koordinaci změn v oblasti infrastruktury a vozidel, zkoumali optimální hierarchii linek v obsluze území veřejnou drážní dopravou a v poslední době se věnujeme především příležitostem zavedení vysokorychlostní dopravy.

## 3) Závěrečné práce

Rok	Typ	Autor	Název
2022	BP	Cieslar, Tomáš	Návrh systému páteřních linek veřejné dopravy v Moravskoslezském kraji
2022	DP	Šafranko, Vojtěch	Ověření provozních konceptů uzlu Hradec Králové po modernizaci simulací
2022	DP	Macháček, Vít	Možnosti rozvoje tarifního systému Pražské integrované dopravy
2021	BP	Fišl, Kristián	Proověření tras dálkových vlaků na trati Praha – Beroun
2021	BP	Králová, Anežka	Návrh nové koncepce obsluhy města Kralupy nad Vltavou autobusovou dopravou
2021	DP	Juřík, David Bc.	Návrh provozního konceptu na trati Olomouc – Krnov – Opava po rekonstrukci tratě
2020	BP	Macháček, Vít	Obsluha poslední míle ve veřejné dopravě taxislužbou
2020	BP	Smetana, Leoš	Využití veřejné linkové autobusové dopravy pro zlepšení místní obsluhy Jaroměře

Rok	Typ	Autor	Název
2020	DP	Kužel Vojtěch	Alternativy provozního konceptu projektu Praha – Kladno a letiště
2019	BP	Šafranko, Vojtěch	Návrh koncepce osobní dopravy na železniční trati Hradec Králové – Častolovice
2019	BP	Juřík, David	Prověření návrhu provozního konceptu železniční trati Olomouc – Uničov – Šumperk
2019	DP	Fridrišek, Petr	Návrh nové koncepce regionální obsluhy na trati Ostrava – Valašské Meziříčí
2019	DP	Mazel, Dominik	Prověření zkrácení jízdních dob vlakové linky R13 Brno – Břeclav – Olomouc
2018	BP	Kužel, Vojtěch	Provozní koncepce vlaků osobní dopravy na železniční trati Lovosice – Most
2018	DP	Genzer, Šimon	Provozní koncepce osobní železniční dopravy na trati Plzeň – Domažlice
2018	DP	Vávra, Rudolf	Dálková železniční osobní doprava v relacích Praha – Drážďany/Cheb
2018	DP	Papež, Radek	Regionální železniční doprava v Královéhradeckém kraji po roce 2021
2018	DP	Vašíček, Rostislav	Návrh nové provozní koncepce MHD v Bilinech
2017	BP	Mazel, Dominik	Prověření prodloužení linky S91 IDS JMK do Myjavy
2016	BP	Vávra, Rudolf	Prověření konkurenceschopnosti železniční osobní dopravy v relaci Rakovník-Praha
2016	DP	Dufek, Jakub	Provozní návrh dvousegmentové regionální obsluhy na trati Praha – Kolín
2016	DP	Hába, Ondřej	Provozní porovnání vozby osobních vlaků v závislé a nezávislé trakci
2015	BP	Papež, Radek	Koncepce příměstské železniční dopravy v Hradeckopardubické metropolitní oblasti
2015	BP	Vašíček, Rostislav	Vymezení páteřních linek veřejné dopravy v kraji Vysočina
2015	DP	Buzák, Jan	Hodnocení příležitostí dálkové železniční dopravy v České republice
2014	BP	Dufek, Jakub	Prověření pásmového GVD v příměstské dopravě v pražské aglomeraci
2014	DP	Stach, Martin	Optimalizace dopravní obslužnosti okresu Český Krumlov
2014	DP	Coufal, Lukáš	Restrukturalizace nabídky veřejné dopravy v příhraniční oblasti Klatovska
2013	BP	Buzák, Jan	Prověření dvousegmentové obsluhy vybraných relací dálkovou železniční dopravou
2013	DP	Konečný, Martin	Optimalizace dopravní obslužnosti území okresu Jeseník
2013	DP	Macek, Václav	Harmonizace pásmového GVD s trasami nákladní dopravy v pražské aglomeraci
2012	BP	Stach, Martin	Návrh konceptu taktové dopravy v oblasti Českokrumlovska
2012	BP	Coufal, Lukáš	Koncepce nabídky systému veřejné dopravy v příhraničních oblastech
2012	DP	Kříž, Milan	Vzájemný vztah mezi VD a ID při dopravní obsluze území

Aplikace principů taktového jízdního řádu probíhá ve všech plánovacích úrovních – ať již v krátkodobé přípravě jízdního řádu (co lze udělat v současné době, se stávajícími vozidly a na stávající infrastruktuře), přes střednědobé koncepční plánování (jaké taktové uzly a systémové jízdní doby lze získat změnou vozidel či úpravami infrastruktury) až po plánování strategické (výhledové uspořádání taktových uzlů po realizaci nových infrastrukturních projektů, využití sítě rychlých spojení apod.). Závěrečné práce vychází ze zájmů studentů a aktuálních výzev, především potřeb objednatelů veřejné drážní dopravy. Každý student se tak v rámci práce na projekt může zaměřit na předmět svých zájmů.

I díky dostupnosti softwarových nástrojů pro konstrukci grafikonu a jejich ověření mikrosimulací provozu ve vytipovaných úzkých hrdlech dosahují absolventské práce excelentní kvality, kdy se stěžejní část práce diplomanta týká samotného návrhu a hodnocení jeho variant, a ne převážně jeho samotným vypracováním. Řada prací dosáhla na pochvalu děkanem za vynikající zpracování závěrečné práce a případně i uplatnění v praxi samotného absolventa. Například práce „Provozní koncepce vlaků osobní dopravy na železniční trati Lovosice – Most“ byla oceněna v soutěži Česká dopravní stavba, technologie a inovace 2019.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Více než tři ze čtyř absolventů našeho projektu zůstávají v oboru veřejné dopravy a pracují u objednatelů (Ministerstvo dopravy, krajské a městské objednatelé a jejich organizace – ROPID a IDSK, IDS JMK, KODIS, Královéhradecký kraj a další), dopravců (České dráhy, Leo Express a další), projektantů (AFRY a další), správců infrastruktury (Správa železnic) a ve státní správě a samosprávě. Ti ostatní nezřídka dále působí v akademické sféře a připravují pro praxi další kolegy.

Spojení s absolventy z praxe nám umožňuje jednak řešit aktuální problémy s dostatkem podkladů pro motivovaného zadavatele, tak získat kvalitní oponenty závěrečných prací a potřebnou zpětnou vazbu pro kvalitu výuky. Poptávka po našich absolventech přitom dlouhodobě překračuje naše možnosti.

### **5) Závěr**

Ani po bezmála 30 letech není téma plánování nabídky veřejné drážní dopravy prostřednictvím nástrojů integrálního taktového grafikonu vyčerpáno a přináší nám stále nové výzvy. Postupem času též díky přesahům do jiných specializací vznikla celá řada sesterských projektů akcentujících i jiné stránky – jako je konkurenceschopnost veřejné dopravy jako celku, specifika nákladní dopravy, využití nástrojů analytického modelování dopravy – zjišťování potenciální poptávky, kvalitní návrhy obsluhy území regionu nebo dopravní chování – analýza motivací skupin osob při rozhodování v systému dopravy. Pole uplatnění vašich myšlenek je tedy velmi široké a rádi je s vámi probereme – navštivte naše internetové stránky, poptejte se nebo přijďte na projektovou schůzku nanečisto.

Záliba v jízdních řádech je většinou společností mnohdy považována za úchylku – u nás stydět nemusíte, proveďte coming-out (s ohledem na přihlašování do studentských projektů vlastně „coming-in“) a budete mezi svými! Každý zájemce o jízdni řády a plánování veřejné dopravy je u nás srdečně vítán!

#### **Použité zdroje:**

- Stránka projektu [takt.fd.cvut.cz/IG/](http://takt.fd.cvut.cz/IG/)
- Stohler, W.: Zeitdistanzen statt Raumdistanzen – Flächendeckende Angebotskonzepte für Bahn und Bus., In: SRL Schriftenreihe, Bericht über die Tagung „um die Wette leben – Geschwindigkeit, Raum, Zeit“, Bochum, 1994

# Podpora mobility v regionech

17X1RG – Ústav logistiky a managementu dopravy

Bc. Štefan Drozd

## Vedoucí projektu:

- Ing. Petr Fridrišek
- Ing. Stanislav Metelka

## 1) Úvod

Projekt podpora mobility v regionech se věnuje jednotlivým dopravním módům – jejich konkrétním aplikacím, současným trendům a provázanosti mezi nimi. Projekt stojí na třech hlavních pilířích.

Prvním z pilířů je mobilita, kde se snažíme skloubit udržitelný dopravní systém s osobními potřebami jeho uživatelů. Na jedné straně stojí charakteristické vlastnosti dopravních módů (rychlost, kapacita, náklady per capita), na straně druhé zájmy uživatelů (cena přepravy, dostupnost, cestovní doba). Vhodným výběrem dopravních módů a jejich synergií můžeme dosáhnout přijatelného řešení pro obě strany.

Dalším neméně důležitým pilířem je dopravní systém a jeho parametry, kdy dobře nastavený dopravní systém je efektivní a zároveň dostupný. Při jeho návrhu je potřeba sladit provozní koncept s tarifem a celou řadou dalších provozních a organizačních opatření. Při projektové přípravě se klade důraz na jejich provázanost a vyhodnocují se dopady na cestujícího.

Třetím pilířem, bez kterého by projekt nemohl existovat je samotný provoz a provozní situace. Integrovanému dopravnímu systému se bohužel nevyhnou menší či rozsáhlejší omezení provozu. Pokud o nich víme předem, zpravidla tvoříme výlukové opatření k eliminaci jejich dopadu na provoz. V případě mimořádnosti pak vzniklou situaci řešíme pomocí operativního řízení. Pokud máme pro tyto případy sestaveny scénáře nebo modelové postupy, je jejich aplikace při operativním řízení výrazně jednodušší. Dochází k seznámení se s konceptem pojetí mobility jako služby, prezentaci silných stránek veřejné dopravy a hledání vhodných řešení pro zajištění přepravy na „poslední míli“.

Všechny tři pilíře zastřešují ucelený pohled na přepravní řetězec, kdy se znalostí místních specifik, se systémovým přístupem a zkušenostmi z okolních provozů či případových studií je možno dosáhnout vyváženého a efektivního řešení.

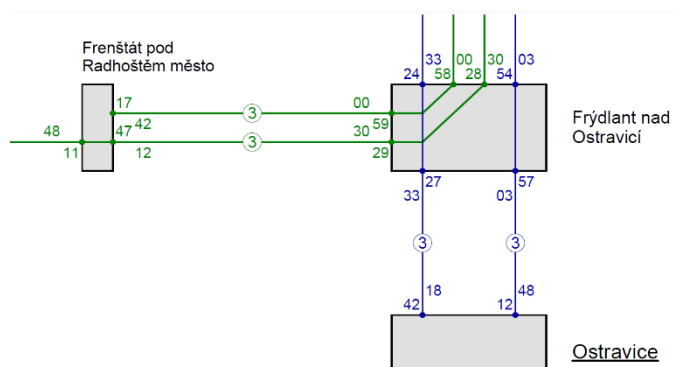
Projekt podpora mobility v regionech je součástí taktových projektů. Jednou měsíčně se organizují společné koordinační schůzky společně s projekty Integrovaný taktový grafikon v ČR, Konkurenceschopná veřejná doprava, Rozvoj / Technologie nákladní dopravy a Modelování dopravní poptávky. Na těchto schůzkách dochází k řešení společných témat, problémů a nechybí ani diskuse na odborné úrovni. Naše schůzky jsou obohaceny nejen zkušenostmi vedoucích projektů a studentů, ale probíhají za přátelské atmosféry a mnohdy i čestné účasti absolventů. Dále se také v měsíčním taktu konají tzv. malé projektové schůzky jednotlivých projektů odděleně. Zde se nabízí prostor ponořit se hlouběji do jednotlivých témat a nacházet tak řešení daných problémů.

## 2) Činnost projektu

Jedná se o poměrně nový projekt, který byl založen v akademickém roce 2020/2021, kdy přijal svého prvního studenta. Od svého založení dochází k úzké spolupráci s projektem Konkurenceschopná veřejná doprava. Tyto dva projekty spolu mají mnoho společného, neboť se jejich pole působnosti prolínají, a to především právě v oblasti veřejné dopravy, ale také při řešení provázanosti jednotlivých dopravních módů. Za krátkou dobu své existence na projektu vznikla zajímavá semestrální práce, která se věnovala parkovací politice na území města Klášterce nad Ohří, kdy předmětem bylo analyzovat současný stav a následně navrhnout vhodná řešení. Dále se získané poznatky zhmotnily v podobě bakalářské práce.

V současné době se těžištěm projektu stala městská mobilita na území hlavního města Prahy, konkrétně se zaměřením na koncept provozu nákladních kol určených pro doručování zásilek na poslední míli. Mimo městskou mobilitu jsou řešena i témata týkající se regionální dopravy jak železniční, tak autobusové. V rámci praxe se zaměřujeme na poznání v terénu, kdy se jak vedoucí, tak studenti účastní například konkrétních případových studií v regionech, kdy jako příklad lze uvést analýzu pohybu cestujících v rámci dojížděky a vyjížděky v oblasti Lovosic.

Jsme přesvědčeni, že sešraný a aktivní tým je dalším pilířem celého projektu. Projektový tým projektu je aktuálně složený ze tří členů. Petra Fridriška, který pochází z Ostravska, na fakultě studoval obor DOS a navázal studiem v oboru LA. V rámci magisterského studia studoval jeden semestr v Belgii, kde se věnoval konceptu „mobility jako služby“ (Mobility-as-a-Service), se kterým je tento projekt úzce spjat. Zkušenost ze zahraničí a přátelský kolektiv na Taktových projektech jej přivedly až do doktorského studia, během kterého realizoval studijní pobyt v belgických Antverpách. Petr prošel praxí u několika osobních dopravců, v současnosti spolupracuje se společností Koordinátor ODIS. Rád se věnuje především regionálním tématům z různých koutů ČR.



Obrázek 1 Síťová grafika, Diplomová práce Petr Fridrišek

Dalším členem je Stanislav Metelka, olomoucký lokální patriot, který se již po mnoho let věnuje tématu městské hromadné dopravy. V rámci oboru LOG se zabýval nejprve příměstskými autobusy ve svém rodném městě, aby poté s půlroční zahraniční zkušeností z vlakotramvajové Mekky Karlsruhe přenesl tento dopravní prostředek i do středu Moravy. Mimo fakultu Standa působí v organizaci IDSK, kde se věnuje problematice železniční dopravy v pražské aglomeraci.



Obrázek 2 Vlakotramvaje Karlsruhe

Své místo v týmu má i Štefan Drozd. Ten pochází ze severozápadních Čech z Klášterce nad Ohří, kde vystudoval všeobecné osmileté gymnázium a aktivně se zapojuje do dění ve městě. Na dopravce v září 2021 vystudoval bakalářský obor LOG a nyní pokračuje na magisterském studiu v oboru LA. Ve své bakalářské práci se zabýval tématem alternativních způsobů dopravy v Klášterci nad Ohří.

Do budoucna je cílem projektu věnovat se nadále tématům spojených s městskou a regionální mobilitou. Integrovat nejnovější poznatky z praxe do diskusí nad projekty a implementovat tak výsledky vědecké práce do praxe. Výzvou je rozšíření projektového týmu o další vedoucí, absolventy i studenty, stejně tak rozšíření okruhu řešených témat.

### 3) Závěrečné práce

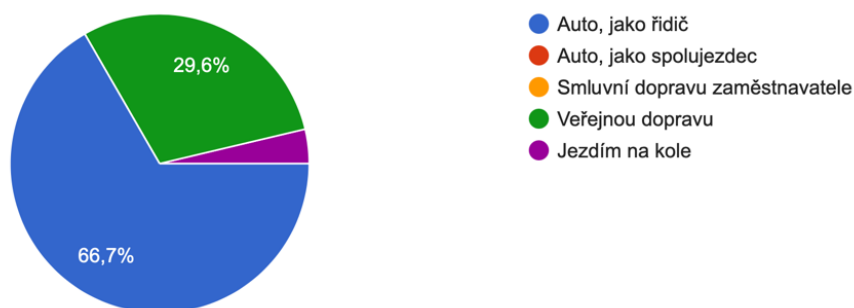
Tabulka 1 Závěrečné práce

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
Štefan Drozd	Alternativní způsoby dopravy v Klášterci nad Ohří	BP	2021

Závěrečná práce Štefana Drozda se zabývá alternativními způsoby dopravy na katastru Klášterce nad Ohří. Práce je rozčleněna do 4 hlavních kapitol, kdy každá řeší jiný způsob dopravy, ale vzájemně jsou zejména v návrhové části provázány. První část práce se zabývá popisem a vymezením zkoumaného území. Druhá část obsahuje analýzu městské hromadné dopravy v Klášterci nad Ohří a dotazníkové šetření, ze kterého čerpají ostatní kapitoly. Třetí kapitola se věnuje cyklo dopravě a návrhům na její rozvoj. Čtvrtá část navrhuje řešení dopravního terminálu Klášterec nad Ohří.

Jaký dopravní prostředek využíváte při cestě do práce?

27 odpovědí



Obrázek 3 Dílčí výsledek dotazníkového šetření pro analytickou část bakalářské práce

### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Na projektu je snahou obohatit teorii o poznatky z praxe v ČR i zahraničí. Některé zkušenosti však nelze předat zprostředkovaně, je lépe je zažít tzv. na vlastní kůži. Díky vedoucím projektu spolupracujeme s Koordinátorem ODIS s.r.o., či Integrovanou dopravou Středočeského kraje. Spolupracujeme také se samosprávou, kdy vzniklé návrhy ze závěrečné práce Štefana Drozda se již téměř všechny podařilo ve spolupráci s městem Klášterec nad Ohří realizovat. Náš zatím jediný absolvent, přestože je stále studentem magisterského studia, se již uplatnil na oddělení plánování logistiky balíkových zásilek na České poště, kde také čerpá inspiraci pro zpracování své diplomové práce. Právě proto je možné i Českou poštu s.p. zařadit mezi partnery projektu.

### 5) Závěr

Projekt podpora mobility v regionech je jistě perspektivním projektem. Díky modernímu pojetí nezaostává za aktuálními trendy v dopravě. Vše je také podpořeno velkou erudiicí jeho vedoucích. Atmosféra na projektu je velmi přátelská, avšak diskuse jsou velmi věcné a konstruktivní. Projekt by si do budoucna určitě zasloužil více studentů, kteří jistě přinesou další zajímavá témata, díky čemuž budeme moci i nadále zlepšovat své, ale nejen své okolí.

### Použité zdroje:

- Alternativní způsoby dopravy v Klášterci nad Ohří. Praha, 2021. Bakalářská práce. ČVUT. Vedoucí práce Ing. Petr Fridrišek, Ing. Vít Janoš, Ph.D.
- Takt.fd.cvut.cz [online]. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, 2021 [cit. 2022-11-07]. Dostupné z: <https://takt.fd.cvut.cz/projekty-mobilita.php>

# VYUŽITÍ ELEKTRONICKÝCH DAT VELKÉHO OBJEMU (BIG DATA) V DOPRAVĚ

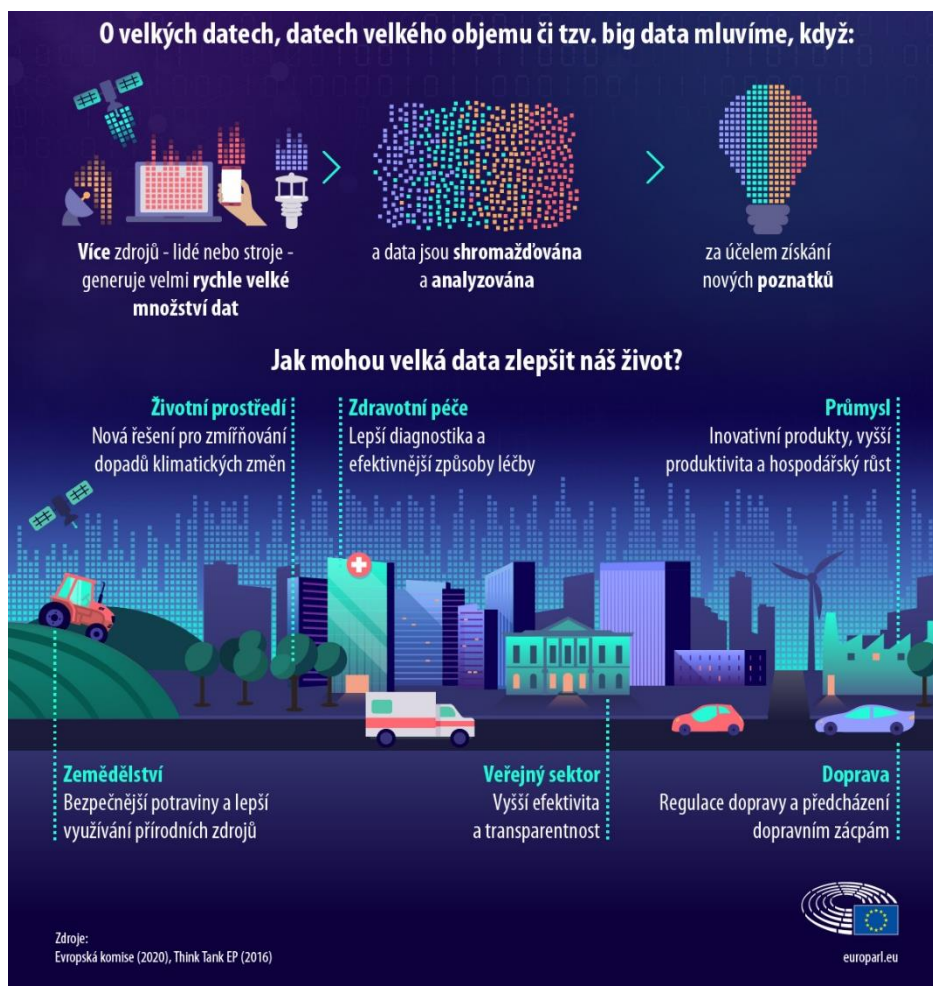
K617 – Ústav logistiky a managementu dopravy

Bc. Andrea Lhotská, Bc. Michaela Sesztáková

## Vedoucí projektu:

- Ing. Mgr. Václav Baroch, Ph.D.

## 1) Úvod



Obrázek 1 Co jsou Big Data?

Jak lze využít množství užitečných dat, která se v reálném čase objevují v našem okolí? Tato data kolem nás proudí často zcela nepovšimnuta, ačkoli by mohla být velmi užitečná pro zefektivnění nejrůznějších procesů ve všech oblastech lidské činnosti. V projektu se zaměřujeme na hledání takových dat a možnosti jejich využití v dopravě a příbuzných oborech.

Na základě získaných informací pak můžeme úspěšně předvídat budoucnost!



## 2) Činnost projektu

V rámci projektu Využití elektronických dat velkého objemu (BIG DATA) v dopravě je studentům přibližován obor velkých dat ve specializaci na dopravu. Projekt dává studentům šanci uchytit se na pracovním trhu v tomto oboru.

K podpoře nápadů studentů máme v projektu líheň startupů na Fóru projektů. Od roku 2016 je ve Fóru projektů zveřejněno téměř 150 nápadů s podrobnou dokumentací. Z těchto potenciálních startupů je možné vybírat pro budoucí zpracování bakalářských či diplomových prací a studenti tak mají možnost zrealizovat počáteční nápad v praxi.



- Nejzajímavější startupové nápady z Fóra projektů dovést ke skutečné realizaci.
- Hledat pro vybrané projekty investory (granty, sponzory).
- Budovat spolupráci ve firmách a organizacích.
- Otvírat se spolupráci s ostatními katedrami a fakultami.
- Podněcovat a podporovat studenty v promýšlení dalších zajímavých nápadů.
- Účastnit se soutěží, startupů, např. soutěže Word Cup.

### Fórum projektů

V rámci projektu, společně s předmětem 17MID, mají studenti možnost nahlédnout a přispět do fóra projektů. Toto fórum je místo pro studentské nápady rozpracované do formy hodné představení potencionálním investorům. V současné době se zde nachází 148 nápadů s podrobnou dokumentací. V rámci ochrany těchto nápadů je část obsahující detailní informace o projektech přístupná pouze členům projektu a partnerského předmětu 17MID.

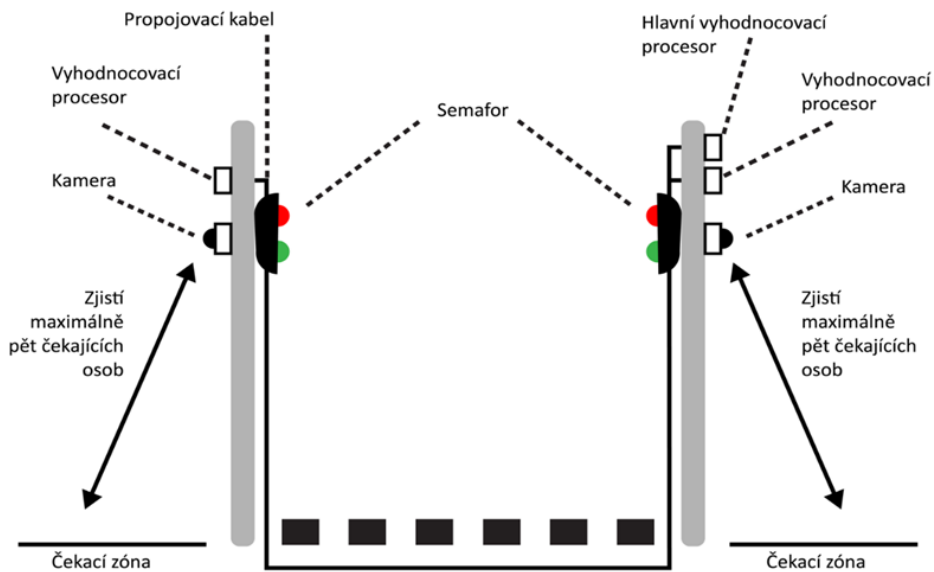
#### - Příklady interních projektů

Smart kontejnery na odpad: Systém pro operativní sledování zaplněnosti odpadových kontejnerů a optimalizaci jejich svozu.



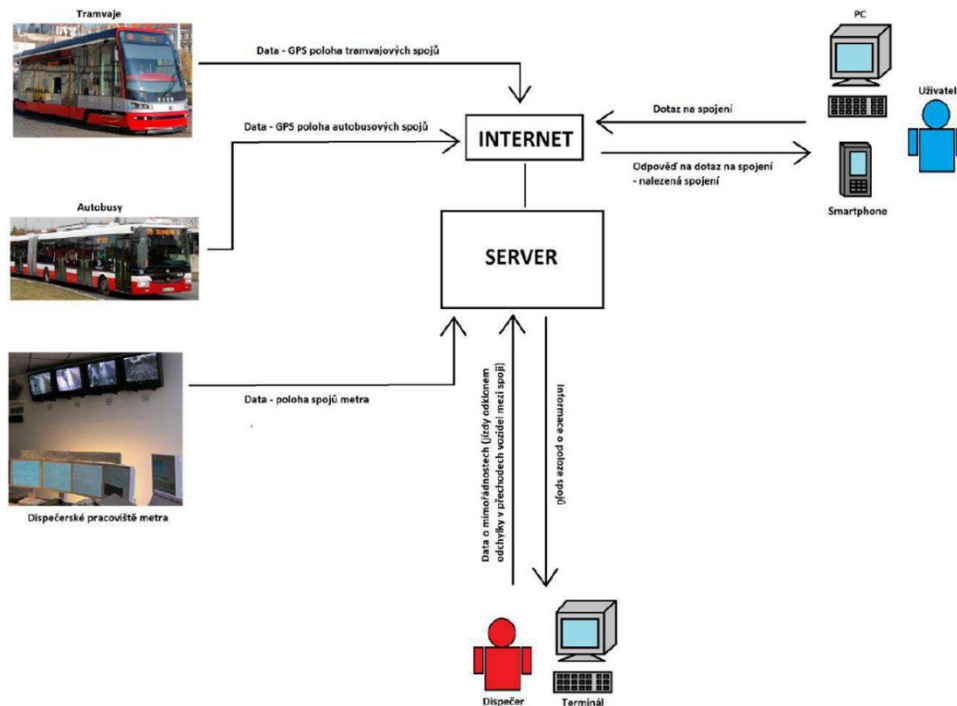
Obrázek 2 Smart kontejnery na odpad

Automatizace přechodů pro chodce: Pro přechody se semafor optimalizuje časy čekajících chodců a zrychluje propustnost přechodu pro auta. Zelená se nespouští automaticky, ale na základě aktuálně zjišťovaných dat a výpočtů.



Obrázek 3 Automatizace přechodů pro chodce

Vyhledávač spojení v MHD Praha v reálném čase: Návrh systému, který na základě přesné aktuální polohy spojů a informací o mimořádnostech (odklonové trasy) vyhledává spojení „v reálném čase“.



Obrázek 4 Vyhledávač spojení v MHD Praha v reálném čase

#### 4) Závěrečné práce

Absolventské práce obhájené v rámci projektu Big Data jsou zpravidla oceňovány nejen cenou děkana, ale také cenou Prof. Ing. Jaroslava Vlčka, DrSc..

Název práce	Typ práce	Autor	Obhajoba
Využití chytrého automobilu pro snížení rizika nehody	diplomová	Ing. Nuriya Kudabayeva	20.6.2018
Řízení světelných křižovatek s podporou sítě Internet of Things	diplomová	Ing. Jan Crha	20.6.2018
Výrobní informační systém PHARIS a jeho zavedení do praxe	diplomová	Ing. Mgr. Matúš Pereszlenyi	21. 6. 2018
Návrh nízkonákladového telematického systému pro správu vozového parku	diplomová	Ing. Radomír Pečínka	21.6.2019
Parkoviště a jejich integrované řešení	bakalářská	Ing. Jan Friedel	10.9.2019
Chytré řešení přednosti v jízdě integrovaného záchranného systému	bakalářská	Bc. Filip Houštěcký	20.1.2021
Proplavování na vodních dílech Štěchovice a Vrané nad Vltavou	diplomová	Ing. Jan Friedel	11.9.2021

#### VYUŽITÍ CHYTRÉHO AUTOMOBILU PRO SNÍŽENÍ RIZIKA NEHODY (ING. NURIYA KUDABAYEVA)

Předmětem diplomové práce "Využití chytrého automobilu pro snížení rizika nehody" je projekt chytrého auta pro zmírnění negativních dopadů dopravních nehod z důvodu usnutí řidiče, srdečných záchvatů či ztráty vědomí. V práci se podrobně zabývá materiály s dopravními nehodami, a také psychologie vzniku silničních dopravních nehod. Praktická část se zabývá kalkulací vývoje chytrého auta z ekonomického pohledu. Na závěr je zhodnocení výsledku, které jsem dostala následně při rozpočtu vývoje chytrého auta.

#### ŘÍZENÍ SVĚTELNÝCH KŘIŽOVATEK S PODPOROU SÍTĚ INTERNET OF THINGS (ING. JAN CRHA)

Předmětem diplomové práce "Řízení světelných křižovatek s podporou sítě Internet of Things" je řešení řízení světelných křižovatek a jejich optimalizace s fuzzy regulátorem a internetu věcí podle intenzity dopravního proudu. Cílem diplomové práce je vytvoření modelu světelné křižovatky propojené v síti internetu věcí. Zaměřil jsem se na řízení křižovatek dle fuzzy řadiče a na modely inteligentních křižovatek IoT. Zvolený problém jsem řešil na čtyřramenné křižovatce podle teorie hromadné obsluhy, pomocí intenzit, Markovského rozhodovacího procesu a s teorií toku v síti.

#### VÝROBNÍ INFORMAČNÍ SYSTÉM PHARIS A JEHO ZAVEDENÍ DO PRAXE (ING. MGR. MATÚŠ PERESZLÉNYI)

Diplomová práce se zabývá implementací výrobního informačního systému (MES) PHARIS v prostředí výrobního podniku Rama Bohemia. Cílem práce je stanovit a ověřit hypotézy a popsat výrobní proces konkrétního dílu před a po zavedení MES, stejně tak proces zavedení systému MES v reálných podmínkách výrobního podniku. Na základě porovnání zkoumaných časových úseků analyzuje a vyhodnocuje ekonomický a procesní přínos tohoto systému pro vybranou společnost.

## NÁVRH NÍZKONÁKLADOVÉHO TELEMATICKÉHO SYSTÉMU PRO SPRÁVU VOZOVÉHO PARKU (ING. RADOMÍR PEČÍNKA)

Předmětem této diplomové práce je návrh telematického informačního systému, který je primárně určen pro správu vozového parku malých a středních dopravních společností. Teoretická část se zabývá obecným popisem telematických systémů pro správu vozového parku a analýzou a popisem konkurenčního trhu. V praktické části lze nalézt již vlastní návrh systému, který obsahuje návrh systému, jeho dekompozici na jednotlivé části, popis funkcí systému, finanční náklady na pořízení takového systému a porovnání s konkurenčními produkty. Výsledkem práce je model telematického informačního systému, jenž bude nabízet základní funkce systému pro správu vozového parku a z hlediska nákladů bude konkurenceschopný.

## PARKOVIŠTĚ A JEJICH INTEGROVANÉ ŘEŠENÍ (ING. JAN FRIEDEL)

Předmětem této bakalářské práce je představení možností sběru dat o obsazenosti parkovišť. Teoretická část se zabývá představením konceptu Smart Cities a rolí, kterou v něm zaujímají parkoviště. Následně jsou v práci uvedeny technické normy pro návrh parkovacích ploch a stání. Dále jsou popsány různé metody sběru dat o obsazenosti parkovišť a specifikovány typy senzorů sloužících k tomuto účelu. V praktické části jsou zpracována data z konkrétního parkoviště a je vytvořen model predikující jeho obsazenost. V závěru práce je provedena ekonomická analýza nasazení různých technologií pro sběr dat z parkovišť.

## CHYTRÉ ŘEŠENÍ PŘEDNOSTI V JÍZDĚ INTEGROVANÉHO ZÁCHRANÉHO SYSTÉMU (BC. FILIP HOUŠTECKÝ)

Předmětem bakalářské práce „Chytré řešení přednosti v jízdě integrovaného záchranného systému“ je navržení systému, který by snížil čas dojezdu integrovaného záchranného systému k dopravním nehodám. První část práce je věnována představení inteligentních dopravních systémů a vymezení oblasti zkoumání. Ve druhé části je provedena analýza potřeby využití přednosti integrovaného záchranného systému. Třetí část se věnuje vytvoření obecného návrhu systému, převážně na křižovatkách. Čtvrtá část práce je zaměřena na legislativu dopravy a celého navrženého systému. V páté části se práce věnuje rozboru analýzy a zhodnocení navrhovaného řešení.

## PROPLAVOVÁNÍ NA VODNÍCH DÍLECH ŠTĚCHOVICE A VRANÉ NAD VLTAVOU (ING. JAN FRIEDEL)

Předmětem této diplomové práce je zpracování a analýza dat o proplavování na Vltavské vodní cestě a konkrétních vodních dílech. Teoretická část poskytuje letmý pohled do světové historie vodní dopravy a dále se zabývá historií vodní dopravy na území ČR. Následně pak přibližuje současný stav vodní dopravy v porovnání s ostatními druhy dopravy z hlediska infrastruktury a počtu přepravených věcí. V praktické části jsou zpracována data z vybraného období a je provedena jejich analýza, včetně vytvoření interaktivního datového přehledu. Dále je vytvořen predikční model počtu proplavených plavidel na základě zkoumání závislosti na různých proměnných. V závěru práce je proveden rámcový návrh registračního systému proplavování a zpracována ekonomická analýza vývoje tohoto systému.

### 5) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Specialisté na Big Data patří nyní mezi nejžádanější profese na trhu práce, kde je jich absolutní nedostatek. Do projektů Big Data proudí velké investice. Největší Big Data projekty vznikají ve firmách typu Google nebo IBM, většina firem však nemá potřebné specialisty.

Absolventi projektu Využití elektronických dat velkého objemu (Big Data) v dopravě v minulosti v rámci svých bakalářských a diplomových prací spolupracovali například se Škoda Auto a.s., Integrovaným záchranným systémem České republiky, Povodí Vltavy. Další práce vznikaly jako obecný návod pro malé a střední nejen dopravní podniky nebo například ve spolupráci se společností Rama Bohemia a.s..

Projekt podporuje studenty v aktivním oslovování společností, získáváním dat, která mohou dále zpracovávat a v řešení projektů, které mají pro dané společnosti reálné uplatnění.

Po úspěšném absolvování studia na ČVUT Fakultě dopravní na projektu Big Data mají absolventi otevřené dveře do společností, zabývajících se nejen dopravou, ale do všech společností využívajících logistických řetězců nebo e-commerce.

Specialistů na Big Data je neustálý nedostatek, a proto naši studenti mají výhodu velkých znalostí už ze studijních let, které mohou v praxi nadále rozšiřovat.

### **Hodnocení absolventů**

Absolvent Ing. Jan Friedel po velice úspěšném zakončení studia nyní pracuje v nadnárodní společnosti jako webový analytik. O svém působení na projektu si chválí hlavně to, že mu projekt otevřel dveře do světa velkých dat, pomohl mu najít správný směr a i své nynější uplatnění. Na projektu se mu nejvíce líbilo nepřiliš upjaté vedení, které ale bylo zároveň zodpovědné. Při volbě tématu závěrečné práce ocenil volnost při výběru.

### **6) Závěr**

Projekt Využití elektronických dat velkého objemu (Big Data) v dopravě nabízí studentům nahlédnutí do světa perspektivního oboru. V rámci projektu mohou studenti získat cenné zkušenosti a kontakty s konkrétními zaměstnavateli v tomto odvětví. Více informací včetně veškerých kontaktů naleznete na stránkách projektu Big Data <https://bigdata.fd.cvut.cz/>. Stránky zobrazíte také po naskenování QR kódu.



#### **Použité zdroje:**

- Big data [online]. FD ČVUT [cit. 2022-10-26]. Dostupné z: <https://bigdata.fd.cvut.cz/>
- Fórum projektů [online]. FD ČVUT [cit. 2022-11-06]. Dostupné z: <https://cvut.vbsoft.cz/>

# ŘÍZENÍ A MODELOVÁNÍ SILNIČNÍ DOPRAVY

K620 – ÚSTAV DOPRAVNÍ TELEMATIKY

Bc. Malvína Benešová, Bc. Martin Zajíček

## Vedoucí projektu:

- Ing. Jiří Brož, MSc.
- Ing. Martin Langr, Ph.D.
- Ing. Kristýna Navrátilová
- Ing. Jiří Růžička, Ph.D.
- doc. Ing. Tomáš Tichý, Ph.D., MBA

## 1) Úvod

Projekt se obecně zajímá o možnosti aplikace inteligentních systémů především do řízení městských aglomerací, ale zároveň i dalších komplexnějších systémů, jako jsou tunely nebo dálnice. V rámci výuky projektu je zpřístupněna laboratoř pro řízení a modelování dopravy, kde můžeme najít křižovatkový řadič s kompletním softwarovým vybavením (Sitrafic Office, PTV VISSIM, AIMSUN, PARAMICS, OMNITRANS, LISA+, ATEAS LPR Reader) a také moderní nástroje pro modelování dopravy. Toto vybavení bylo poskytnuto společností ELTODO při otevření laboratoře v roce 2010. Laboratoř také disponuje širokou škálou vybavení pro měření dopravních dat (pneumatický, magnetický, mikrovlnný, videodetekce, kombinovaný nebo hlukoměr).

V rámci bakalářského studia jsou domluveny pravidelné schůzky, které jsou vždy přizpůsobeny rozvrhu studentů, kteří mají projekt zapsaný. Na začátku je vždy rámcově určeno, jaká témata koho zajímají a tyto témata se první rok probírají. Student má tedy dostatek času se zorientovat v jednotlivých problematikách a zvolit pro svou studentskou práci to, které ho v průběhu roku zaujalo nejvíce. Docházka na všechny schůzky není povinná, a je tedy možné docházet jen na ty hodiny, které vás opravdu zajímají. Jako student se také můžete dostat k zajímavým placeným dopravním průzkumům z praxe.

Přístup vedoucích je individuální a přátelský a zároveň mají mnoho zkušeností, které Vám srozumitelně a rádi předají.

## 2) Činnost projektu

V projektu se tedy primárně zabýváme metodami řízení dopravy, modelováním dopravy a dopravních proudů a metodami sběru dat, včetně automatických aplikací. Nedílnou součástí je také vyhodnocení dat.

Jeden z důležitých bodů jsou tedy dopravní průzkumy. Pro většinu projektů, zakázek či studentských prací je nejdůležitější vycházet z reálných a kvalitních dat. Díky široké škále dopravních detektorů a odborné pomoci z řad vedoucích projektu je kvalita dat v podstatě zaručena.

V oblasti řízení dopravy se nejčastěji setkáváme s touto problematikou: řízení dopravy v intravilánu i extravilánu, identifikace a klasifikace dopravních excesů, návrhy na zvyšování bezpečnosti dopravy, tunelové systémy, systémy pro MHD, kooperativní systémy, doprava v klidu.

Modelování dopravy nám po vyhodnocení dat slouží k možnosti ověření vhodnosti navrhovaných řešení a umožňuje tak předcházet zbytečně vynaloženým financím. Místa modelujeme na různých úrovních, dle potřeby (makro, mezi, mikro). Projekt tedy disponuje již výše zmíněnými licencemi k počítačovým technikám a simulačním softwarům. Většina z programů je intuitivní a práce s nimi je jednoduchá.

Jelikož je obor Inteligentní dopravní systémy velice perspektivní a možnosti sběru a vyhodnocení dat se neustále rozvíjí, je třeba se neustále vzdělávat a využívat nejmodernější technologie a nástroje, které se neustále vyvíjí.

Pracovali jsme také na zajímavých projektech: [RODOS](#), [UNIR](#), ZET, NOMŘÍŽ, ASLAN, HADES nebo úplně nový projekt Telematika pro středoškoláky.

### 3) Závěrečné práce

Níže můžeme vidět tabulku i s odkazy přímo do dspace na práce, které byly vypracované a úspěšně obhájené pod projektem Řízení a modelování silniční dopravy.

Z tabulky vyplývá, že projekt pokrývá širokou škálu témat. Je možné v rámci témat pracovat se simulacemi v konkrétních programech, kdy je možné simulovat dopravu na křižovatce nebo ověřovat a porovnávat různé způsoby řízení.

Dále je možné se zaměřit přímo na technologie a detektory a zkoumat jejich funkce, analyzovat jejich využití nebo zpracovávat data, která detektory poskytly. Pokud Vás zajímají Inteligentní dopravní systémy, ale zároveň Vás baví práce v CADu, je možné se najít na návrzích řízení světelných křižovatek a dále v diplomové práci rozvést řízení na dynamické. To ovšem není podmínkou a je možné si v rámci diplomové práce zvolit úplně jiné téma.

Pokud je vám naopak bližší programování je možné navrhovat softwary nebo pracovat s algoritmy pro řízení dopravních uzlů. Je také možné vrhnout se na analýzy a rešerše a prohloubit tak díky svým pracím své znalosti v konkrétním oboru, např. datové zdroje, preference MHD, databáze, tunelové systémy, prediktivní diagnostika apod.

V neposlední řadě lze tvořit metodiky, např. se zaměřením na dopravu v klidu, posuzovat kvalitu nebo ověřovat dopady určitých vybraných témat. Kromě SZZ byly v rámci závěrečných prací navrhovány i výukové databáze, řešení problematiky tranzitní dopravy nebo model řízení a informování na úseku dálnice.

S tématem práce nebo jen s tématem zájmu lze přijít za vedoucím a on Vám rád poradí, jak téma uchopit, aby bylo obhajitelné v rámci státní závěrečné práce. Nápadům se tedy meze nekladou.

*Tabulka 1: Seznam autorů a obhájených prací*

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
Ing. Jan Kapitán	<a href="#">Využití simulačního prostředí pro ověřování různých způsobů řízení na vybrané oblasti</a>	DP	2011
Bc. Ivan Boyarkin	<a href="#">Využití dotykových technologií pro dopravní průzkumy</a>	BP	2013
Bc. Lukáš Garreis	<a href="#">Problematika rozpoznávání registračních značek vozidel</a>	BP	2013
Bc. Petr Neuwirth	<a href="#">Simulace návrhu SSZ na komunikaci I/50 Slavkov u Brna</a>	BP	2013
Bc. Radim Pacík	<a href="#">Analýza využití pneumatického detektoru MetroCount v podmínkách ČR</a>	BP	2013
Bc. Tomáš Paldus	<a href="#">Bezkontaktní platební systémy v silniční dopravě</a>	BP	2013
Bc. Jiří Růžička	<a href="#">Návrh řízení na křižovatce Na Větrníku – Na Petřinách</a>	BP	2013
Ing. Jiří Růžička	<a href="#">Návrh dynamického řízení křižovatky Na Větrníku/Na Petřinách</a>	DP	2015
Ing. Ivan Boyarkin	<a href="#">Návrh softwaru pro podporu realizace dopravních průzkumů</a>	DP	2015
Ing. Kristýna Cikhartová	<a href="#">Implementace řídicího algoritmu pro oblast křižovatek</a>	DP	2015
Bc. Barbora Šikolová	<a href="#">Porovnání dopravní politiky hlavního města Prahy a australského Adelaide</a>	BP	2015
Ing. Lukáš Garreis	<a href="#">Vliv aktuální dopravní situace na dopady chování řidičů</a>	DP	2015
Bc. Marek Pavelka	<a href="#">Využití fuzzy logiky pro řízení světelné řízených křižovatek</a>	BP	2016
Bc. Veronika Vránová	<a href="#">Nalezení a zhodnocení algoritmů řízení dopravního uzlu</a>	BP	2016
Bc. Petr Hajduk	<a href="#">Světelná závora v Liberecké ulici a její vliv na emise a plynulost provozu</a>	BP	2016

Bc. Jan Vacek	<a href="#">Návrh SSZ na východním výjezdu z Karlova náměstí v Třebíči</a>	BP	2016
Ing. Lukáš Posekaný	<a href="#">Zpracování a vyhodnocení dopravních dat z videodetektoru Pico Iteris</a>	BP	2016
Ing. Petr Neuwirth	<a href="#">Dopravní řešení dvojice křižovatek na komunikaci I/50 Slavkov u Brna</a>	DP	2016
Ing. Přemysl Mucha	<a href="#">Návrh dynamického způsobu řízení na křižovatce Kunratická spojka - Vídeňská</a>	DP	2016
Ing. Vojtěch Davidík	<a href="#">Návrh a realizace katalogu dopravních technologií a rozhraní pro jeho správu</a>	DP	2016
Ing. Jan Červený	<a href="#">Využití datových zdrojů satelitních dat v dopravě</a>	BP	2017
Ing. Jan Matoušek	<a href="#">Využití inteligentního parkování v koncepci Smart city</a>	BP	2017
Ing. Štěpán Zaoral	<a href="#">Rešerše datových zdrojů satelitních dat s důrazem na aplikace v dopravě</a>	BP	2017
Ing. Jakub Krejčí	<a href="#">Analýza požadavků pro tvorbu výukové databáze dopravních dat</a>	BP	2017
Ing. Jiří Brož	<a href="#">Analýza preference MHD na křižovatkách v ulicích U Prazdroje, Rokycanská v Plzni</a>	BP	2017
Bc. Pavel Hluska	<a href="#">Návrh řízení křižovatky Velehradská třída x Sokolovská v Uherském Hradišti</a>	BP	2018
Ing. Kristýna Navrátilová	<a href="#">Metodika vyhodnocování průzkumů obsazenosti a obrátkovosti parkovacích ploch</a>	BP	2018
Ing. Adam Ulanovský	<a href="#">Prověření koordinace vybraných křižovatek ve městech Uherské Hradiště a Kunovice</a>	BP	2018
Bc. Vojtěch Smrž	<a href="#">Simulace mobilního liniového řízení na vybraném úseku dálnice</a>	BP	2018
Ing. Hana Gurková	<a href="#">Návrh světelně řízené křižovatky Lodžská - Mazurská v Praze</a>	BP	2019
Ing. Tomáš Hochman	<a href="#">Návrh světelně řízené křižovatky Náchodská - Bystrá v Praze</a>	BP	2019
Ing. Štěpán Zaoral	<a href="#">Využití informačních modelů staveb pro dopravní simulace</a>	DP	2019
Ing. Jan Červený	<a href="#">Posuzování kvality veřejného osvětlení v obcích</a>	DP	2019
Ing. Jan Matoušek	<a href="#">Ověření dopadů elektromobility na řízení a parkování ve vybrané oblasti města</a>	DP	2019
Ing. Lukáš Posekaný	<a href="#">Návrh multidetektoru pro integraci různých dopravních senzorů</a>	DP	2019
Ing. Jiří Brož	<a href="#">Využití technologie LTE-V v aplikacích V2X</a>	DP	2019
Bc. Eva Hajčiarová	<a href="#">Návrh SSZ na křižovatce I/3 x Ke Stadionu a přilehlém přechodu u Benešova</a>	BP	2020
Bc. Michaela Víznerová	<a href="#">Návrh SSZ na křižovatce Stanová x Emílie Dvořákové v Teplicích</a>	BP	2020
Ing. Jan Černý	<a href="#">Návrh světelně řízené křižovatky Husova x Václava Klementa v Mladé Boleslavi</a>	BP	2020
Ing. Jan Tesař	<a href="#">Návrh světelně řízené křižovatky Kukulova - Roentgenová v Praze</a>	BP	2020
Bc. Lukáš Svoboda	<a href="#">Posouzení účelnosti zavedení zastávek na znamení na konkrétní lince</a>	BP	2020
Ing. Jakub Krejčí	<a href="#">Návrh výukové databáze dopravních dat</a>	DP	2020
Ing. Kristýna Navrátilová	<a href="#">Hodnocení přínosů systémů chytrého parkování v uliční síti měst ČR</a>	DP	2020
Bc. Malvína Benešová	<a href="#">Uplatnění prediktivní diagnostiky v tunelech</a>	BP	2021
Bc. Valeriya Surovtseva	<a href="#">Návrh možných řešení problematiky tranzitní dopravy ve městech</a>	BP	2021
Bc. Martin Zajíček	<a href="#">Návrh SSZ na křižovatce S. K. Neumanna x Svobody v Pardubicích</a>	BP	2021
Ing. Adam Ulanovský	<a href="#">Model řízení a informování na úseku dálnice s využitím sčítačů dat a FCD</a>	DP	2021
Ing. Tomáš Hochman	<a href="#">Využití bioreaktoru pro zlepšení kvality ovzduší v hlavním městě Praze</a>	DP	2021
Ing. Hana Gurková	<a href="#">Dopady při zavedení preference elektromobility na vybraných křižovatkách</a>	DP	2022
Ing. Jan Černý	<a href="#">Návrh dynamického způsobu řízení křižovatky Husova - V. Klementa v Ml. Boleslavi</a>	DP	2022



Ing. Jan Tesař	<a href="#">Prověření rozvoje dopravy v okolí Kolbenovy ulice s dopady na DŘ na náměstí OSN</a>	DP	2022
----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	----	------

Pokud si sami nedokážete téma vybrat, je možné zajít za vedoucími projektu a oni Vám poskytnou jejich rozsáhlý seznam atraktivních témat, ze kterých si můžete konkrétně vybrat. Případně je možné se zadáními dále pracovat a upravovat je, vše je pouze o diskusi. Níže tabulka pár vybraných témat, ze kterých je možné vybírat.

Tabulka 2: Možná témata studentských prací

Téma závěrečné práce
Elektromobilita - využití přepravních ústředí aplikace na preferenci MHD
Tunelové systémy jako kritická infrastruktura - návrh rizikových přístupů
Spolehlivostní přístupy na kritické infrastruktury a implementace SIL
Autonomní vozidla a způsoby řízení a informování včetně C2X
Výzkum lidského faktoru v dopravě ve spojení s rizikem únavy
Informační technologie a optimalizace veřejné dopravy
Udržitelná mobilita v citlivých oblastech/chráněných
Možnost programování a testování na řadiči
Návrh SW aplikace pro komunikaci mezi vozidlem a infrastrukturou
Řízení dopravy při plánovaných uzavírkách a mimořádných událostech
Testování algoritmu řízení – ověření v simulaci VISSIM a AIMSUN, LISA +

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

U tohoto projektu je třeba vyzdvihnout množství kontaktů do praxe, které vedoucí projektu mají, je tedy velmi pravděpodobné, že se dostanete v rámci praxe do firmy, která se zabývá problematikou, o kterou máte skutečný zájem. Jak již bylo výše avizováno, zaměření projektu je poměrně široké a tudíž i uplatnění do budoucna je velice různorodé. Kontaktovali jsme bývalé a aktuální studenty na tomto projektu a vytvořili tabulku, která ukazuje, kde student/absolvent aktuálně pracuje a jak zpětně hodnotí tento projekt.

Tabulka 3: Aktuální uplatnění studentů a hodnocení projektu

Jméno	Firma	Pozice	Hodnocení projektu
Ing. Jan Černý	<a href="#">SWARCO TRAFFIC CZ s.r.o.</a>	Dopravní inženýr - projektant	skvělé vedení prací, výborná komunikace, něco jsme se naučili do praxe
Bc. Tomáš Plot	<a href="#">Metroprojekt a.s.</a>	Projektant komunikací	zajímavé téma projektu, ochotný a lidský přístup vedoucích, kafe zdarma
Bc. Lukáš Svoboda	<a href="#">SUDOP PRAHA a.s.</a>	Práce na projektu sdělovacího zařízení na železnici	řešení aktuálních problémů kolektivně, zajímavé a různorodé diskuse, kafe zdarma
Ing. Hana Gurková	<a href="#">INTENS Corporation</a>	Projektový manažer	pravidelné schůzky, aktuální projekty, možnost příjvůdělku
Bc. Malvína Benešová	<a href="#">Metrostav a.s.</a>	Práce na středisku údržby a provozu tunelů	viz závěr
Bc. Jan Zarecký	<a href="#">Digiteq Automotive</a>	Software vývojář	vstřícní vedoucí, jednoduchá komunikace a domluva, možnost skloubit práci a školu
	<a href="#">Siemens</a>	Admin webových aplikací	
Ing. Adam Ulanovský	<a href="#">ŘSD ČR</a>	Práce s automatickými sčítači dopravy	dostatek vědomostí do praxe, kontakty do praxe, individuální přístup
Ing. Jan Tesař	<a href="#">ETC Prague</a>	Dopravní modelace, makrosimulace, posudky SZZ, dopravní průzkumy	přátelská atmosféra, skvělé vedení, diskuse s odborníky, náhled do praxe, nejlepší projekt

Uplatnění studentů je tedy velice různorodé, ale většina z nich opravdu zůstala v praxi. Můžeme vidět dva případy projektantů, kteří v rámci svých studentských prací zpracovávali křižovatky a nyní se jimi zabývají i nadále ve své současné práci. Dále projektová manažerka Hanka zpracovává dopravní studie, vyhodnocuje data a pracuje v GISu s big data. Malvína se po zpracování bakalářské práce uchytila v Metrostavu, kde se vyučuje na technologa. A pro příklad poslední spolužák šel spíše směrem programování a nyní vyvíjí softwary a spravuje webové aplikace. Všichni jsou v praxi spokojeni a mají pěkné platové ohodnocení.

Zároveň v tabulce můžete vidět, co kromě kafe zdarma studenti na projektu ocenili.

## 5) Závěr

My osobně souhlasíme se svými bývalými i současnými kolegy na projektu a musíme hlavně vyzdvihnout samotné vedoucí projektu. Jejich přístup je velice přátelský a domluva s nimi je velice snadná, na emaily reagují s minimální prodlevou a vždy jasně a věcně. Rádi Vám poradí s bakalářskými či diplomovými pracemi, ale i se zajímají o to, jak Vám jde studium a zda vše zvládáte.

První rok projektu na nikoho netlačí a naopak pomáhají studentům, aby našli pro ně nejvhodnější téma. Včas nám připomínají termíny, které musíme dodržet, a aktivně s námi diskutují, rozvíjí naše inženýrské myšlení a hlavně nám předávají cenné zkušenosti do praxe.

Pozitivní je také pravidelný kontakt s vedoucími a možnost aktivně se podílet na aktuálních projektech, na kterých se pracuje, a to i s možností přivýdělku.

Pokud by někoho zajímalo více informací, je možné se ozvat vedoucím projektu nebo přímo nám. Najdete nás na teamsech nebo na školním mailu. Rádi Vám zodpovíme jakékoliv dotazy. Web projektu najdete níže ve zdrojích.

### Použité zdroje:

- Web projektu: <https://www.fd.cvut.cz/projects/k620x1pd/new/index.html>
- Projekt na stránkách FD: <https://www.fd.cvut.cz/studenti/projekt-detail.html?kod=89>
- Digitální knihovna ČVUT: <https://dspace.cvut.cz/>
- Aktuální a bývalí studenti projektu
- Vedoucí projektu

# DOPRAVNÍ ŘEŠENÍ PRO SMART CITY

K620 – Ústav dopravní telematiky

Jakub Bartoň, Jan Bokůvka, Tereza Grötschelová, Petr Kocián

## Vedoucí projektu:

- Ing. Viktor Beneš
- Ing. Patrik Horažďovský, Ph.D.
- Ing. Kristýna Navrátilová
- Ing. Zuzana Purkrábková
- Ing. Jiří Růžička, Ph.D.

## 1) Úvod

Termín Smart City se ve veřejném prostoru objevuje se stále větší frekvencí, a přesto pro mnoho lidí se jedná o termín, pod kterým si nedokáží představit nic moc konkrétního, případně se stanou obětí marketingových kampaní propagujících řešení, která ale nemají reálný dopad na zlepšení života ve městě. Hlavním cílem projektu je vysvětlení konceptu Smart City v širších souvislostech s důrazem na seznámení se s aktuální praxí a aktuálně běžícími projekty implementace chytrých řešení v České republice a ve světě.

Organizace projektu stojí především na pravidelných schůzkách menších skupin pracujících na společném semestrálním projektu. Výjimkou nejsou schůzky studentů napříč ročníky a ani případný individuální přístup jednotlivých vedoucích projektu.



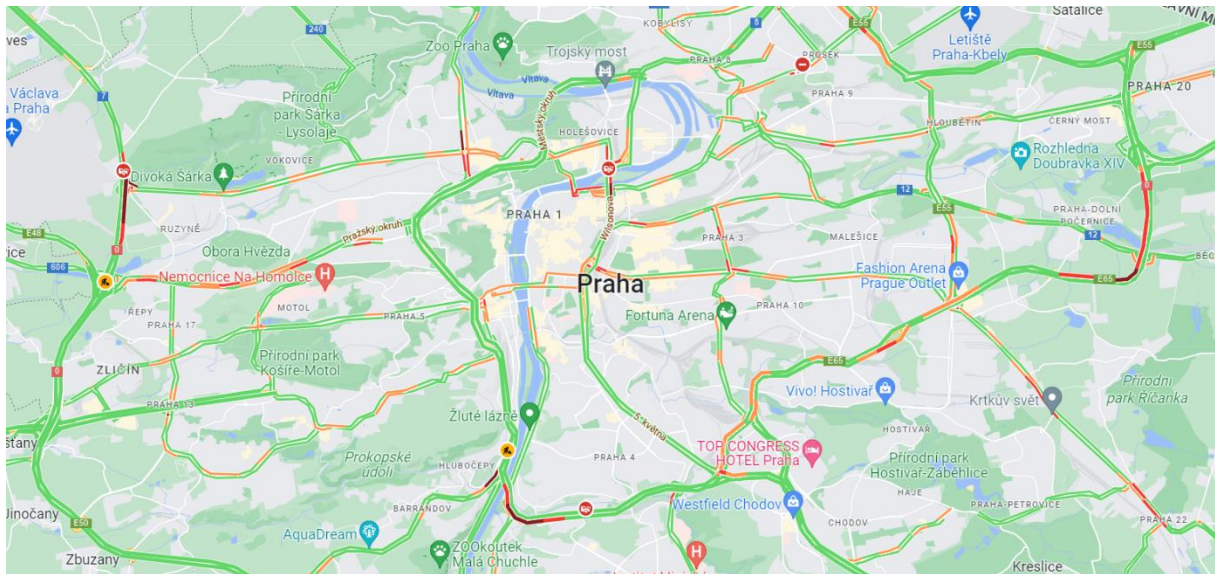
Obrázek 1: Příklad nedokonalého řešení – po pilotním projektu je „chytrá“ lavička pouze s funkcí USB nabíjení; zdroj: vlastní práce

## 2) Činnost projektu

Koncept Smart City může pod sebou zahrnovat velmi široké spektrum lidských činností, a přestože oficiálním názvem projektu je „Dopravní řešení pro Smart City“, není výjimkou, že se v rámci své práce na projektu dotkne student i takových oblastí jako je např. správa odpadového hospodářství nebo monitoring životního prostředí. Nevnímat totiž město jako živý celek, jehož problémy jsou často mezi sebou provázány, jde přímo proti filozofii Smart City. Díky své úzké provázanosti s dynamicky se rozvíjejícím odvětvím telekomunikačních technologií, které umožňují do nedávna zcela nemyslitelné aplikace, se z konceptu Smart City stává čím dál tím žádanější přístup k řízení a rozvoji určitého celku. Zároveň se klade stále větším důraz na efektivní nakládání s finančními i přírodními prostředky, a to vše na základě sesbíraných dat. A to vše je určeno nejen pro městské samosprávy nebo státní instituce, ale též i pro soukromý sektor.

Široké zaměření projektu dovoluje studentům věnovat se jakémukoliv tématu z dopravní problematiky. Jedná se například v oblasti VHD o preferenci, a to jak po stránce organizační, tak i stavební. Dále se může věnovat např. odbavovacím a informačním systémům a také provázanosti jednotlivých druhů dopravy. V oblasti pěší a cyklistické dopravy to mohou být např. návrhy aplikací usnadňujících orientaci ve městě. Samozřejmě součástí zájmu projektu je také v dnešní době velmi diskutovaná elektromobilita a infrastruktura pro elektromobilitu.

Bylo již naznačeno, že všechna skutečně chytrá řešení v duchu Smart City se potřebují opírat o dostatek dat. Projekt se věnuje také sběru dat, kdy využívá návrhů vlastní senzorické sítě nebo využívá např. open data a big data. Nutnou podmínkou pro kvalifikovaná rozhodnutí je nezbytné tato data vhodně analyzovat a v neposlední řadě vhodně prezentovat, a to např. pomocí webových rozhraní nebo mobilních aplikací.



Obrázek 2: Příklad využití Floating Car Data v dennodenním životě; zdroj: maps.google.com

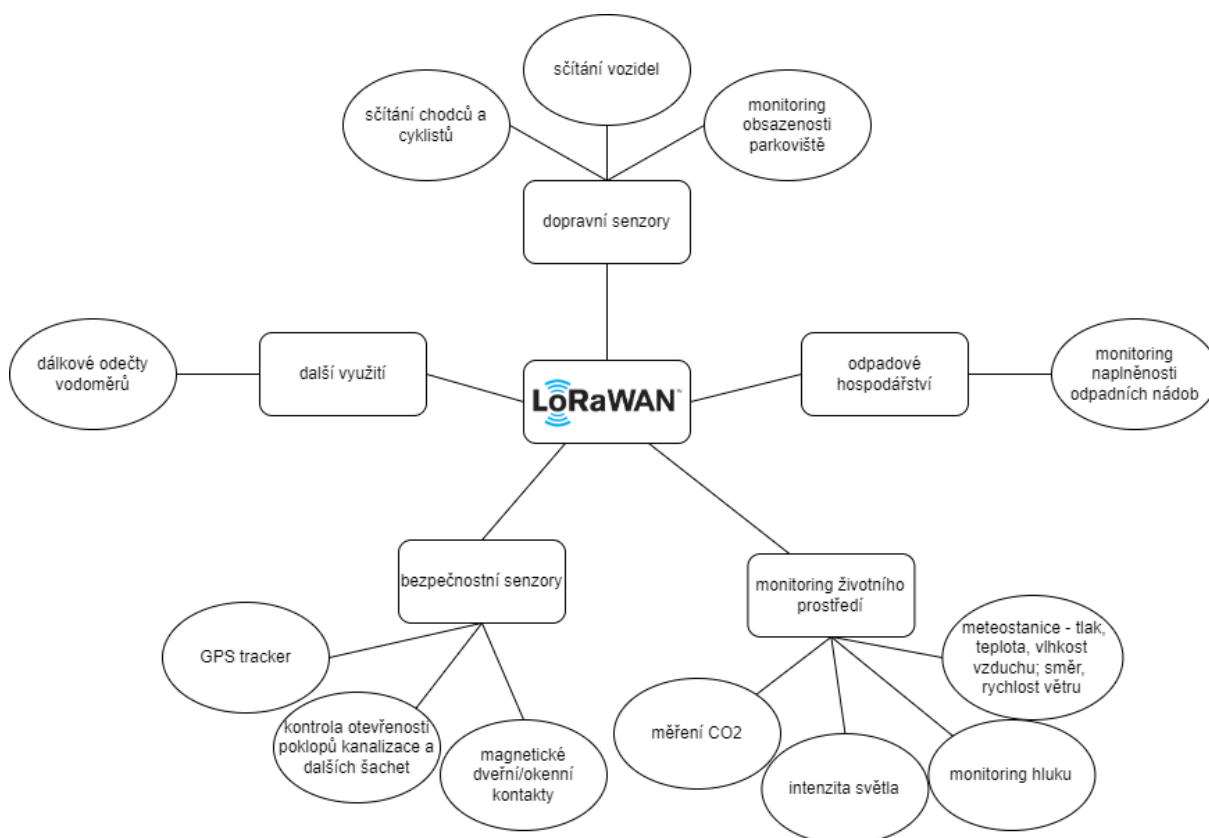
### Příklady projektů probíhajících v minulosti:

V minulosti se projekt zabýval například problematikou KPI (Key Performance Index), který hodnotil jednotlivá kritéria plnění konceptu Smart City v Praze, ale i dalších českých městech. Nejen v této práci se studenti zaměřili mj. na oblasti elektromobility, využití autonomního řízení v dopravě, mobilních aplikací, chytrého odpadového hospodářství (chytré nádoby na odpad), energetické náročnosti budov, využití big dat a umělé inteligence v turismu.

Dalším v minulosti běžícím projektem byl projekt pro polské ministerstvo místního rozvoje (Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej), jehož součástí byla studie příkladů dobré praxe v zemích Visegrádské skupiny. Projekt se zabýval např. informačním rozhraním Golemio, který je v provozu v Praze, dále poté aplikací Záchranka nebo recyklací odpadních vod v Praze.

### Aktuálně probíhající projekt:

V současné době probíhá na projektu práce na studii využitelnosti rádiové sítě LoRaWAN ve městě Hradec Králové, která byla nově instalována. Během tohoto projektu, který v době vzniku tohoto článku stále probíhá, byla provedena rešerše dostupných senzorů a jejich kategorizace dle možného využití městskou samosprávou, případně firmami zajišťujícími technické služby. Mimo toho byly vyhledány příklady dobré praxe ve městech jak ve světě, tak i v České republice, která pro svoje řešení využila síť LoRa.



Obrázek 3: Identifikované možnosti využití sítě LoRaWAN v Hradci Králové; zdroj: vlastní práce

### 3) Závěrečné práce

Témata prací se nejčastěji zabývají konkrétně identifikovanými problémy a návrhy jejich řešení v duchu konceptu Smart City. Často opakovaná témata jsou chytrá parkoviště, usměrňování dopravy, vyhodnocování FCD (Floating Car Data) a jejich využití pro řízení dopravy. Jedna z prací se zabývala též např. implementací autonomního řízení v železničním provozu.

<b>Autor</b>	<b>Název</b>	<b>Typ</b>
Richard Rek	Návrh způsobů usměrňování dopravy na chráněném území	Bakalářská práce
Tomáš Plot	Návrh usměrňování parkujících řidičů na dostupné parkovací plochy	Bakalářská práce
Dominik Kania	Zvyšování efektivity parkování na základě přístupů v rámci Smart Parking	Bakalářská práce
Tomáš Klinský	Nastavení podmínek pro sdílenou dopravu na území města Hradec Králové	Bakalářská práce
Viktor Beneš	Návrh aplikace pro optimalizaci využití přepravní kapacity	Bakalářská práce
Viktor Beneš	Predikce obsazenosti veřejných parkovacích stání	Diplomová práce
Kristýna Hlubočková	Principy a návrhy dopravních řešení dle konceptu Smart City ve městě Benešov	Bakalářská práce
Filip Hrubý	Návrh vyhodnocení kvality dopravy na základě dostupných FCD ve vybrané lokalitě	Bakalářská práce
Daniel Franc	Implementace autonomního železničního provozu do systémů reálné infrastruktury	Bakalářská práce
Lukáš Jirka	Nástroj k personalizaci dat o bariérách pro pohybové znevýhodněné	Bakalářská práce
Markéta Jirmanová	Optimalizace preferenčních opatření VHD za pomoci FCD dat	Bakalářská práce
Oliver Pulda	PR a komunikace s veřejností v konceptu Smart City	Bakalářská práce
Tomáš Hochmann	Využití bioreaktoru pro zlepšení kvality ovzduší v hlavním městě Praze	Diplomová práce

Tabulka 1 Příklad vybraných závěrečných prací obhájených na projektu

### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Jak již bylo naznačeno, projekt klade velký důraz na zapojení studentů do řešení projektů z praxe. Nejčastějšími subjekty, se kterými projekt pracuje, jsou přirozeně městské samosprávy. Významným partnerem bylo v minulosti prostřednictvím společnosti EGO s. c. – Evaluation for Government Organizations např. polské ministerstvo místního rozvoje (Ministerstwo Funduszy i Polityki Regionalnej). Absolvent projektu získává široké možnosti uplatnění ve veřejném i soukromém sektoru: odborná poradní místa v samosprávách, institucích zabývajících se městským plánováním a rozvojem, městských technických službách, dopravních podnicích, soukromých firmách navrhujících kompletní chytrá řešení, IT firmách zabývajících se Big Data/Open data a jejich využitím v městském plánování.

### 5) Závěr

Projekt reaguje na rostoucí poptávku samospráv po řešení různých problematik v duchu konceptu Smart City. Díky širokému zaměření je možné se věnovat téměř jakémoliv problematice městského plánování. Absolvent projektu má díky úzké spolupráci projektu s praxí nejen teoretické znalosti, ale i praktické zkušenosti. Detailnější informace lze nalézt na stránkách projektu (<https://smart.fd.cvut.cz/>), případně v seznamu aktuálně běžících projektů na fakultních stránkách (<https://www.fd.cvut.cz/studenti/projekt-detail.html?kod=390>)

#### Použité zdroje:

- <https://smart.fd.cvut.cz/>
- <https://www.fd.cvut.cz/studenti/projekt-detail.html?kod=390>
- <https://dspace.cvut.cz/>
- Projektový tým v aplikaci MS Teams

# HMI A INTERAKTIVNÍ SIMULACE V OBLASTI DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

K616 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

HARANT M., KŘEŠŤÁK M., ONDOMIŠI P.

## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.
- Ing. Alina Mashko
- doc. Ing. Stanislav Novotný, Ph.D.
- Ing. Adam Orlický
- Ing. Dmitry Rozhdestvenskiy, Ph.D.

## 1. Úvod

V rámci našeho projektu využíváme simulátory dopravních prostředků při výzkumné práci, během které testujeme situace komplikované nebo nebezpečné vykonávat v reálném provozu. V rámci testování se zabýváme zejména problematikou interakce mezi člověkem a strojem – HMI (Human Machine Interaction). Účinným nástrojem pro výzkum této interakce jsou vozidlové simulátory s adaptabilním uživatelským rozhraním, které lze využít například pro testování intuitivnosti ovládacích prvků nebo celkového stavu řidičů a jejich psychofyziologických procesů.

V rámci skupiny DSRG (Driving Simulation Research Group) je možné spolupracovat na všech úrovních výzkumu od samotného návrhu experimentu, přes specifikaci a návrh systému potřebného pro kvantitativní měření až po závěrečné analýzy rozsáhlého spektra dat. Činnost skupiny je soustředěna jak na vývoj a kompletaci hardwarových částí simulátoru, tak i na softwarové prostředky zaměřené na grafické zpracování, vizualizaci a analýzu signálů a dat.

Studenti jsou v rámci semestrálních projektů zapojováni do činností spojených s realizací simulace, virtuální realitou, psychofyziologickými měřeními a použitím matematických analytických metod. Získané praktické dovednosti mohou následně uplatnit při bakalářských a magisterských závěrečných pracích. K jejich vypracování mohou využívat laboratoře ústavu, a to jak na fakultní půdě, tak i v rámci společné laboratoře se společností Škoda Auto v budově CIIRC ČVUT.

## 2. Činnost projektu

Vývoj interaktivních vozidlových simulátorů lze rozdělit na 3 části, a to hardwarovou část, návrh a realizaci experimentu, a následnou analýzu dat a interpretaci výsledků. Jednotlivé činnosti jsou vzájemně propojeny a vyžadují spolupráci týmu odborníků s širokým zaměřením.

### 2.1 Uživatelské rozhraní

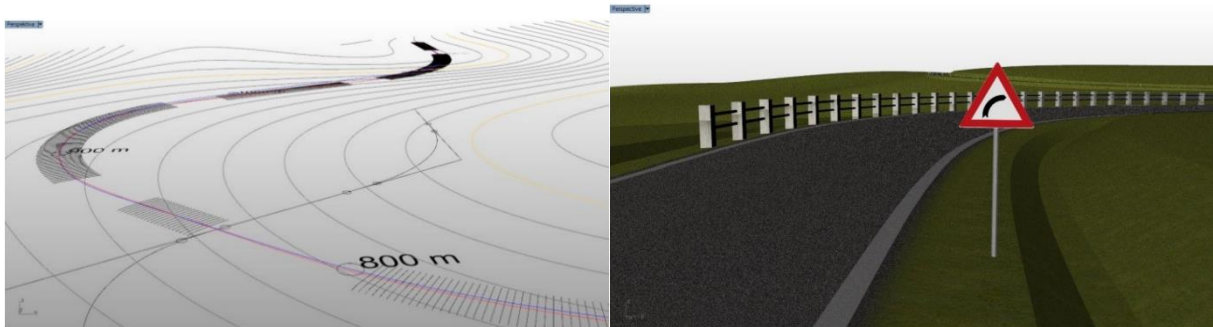
Základem každého simulátoru je jeho hardwarové zpracování. Čím více detailů poskytne uživatelům, tím realističtější je dojem z celé scény. Cílem týmu je proto zajistit kompatibilitu a komunikaci jednotlivých částí simulátoru, i požadovanou interakci celé simulace.



Obrázek 1: Analyzované uživatelské rozhraní [1]

## 2.2 Návrh experimentu

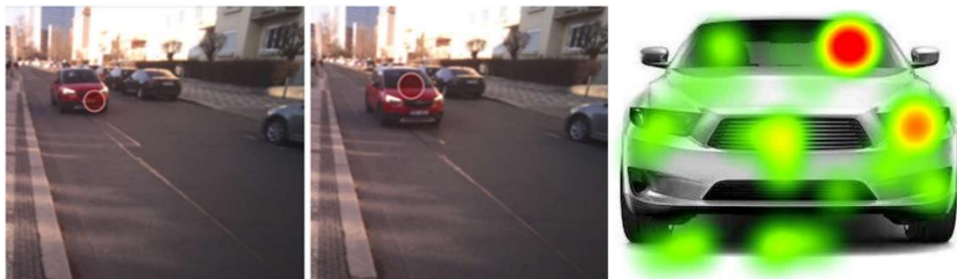
Realistického dojmu ze simulace lze dosáhnout díky softwarovým nástrojům, které zajišťují vizuální podobu scény a odpovídající interakci mezi scénou a simulátorem. Před samotným vytvářením scény je třeba dobře naplánovat celý experiment (DOE – design of experiments), definovat jednotlivé úkoly tak, aby odpovídaly možnostem scény a prvků simulátoru.



Obrázek 2: Vytváření scény pro vozidlový simulátor [2]

## 2.3 Analýza dat

Výstupem celého experimentu je zhodnocení závislosti sledovaných parametrů. Data získaná simulací proto musí být správně interpretována, včetně odhalení případných okolností a subjektivních vlivů při experimentu. Analýza dat je tedy nedílnou součástí ověření funkčnosti celého experimentu. K zpracování se využívají jak data ze simulátoru popisující jízdu řidičů, tak biologické signály popisující jejich stav.



Obrázek 3: Vyhodnocení dat z eye trackeru [3][2]



### 3. Závěrečné práce

Diplomové práce			
Název práce	FYZIKÁLNÍ MODEL POHONNÉHO ÚSTROJÍ PRO VOZIDLOVÝ SIMULÁTOR (2019-06-14)		
Autor	Matěj Hanousek	Školitel	Rozhdestvenskiy Dmitry
Obsah	Cílem práce bylo analyzovat dostupné nástroje pro podrobné modelování pohonných ústrojí s možností exportování modelu jako FMU, průzkum moderních fyzikálních enginů a jejich implementace v herních enginech (PhysX, Bullet, ODE).		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/83174">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/83174</a>		
Název práce	AUTOMATICKÁ TVORBA PROVOZU VE SCÉNÁŘÍCH PRO VOZIDLOVÉ SIMULÁTORY (2019-06-14)		
Autor	Klára Pudová	Školitel	Novotný Stanislav
Obsah	Předmětem práce bylo vytvoření metodiky pro automatické vytváření všech souborů potřebných k definici animace pro snadné a rychlé generování provozu do scénářů pro vozidlové simulátory.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/83177">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/83177</a>		
Název práce	ZVUKOVÝ MODUL PRO INTERAKTIVNÍ VOZIDLOVÝ SIMULÁTOR (2015-11-30)		
Autor	Lorinc Matúš	Školitel	Bouchner Petr
Obsah	Práce se zabývala analýzou zvuku a zvukovou simulací na automobilovém trenážeru. Pro co nejdokladnější napodobení skutečných zvuků vozu, které by mohly být použity pro automobilový simulátor, jsou v práci popsány metody pro generování zvuku a různé přístupy k simulované reprodukci zvuku.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/63967">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/63967</a>		
Název práce	UŽITEČNÉ VIZUÁLNÍ POLE ŘIDIČE (2015-06-18)		
Autor	Novák Mirko	Školitel	Bouchner Petr
Obsah	Práce se zabývala užitečným vizuálním polem řidiče. Teoretická část se zaměřuje na vizuální pole řidiče, vliv vizuálních faktorů na bezpečnost jízdy a na problematiku reklamních zařízení podél pozemních komunikací. V praktické části je realizován a vyhodnocen experiment na jízdním simulátoru zaměřený na odvádění pozornosti řidičů různými druhy reklamních poutačů.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/64055">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/64055</a>		
Název práce	AUTOMOBILOVÝ SIMULÁTOR PRO VÝVOJ INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ KLIMATICKÉHO KOMFORTU (2015-06-18)		
Autor	Hercík Karel	Školitel	Bouchner Petr
Obsah	Předmětem diplomové práce byl návrh interaktivního automobilového simulátoru, ve kterém bude možné vyvíjet nové HVAC systémy, které budou na tak vysoké úrovni, že je lze pokládat za součást asistenčního systému řidiče.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/63984">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/63984</a>		
Název práce	VLIV VNĚJŠÍ SVĚTELNÉ SIGNALIZACE VOZIDEL NA REAKCI ŘIDIČE		
Autor	Medgyesy Robin	Školitel	Orlický Adam
Obsah	Cílem této práce bylo prozkoumat aktuální technologie osvětlení vozidel a zjistit, kde mohou pomoci z hlediska zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích. Následně byl navržen experiment, při kterém bylo implementováno několik inovativních řešení světelných prvků. Výstupem práce bylo ověření vlivu těchto vizualizačních prvků na snížení reakční doby s ohledem na zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/92491">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/92491</a>		

Název práce	APPLICATION OF GEOFENCE FOR SAFE INTERACTION WITH EMERGENCY VEHICLES (2022-09-12)		
Autor	Kunclová Tereza	Školitel	Bouchner Petr
Obsah	The aim of the thesis was to investigate if geofence instructions communicated via an in-vehicle human-machine interface (HMI) can have a positive impact on driver behavior when interacting with emergency vehicles. A total of n = 64 study participants were tested in a driving simulator on two different use cases without or with applied geofence instructions.		
Odkaz	<a href="http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-186528">http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:liu:diva-186528</a>		
Název práce	VYUŽITÍ VÍCESNÍMKOVÉ FOTOGRAMMETRIE V DOPRAVNÍCH INTERAKTIVNÍCH SIMULACÍCH		
Autor	Hinková Natálie	Školitel	Orlický Adam
Obsah	Práce se zabývala možným využitím vícesnímkové fotogrammetrie při tvorbě scén do vozidlových simulátorů. Na základě analýzy dostupných metod pro zjednodušení 3D modelů získaných pomocí fotogrammetrie byla vybrána optimální metoda, která sloužila jako základ pro novou metodu tvorby scénářů. Tato nová metoda byla založena na reálných datech a její výsledky disponují fotorealistickou kvalitou virtuálního prostředí v simulacích.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/94802">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/94802</a>		

Bakalářské práce			
Název práce	VÝVOJ VOZIDLOVÉHO SIMULÁTORU S VYUŽITÍM HMD JAKO VIZUALIZACE		
Autor	Macek Jan	Školitel	Toman Přemysl
Obsah	Bakalářská práce se zabývala prozkoumáním systémů projekce u vozidlových simulátorů, zejména pak projekce pomocí HMD a samotnou konstrukcí vozidlových simulátorů. Cílem této práce bylo vytvoření funkčního prototypu vozidlového simulátoru s projekcí pomocí HMD a ověření jeho funkčnosti.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/90511">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/90511</a>		
Název práce	NÁVRH EXPERIMENTU A METOD VYHODNOCOVÁNÍ PRO ZKOUMÁNÍ PROBLEMATIKY VNĚJŠÍHO HMI (2018-09-20)		
Autor	Medgyesy Robin	Školitel	Orlický Adam
Obsah	Tato bakalářská práce se zabývala možnostmi komunikace mezi chodcem a autonomním vozidlem. Cílem bylo popsat současné koncepty komunikace a určit výhody a nevýhody jednotlivých řešení, a následně pak navrhnout experiment, při kterém byl testován vybraný koncept komunikace. Výstupem bylo ověření funkčnosti a spolehlivosti testovaného konceptu v reálném provozu.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/80013">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/80013</a>		
Název práce	ZVYŠOVÁNÍ VIZUÁLNÍ KVALITY SCÉNÁŘŮ PRO VOZIDLOVÉ SIMULÁTORY (2018-09-20)		
Autor	Chroust Hynek	Školitel	Orlický Adam
Obsah	Cílem práce bylo prozkoumat možnosti zkvalitňování virtuální reality pro scénáře používaných pro vozidlové simulátory a následně na základě průzkumu vytvoření pluginu pro jejich zkvalitňování.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/80061">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/80061</a>		
Název práce	TVORBA POČÍTAČOVÝCH 3D MODELŮ SEGMENTŮ KOMUNIKACÍ PRO VOZIDLOVÉ SIMULÁTORY (2017-09-18)		
Autor	Pudová Klára	Školitel	Novotný Stanislav
Obsah	Předmětem bakalářské práce bylo vytvořit metodu efektivního generování silniční infrastruktury pro snadné vytváření scénářů pro vozidlové simulátory. V praktické části byl vytvořen nástroj (plugin), který umožňuje efektivně vytvářet scénáře pro vozidlové simulátory pomocí segmentů komunikací. V práci je popsán algoritmus pluginu a vysvětlen princip fungování. Na závěr byl proveden experiment, který testoval vnímanou kvalitu scénáře vytvořeného novou metodou.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/73179">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/73179</a>		
Název práce	PARAMETRIZOVATELNÝ VIRTUÁLNÍ SDRUŽENÝ SDĚLOVAČ PRO EXPERIMENTY NA SIMULÁTORU (2017-09-18)		
Autor	Hanousek Matěj	Školitel	Bouchner Petr
Obsah	Předmětem bakalářské práce bylo analyzovat současný stav v automobilovém průmyslu spojený s virtuálními sdělovači na základě těchto poznatků navrhnout a vytvořit upravitelný návrh virtuálního sdělovače integrovatelného do vozidlového simulátoru.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/73151">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/73151</a>		
Název práce	POROVNÁNÍ VHODNÝCH GRAFICKÝCH ENGINŮ PRO INTERAKTIVNÍ VOZIDLOVÉ SIMULÁTORY (2016-01-18)		
Autor	Culek Jakub	Školitel	Bouchner Petr
Obsah	Předmětem práce bylo zmapování historického vývoje a současných technologií v oblasti herních enginů. V práci byl popsán vývoj počítačové grafiky, princip fungování grafických karet a dále byly v práci uvedeny technologie tvorby a vylepšování obrazu. Druhá část byla zaměřena na popis funkcí a vlastností herních enginů a v závěrečné části bylo uvedeno a zanalyzováno několik příkladů konkrétních enginů.		
Odkaz	<a href="https://dspace.cvut.cz/handle/10467/64090">https://dspace.cvut.cz/handle/10467/64090</a>		

#### 4. Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Studenti mají příležitost se v rámci projektu zapojit do vědecko-výzkumné práce realizované při grantové činnosti i v projektech se soukromými společnostmi jako např. Škoda Auto, VW, Dekra Automobil, Pragolet a další. Získají tak přehled o působení a postupech ve vědecké a soukromé sféře s možností plynulého navázání spolupráce po absolvování studia. Soukromé subjekty navíc poskytují během studia placené stáže a uznávané praxe do životopisu. Vzhledem k rozmanitému zaměření týmu mají studenti možnost se věnovat specifickým oblastem dle jejich zájmu a získat cenné znalosti pod vedením zkušených odborníků.

#### 5. Závěr

Projekt *HMI a interaktivní simulace v oblasti dopravních prostředků* nabízí studentům možnost zapojení do vědecko-výzkumné činnosti a realizace semestrálních a závěrečných prací. Předností projektu je spolupráce s řadou nadšených odborníků ze sféry akademické (FD, FBMI, FEL) i komerční (Škoda Auto, a.s., Digiteq Automotive, s.r.o. a další).

#### Použité zdroje:

- [1] DMITRY, R. Problematika Inovativních Uživatelských Rozhraní pro Vozidla s Alternativními Pohony, *Doctoral dissertation, Czech Technical University, 2020.*
- [2] ORLICKÝ, A. Automatic generation of road infrastructure in 3D for vehicle simulators. *Acta Polytechnica CTU Proceedings.* 2017, 12, pp.79-82.
- [3] LEHET, D., NOVOTNÝ, J. Assessing the feasibility of using eye-tracking technology for assessment of external HMI. *In 2022 Smart City Symposium Prague (SCSP), IEEE.* 2022, May, pp. 1-6.

# Aktivní, pasivní bezpečnost a konstrukce dopravních prostředků

K616 – Ústav dopravních prostředků

Bc. Jan Leistner, Bc. Vratislav Ležal, Bc. Barbora Golášová

## Vedoucí projektu:

- Ing. Jiří First
- Ing. Michal Malý
- Ing. Josef Mík, Ph.D
- Ing. Josef Svoboda
- Ing. Přemysl Toman

## 1 Úvod

Projekt Aktivní, pasivní bezpečnost a konstrukce dopravních prostředků nabízí studentovi možnost rozvíjet svoji studijní kariéru týkající se silničních vozidel, zejména osobních. V rámci projektu je řešena například dynamika jízdy vozidla, stabilita vozidla, vliv vozidla na řidiče a posádku (možná návaznost na projekt HMI) a v neposlední řadě legislativní stránka konstrukce a provozování vozidel. Z odvětví pasivní bezpečnosti je řešena bezpečnost posádky vozidla při různých typech nárazů. U teorie ale nezůstává a projekt společně s ústavem pořádají crash testy, kde se rešeršní vědomosti převádějí do praxe a ověřují různé hypotézy. Tento projekt úzce souvisí s několika předměty vyučovanými jak v bakalářském, tak i magisterském studiu. Na projektu lze uplatnit vědomosti získané v předmětech 16DOTE, 16DPY, 16DYJ aj. Na bakalářském studiu získá student základní znalosti o funkčnosti a typů pohonů automobilů, dále se dozví o jízdní dynamice, či mechanice nárazu vozidla. Tyto všechny znalosti jsou aplikovatelné na činnosti projektu. Projekt je vedený ústavem K616 – Ústav dopravních prostředků a sídlo má v budově na Horské. [1]

## 2 Činnost projektu

Projekt řeší problematiku aktivní a pasivní bezpečnosti dopravních prostředků a jejich ovlivnění konstrukcí vozidla a dalšími systémy. Projekt zahrnuje také problematiku legislativy, zkoušení a schvalování vozidel. V rámci projektu jsou řešeny otázky jízdní dynamiky a stability vozidel, vliv vozidla na řidiče, posádku a jeho okolí. Z hlediska pasivní bezpečnosti je projekt zaměřen na ochranu posádky při nárazu a různých typech kolizí. Jednotlivá témata jsou řešena od rešerše přes návrh, výpočet, konstrukci až po zkoušení. Studenti se v rámci projektu účastní reálných zkoušek a měření (jízdní zkoušky vozidel, crash testy apod.) nebo mohou pro své práce využít počítačových simulací. [1]

Studenti projektu mají možnost podílet se na práci ve Výzkumné laboratoři vozidel, která provádí v rámci výukové a výzkumné činnosti ústavu měření a experimenty v oblasti jízdní dynamiky, legislativy, bezpečnosti a spolehlivosti konstrukce vozidel. Výzkumná laboratoř vozidel a její měřicí technika slouží studentům i při zpracování závěrečných prací. Praktická část práce „Možnosti ochrany posádky při převrácení vozidla“ [2] byla uskutečněna právě pod záštitou projektu a ústavu K616.



Obrázek 1 – Fotodokumentace z výzkumné laboratoře vozidel [1]



Obrázek 2 - vozidlo po simulaci přetočení [2]

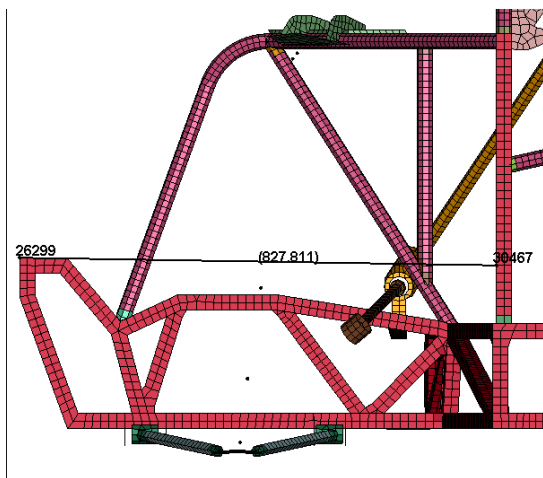
V rámci témat dílčích prací studenti spolupracují napříč projekty Ústavu Dopravních prostředků. Jedná se například o spolupráci s projektem HMI a interaktivní simulace v oblasti dopravních prostředků, kde studenti pracují s vozidlovým simulátorem. Projekt dále spolupracuje napříč dalšími projekty pod Ústavem dopravních prostředků, jako jsou například projekt Elektromobilita a Bezpečný motocykl. Ve spolupráci s projektem Elektromobilita vzniká elektrické vozidlo EVgen kategorie L7, na jehož návrhu se podílel student projektu Aktivní, pasivní bezpečnost a konstrukce dopravních prostředků Ondřej Veselý při ověřování pevnosti konstrukce z hlediska pasivní bezpečnosti [3]



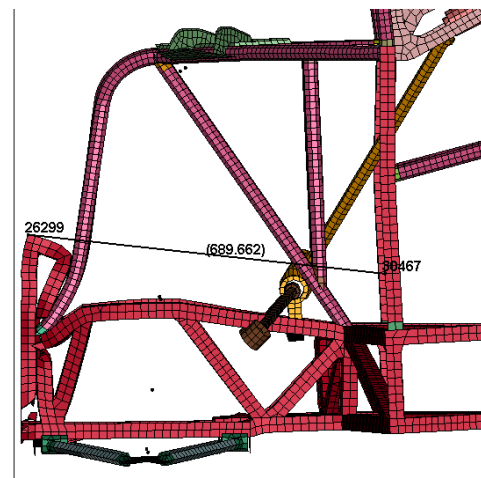
Obrázek 3 - Vozidlový simulátor



Obrázek 4 - vyvíjený elektromobil EVgen



Obrázek 5 - simulace karoserie vozidla před nárazem [3]



Obrázek 6 - simulace karoserie vozidla po nárazu [3]

### 3 Závěrečné práce

Projekt aktivní, pasivní bezpečnost a konstrukce dopravních prostředků byl vytvořen v roce 2017 spojením 4 níže uvedených projektů. Tabulka 1 obsahuje obhájené závěrečné práce včetně prací obhájených před vznikem současného projektu. Pod tabulkou se nachází podrobnější popis vybraných prací.

- Aktivní bezpečnost dopravních prostředků
- Pasivní bezpečnost dopravních prostředků
- Konstrukce dopravních prostředků
- Legislativa a zkoušení dopravních prostředků

Tabulka 1 - Tabulka obhájených závěrečných prací na projektu

Rok obhajoby	Autor	Název práce	BP/DP
2016	Josef Budka	Simulace zkoušky stability vozidla	DP
2016	Tereza Adamová	Vliv osvětlení a signalizace na bezpečnost provozu	BP
2016	Štěpán Hanke	Vliv těžiště na stabilitu vozidla	BP
2016	Jan Pilecký	Systémy kontroly stability vozidla	DP
2017	Dominik Zuda	Vliv hudební kulisy na bezpečnost jízdy automobilu	DP
2017	Oleksij Bykov	Zkoušky převrácení automobilu	BP
2017	Leonard Melničák	Systém schvalování elektromobilů	BP
2017	Michaela Klominská	Možnosti ochrany posádky při převrácení vozidla	BP
2018	Pavel Herman	Návrh přídatného elektrického pohonu pro vozidlo s konvenčním pohonem	BP
2018	Jan Novotný	Podpora řidičů se zdravotními komplikacemi při řízení automobilu	DP
2018	Petr Vinař	Využití ztrátové energie pérování vozidla	DP
2018	Pavel Kolář	Využití solárních panelů pro autobusy městské a příměstské dopravy	BP
2018	Petr Borecký	Reakční čas řidičů	DP
2018	Ondřej Piksa	Senzorické systémy motorových vozidel	DP
2018	Jaroslav Pinkas	Stabilita jízdních souprav zemědělských strojů při brzdění	BP
2019	Martin Morávek	Návrh sériového hybridního pohonu pro taktické vozidlo	DP
2019	Vít Šandera	Návrh laboratorního vybavení pro nárazové zkoušky	BP
2019	Roman Dáňa	Implementace prvků pasivní bezpečnosti závodního speciálu do sériového vozu	BP
2019	Jana Stránská	Biomechanická kritéria poranění a autonomní vozidla	BP
2019	Ondřej Paprčka	Simulace jízdní dynamiky soutěžního motocyklu MotoStudent	DP
2019	Michal Rubač	Studie bezpečnosti cyklistů	DP
2020	Tomáš Sommer	Chiptuning spalovacího motoru	BP
2020	Ondřej Veselý	Pasivní bezpečnost elektromobilů	BP
2020	Nikola Strnadová	Návrh metod pro testování AD vozidel od úrovně automatizace 3	BP
2020	Ondřej Malík	Komplexní návrh dynamického testování baterií podle předpisu EHK 100	DP
2020	Jaroslav Pinkas	Využití telematiky k optimalizaci zemědělských strojů	DP
2020	Josef Svoboda	Měření a analýza jízdní dynamiky silničních závodních motocyklů	DP
2020	Pavel Herman	Konstrukce přídatného elektrického pohonu do vozidla s konvenčním motorem	DP
2021	Pavel Kolář	Bezpečnostní prvky významných komunikací v Královéhradeckém kraji	DP
2021	Jana Stránská	Pasivní bezpečnost autonomních vozidel	DP
2021	Jan Leistner	Autonomní vozidla a asistenční systémy	BP
2022	Vratislav Ležal	Studie bariérového boxu lehkého městského automobilu	BP
2022	Tomáš Sommer	Návrh pohonu lehkého městského elektromobilu	DP
2022	Ondřej Veselý	Ověření vlastností pasivní bezpečnosti elektrického vozidla kategorie L7	DP
Dosud neobhájeno	Nikola Strnadová	Porovnání pohonů městských elektrobusů	DP

### 3.1 Štěpán Hanke: Vliv těžiště na stabilitu vozidla, 2016

Předmětem práce je stanovení metody pro ověřování vlivu mobilního těžiště na stabilitu osobních a nákladních vozidel. Potřebná data jsou získána prostřednictvím provedeného experimentu ve venkovní laboratoři se speciálně upraveným vozidlem Škoda Octavia a následně statisticky vyhodnocena. [4]



Obrázek 7 – Zatížení testovacího vozidla pohyblivým břemenem [4]



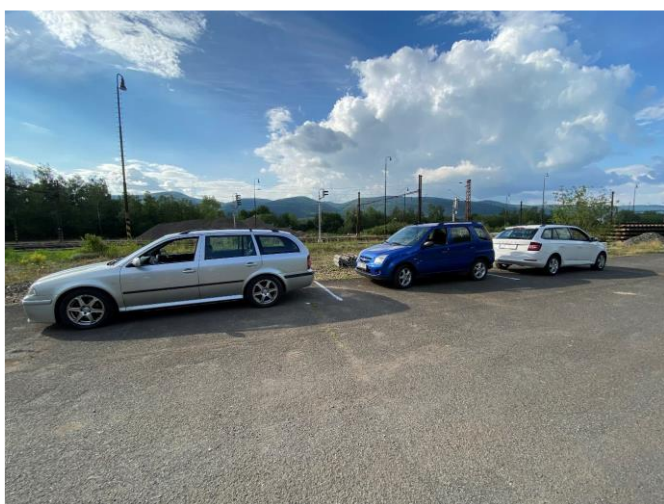
Obrázek 8 - průjezd vozidla testovacím úsekem [4]

### 3.2 Bc. Petr Vinař: Využití ztrátové energie pérování vozidla, 2018

Práce se zabývá konstrukcí dodatečného mechanismu umístěného v podvozku vozidla pro generování elektrického proudu při vertikálním pohybu vozidla při jízdě po vozovce. Práce je rozdělena na pět částí. První část se věnuje popisu pérování, jak a na jakých principech funguje. V druhé části je popis kinematiky pérování vozidla, zvoleného pro montáž mechanismu. Třetí část obsahuje přehled generátorů elektrické energie, které by byly vhodné pro navržení mechanismu. Ve čtvrté části je návrh zástavby generátoru do zvoleného vozidla. V páté závěrečné části se provádí ověření přínosu systému ve vozidle. Ověří se účinnost systému, zda pohyb tlumiče je dostatečný k výrobě elektrické energie či nikoliv. [5]

### 3.3 Leistner Jan: Autonomní vozidla a asistenční systémy, 2021

Tato bakalářská práce řeší problematiku autonomních vozidel a systémů, které využívají. Bližší pohled bude věnován parkovacím asistentům na bázi ultrazvukových senzorů. Cílem práce bylo seznámit čtenáře s problematikou autonomních vozidel a zorganizování experimentu, který testuje uživatelskou přívětivost parkovacích asistentů. Pro účely experimentu byl sestaven parkovací asistent na bázi ultrazvukového senzoru s alternativním zobrazováním vzdálenosti. Výsledkem práce bylo vyhodnocení naměřených dat z experimentu v oblasti uživatelského požitku a kvality zaparkování vozidla. [6]



Obrázek 9 - situace parkovacího experimentu [6]



Obrázek 10- prototyp parkovacího asistenta sestaveného autorem práce [6]



## 4 Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Studenti projektu spolupracují s externími odborníky v rovině výzkumných i závěrečných prací. Společnosti, se kterými byla navázána spolupráce při tvorbě závěrečných prací:

- Škoda Auto
- TÜV SÜD
- Dekra
- BOSCH
- MBtech Bohemia
- John-Deere

Absolventi v těchto firmách nacházejí uplatnění po dokončení studia.

Příklady spolupráce s externími firmami:

- Diplomová práce s TÜV-SÜD – Komplexní návrh dynamického testování baterií podle předpisu EHK 100 Bc. Malík Ondřej
- Diplomová práce se Škoda Auto – Výpočet manévrů poloautomatického parkovacího asistenta Bc. Jan Leistner
- Diplomová práce s MBtech Bohemia s.r.o. - Návrh sériového hybridního pohonu pro taktické vozidlo Bc. Martin Morávek
- Diplomová práce s John-Deere – Využití telematiky k optimalizaci zemědělských strojů - Bc. Jaroslav Pinkas

## 5 Závěr

Projekt aktivní, pasivní bezpečnost a konstrukce dopravních prostředků studentovi nabízí možnost zapojit se do experimentálních činností Ústavu dopravních prostředků. Student se může zabývat tématy jak z oblasti aktivní bezpečnosti, tak i z oblasti pasivní bezpečnosti a konstrukce dopravních prostředků, dle aktuálně řešených projektů na ústavu a dle zájmu studenta. Dále projekt nabízí spolupráci s odbornými externisty, ze které student získá nedocenitelné zkušenosti v oboru z praxe, mimo laboratorní prostředí. Projekt je veden dobrým způsobem a student se může spolehnout na akademické pracovníky, kteří projekt vedou.

## 6 Citovaná literatura

- [1] Ústav dopravních prostředků. In: *Projekt aktivní, pasivní bezpečnost a konstrukce dopravních prostředků* [online]. Praha: ČVUT, 2017 [cit. 2022-11-07]. Dostupné z: <https://k616.fd.cvut.cz>
- [2] KLOMINSKÁ, Michaela. *Možnosti ochrany posádky při převrácení vozidla*. Praha, 2017. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Josef Mík, Ph.D.
- [3] VESELÝ, Ondřej. *Ověření vlastností pasivní bezpečnosti elektrického vozidla kategorie L7*. Praha, 2022. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Josef Mík, Ph.D., Ing. Josef Svoboda.
- [4] HENKE, Štěpán. *Vliv těžiště na stabilitu vozidla*. Praha, 2017. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Jiří First.
- [5] VINAŘ, Petr. *Využití ztrátové energie pérování vozidla*. Praha, 2018. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Jan Plomer, Ph.D., Ing. Josef Mík, Ph.D.
- [6] LEISTNER, Jan. *Autonomní vozidla a asistenční systémy*. Praha, 2021. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Ing. Josef Mík, Ph.D., Ing. Přemysl Toman.

# Pokročilé experimentální metody pro inženýrskou praxi

K618 – Ústav mechaniky a materiálů

Bc. Veronika Drechslerová, Jan Stoklasa, Barbora Janová,  
Ing. Tomáš Doktor, Ph.D.

## Vedoucí projektu:

- Ing. Tomáš Doktor, Ph.D.
- Ing. Nela Krčmářová
- Doc. Ing. Daniel Kytýř, Ph.D.
- Ing. Jan Šleichrt
- Ing. Jaroslav Valach, Ph.D.

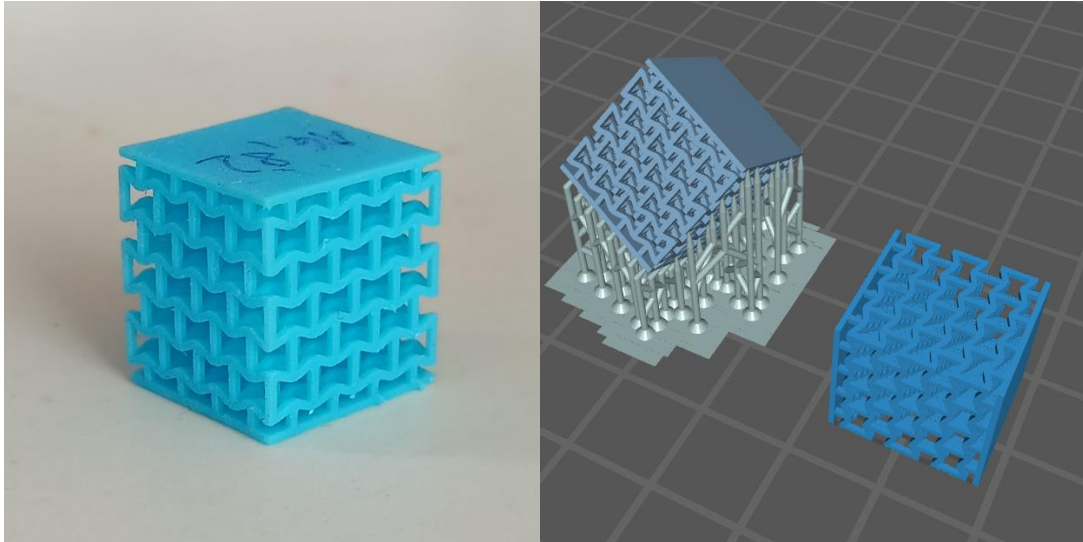
## 1) Úvod

Hlavní náplní projektu je navrhování experimentálních postupů, testovacích zařízení a programového vybavení pro unikátní testovací procedury, pro které nejsou v současné době na trhu dostupná řešení. Studenti se díky týmové práci mohou seznámit s celým procesem návrhu testovacích procedur, které zahrnují návrh základních parametrů zkoušky, odhad technologické náročnosti provedení, koncepční a konstrukční řešení experimentálních zařízení a řídicích jednotek a taktéž tvorbu příslušného softwarového nástroje. V našich laboratořích používáme high-tech komponenty z oblasti automatizace, řízení, měření, počítačového vidění a zpracování signálu. Studentům se věnuje široký tým pedagogů a výzkumných pracovníků ústavu.

## 2) Činnost projektu

Projekt svojí činností navazuje na náplň projektu Nekonvenční materiály. Došlo převážně k rozšíření témat, kterými se projekt zabývá. Historie projektu Nekonvenční materiály sahá již do roku 2010, kdy byl v prvním ročníku Studentské grantové soutěže (SGS) Grantové agentury ČVUT podpořen grant s názvem „Hybridní systém měření termomechanických parametrů pokročilých materiálů a konstrukcí v mezních stavech namáhání“. Díky této podpoře bylo možné rozšiřovat experimentální vybavení dostupné studentům a zároveň studenty projektu v magisterské etapě studia vysílat na mezinárodní konference. Tým mladých vědeckých pracovníků a studentů se díky dalším dvěma navazujícím SGS projektům mohl vyvíjet a poskytovat témata pro závěrečné práce. Studentský projekt Nekonvenční materiály byl přejmenován tak, aby lépe vystihoval aktuální náplň projektu, tedy důraz na rozvoj experimentálních a měřicích metod, které jsou důležité pro zjišťování chování materiálů v závislosti na působícím zatížení. Získané poznatky umožňují predikovat mezní stavy jednotlivých materiálů a předcházet tak velkým finančním ztrátám, které by mohly nastat vlivem špatně navržené konstrukce.

V současnosti se v rámci projektu věnujeme několika různým oblastem. Jednou ze specializací je např. aditivní výroba, kde se zaměřujeme na využití moderních technologií, mezi které patří např. stereolitografie (SLA). Daná technologie pracuje na principu vytvrzování tekutých resinů pomocí záření určité vlnové délky a je často doprovázena post-processingem, kdy vytištěné 3D objekty jsou dále zpracovávány pro získání požadovaných mechanických vlastností [1]. SLA je v obecné rovině známa pro svoji vysokou přesnost, přičemž v rámci projektu je zkoumáno její využití pro výrobu pokročilých celulárních materiálů, kam patří i auxetické materiály (Obrázek 1). Dále se zabýváme nastavením jednotlivých parametrů tisku v závislosti na použitém materiálu, vlivem natočení testovaných vzorků při tisku (Obrázek 1) a způsobem následného zpracování, které obnáší čištění vytištěných testovacích vzorků a jejich následné vytvrzení.

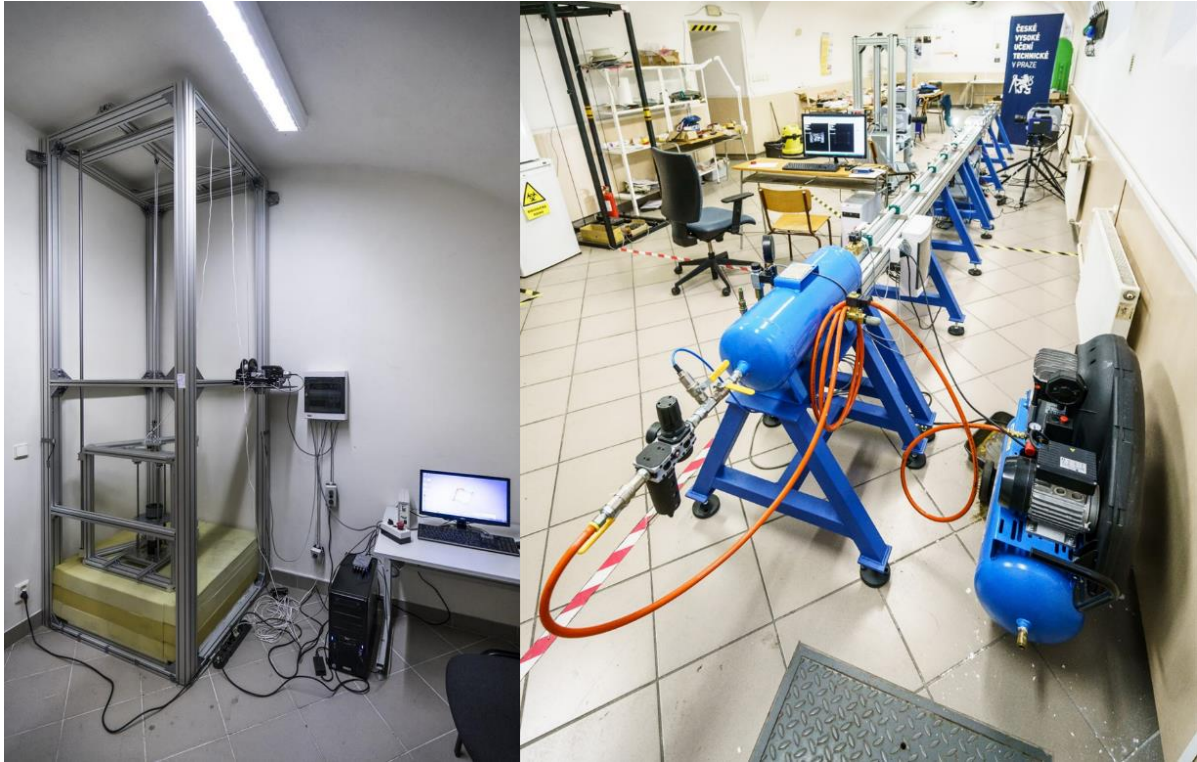


Obrázek 1: Vlevo zkušební vzorek auxetické struktury, vpravo natočení vzorku při tisku

Kromě 3D tisku se projekt zabývá i kvazi-statickým a dynamickým zatěžováním, ve kterém se zjišťuje chování testovaných materiálů a jejich odezvy na vnější zatěžování, což je potřeba znát pro budoucí využití daných materiálů v praxi, např. pro vhodnou volbu materiálu pro výrobu deformačních zón v dopravních prostředcích, ochranných pomůcek (helmy pro cyklisty) či přepravních beden pro doručovací firmy.

Studenti se mohou v rámci projektu, kromě fyzické účasti na provádění mechanických experimentů, podílet i na vyhodnocení získaných dat a jejich maximálním využití, což například obnáší použití metod Digitální korelace obrazu (DIC), která poskytuje informaci o deformaci povrchu zkoumaného vzorku v celé jeho ploše. Součástí komplexního rozvoje experimentálních technik je i vývoj vlastního softwaru a softwarových nástrojů, které umožňují zautomatizování vyhodnocení získaných dat a urychlení jejich zpracování (Image processing, Signal processing). Součástí projektu je také využívání komplexních nástrojů pro numerické simulace, jako je například metoda konečných prvků, jejichž využití je umožněno odpovídajícím výpočetním vybavením nacházejícím se přímo na Ústavu.

V rámci projektu jsou rovněž navrhována, konstruována a následně i využívána vlastně sestavená zařízení pro testování mechanických vlastností materiálů. Příkladem takto sestaveného přístroje je např. padostroj (Obrázek 2), který byl zkonstruován v rámci absolventské práce a je využíván pro rázové zkoušky a testování ochranných pomůcek. Laboratoř experimentální mechaniky je dále vybavena např. Hopkinsonovou dělenou tyčí (Obrázek 2) pro dynamické zkoušky, zatěžovacím strojem Instron 3382 pro kvazi-statické zatěžování, elektronovým mikroskopem, 3D tiskárnami, rentgenovou laboratoří a dalšími. Zmíněné vybavení laboratoře umožňuje provádět širokou škálu mechanických a materiálových zkoušek a připravovat testovací vzorky pro prováděné zkoušky.



Obrázek 2: Vlevo padostroj, vpravo Hopkinsonova dělená tyč

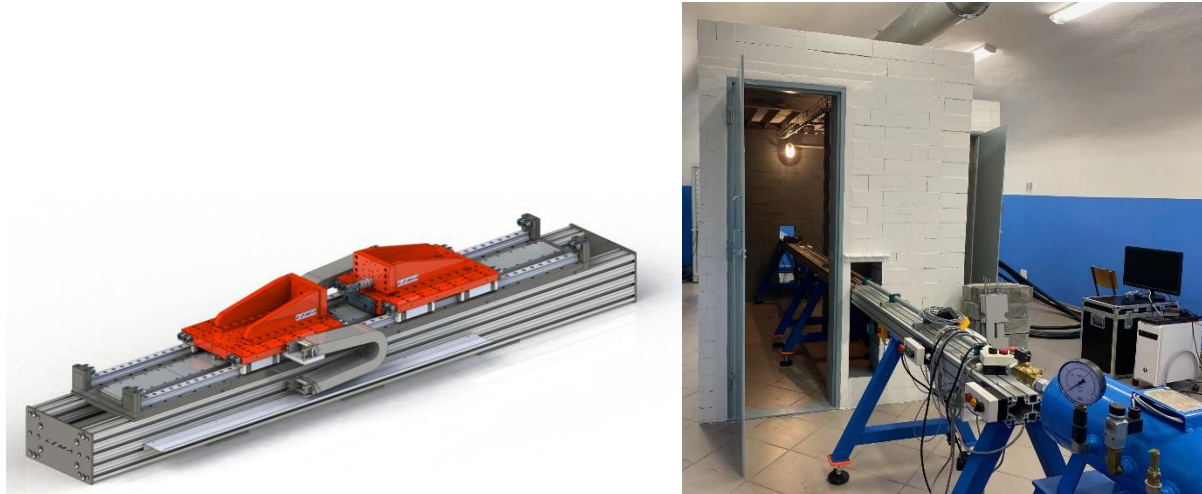
### 3) Závěrečné práce

Rozsah témat bakalářských, respektive diplomových prací kopíruje složení témat, popisované v části věnované činnosti projektu. Hlavními směry, ve kterých jsou práce zpracovávány, jsou pokročilé numerické simulace mechanických konstrukcí, návrh pokročilých experimentálních metod a vývoj softwaru pro ovládnání a řízení experimentu v reálném čase či pro vyhodnocení získaných dat. Šíře pokrývaných témat umožňuje individuální přizpůsobení zadání práce jednotlivým studentům.

Tabulka 1: Výběr prací zpracovaných v rámci projektu

Název práce	Autor	Vedoucí
Pokročilé strukturální simulace železničního návěstidla	Vlčková Kateřina	Fíla Tomáš
Vyhodnocení deformace pomocí optického systému s více zdroji	Hudák Michael	Kytýř Daniel
Numerická analýza tvarování incidentních napěťových vln pro SHPB měření	Dvořák Radim	Zlámal Petr
Modulární multiprocesová aplikace pro číslicové řízení experimentálních zařízení	Rada Václav	Zlámal Petr
Instrumentace sestavy dělené Hopkinsonovy tyče pro dynamická měření	Falta Jan	Zlámal Petr
Vyhodnocování dynamických experimentů prováděných dělenou Hopkinsonovou tyčí	Adorna Marcel	Kytýř Daniel
Automatizovaná procedura měření povrchové tvrdosti poréznych materiálů	Hos Jiří	Krčmářová Nela
Využití Raspberry Pi pro bezkontaktní měření deformace	-	-
Využití optimalizovaného 3D tisku v konstrukci lehkého dronu	-	-
Návrh experimentu pro stanovení účinku padajícího dronu na lidskou hlavu	-	-
3D tištěné samoskládací metamateriály - návrh a experimenty	-	-

Témata řešená v tomto studentském projektu vycházejí převážně z problematiky, kterou vedoucí řeší za podpory národních grantových projektů (zejména GA ČR) i projektů podpořených Evropskou komisí. Tyto granty poskytují pro řešená témata nezbytné materiální zázemí pro provádění experimentů, výjezdy na konference i na zahraniční pracoviště, přímou podporu studentů při práci na experimentech a v neposlední řadě pro rozšiřování laboratorního zázemí. Laboratoře, které jsou pro projektovou výuku k dispozici byly za posledních 5 let rozšířeny o vybavení za více než 20 mil. Kč, jako je např. vybavení pro vysokorychlostní nárazové testy, rychlokamera nebo unikátní laboratoř pro zobrazování zábleskovým RTG zdrojem.



Obrázek 3: Vlevo zatěžovací zařízení LIMA, vpravo Flash RTG zařízení

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Spolupráce s praxí u projektu zahrnuje dvě důležité oblasti. První je práce na zakázkách a společných tématech s průmyslovou sférou, druhá pak spolupráce s ústavu Akademie věd ČR a zahraničními univerzitami.

Z průmyslových partnerů lze jmenovat například Škoda Auto, a.s., pro kterou vedoucí a studenti projektu v minulosti zpracovávali rozsáhlou experimentální studii pro srovnání vlastností originálních a padělaných kapot. Dalšími tématy spolupráce bylo hodnocení vlastností pásnicových svodidel pro ŘSD, vývoj monitorovacího systému produktovodu pro Vršanskou uhelnou nebo dlouhodobá spolupráce s AŽD Praha při vývoji nového typu návštěvnicka. Na pomezí průmyslového a výzkumného partnerství pak stojí spolupráce s Metal3D, významným českým hráčem na poli 3D tisku z kovových materiálů.

Ve výzkumné oblasti má projekt nejtěsnější vazbu s Ústavem teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v.v.i., zejména s Úsekem materiálových věd, s nímž vedoucí projektu mnoho let rozvíjí témata v oblasti biomechaniky a využití RTG zobrazovacích technik pro mechanické zkoušky konstrukcí.

V zahraničí jsou našimi tematicky nejbližšími partnery Univerzita v Mariboru, s níž spolupracujeme při testování a rozvoji materiálů se záporným Poissonovým číslem, Sárská univerzita v Saarbrückenu, se kterou společně testujeme hybridní porézní materiály s unikátními vlastnostmi dosaženými díky povlakování tenkou vrstvou kovu, nebo pracoviště INATECH, součást Ernst Mach Institutu ve Freiburgu, který se věnuje aditivní výrobě. Se jmenovanými (i dalšími) pracovišti máme pravidelnou výměnu studentů i mladých výzkumníků na krátkodobé i delší stáže.

Část dosavadních absolventů projektu pokračuje ve výzkumné kariéře na doktorském studiu a stali se pracovníky Ústavu mechaniky a materiálů FD (Nela Krčmářová, Michaela Neuhäuserová, Jan Falta) nebo Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR (Jan Šleichrt, Václav Rada). Další úspěšní absolventi odešli do průmyslové sféry, například Michael Hudák (pracuje jako konstruktér pro Škoda Group, a.s.), Marcel Adorna (působí jako Brake system engineer u výrobce kolejových vozidel Stadler Praha, s.r.o.) nebo Jiří Hos (manažer kvality ve společnosti Siemens).

## 5) Závěr

Projekt Pokročilé experimentální metody pro inženýrskou praxi nabízí širokou škálu možných témat a specializací, které lze zpracovávat nejen formou kvalifikačních prací. Jednotlivá témata jsou studenty zpracovávána také v koordinaci s komerční sférou, či jsou poté prezentována v odborných vědeckých časopisech. Projekt lze shrnout jako výbornou možnost přípravy na budoucí kariéru jak v akademické, tak privátní sféře. Mezi výhody, které se pojí s účastí na projektu je individuální přístup ke studentům, možnost realizace vlastních nápadů, práce na zajímavých zakázkách pro komerční subjekty, možnosti stáží v zahraničí, moderní vybavení laboratoří, a především skvělý kolektiv studentů a pedagogů tvořící Ústav mechaniky a materiálů.

Další informace s radostí poskytne kdokoli z řad vedoucích projektu či současných studentů, nebo je možné se podívat přímo na náš instagramový profil mech.and.friends či web mech.fd.cvut.cz. Najdete nás ve sklepení v budově Na Florenci, kde se na vás těší náš kolektiv Ústavu mechaniky a materiálů.



Obrázek 4: Experimentální práce v laboratoři

### Použité zdroje:

- [1] L. D. Tijning, J. R. C. Dizon, I. Ibrahim, et al. 3D printing for membrane separation, desalination and water treatment. Applied Materials Today 18:100486, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.apmt.2019.100486>

# ELEKTROMOBILITA

K616 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

Zdeněk Mašek, Bc. Aleš Novák, Bc. Jiří Ráb

## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Petr Bouchner, Ph.D.
- Ing. Michal Malý
- doc. Ing. Stanislav Novotný, Ph.D.
- Ing. Dmitry Rozhdestvenskiy, Ph.D.
- prof. Ing. Zdeněk Votruba, CSc.

## 1) Úvod

Elektromobilita je momentálně velmi aktuální téma. Zájem o elektrifikaci z globálního hlediska roste, a to jak v silniční dopravě, tak i v dalších dopravních odvětvích. V rámci plnění Green Dealu je navíc elektrifikace jednou z možných řešení tohoto problému. Elektrické vozy je možné definovat jako šetrnější k životnímu prostředí, jelikož dochází ke snížením lokálních polutantů.

Velkou výzvou je také úprava celé infrastruktury. Dobíjení elektroaut může přetěžovat městské distribuční sítě a je tak nutný rozvoj a důkladné plánování při úpravách stávající i výstavbě nové infrastruktury.

Projekt elektromobilita si klade za cíl obsáhnout velkou část problémů napříč celým spektrem. Součástí projektu je měření a vyhodnocování energetických toků ve vozidle, simulace elektrovozidla a jízdních režimů. Studenti mohou řešit specifické požadavky na elektroinstalaci, konstrukci a řízení. Řízení spotřeby vozidla při různých jízdních režimech. Dále také aplikace nových technologií a vývoj elektrických vozidel, které se dále v praxi testují.

Témata jsou z větší části řešena individuálně, upřednostňuje se studentův zájem o dané téma se snahou ho rozvíjet a podporovat. Není však výjimkou zapojení do velkých projektů, jako například vývoj a stavba elektromobilu.

## 2) Činnost projektu

Projekt se zabývá všemi alternativami energie pro dopravu. Práce na projektu v současné době zahrnují témata jako vývoj lehkého elektrického vozítka pro městský provoz, tvorba inteligentního systému dobíjení EV různých typů, vývoj optimálního systému carsharingu pro městské aglomerace, elektrifikace autobusů městské hromadné dopravy a návrh konstrukce hybridního osobního vozidla. Projekt se snaží zaměřovat také na mikromobilitu.



Obrázek 1 - Elektromobil používaný při testování na projektu [1]

V současné době se podstatná část působnosti na projektu soustředí na vývoj modulární platformy koncepce malého lehkého městského elektromobilu, která bude sloužit pro testování nových technologií a alternativních



pohonů. Zároveň bude využita na optimalizaci jízdních cyklů. Nyní je hlavní záměr osadit vyvíjené vozidlo vyměnitelnými bateriovými boxy, které bude možné vyměnit kus za kus v řádu minut.

Do budoucna je uvažováno větší zaměření na palivové články a celkový výzkum využitelnosti vodíkových technologií v dopravě. Vodík má velký potenciál v rámci udržitelnosti. Osvědčuje se jako významná alternativa pro bezemisní a tichou dopravu vedle klasických elektromobilů. Velkou výhodou proti elektromobilům má vodík v rychlosti plnění paliva, větší dojezdové vzdálenosti a bezproblémovém provozu i při nízkých venkovních teplotách. [2]

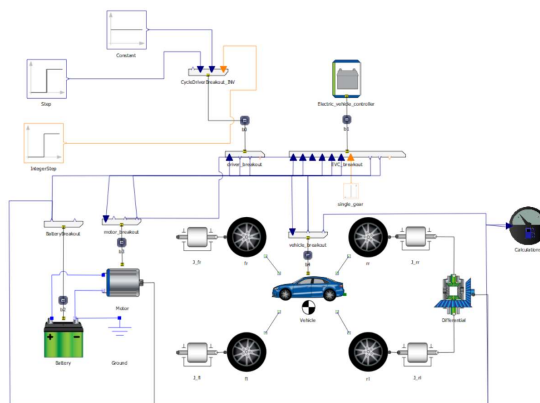
Na projektu je také kladen větší důraz na spolupráci s oborem LOG. Aktuální je téma: Optimalizace lokace elektro nabíječek pro carsharing, které má velký potenciál do budoucna.

### 3) Závěrečné práce

Následuje seznam závěrečných prací, které byly úspěšně obhájeny v rámci projektu:

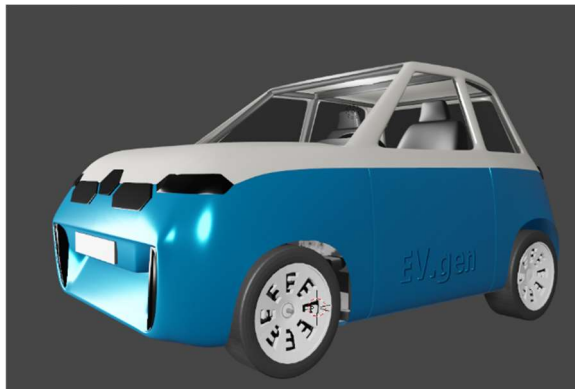
Jméno	Název práce	Obor	Rok obhajoby
Vojtěch Ludvík	Konstrukční návrh rotující části setrvačnickové baterie	ITS	2017
Jolana Heřmanová	Porovnání simulací jízdních cyklů elektro hybridního vozidla	ITS	2017
Eliška Chmelová	Model systému e-bikesharingu pro středně velké komunity uživatelů	LOG/MED	2017
Jolana Heřmanová	Optimalizace řízení HEV s důrazem na metodiku měření spotřeby paliva WLTP	IS	2019
František Bošek	Návrh pohonu malého elektrického městského vozidla pro carsharing v Praze	DOS	2020
Michal Cenkner	Konstrukce rámu městského elektrického vozidla	DOS	2020
Aleš Novák	Návrh hnacího ústrojí s elektromotorem v kolech pro malý sdílený elektromobil	ITS	2022
Michal Cenkner	Návrh package a konstrukce lehkého městského elektromobilu	DS	2022

V roce 2019 byl zahájen projekt vývoje malého městského elektromobilu. Na toto téma psali své práce Michal Cenkner a František Bošek. Tématem práce pana Boška bylo navržení pohonného ústrojí elektromobilu a následné otestování v softwaru Ignite. Ze získaných výsledků byla vybrána optimální konfigurace motoru a baterií, která dále posloužila při detailnějším návrhu a následném nákupu baterií. Pan Cenkner se ve své práci věnoval návrhu rámu vozidla optimalizací opensource platformy z kategorie L7e. Rám vozidla byl navržen s důrazem na legislativní omezení dané kategorie a následně byl pevnostně ověřen pomocí metody konečných prvků. Obě bakalářské práce byly úspěšně obhájeny.



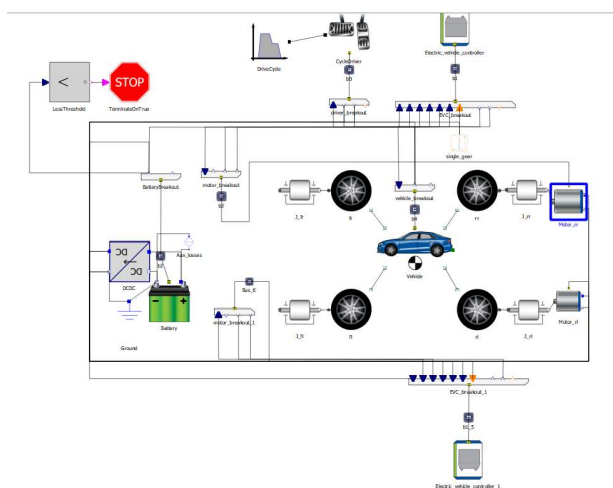
Obrázek 2 - Model vozidla pro simulaci rozjezdu [3]

Vývoj vozidla na projektu dále pokračoval diplomovou prací pana Cencknera na téma: Návrh package a konstrukce lehkého městského elektromobilu. V rámci této práce byl důkladněji rozpracován koncept vozidla (tzv. package) s důrazem na využitelnost elektromobilu na území středních až velkých měst včetně konceptu vyměnitelných bateriových boxů. Vozidlo bylo navrženo dvoudmístné s dostatečně velkým zavazadlovým prostorem. Z důvodu podstatných změn konceptu byl kompletně změněn rám vozidla, který byl opět pevnostně ověřen. Také byla řešena ergonomie posezu ve vozidle a design interiéru i exteriéru celého vozidla.



Obrázek 3 - Package elektromobilu (vlevo), Designová studie (vpravo) [4]

Pan Aleš Novák vypracoval bakalářskou práci nabízející alternativu pohonu k bakalářské práci pana Boška. V práci se zabýval návrhem hnacího ústrojí elektromotory v kolech. Různé konfigurace pohonů zadní nápravy a pohonu všech kol simuloval v programu Ignite a vybral optimální řešení.



Obrázek 4 - Model vozidla s pohonem zadních kol elektromotory v kolech pro simulaci cyklu WLTP [5]

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Na projektu stejně jako na celém ústavu dopravních prostředků funguje úzká spolupráce s praxí. V rámci projektu se spolupracuje s firmami ŠKODA Auto a.s., SOR Libchavy a.s., Ricardo a dalšími. Firmy nabízejí možnost psaní závěrečných prací přímo pod jejich záštitou. Psaní závěrečné práce lze kombinovat se stáží ve firmě, a studenti si takto mohou již během studia vyhlídnout pracovní pozici, kam nastoupí po jeho dokončení.

Jednou absolventkou projektu je Ing. Jolana Heřmanová, která po úspěšném obhájení bakalářské a diplomové práce na projektu pod záštitou ŠKODA Auto pokračovala v doktorském studiu (na fakultě strojní ČVUT) a zároveň v doktorském programu ŠKODA Auto. Práce na projektu se podle naší absolventky skvěle prolíná s praxí ve firmě. Pozitivně hodnotí také možnost spolupracovat na tématu přímo s předním výrobcem automobilů, a účastnit se tak jeho přechodu k elektromobilitě.

Již v rámci projektu je také možné své znalosti dále rozvíjet pomocí stáže ve ŠKODA Auto. Tato možnost nabízí aktivní podílení se na projektech řešených ve sdílené laboratoři R&D 4.0 v budově CIIRC a využívání tak moderních technologií jako je eye-tracking nebo vozidlové simulátory. Všechny tyto technologie jsou studentům k dispozici také při práci na závěrečných pracích.

## 5) Závěr

Projekt elektromobilita je, stejně jako stejnojmenné stále se rozrůstající odvětví automobilového průmyslu, velmi aktuální a přináší do oblasti dopravy spoustu inovací a vizí. Studenti mají možnost zapojit se do stávajících zaběhlých projektů nebo do projektů nově vznikajících. Mají tak na výběr, od logistických problémů až po vývoj vozidel. Dále se studenti naučí pracovat s moderními technologiemi, přičemž mohou navázat úzkou spolupráci s většími výrobci a získat tak zajímavé zkušenosti z praxe.

Více o projektu vám rád zodpoví jakýkoli vedoucí, případně student na projektu. Nebojte se nás kontaktovat třeba na Facebooku. K dispozici jsou také stránky a FB projektu:

- [k616.fd.cvut.cz](https://k616.fd.cvut.cz)
- [facebook.com/K616NaFdCvut](https://facebook.com/K616NaFdCvut)

### Použité zdroje:

- [1] *Ústav dopravních prostředků fakulty dopravní ČVUT v Praze* [online]. Praha, 2020 [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://k616.fd.cvut.cz/>
- [2] *Vše o průmyslu: Vodíkové pohony jsou budoucností mobility* [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://www.vseoprumsly.cz/inspirace/trendy/vodikove-pohony-jsou-budoucnosti-mobility.htm>
- [3] *Návrh pohonu malého elektrického městského vozidla pro carsharing v Praze* [online]. Praha, 2020 [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/90654/F6-BP-2020-Bosek-Frantisek-Bakalarska-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. BP. ČVUT FD
- [4] *Návrh package a konstrukce lehkého městského elektromobilu* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/3492>. DP. ČVUT FD.
- [5] *Návrh hnacího ústrojí s elektromotorem v kolech pro malý sdílený elektromobil* [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/98955/F6-BP-2021-Novak-Ales-Ales-Novak-Bakalarska-prace.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. BP. ČVUT FD

# DOPRAVNÍ SÁL FAKULTY DOPRAVNÍ

K620 – ÚSTAV DOPRAVNÍ TELEMATIKY

Bc. Daniel Chlebek, Bc. Vilém Pecen, Vít Řezáč

## Vedoucí projektu:

- Doc. Ing, Martin Leso Ph.D.
- Ing, Bc. Dušan Kamenický Ph.D.
- Ing. Petr Koutecký Ph.D.
- Ing. Adam Hlubuček

## 1) Úvod

Projekt Dopravní sál Fakulty dopravní (dále DSFD) je zaměřen na komplexní problematiku železnice a provozu na ní, k čemuž využívá existující infrastrukturu Dopravního sálu v podobě modelového kolejiště v měřítku H0 s připojeným zabezpečovacím zařízením funkčně identickým se zabezpečovacím zařízením používaným v běžném provozu. Projekt nabízí širokou škálu témat pro studentské práce, ať už přímo s existujícím modelem, např. v podobě datového popisu infrastruktury na DSFD, tak i témata související, převážně z oblasti řízení, zabezpečení a organizace železničního provozu. Příkladem v současné době běžících prací tohoto charakteru je např. spolehlivé zjištění celistvosti vlakové soupravy nebo tvorba a experimentování na simulátorech metra a řízení vlaku v režimu ETCS.

Cílem projektu je seznámit studenty s existujícími, ale především také s budoucími způsoby zabezpečení a organizace provozu na železnici. V průběhu činností na projektu budou mít možnost budoucí kolegové nahlédnout do komplexnosti problematiky zabezpečení provozu na železnici (ať už z hlediska infrastruktury, řízení i organizace provozu). Budou mít příležitost se svými bakalářskými či diplomovými pracemi podílet na řešení jednotlivých součástí tohoto komplexního systému železničního provozu. Jedním z cílů a zároveň jednou z výhod práce na projektu DSFD je, že mnohé výstupy ze studentských prací jsou dále používány při provozu a výuce na DSFD. Samozřejmostí je možnost se v průběhu studia naučit obsluhovat a případně i udržovat všechna zařízení Dopravního sálu.

Projekt je organizován formou schůzek přímo na Dopravním sále, které se konají každý týden v semestru a slouží ke konzultaci postupu práce a výměně zkušeností a informací mezi všemi členy projektu. Tyto schůzky probíhají v duchu přátelského povídání o železničních tématech a zpracovávané problematice a podtrhují celkově přátelskou atmosféru v rámci projektu.

## 2) Činnost projektu

Historicky byla činnost projektu soustředěna kolem výstavby a zprovoznění vybavení samotného Dopravního sálu, který se skládá ze dvojice místností, v nichž se nachází samotné modelové kolejiště v měřítku H0. Kostru kolejiště tvoří hlavní trať se čtyřmi dopravními s kolejovým rozvětvením (žst. Strančice, žst. Senohraby, žst. Čerčany a odb. Pyšely), která je doplněna regionální trať s dvěma dopravními s kolejovým rozvětvením (žst. Sedlnice a žst. Davle). Tato řízená oblast je oboustranně napojená na dvě odstavná nádraží, která jsou vzájemně propojená a umožňují přistavování vlaků automaticky do řízené



Obr.1: Kolejiště DSFD

oblasti. Železniční stanice Senohraby je vybavena elektromechanickým zabezpečovacím zařízením. Pracoviště výpravčího zahrnuje řídicí přístroj, na který navazují dva závislé stavědlové přístroje signalistů - prvním z nich je pákový přístroj, druhým klíčový bubnový přístroj. Staniční elektromechanické zabezpečovací zařízení je navázáno na hradlový poloautomatický blok s hradlem Mnichovice. Stanice Strančice je vybavena reléovým zabezpečovacím zařízením typu AŽD 71, ve stanici Davle je taktéž reléové zabezpečovací zařízení, tentokrát však typu TEST 13. Stanice Sedlnice je vybavena elektrodynamickým zabezpečovacím zařízením a zbylé stanice, tj. Čerčany, odstavné nádraží a odbočka Pyšely jsou ovládané pomocí elektronického stavědla.

V současné době se těžiště projektu přesunulo od samotné výstavby a zprovoznování jednotlivých částí kolejiště spíše k jeho využívání pro výuku, zdroj informací a podkladů pro práci a ověřování výstupů práce v prostředí minimálních následků v případě selhání řízení provozu. I přes toto není sál nikdy zcela dokončen a je možné nalézt i práce přímo na kolejišti nebo připojeném zabezpečovacím zařízení při jeho opravě, údržbě a modernizaci. Projekt se v současnosti dále rozšířil i na výstavbu a provoz simulátorů kolejových vozidel. Projekt jako takový je možné volně rozdělit na několik podprojektů, které jsou spolu úzce propojeny, a prací na jednom z nich často řešíte problematiku spojenou s jiným z podprojektů. V současné době běží v rámci projektu DSFD následující podprojekty, každý obsahující další dílčí témata a problémy.

### **2.1) Datový model kolejiště**

Datový model kolejiště si dává za cíl vytvořit přesný popis existující infrastruktury Dopravního sálu na principu RailTopoModel, což je standardizovaný logický model vytvořený speciálně pro popis železniční infrastruktury.

První část tohoto podprojektu modeluje a na základě měření, mapování a existujících podkladů z doby výstavby kolejiště tvoří přesný model existujícího stavu na Dopravním sále vč. přesné pozice vnějších prvků zabezpečovacího zařízení a zaznamenává jej pomocí programu AutoCad do situačního plánu, výškového profilu jednotlivých tratí, apod.

Druhou částí tohoto podprojektu je tvorba logického modelu odvozeného od RailTopoModelu a jeho následné převedení do podoby databáze navzájem propojených prvků, která umožní jednoznačný, přesný a efektivní popis existující infrastruktury vč. sklonů jednotlivých úseků, přesné pozice návěstidel a další vnějších prvků zabezpečovacího zařízení, apod. Zároveň však takto vzniklý logický model musí být přizpůsoben potřebám Dopravního sálu a umožňovat popsat v určitých případech velmi specifické podmínky. Zároveň však může být v určitých situacích o něco zjednodušen, protože určité jevy známé z běžné železniční infrastruktury se na sále nevyskytují.

Spojením výkresů a databáze pomocí skriptu vytvořený panem Ing. Hlubučkem vznikne přesný popis kolejiště DSFD. Tento typ modelu je nezbytný (nejen na DSFD, ale i v provozu obecně) pro tvorbu podkladů pro provoz s vlakovým zabezpečovacím zařízením ETCS. Tento podprojekt je vhodný pro studenty zaměření DOS a ITS.

### **2.2) Simulátory kolejových vozidel**

V současné době se dokončují simulátory jízdy kolejového vozidla a pracuje se rovněž na zjednodušeném



Obrázek 2: Simulátor ETCS

statickém simulátoru vlaku se zjednodušeným řídicím pultem. Simulátory budou sloužit, kromě využití ve výuce, také pro výzkum způsobu školení a výcviku strojvedoucích. V současné době probíhá postupná kompletace a zprovoznování těchto simulátorů ve spolupráci s ústavem K616 FD a s fakultou Informatických technologií ČVUT. Práce na simulátoru probíhaly v rámci projektu Univerzální výcvikový simulátor vozidla MHD, reg. č. CZ.07.1.02/0.0/0.0/17\_049/0000841 realizovaném v rámci výzvy č. 24 OP PPR, jehož předmětem byl návrh, vývoj a



realizace funkčního prototypu drážního simulátoru s reálným kokpitem a pohybovou plošinou. Prototyp umožňuje simulaci jízdy vozidlem metra (typ 81.71M), případně jednoduchou výměnou řídicího pultu také simulaci jízdy lokomotivou (Emil Zátopek) S ČVUT-FIT je nyní řešena SW aplikace realizující simulaci systému ETCS (Evropský vlakový zabezpečovač).

V rámci projektu je možné se zabývat jak samotným HW (řízení obrazovek, řídicího pultu či řízení pohybu pohybové plošiny), tak SW řešení, zejména návrhem virtuální reality. Při této práci se případný zájemce setká s výše zmíněnou spoluprací s dalšími týmy a naučí se tak pracovat a komunikovat ve velkém týmu. Tato zkušenost je velmi cenná a dá se velmi dobře zhodnotit v rámci volby budoucího povolání.

V rámci tohoto podprojektu je možné se zaměřit i na samotné využívání schopností simulátoru a zkoumat interakce obsluhujícího s vozidlem, nacházet a ověřovat nové postupy při řízení, nebo i schopnosti daného zabezpečovacího zařízení. Tento podprojekt je vhodný pro studenty se zaměřením ITS.

### 2.3) Železnice 4.0

Jedná se o nový koncept v rámci zabezpečování a provozování železniční sítě. Je postaven na zabezpečování jízdy vlaků kombinací vlakového zabezpečovacího zařízení ETCS úrovně 3 (ETCS L3), unifikací staničních, traťových a přejezdových zabezpečovacích zařízení do jediného, centrálně řízeného celku (Integrovaný zabezpečovací systém – IZZ), minimalizace vnějších prvků zabezpečovacího zařízení, které budou navíc dálkově ovládnuty z centra pomocí datových kabelů a běžných průmyslových objektových ovladačů. Více informací o samotné koncepci naleznete na <https://zeleznice40.cz>.



# ŽELEZNICE 4.0

## Koncept digitální železnice ČR

Obr.3: Logo Železnice 4.0

V rámci tohoto podprojektu je možné zkoumat širokou paletu různých témat, teoretických i praktických. Od možnosti organizace provozu na takto řízených tratích, přes studium možných spoluprací s jinými obory, např. telekomunikacemi apod., až po zkoumání nových i již existujících systémů vozidel a možnosti jejich vylepšení nebo využití pro potřeby tohoto konceptu provozu. Jedním z v současné době řešených témat v rámci podprojektu Železnice 4.0 je spolehlivá detekce konce a celistvosti vlaku a problematika univerzálních objektových kontrolérů pro ovládání vnějších periférií. Téma, které se připravuje k řešení společně s ČVUT-FIT je realizace integrovaného zabezpečovacího zařízení, které umožňuje centralizovat logiku řízení celé tratě a vozidel do výpočetního „cloudu“ a tím výrazně zjednodušit a zlevnit tuto technologii.

Tento podprojekt je velmi rozsáhlý co do počtu a rozmanitosti témat pro studium a do jisté míry i zastřešuje a využívá poznatků další podprojektů v rámci DSFD. Tento podprojekt je vhodný pro studenty oborů DOS, ITS i LOG.

### 3) Závěrečné práce

Bakalářské práce:

Název	Autor	Rok	Popis
Analýza rozhraní železniční infrastruktury Konceptu Železnice 4.0.	Daniel Chlebek	2022	Práce se zabývá novým přístupem k realizaci infrastruktury zabezpečovacího zařízení v České republice s cílem analyzovat principy distribuovaných digitálních technologií. Práce rozvádí Koncept Železnice 4.0, který definoval vizi digitalizace české železnice. Předmětem práce je především analyzovat rozhraní a parametry současných infrastrukturních prvků železničního zabezpečovacího zařízení a také objektových kontrolérů, které jsou klíčovou součástí Konceptu Železnice 4.0.
Simulátor vlakového zabezpečovače	Vilém Pecen	2021	Práce popisuje návrh systému simulátoru vlakového zabezpečovače pro lokomotivní simulátor Fakulty dopravní ČVUT v Praze. Navrženo je hardwarové i softwarové řešení v modulární podobě umožňující jeho zastavění do ovládacího pultu na stanovišti strojvedoucího. Modul vlakového zabezpečovače simuluje národní systém LS-90.
Datový popis kolejiště Dopravního sálu FD	Tomáš Starý	2020	Práce se zabývá možnostmi datového popisu železniční infrastruktury. První a druhá kapitola obsahuje teorii k popisu železniční infrastruktury ve formátu RailTopoModel a railML. Třetí kapitola se zaměřuje na software ERSA a možnosti exportu ve formátu railML z tohoto programu.
Implementace elektrodynamického zabezpečovacího zařízení do Dopravního sálu	Lukáš Petřík	2014	Cílem této práce je seznámení s problematikou funkce jednořadového elektrodynamického stavědla, návrh jeho zprovoznění a implementace do Dopravního sálu Fakulty dopravní a vypracování technické dokumentace.
Technické návrhové parametry vlakotramvajové trati v Rokytnici nad Jizerou	Petr Velek	2013	Práce se zabývá plánem prodloužení regionální železniční trati č. 042 do středu krkonošské obce Rokytnice nad Jizerou. Elaborát představuje přínosy realizování prolongace formou vlakotramvajové dráhy a nabízí konkrétní variantní návrh provedení.

Diplomové práce:

Název	Autor	Rok	Popis
Návrh simulačních scénářů systému ETCS pro školení strojvedoucích	Bc. Tomáš Starý	2022	Práce se zabývá analýzou aktuálního stavu výcviku strojvedoucích. Dále je řešena interakce mezi systémem ETCS a strojvedoucím po přechodu na zabezpečení železničních tratí tímto systémem. Je navržen seznam nejčastějších situací, jež bude strojvedoucí muset během provozu řešit.
Zavedení systému kombinované dopravy pro přepravu vozových zásilek	Bc. Pavel Kuba	2022	Předmětem diplomové práce je návrh systému pro přepravu vozových zásilek splňujícího charakteristiky systému kombinované dopravy za účelem převodu části silniční nákladní dopravy na železnici. Toho je docíleno identifikováním požadavků pro uskutečnění překládky v množství malých stanic.
Generický návrh provozních displejů drážních vozidel	Bc. Petr Stříteský	2021	Předmětem práce je tvorba generických knihoven v programovacím jazyce C++ určených specificky pro provozní obrazovky kolejových vozidel či jejich simulátorů schopných funkce na širší množině běžně používaných operačních systémů.
Specifikace požadavků na simulátor stanoviště strojvedoucího s ETCS	Bc. Lukáš Petřík	2017	Tato práce poskytuje stručný náhled do problematiky železničních simulátorů a shrnuje jejich nasazení ve světě. Dále popisuje požadavky na simulátor stanoviště strojvedoucího s ETCS. Je navržena architektura simulátoru a návod pro jeho implementaci.
Implementace displeje mobilní části ETCS	Bc. Jan Červenka	2017	První část této diplomové práce slouží jako úvod do zabezpečovače ETCS a také popisuje funkce jeho DMI jednotky. Druhá část představuje hardware a software platformu, vysvětluje proces implementace DMI aplikace a slouží jako dokumentace API.
Elektronické stavědlo pro dopravní sál FD ČVUT	Bc. Petr Koutecký	2012	Tato diplomová práce je zaměřena na vývoj SW realizující funkci staničního zabezpečovacího zařízení, které umožňuje realizaci funkce stavění vlakových a posunových jízdnic cest v souladu s požadavky TNŽ 342620, III. kategorie SZZ , včetně zobrazovací části JOP dle specifikace ZTP JOP IV
Návrh implementace systému ETCS do prostředí Dopravní laboratoře Fakulty Dopravní	Bc. Tomáš Konopáč	2012	Tato diplomová práce se zabývá specifikací požadavků pro implementaci systému ETCS do podmínek kolejistiště Dopravního sálu Fakulty dopravní. Navržena bude možnost realizace aplikačních úrovní ETCS L1, L2/3.
Vizualizace funkce reléového zabezpečovacího zařízení blokového typu AŽD71	Bc. Dušan Kamenický	2012	Tato diplomová práce se zabývá realizací SW nástroje, který umožňuje vizualizovat funkci reléového zabezpečovacího zařízení typu AŽD 71 tvořeného reléovými bloky. SW umožňuje sledování činnosti jednotlivých reléových obvodů v reálném čase a nebo ze záznamu. SW slouží k výukovým účelům umožňující detailní analýzu funkce reléového zabezpečovacího zařízení



Témata k řešení:

Název	Popis
Automatizace řízení železniční dopravy	Navrhněte automatické algoritmy pro jízdu vozidel v dopravním sále umožňující automatický provoz podle grafikonu vlakové dopravy, případně GVD dynamicky optimalizovat.
Projekt Železnice 4.0. – Digitální železnice pro ČR	Návrh a ověření funkce digitální železnice založené na přístupu přímého řízení vlaků bezdrátovou komunikací se systémem ETCS aplikační úroveň L2/3, zahrnující rovněž systémy automatického vedení vlaku ATO. Systém řízení a zabezpečení bude v infrastruktuře založen na distribuovaných řídicích a komunikačních technologiích, využívající technologie objektových kontrolérů, a centralizovaného integrálního zabezpečovacího zařízení realizovaného na cloud technologii.
Výzkum mikros pátku a poklesu pozornosti strojvedoucích	Na simulátoru vlaku vyzkoušejte a porovnejte metody (EEG, EYE TRACKER, NEURO COM) detekce poklesu pozornosti strojvedoucích. Cílem by mělo být navrhnout jiný způsob kontroly pozornosti strojvedoucího, než v současné době používaný systém kontroly strojvedoucím tlačítkem bdělosti nebo systémem SIFA.
Modernizace řídicího systému Dopravního sálu	Analyzujte aktuální systém ovládání prvků infrastruktury a provozu modelových vláček na kolejišti DSFD. Identifikujte potenciální směry rozvoje systému vedoucí ke zvýšení realističnosti simulace provozu a vyšší flexibilitě. Navrhněte novou architekturu systému a připravte zadání pro profesionální programátory. Vypracujte strategii řízení projektu modernizace.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Prostředí DSFD je využíváno pro výuku a školení budoucích výpravčů a dispečerů, které zde školí Správa Železnic, státní organizace. Po absolvování těchto školení mohou zájemci vykonávat profesi výpravčího. Poslední kurz v roce 2022 tak umožnil najít možnost zaměstnání i při studiu na ČVUT FD pro 10 studentů.

Zde nabitě zkušenosti z oblasti zabezpečovacích zařízení, včetně systému ETCS, lze velmi úspěšně uplatnit při volbě povolání například u společností AŽD Praha, s r.o., Starmon, SŽ, s.o., Alstom ČR nebo Siemens Mobility ČR. Takové specializace jsou potřebné rovněž pro Správu Železnic, Drážní úřad ČR, Drážní inspekce ČR, kde řada našich absolventů našla velmi zajímavé a perspektivní zaměstnání.

#### 5) Závěr

Tento projekt poskytuje dobrý náhled do komplexní problematiky řízení, organizace a zabezpečení provozu na železnici nejen historickými a soudobými, ale i budoucími způsoby. Nabízíme možnost relativně svobodné volby tématu a přístupu k řešení problému. Projekt je organizován formou schůzek konajících se jednou za týden vždy v pátek od 9 hodin. Celkově je projekt veden v příjemné atmosféře. Zájemci mohou vypomoci při organizaci akcí, které se na DSFD pravidelně konají a těší se velkému zájmu veřejnosti. Projekt je vypsán pro obory: DOS pod kódem 20X1SD, ITS pod kódem 20X1SS i LOG pod kódem 20X1SM, a i díky tomu, že je projekt vypsán pro více než jeden obor a zároveň spolupracujeme i s dalšími fakultami ČVUT, rozvíjíme schopnosti kombinovat znalosti a přístupy studentů na různých oborech a tím i zlepšovat schopnosti spolupráce u našich členů.

Pokud jsme Vás zaujali a měli byste zájem dozvědět se více informací, můžete navštívit naše webové stránky: <http://dsfd.fd.cvut.cz>, kontaktovat vedoucího projektu doc. Ing. Martina Lesa Ph.D. pomocí e-mailu: [leso@fd.cvut.cz](mailto:leso@fd.cvut.cz) nebo (nejlépe po předchozí e-mailové domluvě) nás navštívit na jedné z našich pravidelných pátečních schůzkách v místnosti B-208.

#### Použité zdroje:

- Dopravní sál FD: Železniční laboratoř pro výuku i výzkum. In: *Sborník konference 25 let Fakulty dopravní ČVUT v PRAZE*. Praha, 2018.
- LESO, Martin, a kol., *Dopravní sál Fakulty dopravní ČVUT v PRAZE: Brožura a průvodce*. 2017.
- LESO, Martin a kol. *Dopravní sál Fakulty dopravní ČVUT v Praze: Poster z prezentace projektů*. 2020.
- LESO, Martin a kol. *Dopravní sál Fakulty dopravní ČVUT v Praze: Poster z prezentace projektů*. 2021.

# Člověk a globální komunikace

K614 – Ústav aplikované informatiky v dopravě

Bc. Matyáš Rychetský

## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Zdeněk Lokaj, Ph.D., LL.M.
- Ing. Martin Šrotýř, Ph.D.
- Prof. Ing. Tomáš Zelinka, CSc.

## 1) Úvod

Projekt je zaměřen na studium telekomunikačních technologií, sítí a služeb a jejich užití především pro řízení procesů v reálném čase. Jednotlivá témata vycházejí ze stávajícího stavu oboru v České republice a současné z prognóz vývoje moderních telekomunikačních systémů. Ty jsou rozvíjeny jednak pro masové nasazení (například mobilní sítě a IP multimediální sítě), jednak jako specifické řešení, kde je například vyžadováno garance kvality služby (například telekomunikační řešení mýtného systému). Právě při integraci do dopravních systémů bývá splnění takových požadavků klíčové.

Jednotlivé úlohy jsou zasazeny do rámce studia telematických a telekomunikačních projektů, které řeší Fakulta dopravní v rámci výzkumných programů státních organizací (například Technologická agentura ČR nebo v minulosti Trvalá prosperita Ministerstva průmyslu a obchodu), stejně jako ve vazbě na konkrétní zadání průmyslu (například Škoda Auto).

Cílem vedoucích projektu je, aby jeho studenti, pokud možno spolupracovali a tvořili své bakalářské či diplomové práce s komerčním sektorem, a tím tak pracovali na současných, konkrétních a reálných projektech s odborníky z oboru.

## 2) Činnost projektu

### Činnost minulá

V minulosti se projekt mimo jiné zabýval třemi velkými projekty. Prvním projektem bylo monitorování pohyblivých objektů po ploše letiště tzv. TE-VOGS, druhým projekt byl zaměřen na zvýšení využití parkovací kapacity na dálnicích pomocí predikčních modelů. Posledním velkým projektem byla spolupráce na zavedení kooperativního inteligentního dopravního systému pod názvem C-Roads v rámci České republiky.

TE-VOGS byl identifikační a komunikační systém s funkcí navigace pro letištní vozidla, sloužící především k celkovému posílení bezpečnosti provozu letiště. Systém byl určen pro pracovníky obsluhující mobilní letištní prostředky, pracovníky dohledu a pracovníkům řízení letového provozu. Jednotka je vybavena mapou letiště a umožňuje pracovníkům dohledu a řízení sledovat pohyb vozidel (klientských stanic) po letištní ploše. TE-VOGS umožňuje sledovat ve vozidlech na navigační obrazovce aktuální vlastní polohu vozidla, ostatních vozidel, pojíždějících letadel a zároveň umožňuje přenos dalších zájmových dat mezi vozidlem a dispečerským stanovištěm, což z kvalitativně a zefektivňuje práci řídicích letového provozu a výrazně zvyšuje bezpečnost. Tento systém je případně možné využít i pro jiné než letištní sítě.



Obr. 1: Ukázka palubní jednotky vozidla pohybujícího se po letištní ploše

Projekt Zvýšení využití parkovací kapacity na dálnicích pomocí predikčních modelů byl zaměřen na vytvoření systému, který bude na základě vstupních dat z mýtného systému predikovat obsazenost jednotlivých parkovacích míst tak, aby poskytoval informace pro optimalizování využití stávajících parkovacích ploch na dálniční síti. Výstupy modelu budou předávány pomocí vhodných informačních kanálů řidičům, kterým tímto značně usnadní rozhodování o vhodném místě pro parkování a tím i systém celkově přispěje k plynulosti a bezpečnosti dopravy jako celku. Jedním z výstupů projektu je i specifikace metodiky pro lokalizaci vhodných míst k vytvoření nových parkovacích ploch pro těžkou nákladní dopravu na dálnicích a rychlostních komunikacích v České republice, na základě analýzy historických dat z elektronického systému výkonového zpoplatnění. Tato metodika umožňuje detekovat lokální maxima v místě a čase, tj. umožňuje snadno detekovat místa, kde pravděpodobně dochází k vysokému výskytu parkujících vozidel, případně k naplnění nebo překročení kapacity parkovacích ploch. Výstupem může být 3D histogram zobrazující čas během dne, místo a čas odpočinku (následujícího i ukončeného), který znázorňuje počet detekovaných odpočinků v daném místě a časovém intervalu.

Posledním projektem, na kterém se v poslední době nejvíce pracovalo, je C-Roads, který slouží jako koordinační platforma pro zavádění C-ITS systémů po Evropě. Vozidla, či část infrastruktury, jsou vybavena OBU jednotkami komunikující mezi sebou pomocí ITS-G5 a LTE technologiemi. Při komunikaci dochází k přenosu informací, díky kterým může dojít ke zvýšení bezpečnosti v silničním provozu, ochraně zdraví osob, snížení nehodovosti a zvýšení plynulosti dopravy. Příkladem informace může být upozornění řidiče, při události na silnici (Práce na silnici, pomalu jedoucí vozidlo a jiné), dále přibližující se vozidlo IZS či upozornění na blížící se železniční přejezd.

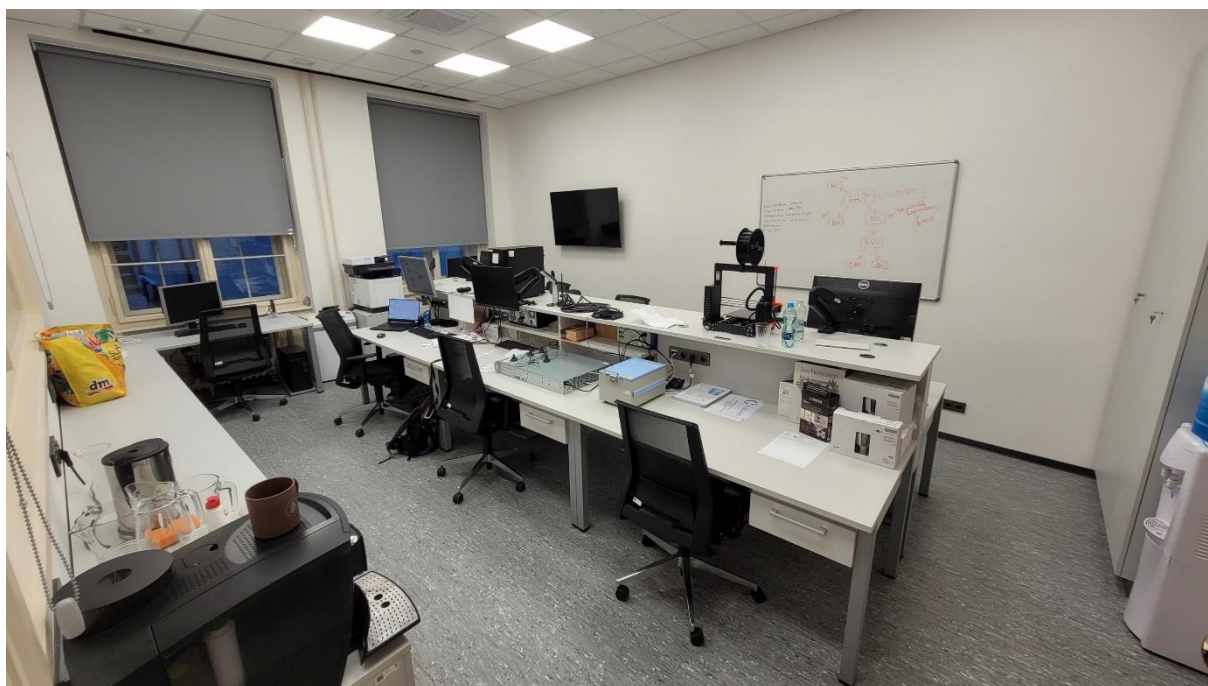
### Aktuální činnost

V současnosti na projektu Člověk a globální komunikace řešíme několik projektů. Jedním z nich je například projekt Elektronické omezení rychlosti vozidel při mimořádných a krizových situacích bezpečnostními sbory či projekt Vícedimenzionální detekce a automatizovaná reakce s využitím umělé inteligence.

Projekt Elektronické omezení rychlosti vozidel při mimořádných a krizových situacích bezpečnostními sbory má za cíl výzkum a vývoj systému, který bude aktivován výhradně bezpečnostními sbory při zvládnání mimořádných bezpečnostních situací. Primárním účelem systému je bezpečné zastavení pronásledovaných vozidel bez použití destruktivních donucovacích prostředků, a tím zvýšení bezpečnosti zasahujících příslušníků bezpečnostních sborů a snížení dopadů na majetek. Výsledkem projektu bude návrh původní koncepce celého systému a jeho ověření pomocí funkčních vzorků komunikačních modulů. [1]

Projekt vícedimenzionální detekce a automatizovaná reakce s využitím umělé inteligence se zabývá zabezpečením citlivých dat před potenciálními kybernetickými útoky (Útočníci, malware a jiné). Cílem tohoto projektu je vytvořit společné výzkumné prostředí pro vybudování silných schopností v oblasti kybernetické bezpečnosti. Klíčovým cílem je vytvořit inteligentní a automatizovaný software založený na umělé inteligenci (AI) a analýze velkých dat, který bude účinně a efektivně odhalovat různé kybernetické útoky a předcházet jim.

V rámci projektu došlo mimo jiné k vybudování nové Laboratoře CertiLab (Budova Konviktská – v přízemí), umožňující realizaci závěrečné práce za pomoci dostupného vybavení, které se neustále rozšiřuje. Aktuálně se v laboratoři nachází simulátory 4G a 5G sítí, C-ITS jednotky, zařízení k IoT, 3D tiskárna, RF měřicí vybavení a mnoho dalších technologických zařízení.



Obr. 2: Laboratoř CertiLab

### 3) Závěrečné práce

Projekt Člověk a globální komunikace má za sebou více jak patnáctiletou historii a za dobu své existence již stihl vyprodukovat řadu zajímavých prací, z nichž jsem několik vypsals do následující tabulky.

<b>Autor</b>	<b>Název práce</b>	<b>Typ práce</b>
Bc. Lukáš Čech	Analýza vlivu mobility uživatelů na kvalitu bezdrátové sítě	Bakalářská práce
Ing. Jan Krejčí	Metodologie výběru letiště pro vybavení pseudosatelity systému Galileo.	Diplomová práce
Ing. Martin Dostál	Hodnocení telekomunikačních parametrů V2X přenosových technologií	Diplomová práce
Ing. Michal Mlada	Návrh systémového řešení pro realizaci evaluace projektu C-Roads CZ	Diplomová práce
Ing. Vojtěch Sejkora	Návrh a realizace evaluace use-case RLX v rámci projektu C-Roads CZ	Diplomová práce
Bc. Petr Ondomiši	Využití pokročilých technologií při doručování kusových zásilek ve městech	Bakalářská práce

Bc. Matyáš Rychetský	Analýza a vize bezpečnosti radiové komunikace pro složky IZS	Bakalářská práce
Bc. Martin Franc	Využití LPWAN sítí k analýze dopravního zatížení průmyslového areálu	Bakalářská práce

Tabulka 1: Seznam vybraných obhájených prací

Jak je možné si všimnout z vybraných závěrečných prací, tak projekt Člověk a globální komunikace nabízí široké spektrum oborů, ve kterém lze zpracovat své závěrečné práce. Zde je popis vybraných 3 prací, které tento fakt utvrzují:

- **Analýza a vize bezpečnosti radiové komunikace pro složky IZS, Bc. Matyáš Rychetský** – Práce popisuje aktuální stav a problematiku radiokomunikační sítě (sít' Pegas) v České republice pro složky IZS a navrhuje možná vylepšení v rámci přechodu na modernější systémy (DMR Tier III, LTE a jiné). V neposlední řadě popisuje i možnosti využití v jiných odvětví než čistě v radiokomunikační síti pro složky IZS.
- **Využití pokročilých technologií při doručování kusových zásilek ve městě, Bc. Petr Ondomiši** – Cílem této práce je analýza současných způsobů doručování kusových zásilek ve městech a následná analýza možnosti využití moderních technologií, které by se daly implementovat do procesu doručování. Kromě technologického hlediska je provedena i analýza legislativní stránky věci.
- **Využití LPWAN sítí k analýze dopravního zatížení průmyslového areálu, Bc. Martin Franc** – Předmětem je analyzovat LPWAN technologii v řešeních Internetu věcí (IoT) a provedení jejich porovnání. Další část závěrečné práce se zabývá analýzou aplikací IoT implementovaných ve výrobních závodech ŠKODA AUTO a.s. Následuje návrh IoT aplikace v programovacím jazyce R určené k analýze dopravní zátěže ve výrobním závodě ŠKODA AUTO a.s. v Mladé Boleslavi a jsou navrženy metody pro zpracování senzorických dat. Poté následuje ověření navržených metod pro zpracování dat na testovacích datech. Na závěr je navržen budoucí rozvoj IoT řešení ve výrobních závodech ŠKODA AUTO a.s. a jsou zhodnoceny očekávané náklady a přínosy.

Z popisu jednotlivých prací je možné si všimnout již zmiňovaného širokého spektra oborů. Zatím co první práce se zabývá radiokomunikací složek IZS, tak druhá práce jde spíše směrem k logistice a třetí k využití IT technologií v dopravě.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Jak již bylo zmíněno v úvodu, optimem je spolupráce akademické sféry a komerční sféry. Studenti mají možnost spolupráce s odborníky z oboru při řešení konkrétních a aktuálních projektů. Na našem projektu jsme měli již čest spolupracovat s celou řadou prestižních firem.

Pro Technickou správu komunikací hl. m. Prahy jsme řešili projekt využitelnosti kooperativních systémů pro Prahu. Se Škodou auto a.s. stále spolupracujeme na různých projektech, mj. na kooperativních systémech, dříve i na službě tísňového volání eCall. S firmou Kapsch Telematic Services, spol. s r.o. jsme se podíleli na způsobu využití dat z mýtných bran pro predikci obsazenosti parkovacích míst pro těžkou nákladní dopravu. Na projektu Monitorování pohyblivých objektů po ploše letiště jsme kooperovali se společností Telematix services a.s., společností Techniserv s r.o. a Letiště Praha. S firmou INTENS Corporation s.r.o spolupracovali na evropském projektu C-Roads. Rozvíjíme i aktivitu směrem do akademických sfér – spolupracujeme s odborníky z jiných VŠ (FEKT VUT, VŠB-TUO).

Absolventi tohoto projektu často zakotví ve společnostech, se kterými během studia spolupracovali při řešení své bakalářské a diplomové práce, nebo se uchytí v těch společnostech, kde se problematika, které se věnovali při studiu, řeší. Jako příklad mohou být pánové Ing. Miroslav Vaniš, Ph.D. a doc. Ing. Zdeněk Lokaj, Ph.D., LL.M., kteří pracovali na projektu C-Roads a jsou nadále členy evropských skupin řešící integraci C-ITS systémů v Evropě v rámci navazujícího C-Roads 2 a i jiných mezinárodních aktivit.

#### 5) Závěr

Projekt se snaží rozšířit studentům obzory v komunikačních a informačních technologiích a využití moderních systémů v dopravě. V rámci projektu se konají každý měsíc pravidelné schůzky všech členů projektu, kde

jednotliví členové debatují a předávají nabitě znalosti a zkušenosti z řešených problémů. Více informací Vám sdělí vedoucí projektu nebo studenti na předmětu.

Kontakty na vedoucí projektu:

- doc. Ing. Zdeněk Lokaj, Ph.D., LL.M. → lokaj@fd.cvut.cz
- Ing. Martin Šrotýř, Ph.D. → srotyr@fd.cvut.cz
- Prof. Ing. Tomáš Zelinka, CSc. → zelinka@fd.cvut.cz

Zdroje:

[1] Elektronické omezení rychlosti... - CEP - TA ČR Starfos. [online]. Copyright © [cit. 06.11.2022]. Dostupné z: [https://starfos.tacr.cz/cs/project/VJ01010066?query\\_code=54gaaacxxixq](https://starfos.tacr.cz/cs/project/VJ01010066?query_code=54gaaacxxixq)

# BEZPEČNÝ MOTOCYKL

K616 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

Tomáš Holec, Tomáš Kotvald, Vojtěch Thums

## Vedoucí projektu:

- Ing. Jiří First
- Ing. Josef Mík, Ph.D.
- Ing. Josef Svoboda
- Ing. Přemysl Toman

## 1) Úvod

Projekt bezpečný motocykl cílí nejen na nadšence do motocyklů a motorsportu, ale na všechny studenty se zájmem o techniku, výzkum a vývoj dopravních prostředků. Projekt byl založen v roce 2013 a sídlí na ústavu K616 – Ústav dopravních prostředků. V rámci tohoto projektu v roce 2015 vznikl i univerzitní závodní tým CTU Lions sdružující studenty napříč celým ČVUT. Projekt nabízí úzkou spolupráci s akademickou sférou a průmyslovými partnery, se kterými studenti aktivně spolupracují na svých závěrečných pracích. Závěrečné práce projektu byly vždy kladně hodnoceny a přispěly nejen k vývoji motocyklů jako takových, ale i k prvkům pasivní a aktivní bezpečnosti jednostopých vozidel. Projekt je otevřen pro obor logistiky (LOG), inteligentních dopravních systémů (ITS) a dopravních systémů (DOS). Projekt je strukturován do několika následujících sekcí.

- I. Bezpečný motocykl:
  - hlavním cílem je zvýšení aktivní a pasivní bezpečnosti jednostopých vozidel.
- II. Závodní motocykl:
  - vývoj a stavba závodních motocyklů v rámci týmu CTU Lions v mezinárodní soutěži MotoStudent.
- III. Energeticky nenáročný a ekologický motocykl:
  - účelem je přenést nejnovější poznatky z oboru alternativních pohonů do oblasti jednostopých vozidel.
- IV. Informační sekce:
  - cílem je informovat společnost o historii, současnosti a budoucnosti motocyklů, osvětou přispět k zvýšení bezpečnosti provozu.

## 2) Činnost projektu

Studenti se v rámci sekce bezpečný motocykl mohou zapojit do výzkumné činnosti v oblasti motocyklových simulátorů, jízdních zkoušek a testů. Vývoj prvků aktivní a pasivní bezpečnosti je zaměřen jednak na konvenční motocykly se spalovacím motorem, tak i na motocykly s pohonem elektrickým. Sekce dále cílí na výzkum specifík chování jezdce při jízdě a na inovace v oblasti základního motocyklového výcviku.

Závodní sekce zahrnuje tým CTU Lions a jeho účast v soutěži MotoStudent (obr. 1). V rámci soutěže se studenti postupně seznámí s celým procesem vývoje a stavby motocyklu – návrh konceptu, konstrukce, tvorba výrobní a výkresové dokumentace, prototypování a testování. Samostatnou kategorií je vývoj technických a technologických inovací, které jsou aplikovány na vyvíjený motocykl. Součástí soutěže je také tvorba podrobného business plánu, plánu sériové výroby a týmové strategie jak pro závody, tak i z hlediska financování celého týmu. Soutěž MotoStudent je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V rámci teoretické části studenti zpracovávají projekt, který následně obhajují před odbornou komisí (obr. 2). Praktická část se odehrává na závodním okruhu Motorland Aragon a sestává se ze statických, dynamických, administrativních přejímek, dynamických testů (gymkhána, akcelerace, brzdění) a finálního závodu (obr. 3).

Soutěž MotoStudent probíhá ve dvouletých intervalech. Tým CTU Lions se této soutěže účastní již počtvrté a v nové sezoně 2022/23 staví nový závodní motocykl v kategorii Electric. Tým CTU Lions se svými prototypy účastní dále závodů MotoEngineering Italy na okruhu v italské Imole a také MotoEngineering Spain na okruzích Barcelona – Catalunya, Albacete apod. Tým je rozdělen do čtyř sekcí (konstrukce, elektro, business a PR) a každý student si může vybrat, do jaké sekce a s jakou specializací se bude chtít zabývat.



Obrázek 1: Tým CTU Lions na okruhu ve španělském Aragonu.



Obrázek 2 a 3: Obhajoba projektu před odbornou komisí a motocykl CTU Lions v čele závodu na okruhu v italské Imole.

### 3) Závěrečné práce

Námětů pro závěrečné práce je celá řada. Studenti mohou navázat na již úspěšně obhájené závěrečné práce, přijít s vlastními náměty či mají na výběr řadu témat od vedoucích projektu. Níže v tabulce č.1 a č.2 jsou pro názornost vypsány bakalářské a diplomové práce obhájené na projektu.

Tabulka 1 – Seznam obhájených bakalářských prací na projektu Bezpečný motocykl.

BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	AUTOR
Návrh a optimalizace stavitelné hlavy řízení motocyklu	Vítězslav Malínský
Konstrukce motocyklu pro soutěž MotoStudent – návrh rámu	Michal Růžička
Statické zkoušky motocyklu Motostudent	Ondřej Paprčka
Bezpečnost motocyklů v souvislostech viditelnosti	Dominik Zuda
Konstrukce motocyklu pro soutěž MotoStudent – analýza parametrů	Jan Štěrba
Optimalizace konceptu uložení pohonného ústrojí studentského závodního motocyklu	Tomáš Kotvald
Popis aerodynamických vlastností závodního motocyklu	Vojtěch Thums
Airbag pro motocykl	Lukáš Svoboda
Návrh rámu elektrického motocyklu	Josef Svoboda
Rezonanční výfuk dvoudobého motoru	Přemysl Toman



Tabulka 2 - Seznam obhájených diplomových prací na projektu Bezpečný motocykl

DIPLOMOVÉ PRÁCE	AUTOR
System zadního odpružení závodního motocyklu	Roman Dáňa
Simulace jízdní dynamiky soutěžního motocyklu MotoStudent	Ondřej Paprčka
Měření a analýza jízdní dynamiky silničních závodních motocyklů	Josef Svoboda
Zvýšení bezpečnosti využitím kooperativních systémů u motocyklů	Michal Růžička

Aktuálně obhájené závěrečné práce v roce 2022 se zabývaly převodovým ústrojím a aerodynamickými vlastnostmi závodního motocyklu. *Optimalizace konceptu uložení pohonného ústrojí studentského závodního motocyklu* se zabývá pohonným ústrojím studentského závodního motocyklu. Cílem práce je analyzovat současný stav konstrukce převodové skříně závodního silničního motocyklu CTU Lions EVO 2.0 a navrhnout konstrukční změny, které povedou ke zvýšení účinnosti, funkčnosti a lepší montáži. V teoretické části práce jsou popsány jednotlivé části pohonného ústrojí motocyklu, soutěž MotoStudent, závodní silniční motocykl CTU Lions EVO 2.0 a současný stav převodové skříně u tohoto motocyklu. Praktická část práce se zabývá optimalizací uložení a odhalením nedostatků převodové skříně na stávajícím stavu motocyklu CTU Lions EVO 2.0 a doporučením pro další vývoj převodové skříně nové.

Bakalářská práce *Popis aerodynamických vlastností závodního motocyklu* se zabývá aerodynamickými vlastnostmi závodního motocyklu. Vychází z potřeby zlepšení konstrukce nového motocyklu vyvíjeného studentským týmem CTU Lions. Práce přináší teoretický výklad aerodynamických jevů a jejich aplikaci na motocykly. Dále práce popisuje vliv aerodynamický jevů na tvar motocyklu a s tím spojených kapotází. Experimentálním způsobem na modelu motocyklu zjišťuje hodnoty, kterých mohou nabývat odporové síly při jízdě motocyklu. Poznatky, které jsou v práci popsány, budou v následujícím ročníku soutěže Motostudent pomocníkem při návrhu a konstrukci nového motocyklu.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Spolupráce studentů s praxí je nedílnou součástí projektu. Zejména v rámci závodní sekce tým CTU Lions aktivně spolupracuje s celou řadou průmyslových partnerů (viz [www.ctulions.cz](http://www.ctulions.cz)). S průmyslovými partnery konzultujeme návrhy a inovace a společně řešíme možnosti jejich realizace. Absolventi projektu nachází uplatnění v technických sektorech (např. Noark Electric, Valeo, TÜV SÜD, Škoda Auto, Digiteq Automotive apod.). Výjimkou není ani pokračování absolventů v rámci doktorských studijních programů a spolupráce na výzkumných projektech např. ve společné laboratoři ČVUT a Škoda Auto Automotive R&D 4.0 na půdě CIIRC ČVUT.

#### 5) Závěr

Z pohledu studenta projektu se jedná o velice zajímavý projekt, který mnoho naučí a hlavně vysvětlí. Závěrečné práce vyplývají z aktuálně řešených projektů a potřeb jak ústavu K616 a týmu CTU Lions. Projekt také umožňuje studentům zabývat se vlastními náměty pro závěrečné práce. Aktuální informace o projektu a týmu lze najít na sociálních sítích Facebook, Instagram a LinkedIn pod názvem CTU Lions.

#### Použité zdroje:

- Webová stránka projektu Bezpečný motocykl. FD Projekt Bezpečný motocykl [online]. [cit. 2022-11-07]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/studenti/projekt-detail.html?kod=325>
- Digitální knihovna ČVUT. ČVUT DSpace [online]. [cit. 2022-11-07]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/>
- Webová stránka týmu CTU Lions. CTU Lions [online]. [cit. 2022-11-07]. Dostupné z: <http://www.ctulions.cz/>

# MAPY A GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY

K620 – ÚSTAV DOPRAVNÍ TELEMATIKY

Jiřina Lucia Varon Izová

## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
- Ing. František Kekula
- Ing. Zuzana Purkrábková

## 1) Úvod

Projekt se zabývá problematikou map a geografických informačních systémů. Hlavními tématy, kterým se projekt věnuje, jsou aplikace technologií GIS na systémové úlohy dopravy, analýza a konstrukce znalostí v geografických informačních systémech, charakteristiky průběhu definovaných veličin v čase, průmět a predikce v prostředí v GIS a aplikace v dopravních úlohách s podporou nástrojů systémového inženýrství.

## 2) Činnost projektu

Geografický informační systém (GIS) je počítačový systém pro zachycování, ukládání, kontrolu a zobrazování dat souvisejících s polohami na zemském povrchu. GIS může zobrazit mnoho různých druhů dat na jedné mapě, což umožňuje snadněji vidět, analyzovat a pochopit vzorce a vztahy. Na projektu je možné se zaměřit na různá související témata týkající se GIS a map, příklady témat jsou vypsány níže. Existuje i mnoho dalších témat, záleží vždy i na okruhu zájmu studenta.

Aplikací GIS v oblasti dopravy:

- Využití GIS k řídicím a optimalizačním úlohám:
  - Optimalizace jízdy vlaků a tramvají – využití GIS + GPS
  - Optimalizace dopravních toků v silniční dopravě
- Výhledové plánování dopravních staveb
- Analýza nehodovosti na silnicích v určitých oblastech
- Inteligentní navigace využívající geoprostorových dat

Transformace souřadnic:

- Vznik v souvislosti s výzkumem pozornosti řidiče při řízení
- Přesnější transformace souřadnic vzhledem k souřadnému systému ČR

V rámci projektu nejsou vymezeny pravidelné společné schůze. Schůze se konají v případě potřeby na straně studenta, který má ve vlastním zájmu se na schůzkách podílet. Projektová schůze probíhá formou diskuze a brainstormingu, který je užitečný pro následnou práci. Není nutné vynucovat schůzky, efektivnější spolupráci zajistí organizace schůzek nad konkrétními problémy a podněty k řešení. Schůzky je možné domluvit osobně nebo online, dle možností obou stran.

Projekt se účastní Studentské grantové soutěže SGS, kde se zaměřuje na témata jako geografické informační systémy ve spojení s FCD (Floating car data), výzkum vzniku alternativních tras a jejich dopadů na silniční infrastrukturu na území ČR či detekce objízdných tras při nehodě na hlavních silničních tazích na základě dat z plovoucích vozidel)

### **3) Závěrečné práce**

Tématem map a GIS se zabývá mnoho bakalářských a diplomových prací. Níže jsou v tabulkách názvy prací a případně jejich popis, pokud je dostupný, vypsány.

Na projektu je preferováno, pokud si student vybere sám téma dle svého zájmu a zaměření. Problematika projektu je velmi rozsáhlá a lze ji aplikovat na velice různorodé témata jako například propojení FCD a metoodat, problematika geometrie komunikace s ohledem na emise vozidel, využití satelitních snímků ke zkoumání osvětlení, propojení GIS a veřejného osvětlení a mnoho dalšího.

Bakalářské práce			
JMÉNO STUDENTA	NÁZEV PRÁCE	ROK	POPIS
Barnet Jiří	Určení přesnosti transformace souřadnic pro výzkum odchylek od ideální trajektorie	2008	
Olšan Viktor	Návrh vlastností vozidla, "vhodného pro daný věk" z pohledu zákazníků starších 55-ti	2009	
Gregorovič Miroslav	Analýza měření polohy ve vztahu k geografickému modelu území	2009	
Vrátný Ondřej	Systémová integrace programových aplikací pro GIS řešení	2010	
Urbaniec Krzysztof P	Dobývání znalostí z dopravních databází	2013	
Abramova Karina	Polohová přesnost osobní databázi geografických bodů Geocachingu	2014	
Černý Josef	Pomůcka pro názornou výuku regulace	2014	
Hnyk Petr	Časoprostorová analýza dopravní obslužnosti z dat jízdních řádů	2014	
Karliková Monika	Pomocné navigační systémy ve složkách IZS	2015	Předmětem této práce " Pomocné navigační systémy ve složkách IZS " je zaměření na popis, aplikaci a využívání navigačních systémů v prostředí integrovaného záchranného systému, analýza finančních nákladů a výnosů jednotlivých variant navigačních systémů a možné návrhové řešení sjednocení mapových podkladů složek integrovaného záchranného systému.
Kroupar Václav	Nástroje a analýzy vývoje dostupnosti veřejné hromadné dopravy v časoprostoru	2015	Tato práce se zabývá způsoby analýzy dopravní obslužnosti a nástroji, kterými lze tyto analýzy provádět. Dále probírá možnosti její prezentace a vizualizace a rozebírá samotnou tvorbu těchto systémů
Štok Jakub	Generování geografické informační báze z dat plovoucích vozidel	2015	Práce se zabývá automatickým generováním nových geografických objektů z Floating Car Data (FCD). Z důvodu přiblížení tématiky a vysvětlení pojmu plovoucí vozidla jsou úvodní kapitoly věnovány systému GPS, GIS a samotným FCD. V práci je vyjmenováno mnoho výstupů, které lze z FCD získat. Jedná se především o výstupy uplatnitelné v silniční dopravě, jako jsou např. mapové podklady pro satelitní navigace. Práce se zaměřuje na několik výstupů a zobrazuje metody a algoritmy, kterými lze výsledků dosáhnout. Nejdůležitějším výstupem je vektorová linie kopírující osu komunikace. Výstupy jsou prezentovány na obrázcích, které téma nejlépe vystihují.
Janáček Jan	Časoprostorová analýza dat silniční nehodovosti v místech stavebních opatření	2016	Práce se zabývá zaváděním bezpečnostních stavebních opatření v dopravě a vyhodnocením jejich účinnosti. Pomocí časoprostorové analýzy je zkoumán vliv na nehodovost u průsečných křižovatek ve Středočeském kraji, jež během období mezi roky 2009 - 2014 prošly přestavbou na křižovátku okružní. Bylo zjištěno, že vlivem přestavby průsečné křižovátky na křižovátku okružní dojde ke snížení, jak počtu, tak i závažnosti dopravních nehod. Zároveň došlo i ke změně poměru typů střetu. K úbytku došlo u čelních a bočních střetů, které jsou v nízkých rychlostech na křižovatkách nejnebezpečnější.
Červený Jan	Využití datových zdrojů satelitních dat v dopravě	2017	Tato práce se zaměřuje na problematiku satelitních dat. Zabývá se vznikem dat pro produkt, jeho doručení na vzdálený počítač a následnými možnostmi jeho zpracování. Zpracování je názorně ukázáno na konkrétním produktu "Teplota zemského povrchu". Část práce je věnována porovnání softwarů pro zobrazení vybraného produktu a vyhodnocení vhodnosti použití softwaru na základě cíle zpracování. V závěru práce jsou naznačeny možnosti využití datového zdroje v dopravě.
Zaoral Štěpán	Rešerše datových zdrojů satelitních dat s důrazem na aplikace v dopravě	2017	Předmětem práce je popsat a zjednodušit přístup k satelitním datům všem možným uživatelům, která jsou na ČVUT nově dostupné prostřednictvím systému EUMETCast. Dále má tato práce za cíl osvětlit čtenářům, jak se dané zdroje satelitních dat již využívají ve světě a také jakým způsobem lze dané produkty satelitního systému využít v dopravě. Záměrem této práce je také poukázat na přínos a užitečnost tohoto zdroje dat pro Fakultu dopravní ČVUT.
Bečka Ondřej	Pocitové mapy a jejich aplikace v dopravě	2020	Práce zpracovává využití pocitových map v dopravní problematice. V práci je systematicky popsán způsob vytvoření funkčního systému pro sběr pocitů dětí ze základní školy, dále jeho aplikace, vlastní sběr dat a jejich následné vyhodnocení, včetně závěrů vyplývajících z provedené analýzy. Součástí práce je návrh možností pro budoucí využití zjištěných závěrů veřejnými institucemi.
Goláňová Barbora	Využití dat z plovoucích vozidel pro optimalizaci jízdy vozidel IZS	2021	Práce pojednává o využití dat z plovoucích vozidel k optimalizaci jízdy vozidel integrovaného záchranného systému. V této souvislosti je zde možné nalézt, jakým způsobem byla získaná data z plovoucích vozidel od integrovaných záchranných systémů a způsob jejich zpracování. Dále se v práci nachází výčet způsobů preference IZS a popis aplikace QGIS. Z těchto poznatků je navržena metodika, pomocí které byly identifikovány problémové lokality v infrastruktuře. Výsledné lokality, kde dochází ke zdržení vozidel IZS, byly porovnány s veřejnými daty zprostředkovanými Ředitelstvím silnic a dálnic. Na několika vybraných lokalitách navrženo řešení k zefektivnění průjezdu vozidel IZS.

Tabulka 1: Seznam bakalářských prací

Diplomové práce			
JMÉNO STUDENTA	NÁZEV PRÁCE	ROK	POPIS
Čech Karel	Aplikace geografických informačních systémů pro Internet v dopravní telematice	2004	
Novotný Stanislav	Automatické modelování silniční sítě v třírozměrné virtuální scéně	2004	
Lehner Lukáš	Implementace modelového zdroje meteorologických dat do prostředí geografických informačních systémů	2005	
Jakubiček Michal	Implementace napředikovaných hodnot meteorologických dat do prostředí geografických informačních systémů firmy Intergraph	2006	
Farář Martin	Management dopravní infrastruktury v prostředí geografických informačních systémů	2007	
Tluchof Zbyněk	Časoprostorová analýza silniční nehodovosti	2010	
Barnet Jiří	Informační popis železniční infrastruktury	2011	
Olšan Viktor	Osobní vozidlo a jeho role v multimodální dopravě	2011	
Horváth Zoltán	Návrh a implementace aplikace managementu vozidel v prostředí "cloud computing"	2012	
Vrátný Ondřej	Návrh systému pro lokalizaci tramvajových vozidel a na ní založených služeb	2012	
Flegl Tomáš	Analýza využitelnosti dat plovoucích vozidel	2013	
Bitter Aleš	Optimalizace systému odbavení cestujících v Pražské integrované dopravě	2014	
Čuchal Petr	Sledování vozidel veřejné dopravy v reálném čase	2014	
Urbaniec Krzysztof Paweł	Dolování znalostí z dat v oblasti silniční nehodovosti	2015	Tato práce se zabývá otázkou dolování znalostí z databázi (DZD) v oblasti silniční nehodovosti. Hlavním cílem je posoudit možnosti aplikace metod data miningu na databázi nehod ve Středočeském kraji a prezentovat dosažené výsledky. Druhým cílem je pokusit se o využití geografických informačních systémů (GIS) v rámci dataminingových úloh včetně zhodnocení výsledků tohoto využití. Práce se dělí do třech částí. V první části je za účelem uvedení čtenáře do problematiky DZD popsána metodika CRISP-DM, česká metoda GUHA a na ní založený systém LISp-Miner. Důraz je kladen zejména na vztahy, které lze v datech hledat pomocí jeho jednotlivých modulů. Druhá část se věnuje přípravě dat o nehodách před zpracováním s využitím systému LISp-Miner a pravidlům, kterými je vhodné se řídit během práce s tímto systémem. Jsou v ní podrobně popsány všechny úpravy, jaké byly během této fáze na datech provedeny. Třetí část je věnována popisu samotného zpracování dat systémem LISp-Miner. Nachází se zde podrobný popis osmi typů dataminingových úloh realizovaných na databázi nehod včetně úloh využívajících GIS. Důraz je kladen na nastavení každé úlohy a interpretaci výsledných hypotéz. V závěru jsou výsledky zhodnoceny a na jejich základě jsou formulována doporučení pro další výzkum.
Zápeca Vladislav	Hodnocení rizikovitosti úseků dopravních komunikací v prostředí GIS	2015	Předmětem práce je analyzovat současný stav hodnocení rizikovitosti dopravních komunikací za použití prostředí GIS a následně na základě této analýzy navrhnout možnou úpravu a optimalizaci pro vytvoření úspěšnějšího hodnocení.
Hrdina Lukáš	Data pro informační systémy v Pražské integrované dopravě	2015	V současnosti je on-line sledování vozidel veřejné dopravy běžnou záležitostí. Základní metody stanování okamžitého zpoždění autobusů, kterých se přitom využívá, nedokáží reagovat na vývoj okolní dopravy. Autobusové spoje, než vjedou do kolony, vykazují na zastávkách za kolonou nerealisticky nízká zpoždění. V této práci je představen matematický model, který by dokázal stanovit zpoždění autobusů na základě dojezdové doby na komunikaci, po které se bude pohybovat. Dále je ukázáno, jak lze z časoprostorových diagramů zpoždění autobusových linek odhalit nepřesnosti v chronometráži. Využití těchto metod může přispět ke zvýšení kvality veřejné dopravy.
Matějka Pavel	Metodika ověřování vlastností kooperativních systémů v reálném prostředí	2016	Tato práce se zabývá kooperativními systémy a metodologií, jak otestovat jejich funkčnost a parametry. Práce se zabývá jednotlivými částmi, přenosovými technologiemi a aplikacemi kooperativních systémů. Dále v práci najdeme přehled Evropských projektů realizovaných v oblasti kooperativních systémů. V práci se také analyzují platné standardy z oblasti ITS, které využijeme v hlavním bodě práce, kterou je návrh metodologie pro testování kooperativních systémů. Před návrhem metodologie ještě zmíníme způsoby ověřování kooperativních systémů a sledované parametry. V poslední části práce najdeme postup testování kooperativních systémů podle navržené metodologie v reálném prostředí.

Tabulka 2: Seznam diplomových prací, část 1

Diplomové práce			
JMÉNO STUDENTA	NÁZEV PRÁCE	ROK	POPIS
Štok Jakub	Modelování aplikace přepravní služby "Od prahu k prahu"	2017	Populace roste a stávající dopravní infrastruktura se stává nedostačující jak ve městech, tak mimo ně. Proto musí být dosaženo přesunu dopravního módu od osobních automobilů k alternativním řešením. Zatímco síť hromadné dopravy je rozsáhlá a služba je spolehlivá, mnozí stále preferují cestovat pomocí osobních automobilů z důvodu pohodlí při dopravě od prahu k prahu. Nejkritičtější částí dopravy od prahu k prahu je její tzv. první a poslední míle, která je náročnou výzvou pro rozšíření využívání hromadné dopravy. Po zhodnocení, že musí být zaveden nový dopravní mód k řešení problému první a poslední míle, je v této diplomové práci popsána modifikovaná verze tohoto dopravního módu, který je možné provozovat soukromým dopravcem ve formě služby. Pro tuto službu je vytvořen simulační nástroj. Rovněž je vytvořen optimalizační nástroj pro předvídaní parametrů, které jsou následně použitelné pro optimalizaci nasazení a provozu služby. Nástroje je možné upotřebit pro zavedení služby za jakýchkoli okolností.
Cvetković Milan	Poradenský systém řidiče pro úsporu paliva v reálném čase využívající dat ADASIS	2017	Cílem této práce je vyvinout asistenční systém pracující v reálném čase pro vylepšení spotřeby paliva vozidla poháněného spalovacím (ICE) či hybridním pohonným (HES) ústrojím. Systém je založen na využití dat o trase, která jsou poskytována pomocí protokolu ADASIS v2 (Advance Driver Assistant Systems Interface Specification, version 2). Systém se zaměřuje na statické charakteristiky jako například sklon vozovky, křivost a klopení zatáček, rychlostní limity a dopravní značení. Na základě těchto dat a charakteristik vozidla algoritmus vyhodnotí okamžik, kdy má řidiči vyslat zprávu k uvolnění plynového pedálu vedoucí ke zlepšení spotřeby, zvýšení komfortu a bezpečnosti jízdy. Model bude založen na využití dat silniční mapy.
Kekula František	Inteligentní veřejné osvětlení pro zlepšení dopravní situace	2018	Práce se zabývá posouzením stávajícího veřejného osvětlení ve vybraných částech města Frenštát pod Radhoštěm, identifikací problematických míst a návrhem na jejich možná řešení. Na začátku práce je popsána základní terminologie, prvky a normy veřejného osvětlení, související teorie a veličiny. Následně se práce zabývá analýzou současné dopravní situace, posouzením stávajícího veřejného osvětlení, výběrem problematických míst a návrhem na jejich možná řešení. Ke světelně technickým výpočtům byl použit software DIALux. Cílem práce je navrhnout možná řešení, která zlepšují současnou dopravní situaci.
Purkrábková Zuzana	Perspektivy využití inteligentního veřejného osvětlení v malých obcích	2018	Tématem této práce je využití technologie inteligentního osvětlení v malých obcích. Nejprve pojednává obecně o historii světelných diod a legislativě veřejného osvětlení. Následuje popis možných doplňkových funkcí, které mohou být instalovány do inteligentního osvětlení. V další části je práce zaměřena na problematiku malých obcí, finanční a technickou náročnost projektu na realizované rekonstrukci v obci Ptice. V závěrečné části práce rozebírá možné situace, včetně návrhů na zlepšení veřejného osvětlení v malých obcích a konkrétně v obci Úhonic. Přínosem práce je hlubší pohled na inteligentní osvětlení v malých obcích.
Červený Jan	Posuzování kvality veřejného osvětlení v obcích	2019	Práce se zaměřuje na problematiku veřejného osvětlení. Na začátku se práce věnuje teoretickému úvodu v daném tématu a základními atributy světelných zdrojů, jejich měřením a zpracováním. Autor v práci navrhuje a vyvíjí zařízení pro usnadnění měření osvětlení na platformě Arduino. Vytvořená zařízení byla využita při srovnávacím měření, které bylo statisticky vyhodnoceno a výsledky byly následně využity při tvorbě nové vrstvy v platformě GIS. Provedeným postupem se podařilo ověřit funkčnost zkonstruovaných zařízení, a tak navrhnout hardwarové a softwarové řešení pro měření parametrů veřejného osvětlení v obcích.

Tabulka 3: Seznam diplomových prací, část 2

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Projekt spolupracuje s Ředitelstvím silnic a dálnic (ŘSD) na modelu FCD, dále také se společností Siemens v oblasti osvětlení. Student může spolupráci s praxí vlastního zájmu také sám vyhledat.

Možností uplatnění na trhu práce je mnoho, jako GIS specialista, vývojář pro mapové aplikace, správce GIS, operátor datových prací v GIS, implementátor GIS apod. Absolventi projektu Mapy a geografické informační systémy získali uplatnění, či měli nabídku v různých firmách, jako například Operátor ICT, Swarco Traffic, MD ČR, ŘSD, Mott MacDonald, T-Mapy a další.

#### 5) Závěr

Projekt Mapy a geografické informační systémy se věnuje rozličnými tématy. Z mého pohledu oceňuji především organizaci schůzek, kde se probírají aktuální podněty a diskutuje se nad probíhající závěrečnou prací. Schůzky jsou organizovány po společné domluvě, většinou se scházíme na Konviktu v pátém patře. Vedoucí projektu vyjdou vždy vstříc, jsou ochotní, přispívají svými poznatky a pomáhají zajišťovat formální záležitosti. Je možné se i účastnit konferencí a jiných akcí týkajících se GIS.

Stránky projektu jsou na adrese <http://gis.fd.cvut.cz>, které jsou sice trochu starší, ale i tak tam lze nalézt důležité informace a utvořit si obrázek o probíraných tématech.

Kontakty na vedoucí projektu:

Jméno	e-mail	Telefon	Mítnost
doc. Ing. Pavel Hruběš, Ph.D.	<a href="mailto:pavel.hrubes@cvut.cz">pavel.hrubes@cvut.cz</a>	+ 420-224359548	K507, Konviktská 20, Praha
Ing. Zuzana Purkrábková	<a href="mailto:purkrzuz@fd.cvut.cz">purkrzuz@fd.cvut.cz</a>	-	5. patro, Konviktská 20, Praha
Ing. František Kekula	<a href="mailto:kekulfra@fd.cvut.cz">kekulfra@fd.cvut.cz</a>	-	5. patro, Konviktská 20, Praha

Tabulka 4: Kontakty na vedoucí projektu

Projekt považuje za úspěch každého absolventa, který najde uplatnění v praxi dle svých preferencí a najde ve své budoucí práci také zábavu. Konkrétními úspěchy jsou kromě bakalářských a diplomových prací také obhájené disertační práce a získané vědecké projekty.

Do budoucna se vedoucí projektu těší, pokud se studenti zapojí nejen do jejich projektů a činností, ale také budou studenty podporovat ve stážích v tuzemských i zahraničních, ať už v akademickém prostředí nebo komerční sféře.

#### Použité zdroje:

- <https://www.fd.cvut.cz/studenti/projekt-detail.html?kod=190>
- <http://gis.fd.cvut.cz/index.php?nav=projekt>
- <https://dspace.cvut.cz>

# APLIKOVANÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY A TECHNOLOGIE V DOPRAVĚ

K614 – ÚSTAV APLIKOVANÉ INFORMATIKY V DOPRAVĚ

Bc. Adam Vilímek

## Vedoucí projektu:

- Ing. Jana Kaliková, Ph.D.
- Ing. Jan Krčál, Ph.D.
- Ing. Alena Plašilová
- Ing. Jan Procházka

## 1) Úvod

Projekt se zabývá navrhováním a následně i samotným tvořením informačních systémů pro velmi různorodé dopravní systémy. Zmíněným pojmem „informační systém“ je v tomto případě na mysli proces sběru surových vstupních dat, jejich přenos, zpracování a závěrečné uchování (například v databázi) pro účely prezentace ve formě informací pro konečné uživatele daného informačního systému.



*Zjednodušené obecné schéma informačního systému*

Je pak na studentovi, jakou architekturu systému navrhne a jaký přesný postup zvolí. Vše je možné individuálně konzultovat s vedoucími projektu, kteří rádi poskytnou své cenné rady.

V současné době (zimní semestr akademického roku 2022/23) na projektu pracují tito studenti:

- bakalářský studijní program:
  - Filip Brodský (obor LOG)
  - Valentina Ostojíc (obor LOG)
- navazující magisterský studijní program:
  - Bc. David Mička (obor IS)
  - Bc. Adam Vilímek (obor IS)

## 2) Činnost projektu

Ve světě, kde je nepřehledné množství různých dat, je potřeba umět tato data sbírat, zpracovávat do přehledné podoby a tím z nejasného shluku různých hodnot, jímž by těžko někdo porozuměl, vytvářet jasné informace, které uživateli poskytují čtenou vypovídající hodnotu. V rámci tohoto projektu se lze zabývat de facto libovolným informačním systémem, který toto bude v oblasti dopravy nabízet. Student si však může vybrat i z témat, které mu navrhnou samotní vedoucí.



### 3) Závěrečné práce

Projekt běží několik let a má již řadu úspěšně obhájených bakalářských i magisterských prací. Zde jsou příklady některých z nich:

Název práce	Autor	Obhájeno
<i>Náplň práce</i>		
<b>BP: Návrh interaktivního formuláře pro mapování bezbariérovosti</b>	Soldát Jan	2016
<i>Bakalářská práce se zabývá problematikou návrhu interaktivního formuláře pro mapování bezbariérovosti. První dvě kapitoly jsou věnovány analýze technických prostředků, operačních systémů a současnému stavu mapování. Následná část je věnována návrhu a tvorbě elektronické verze formuláře v operačním systému Android.</i>		
<b>BP: Zavedení biometrické autentizace do prostředí ČVUT</b>	Štěrba Miroslav	2018
<i>Bakalářská práce na téma biometrický applet pro ID karty ČVUT je zaměřena na vytipování a výběr vhodné biometrické metody, která zabezpečí přístup do prostor vyžadujících vysoký stupeň bezpečnosti přístupu na celém ČVUT. Vycházím z několika kritérií, na základě kterých vyberu biometrickou metodu. Jsou to rychlost verifikace, spolehlivost, náklady, uživatelská přívětivost a stálost v čase. V první části práce je zmapování celého Českého vysokého učení technického a poté popis vytipovaných biometrických metod pro moji práci, se kterými dále pracuji v praktické části, kde na základě multikriteriální optimalizace rozhoduji, kterou biometrickou metodu zvolím. Přínosem této práce bude zvýšení bezpečnosti majetku, přičemž pilotní projekt je navržen pro Fakultu dopravní.</i>		
<b>BP: Výběr vhodné databáze pro aplikaci zdravotní péče pro cizince</b>	Yauhen Asanovich	2021
<i>Předmětem bakalářské práce „Výběr vhodné databáze pro aplikaci Zdravotní péče pro cizince“ je analyzovat a povrchně popsat proces vytváření webových aplikací, zvážit stávající typy databází, včetně relačních a nerelačních, analyzovat více kritérií a následně zvolit vhodnou databázi, implementovat databázi a vytvořit aplikaci.</i>		
<b>BP: Informační systém pro evidenci železničních přejezdů</b>	Vilímek Adam	2021
<i>Návrh a tvorba informačního systému, který prostřednictvím interaktivní mapy ve webové aplikaci zobrazuje koncovým uživatelům železniční přejezdy. Přejezdy je možné procházet i přímo zadáním unikátního identifikačního čísla. Zároveň byly přejezdy propojeny se záznamy o nehodách od Policie ČR.</i>		
<b>DP: Detekce osob v automobilu prostřednictvím termokamer</b>	Bc. Zohn Libor	2016
<i>Cílem této diplomové práce je zjistit, zda je vůbec možné detekovat lidi ve vozidle, která metoda pro tento účel bude nejlepší a její následné připojení k záchrannému systému eCall. První kapitoly slouží jako úvod do problematiky a také jako zamyšlení nad možnými způsoby jak co možná nejlépe splnit tento úkol. Byla vybrána detekce obličeje prostřednictvím termokamer pro detekci osob ve vozidle. Byly také vybrány možné místa, kam je možné umístit termokameru, tak aby pokryla celou kabinu vozu, a také algoritmus pro detekci objektů a na konci byly provedeny zkoušky.</i>		
<b>DP: Technologie iBeacon a její využití pro osoby se specifickými potřebami</b>	Bc. Kochkurov Dmytro	2019
<i>V této práci navrhujeme systém využívající iBeacon pro vnitřní polohování. V tomto systému iBeacon dokáže přesně nalézt místo, kde je uživatel ve vnitřním prostředí, a poskytne mu potřebné pokyny pro další pohyb. Naším cílem je poskytnout přesnější a efektivnější bezdrátový indoorový navigační systém využívající signály Bluetooth s nízkou spotřebou energie.</i>		
<b>DP: Využití technologie iBeacon pro orientaci v prostoru</b>	Bc. Štěrba Miroslav	2020
<i>Tato diplomová práce se zabývá hledáním cesty (nejkratší, nejrychlejší, bezbariérové) pro osoby uvnitř budovy, respektive dopravního uzlu. Cílem práce byl návrh konkrétního řešení orientace v dopravním uzlu za pomoci technologie iBeacon. Tato technologie má velký potenciál tam, kde selhává navigace pomocí GPS, ale může se i zkombinovat s touto technologií. Po průzkumu trhu a pomocí vícekriteriální analýzy jsem zvolil daný typ iBeaconu, který nejvíce splňoval mnou navržená kritéria a tento typ bude nasazen ve velkém množství v již zmiňovaném dopravním uzlu. Velkým přínosem jsou metodická doporučení pro rozmístění a nastavení iBeaconů, která se dají implementovat pro jakýkoliv půdorys. Dalším přínosem je také to, že je myšleno i na</i>		

*osoby s omezenou schopností pohybu a orientace, kterým tato technologie a její využití výrazně ulehčí orientaci v daném místě. V závěru je zobrazen návrh informačního systému pro využití iBeaconů k orientaci v prostoru.*

**DP: Návrh distribuovaného prostředí pro práci s Big Daty**

Bc. Chernetskaya Alena

2021

*Tato diplomová práce se zabývá studováním problematiky NoSQL (not only SQL) databáze, teoretickým popisem jejich funkcionality a jejich porovnáním s relačními databázemi. Následně práce pojednává o požadavcích na budoucí distribuované prostředí z hlediska existujících dat. Dalším z cílů bylo seznámit se s různými typy databází NoSQL a učinit mezi nimi výběr pro následné nasazení konkrétní databáze. Hlavním výstupem praktické části práce je realizace databáze dopravních dat ve vybraném prostředí a následné její otestování.*

Spektrum možných témat závěrečných prací je skutečně velmi široké.

#### **4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů**

Protože témata prací jsou velmi různorodá, jsou různorodé i subjekty, se kterými lze na pracích spolupracovat: např. se správci infrastruktury (železnice, tunely, parkoviště), s dopravci nebo je možné vyvíjet informační systém přímo pro fakultu.

#### **5) Závěr**

Díky velmi milým a ochotným vedoucím projektu, kteří byli vždy ochotni mi poradit, jsem bez jakýchkoli problémů obájil svoji bakalářskou práci, jež byla komisí oceněna jako zvláště zdařilá, a nyní se již připravuji na práci diplomovou. Díky zmiňovaným pozitivním zkušenostem jsem při výběru projektu pro magisterské studium vůbec nemusel váhat – volba byla jasná. Dále oceňuji individuální přístup ke každému studentovi a široký záběr témat, který projekt pokrývá.

Další informace, především kontakty na vedoucí, se nachází na fakultní stránce projektu:

<https://www.fd.cvut.cz/studenti/projekt-detail.html?kod=180>

Kontaktovat vedoucí projektu, paní doktorku Kalikovou nebo pana doktora Krčála, ke kterým se v nedávné době přidali ještě další dva vedoucí, paní inženýrka Plašilová a pan inženýr Procházka, se rozhodně nemusíte bát. Rádi vám zodpoví jakékoliv dotazy týkající se vašeho budoucího působení na tomto projektu.

#### **Použité zdroje:**

- MOLNÁR, Zdeněk. *Podnikové informační systémy*. Praha: ČVUT, 2009. 195 s

# BEZPILOTNÍ SYSTÉMY

K621 – ÚSTAV LETECKÉ DOPRAVY

Vít Volný

## Vedoucí projektu:

- Ing. Šárka Hulínská
- Ing. Michal Černý
- Ing. Karel Hylmar
- Ing. Adam Kleczatský
- doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
- Ing. Stanislav Kušmírek
- Ing. Tomáš Tluchoř
- Ing. Daniel Urban

## 1) Úvod

Projekt *Bezpilovní systémy* se zabývá komplexní problematikou tohoto tématu. Projekt je vhodný pro každého, kdo má chuť se zabývat bezpilovními systémy ze systémového pohledu začlenění do aktuálního provozu letecké dopravy, ale i z pohledu technického, tedy například návrhu nových součástí či testování jejich výkonnostních charakteristik.

Tematicky se projekt zaměřuje na problematiku:

- využitelnosti bezpilovních systémů ve všech oblastech lidské činnosti,
- integrace bezpilovních systémů do různých částí vzdušného prostoru,
- zajištění bezpečnosti provozu bezpilovních systémů ve společném vzdušném prostoru.

V rámci těchto tří částí mají studenti možnost pracovat na aktuálních tématech, které často vznikají ve spolupráci s leteckými organizacemi a zapojit se tak do vývoje nového odvětví letectví. Během projektu mohou studenti absolvovat i krátkodobé stáže v partnerských leteckých organizacích, ve kterých několik vedoucích pracovníků projektu působí.

Na projektu se studenti dozví, jaké překážky je třeba překonat, aby mohlo dojít k hladkému začlenění bezpilovních systémů do vzdušného prostoru. Dále se naučí systémově rozmýšlet nad organizací a samotným uspořádáním vzdušného prostoru, poznají úskalí jednotlivých uživatelů vzdušného prostoru a budou moci poznat bezpilovní systémy od jejich návrhu a samotné konstrukce až po automatizaci a digitalizaci vzdušného prostoru pro jejich začlenění.

V rámci projektu studenti pracují v menších skupinách na jednotlivých řešených tématech dle vlastního výběru pod dozorem zkušených vedoucích, od kterých se jim dostává pravidelných rad a odborného vedení. Schůzky jednotlivých skupin jsou plánovány dle časových možností studentů v rámci jejich výuky a probíhají ideálně každé dva týdny dle dohody s konkrétním vedoucím. Studenti ve skupinách pracují na tématech po celou dobu bakalářského nebo magisterského studia, aby měli dostatečný čas na pochopení problematiky vybrané oblasti. Cílem je analýza konkrétních problémů a jejich následný návrh řešení, který je přeložen do výsledku jakožto vytvoření zadání a vypracování bakalářské či diplomové práce.

## 2) Činnost projektu

Vzhledem k novosti řešených oblastí, výzev a též vzniku celé oblasti bezpilovních systémů je nezbytné klást důraz na vlastní iniciativu a rozmýšlení nad budoucí podobou bezpilovního letectví. V rámci projektu je také kladen důraz na spolupráci s ostatními projekty pro lepší pochopení potřeb bezpilovního letectví. To vede k následnému využití poznatků ve všech klíčových oblastech letecké dopravy, které jsou bezpilovními systémy ovlivněny nebo naopak, které bezpilovní systémy ovlivňují. Spolupráce probíhá především s projekty *Bezpečnost v letecké dopravě* a *CNS/ATM technologie a provozní postupy*. V rámci interdisciplinarity tak studenti mohou pracovat v týmech

tvořenými studenty ze vzájemně propojených projektů. Příkladem jsou otázky provozní bezpečnosti, kde studenti z projektu *Bezpilotní systémy* posuzují provozní bezpečnost z pohledu provozních parametrů a současně ji posuzují studenti z projektu *Bezpečnost v letecké dopravě* z pohledu systémového přístupu k bezpečnosti. Dalším příkladem jsou otázky integrace do vzdušného prostoru, například z pohledu vzájemné komunikace mezi letadly. Zde studenti projektu *Bezpilotní systémy* navrhuji integraci a studenti projektu *CNS/ATM technologie a provozní postupy* hodnotí změny z pohledů technologie a postupů CNS/ATM. Tvorba těchto pracovních týmů závisí na konkrétní problematice, a to především v situacích, kdy nelze vyřešit pouze v rámci jednoho projektu.

Pro zajištění kvality a odbornosti vedoucích projektů je práce úzce spjata s činností výzkumné skupiny bezpilotních systémů (UAS týmu). UAS tým je skupinou Ústavu letecké dopravy Fakulty dopravní ČVUT v Praze zabývající se realizací výzkumných a vědeckých projektů financovaných s národní a mezinárodní podporou. V minulosti byl projekt *Bezpilotní systémy* zapojen například do vědecko-výzkumného projektu: *Návrh standardních scénářů pro bezpečný provoz bezpilotních systémů*. Tyto projekty mají za cíl řešit složité problémy bezpilotních systémů v praxi, jako je například zavádění U-space v České republice nebo tvorba standardních scénářů pro provoz bezpilotních systémů. Konkrétně se UAS tým aktuálně podílí na realizaci těchto výzkumných a vědeckých projektů:

- FUTURE - Návrh řešení implementace U-space pro Českou republiku,
- USSP - Vývoj prototypu transpondéru pro bezpilotní letadla a SW USSP,
- IoT zařízení pro digitální identifikaci pilotovaného letectví v U-space.

Dále je projekt *Bezpilotní systémy* zapojen do grantových soutěží s následujícími vědecko-výzkumnými projekty:

- Vývoj technologií pro zvýšení odolnosti vůči tvorbě námrazy na vzlakových plochách bezpilotních prostředků,
- New Urban Airspace Model for the Research of U-space Services for Urban Air Mobility (UAM),
- Autonomy and Single Pilot Integration in Representative Environments and Systems,
- Zkušební implementace U-space v České republice,
- Potenciál využitelnosti Urban Air Mobility pro Prahu.

### 3) Závěrečné práce

<b>Obhájené závěrečné práce na projektu</b>			
<b>Název závěrečné práce</b>	<b>Jméno a příjmení studenta</b>	<b>Druh práce</b>	<b>Obsah závěrečné práce</b>
Alternativní metoda ověřování systému PAPI	Marek Hamza	Bakalářská	Obsahem této práce bylo zmapování současných postupů ověřování systému PAPI na letištích a prozkoumat alternativní přístupy k této problematice. Cílem bylo navrhnout vlastní metodu využití bezpilotních letadel pro měření úhlového nastavení reflektorů.
Integrace UAS v letištních provozních zónách	Tomáš Hulmák	Bakalářská	Cílem této práce bylo vytvoření podkladů pro bezpečné a efektivní zakotvení provozu UAS do letištních provozních zón v České republice. Pomocí dotazníkového šetření adresovaného provozovatelům letišť byly zjištěny dosud nezkoumané parametry jejich provozu, zbývající kapacity, dosavadní úrovně integrace provozu modelů letadel a také postoj provozovatelů letišť

			vůči provozu UAS. Skrze porovnání a vyhodnocení výsledků vyplynulo, že integrace UAS do provozních zón není v současné době možná. Hlavním důvodem je vysoká hustota současného provozu a skeptický postoj provozovatelů letišť vůči UAS.
Analýza využitelnosti bezpilotních systémů pro doručování zboží	Jan Stádník	Bakalářská	Obsahem práce je analýza současného stavu problematiky UAS. Cílem bylo porovnání a výběr vhodných bezpilotních letadel pro doručování zboží. Dále byla vypracována SWOT analýza, na základě které byla navržena logistická síť mezi nemocničními areály na území hlavního města Prahy.
Porovnání UTM řešení ve světě	Yifeng Fu	Bakalářská	Cílem této práce bylo srovnání konceptů integrace bezpilotních systémů, které byly navrženy v různých částech světa.
Návrh ochrany Letiště Václava Havla Praha proti UAS	Michal Černý	Bakalářská	Obsahem této bakalářské práce bylo navržení konceptu ochrany velkého mezinárodního letiště před nahodilými i úmyslnými narušeními perimetru pomocí bezpilotních systémů. Byly popsány jednotlivé druhy detekce, které byly doplněny možnými způsoby zásahu proti narušitelským UAS.
Koncepce integrace UAS do metodiky zásahu letištních hasičů	Lukáš Hofman	Diplomová	Obsahem práce bylo vytvoření nové koncepce začlenění UAS při definovaných druhích zásahů letištních hasičů v CTR včetně implementace této koncepce do současné metodiky jednotek letištních hasičů.
Systémový přístup k nastavení provozní bezpečnosti bezpilotního letectví v ČR	Eva Milerová	Diplomová	Tato práce se zaměřila na popis aktuálně platná pravidla pro provoz UAS a také naznačuje, jaká pravidla budou platit v nadcházejících letech. Dále se práce soustředila na bezpečnost provozu UAS a letadel s pilotem na palubě ve stejném vzdušném prostoru. Bezpečnost U-space je pak analyzována pomocí systémových metod STPA a FRAM. Na základě výsledků těchto metod jsou navržena doporučení pro zlepšení bezpečnosti provozu UAS v ČR.
Testovací zařízení pro měření výkonnostních charakteristik pohonných systémů UA	Karel Hylmar	Diplomová	Obsahem práce bylo zkoumání provozu UAS v podmínkách umožňujících tvorbu námrazy především na vrtulích bezpilotního letadla. Pokusy byly prováděny v klimatické komoře FSv ČVUT. Vzájemné porovnání provedených měření umožnilo stanovit vliv jednotlivých podmínek pro pokles tahu, nárůst odebíraného elektrického proudu a vznik vibrací.
Vliv modifikace uspořádání EDF motoru na jeho výkonnost	Daniel Urban	Diplomová	Předmětem této práce byl výzkum možných variací konstrukce zaplášťovaných motorů (EDF, Electric Ducted Fan) a sledovat vliv na jejich výkonnost. Cílem bylo nalézt neoptimálnější konstrukci motorů pro vybraná použití.
Rozdělení VLL do ucelených částí pro provoz UAS	Tomáš Tluchoř	Diplomová	Předmětem diplomové práce bylo navrhnout metodiku pro rozdělení velmi nízkého vzdušného prostoru (VLL) a na jejím základě stanovit pravidla pro vznik vzdušných prostorů U-space v České republice. Metodika je založena na principu ohodnocení lokalit dle možného rizika. Touto metodikou lze ohodnotit každou lokalitu nacházející se v České republice, jelikož postihuje celou oblast vstupující do VLL.

<b>Volná témata závěrečných prací na projektu</b>
Možnosti zavádění konceptu iConspicuity v EU
Rozšiřování U-space nad VLL
Služby U-space nad rámec EU regulace
Pravidla letu Urban Air Mobility
Pravidla a architektura služby dynamické rekonfigurace
Porovnání předpisů týkajících se provozu UAS ve světě

#### **4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů**

V rámci projektu dochází i na spolupráci s partnery z praxe, kterými jsou například Aliance pro bezpilotní letecký průmysl UAVA, Ministerstvo dopravy, Aeroklub České republiky, Řízení letového provozu České republiky, Úřad pro civilní letectví a společnosti Drontag nebo DronPro.

Členové již zmíněného UAS týmu jsou akademičtí pracovníci a studenti doktorského studia FD ČVUT. Tým v současnosti aktivně spolupracuje s leteckými organizacemi jmenovanými výše. Témata řešená v rámci projektu Bezpilotní systémy jsou zadávána právě členy UAS týmu, čímž je zaručena aktuálnost a praktický význam řešených témat společně s přímou vazbou na společnosti, ve spolupráci se kterými se tyto projekty realizují. Zároveň díky tomu mají studenti projektu možnost si již během studia vyzkoušet práci pro letecké společnosti, jakož i práci v rámci UAS týmu, a postupně tak najít nejhodnější uplatnění na pracovním trhu.

Příkladem absolventů projektu může být Ing. Marek Žaloudek, který po úspěšném absolvování magisterského studia našel uplatnění ve zmíněné společnosti DronPro. Po jeho boku v této firmě působí i absolventka bakalářského studia Bc. Eva Milerová. Dalšími úspěšnými magisterskými absolventy jsou Ing. Šárka Hulínská a Ing. Adam Kleczatský, kteří jsou oba členy UAS týmu, studenti doktorského studia a zároveň působí na Řízení letového provozu České republiky. Absolventi tak nachází uplatnění jak ve státní sféře, tak v komerční sféře, kupříkladu u firem zabývajících se implementací Uspořádání bezpilotního letového provozu (UTM).

#### **5) Závěr**

Projekt reflektuje neustálý vývoj bezpilotních systémů a trendů s nimi spojených. Je vhodný pro jakéhokoliv studenta či studentku i bez předchozích zkušeností z této oblasti. Dokáže otevřít dveře úplným nováčkům v oboru i rozšířit znalosti těm, kteří již mají zkušenosti s danou oblastí a její problematikou. Projekt Bezpilotní systémy připraví absolventy na práci v dynamickém prostředí, které se pojí s tímto projektem a vývojem letectví jako takovým. Dále projekt nabízí inovativní témata pro psaní bakalářských a diplomových prací, jejichž výsledky se odrazí na formování bezpilotního letectví v České republice, jelikož to novost celé oblasti bezpilotního letectví umožňuje.

Podrobnější informace o projektu Bezpilotní systémy lze nalézt na webových stránkách Ústavu letecké dopravy > Projektová výuka > Bezpilotní systémy (<https://uld.fd.cvut.cz/index.php/projekty/bezpilotni-prostredky/>). Případně lze kontaktovat jednoho z vedoucích projektu jmenovaných výše.

# **Ekonomika letecké dopravy a letecké právo**

K621 – ÚSTAV LETECKÉ DOPRAVY

Tuan Anh Nguyen

## **Vedoucí projektu:**

- doc. Ing. Peter Vittek, Ph.D.
- Ing. Eva Endrizalová, Ph.D.
- Ing. Tereza Dvořáková
- prof. Ing. Milan Lánský, DrSc.
- JUDr. Ing. Radoslav Zozulák, Ph.D.

## **1) Úvod**

Projekt je garantován Ústavem letecké dopravy. Na projektu Ekonomika letecké dopravy a letecké právo prozkoumáte produkční systém letecké dopravy. Letecké firmy musí produkovat zisk a chovat se podle lokálních i globálních legislativních pravidel. Projekt je zaměřený na zkoumání podmínek, za kterých jsou letecké firmy úspěšné, přičemž leteckými firmami rozumíme široké spektrum podnikatelských entit, které se na letecké dopravě podílejí. Projekt pracuje na zajímavých projektech, využívá databáze vědeckých článků a odborných knih. Oblast ekonomiky se zaměřuje na strategie, obchod, řízení, procesy, controlling, cenotvorbu a další témata. V současnosti je třeba také věnovat zvláštní pozornost dopadu společenského, politického i ekonomického vývoje na lokální i globální úrovni [1].

Leteckví je tvořeno mezinárodními úmluvami, mezinárodními organizacemi, legislativou (např. legislativa EU), apod. Bez mezinárodních obchodních leteckých dohod, liberalizace, volného trhu, soustavy legislativních dokumentů – tj. nařízení, zákonů by nebyla možnost provozovat mezinárodní leteckou dopravu mezi jednotlivými subjekty (státy) [2].

Oblast leteckého práva se zabývá návrhy a tvorbou legislativy, implementace a harmonizace leteckého práva, díky čemuž dojde k usnadnění formalit v letecké dopravě. Jedná se hlavně o praktické dopady změn na provoz a rozvoj, konkrétně na provoz letadel a leteckých společností, pravidla létání, požadavky na výcvik posádek [1].

Studenti vypracovávají projekt samostatně s možností pravidelné konzultace, a to jednou týdně. Vedoucí projektu bere ohled na časové možnosti studentů, proto jsou konzultační hodiny vypsány nejen na ráno, ale také ve večerních hodinách, kde v rámci jednotlivých podskupin (tzv. týmech) máme možnost výběru termínu pro diskutování závěrečné práce. Podskupiny jsou vytvořeny na základě řešené problematiky, kde studenti vzájemně diskutují nejen mezi sebou, ale také mají možnost se setkat s odborníky v rámci zkoumané problematiky. Jako příklad lze uvést podskupiny, které jsou rozděleny podle zaměření studentů a to UKAZATELE 1, UKAZATELE 2, LETENKY 1, LETENKY 2, ENVIRO 1, apod... Ke každé podskupině je dostupný odkaz na setkání MS Teams, pokud se student nemůže dostavit fyzicky (ze školních, pracovních, či jiných důvodů). K dispozici je taktéž sdílený adresář všech projektů, ve kterých je možnost dohledat témata jednotlivých skupin, kde je možné nalézt velké množství dostupných dat a rešerší. Pokud se podíváme detailněji do skupiny, tak každý student má na MS Teams svůj vlastní kanál, přičemž sem může každý nahlédnout a inspirovat se. Cílem je vést studenty nejen k týmové práci jak je uvedeno výše, ale také k práci akademické, kde již nyní se některé práce publikují na vědeckých konferencích.

## **2) Činnost projektu**

V současnosti se pracuje na několika tématech, které se zaměřují především na ekonomickou stránku letišť. Zkoumá se zde celkový dopad letecké dopravy na ekonomiku nejen v ČR, ale i ve světě. Snahou je najít spojitosti v různých modelech fungování leteckých dopravců a aliancí. Dále se zabývá letištními poplatky a jejich strukturou. Na lehkou váhu se zde nebere ani železniční doprava či vysokorychlostní železniční doprava, která v mnoha případech může znatelně ovlivnit leteckou dopravu a její budoucí směřování.

### 3) Závěrečné práce

Níže jsou v Tabulce popsány závěrečné práce a jejich autoři. U studentů, kteří mají titul Bc. se jedná o bakalářské práce a u studentů s titulem Ing. se jedná o diplomové práce.

Název závěrečné práce	Autor práce
POST-COVIDOVÝ VÝVOJ CEN LETENEK V RÁMCI VYBRANÝCH MĚSTSKÝCH PÁRŮ [4]	Ing. Dominik Hanke
ANALÝZA LETECKÉHO SPOJENÍ MEZI VIETNAMEM A EU [5]	Bc. Tuan Anh Nguyen
VLIV PANDEMII A MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ NA VÝVOJ LETECKÉHO PROVOZU [6]	Bc. Viktorie Urbanová
POROVNÁNÍ VYSOKORYCHLOSTNÍCH ŽELEZNIC A LETECKÝCH SPOJENÍ NA VYBRANÝCH TRASÁCH [7]	Bc. David Fulka
ANALÝZA VLIVU EKONOMICKÉHO PROSTŘEDÍ HLAVNÍCH LETIŠŤ VE VIETNAMU [8]	Ing. Toan Truong Quang
KONVERZE OSOBNÍCH LETADEL NA NÁKLADNÍ V SOUVISLOSTI S PŘEPRAVNÍ KAPACITOU [9]	Bc. Artem Kaščeev
POSOUZENÍ VLIVU NÍZKONÁKLADOVÝCH LETECKÝCH SPOLEČNOSTÍ NA HOSPODAŘENÍ LETIŠŤ [10]	Bc. Martina Mašková
MODEL PRO ANALÝZU FYZICKÝCH ROZESTUPŮ PRO COVID-FREE LETIŠŤ [11]	Ing. Tereza Dvořáková
ROZHODOVÁNÍ LETECKÝCH SPOLEČNOSTÍ PŘI PARKOVÁNÍ LETADEL V KRIZI COVID-19 [12]	Ing. Martin Pospíšil

Tabulka: Názvy závěrečných prací a jejich autoři [4]-[12]

V rámci projektu „POST-COVIDOVÝ VÝVOJ CEN LETENEK V RÁMCI VYBRANÝCH MĚSTSKÝCH PÁRŮ“ Ing. Dominika Hankeho [4] se projekt zabýval chování Revenue managementu vybraných leteckých společností. Porovnával zde specifické strategie, odlišnosti či preference každého leteckého dopravce. Na těchto leteckých společnostech zvolil student vhodný nástroj a zdroj na těžení dat. Data byla následně zpracována a analyzována pomocí statistických metod na základě parametrů, které mají vliv na cenu letenky.

Dalším zajímavým projektem, na který lze poukázat byl projekt „ANALÝZA LETECKÉHO SPOJENÍ MEZI VIETNAMEM A EU“ studenta Bc. Tuana Anh Nguyena [5]. Jak už název napovídá, práce se zaměřuje na hlavní oblasti jako je analýza současné situace v letecké přepravě pasažérů a zboží mezi Vietnamem a EU, analýza vlivů působících na leteckou přepravu a určení výhledu vývoje na nejbližších 5 let. Velmi zajímavým zjištěním byl vliv vietnamské diasporu či dohody o volném obchodu na leteckou přepravu mezi Vietnamem a EU.

Témata projektů jsou studentům nabízena z aktuálních událostí, které se v danou dobu odehrávají. Jako příklad lze uvést projekt „VLIV PANDEMII A MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ NA VÝVOJ LETECKÉHO PROVOZU“ studentky Bc. Viktorie Urbanové [6]. Studentka na základě dostupných dat ze 128 spojení a 20 letišť vyhodnotila dopady pandemií a mimořádné události na vývoj leteckého provozu. Uvedená letiště byla analyzována a byl úspěšně identifikován vliv některých pandemií či mimořádných událostí na počet přepravovaných cestujících na letištích a leteckých spojeních. Projekt dokázal rozšířit stávající publikace, které pojednávají o vlivu jednotlivých událostí na letecký provoz v jednotlivých světových regionech.

Jako ukázkou velmi dobře vypracovaného projektu nesmíme pominout Ing. Martina Pospíšila s projektem „ROZHODOVÁNÍ LETECKÝCH SPOLEČNOSTÍ PŘI PARKOVÁNÍ LETADEL V KRIZI COVID-19“ [12]. Autor práce se zabýval rozhodováním společností při parkování letadel v reakci na pandemii Covid-19. Velký vliv na rozhodnutí letecké společnosti hrála údržba a také byly zjištěny velké rozdíly v parkování nízkonákladových leteckých společností oproti klasickým.

Projekt Ekonomika letecké dopravy a letecké právo nabízí dále velké množství témat, které může student vypracovat v rámci závěrečné práce. Jako příklad lze uvést tyto témata:

První z témat, které se nabízí je zkoumání konektivity, S růstem globální ekonomiky roste poptávka po letecké přepravě osob a zboží, která zlepšuje leteckou konektivitu, jež zlepšuje konkurenceschopnost lokální a národní ekonomiky. Benefit letecké přepravy se často měří jako přímý příspěvek růstu HDP, a to díky ziskům leteckých společností, výplatě mezd a dalších vstupů (viz. Obrázek) [13]. Studenti se mohou zaměřit na změnu těžišť trhu a následný vývoj do cen letenek.





Obrázek: Cyklus letecké konektivity a ekonomického růstu [13]

Se zpřísňující se politikou ohledně emisí skleníkových plynů se nabízí velké množství témat zaměřených na environmentální opatření a jejich dopad na poptávku po letecké dopravě, na ceny letenek či cestovního ruchu.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Co se týče provozně-technického vzdělání, je ekonomické a manažerské myšlení velice podstatné. Student má možnost vyniknout na provozních pozicích, pokud získá ekonomické a manažerské základy, na kterých bude dále stavět [3].

V současnosti probíhá spolupráce s několika společnostmi, ve kterých studenti zprvu psali diplomovou práci a díky ní následně získali práci. Jedná se o firmy z oblasti poskytování dat o provozu v environmentální oblasti. Další oblastí, kde lze najít uplatnění, lze například uvést firmu se zaměřením na výpočet uhlíkové stopy letadel.

#### 5) Závěr

Projekt nabízí širokou škálu aktuálních témat z oblasti ekonomie letecké dopravy či leteckého práva. Studenti, kteří si v rámci bakalářského studia vyberou projekt, často v něm dále pokračují během magisterského studia. Díky pravidelným konzultacím obsahují tyto projekty velké množství zajímavých informací, které lze dále rozvíjet. Obsahově lze konstatovat, že projekty mají vysokou úroveň, klade důraz na pravidelnou práci studenta v průběhu roku, díky čemuž se nabízí možnost prezentace práce studenta na mezinárodních publikacích. Všechny užitečné odkazy jsou uvedené v části „Použité zdroje“ níže.

Autor článku aktuálně pracuje na projektu „Analýza cen letenek na dlouhých tratích“, která je zároveň diplomovou prací. Již v bakalářském studiu autor vypracovával projekt v daném odvětví, cílem této diplomové práce je publikace na akademické půdě, ideálně na vědeckých konferencích. Pokud budete mít zájem o daný projekt neváhejte se ozvat doc. Ing. Peter Vittek, Ph.D. či dalším vedoucím pro více informací.

### **Použité zdroje:**

- [1] *Ekonomika letecké dopravy a letecké právo* [online]. Fakulta Dopravní, 2022. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/studenti/projekt-detail.html?kod=428>
- [2] *Právo a provoz v letecké dopravě* [online]. Fakulta Dopravní, 2022. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/studenti/predmet-detail.html?kod=21Y2PP>
- [3] *Ekonomika a letecké právo* [online]. Fakulta Dopravní, 2022. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://uld.fd.cvut.cz/index.php/projekty/ekonomika-a-letecke-pravo/>
- [4] HANKE, Dominik. Post-covidový vývoj cen letenek v rámci vybraných městských párů. Praha, 2022. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/101958>
- [5] NGUYEN, Tuan Anh. Analýza leteckého spojení mezi Vietnamem a EU. Praha, 2021. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/97508>
- [6] URBANOVÁ, Viktorie. Vliv pandemií a mimořádných událostí na vývoj leteckého provozu. Praha, 2021. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/97375>
- [7] FULKA, David. Porovnání vysokorychlostních železnic a leteckých spojení na vybraných trasách. Praha, 2021. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/97445>
- [8] QUANG, Toan Truong. Analýza vlivu ekonomického prostředí hlavních letišť ve Vietnamu. Praha, 2022. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/101839>
- [9] KAŠČEEV, Artem. Konverze osobních letadel na nákladní v souvislosti s přepravní kapacitou. Praha, 2021. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/97451>
- [10] MAŠKOVÁ, Martina. Posouzení vlivu nízkonákladových leteckých společností na hospodaření letišť. Praha, 2021. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/97465>
- [11] DVOŘÁKOVÁ, Tereza. Model pro analýzu fyzických rozestupů pro COVID-free letiště. Praha, 2021. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/97545>
- [12] POSPÍŠIL, Martin. Rozhodování leteckých společností při parkování letadel v krizi COVID-19. Praha, 2022. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta dopravní, Ústav letecké dopravy. [cit. 07.11.2022] Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/101957>
- [13] Air Connectivity. Measuring the connections that drive economic growth [online]. International Air Transport Association (IATA), 2020. [cit. 01. 07.2021] Dostupné z: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-connectivitymeasuring-the-connections-that-drive-economic-growth/>

## Jan Slezáček

### Vedoucí projektu:

- Ing. Terézia Pilmannová, MBA

### 1) Úvod

Jedním z hlavních úkolů v rámci letecké dopravy je zajištění efektivního, hospodárneho a bezpečného toku letového provozu v rámci vzdušného prostoru, resp. ve všech fázích letu. Jde o proces řízení letového provozu, kdy v širším kontextu všech souvisejících aktivit mluvíme o ATM (Air Traffic Management). Hlavní pilíř v tomto systému tvoří poskytovatelé letových navigačních služeb, kteří zajišťují letové provozní služby, komunikační, navigační a přehledové služby (CNS Služby), leteckou informační službu a v neposlední řadě se sem řadí i letecká meteorologická služba. Aby všechny tyto služby mohly být vykonávány a poskytovány na co nejvyšší úrovni musí být k dispozici adekvátní technologie a provozní postupy. Jde o oblast, na kterou je vyvíjen obrovský tlak z pohledu neustálého růstu letového provozu a uspokojování současných potřeb.

Aby studenti měli možnost dostat se blíže konkrétním odborným problémům a participovat na jejich řešení již daleko dříve v průběhu jejich studia, než až v rámci zpracovávání své diplomové nebo bakalářské práce, Fakulta dopravní – a tedy i Ústav letecké dopravy – praktikuje koncept projektové výuky. V rámci projektové výuky studenti pracují individuálně nebo v malých (2-3 členných) skupinách na řešení ať už konkrétních problémů z praxe pod vedením externích vedoucích, nebo se podílí na řešení problémů navázaných na výzkumné aktivity, projekty, a řešené úkoly na kterých pracují členové Laboratoře ATM Systémů. Zapojení studentů do řešení konkrétních problémů již v počátečních fázích jejich studia jim následně usnadňuje výběr tématu jejich diplomové nebo bakalářské práce, které vycházejí z úkolů a problémů řešených v rámci projektové výuky.

Pro R&D aktivity a k řešení úkolů v rámci studentských projektu mohou studenti a výzkumní pracovníci využívat HW i SW prostředky dostupné v rámci Laboratoře ATM systémů (ATM Systems Laboratory) na Ústavu letecké dopravy Fakulty dopravní. Laboratoř mimo jiné disponuje vlastní sítí ADS-B přijímačů rozmístěných v rámci ČR a řadou nástrojů pro zpracování a prezentování těchto dat. K provádění nejrůznějších provozních simulací mohou studenti využívat simulátoru řízení letového provozu.

### 2) Činnost projektu

Projekt CNS/ATM technologie a provozní postupy svým zaměřením pokrývá především dvě hlavní oblasti, kterým odpovídá řešená problematika:

1. Technické aspekty týkající se komunikačních, navigačních, a přehledových systémů, stejně tak jako systémů sloužících ke zpracování a prezentaci dat na podporu výkonu letových provozních služeb.
2. Provozní postupy a budoucí koncepce, související s bezpečným hospodárným a efektivním poskytováním ATM (Air Traffic Management). Jedná se o problematiku související s procesem řízením toku letového provozu (ATFM), managementem vzdušného prostoru (ASM) a s poskytováním letových provozních služeb (ATS), kde dominantní část se týká vlastní služby řízení letového provozu (ATC).

Ústav letecké dopravy Fakulty dopravní se v rámci výzkumných aktivit snaží reflektovat dynamické změny mající vliv na leteckou dopravu. V případě oblasti ATM/CNS se jedná hlavně o oblasti optimalizace infrastruktury a jednotlivých procesů, automatizace a odolnosti přehledových a navigačních zařízení. V současnosti jsou stěžejní výzkumné aktivit podpořeny Technologickou agenturou ČR. Jedná se v současnosti o projekty zaměřené na výzkum vlivu rušení GNSS signálu v oblasti letectví, inovativní způsoby navigace vrtulníků letecké záchranné služby v České republice s využitím GNSS, postupů Point in Space a tratí Low Level Routes a digitalizace

poskytování služeb AFIS a Radio. Cílem je, se v blízké budoucnosti zapojit do mezinárodních výzkumných konsorcií v rámci evropské iniciativy SESAR (Single European Sky ATM Research).

### 3) Závěrečné práce

Oblast CNS/ATM systémů a provozních postupů zahrnuje širokou a rozsáhlou škálu témat, kterým se studenti v rámci závěrečných prací mohou věnovat. Tematické zadání prací jsou většinou v souladu s vědeckými aktivitami laboratoře. V případě, že má student zájem řešit své vlastní téma, je to samozřejmě možné.

Název práce	Obsahová náplň
Návrh poradního materiálu pro provozovatele heliportů k postupu zavedení PinS	Cílem práce bylo vytvořit poradní materiál pro provozovatele heliportů popisující kompletní proces zavádění postupů Point in Space (PinS). Součástí práce je komplexně popsán postup zavádění a zhodnocení náročnosti implementace v českém prostředí.
Koncept využití simulátoru ATC na Ústavu letecké dopravy	Cílem práce je vytvořit koncept využití simulátoru ATC pro účely výuky a vědy, návrh simulačního prostředí a jeho validace v rámci výuky.
Pokročilé mapování přehledové infrastruktury analýzou SSR odpovědí od letadel	Cílem diplomové práce je navržení metody, která ze zachycených odpovědí emitovaných palubními SSR odpovídači získává informace o pozemní SSR přehledové infrastruktuře. Záměrem je využít naměřená vstupní data zachycená na přijímací stanici s nízkými náklady a nízkými nároky na architekturu systému
Kategorizace detekčních možností RFI v oblasti GNSS	Předmětem této bakalářské práce je vytvoření systematizovaného přístupu k technologiím detekce GNSS rušení prostřednictvím jejich výstupních informací
Návrh a realizace VKV přijímacího systému na bázi SDR	Cílem této práce je navrhnout, realizovat a instalovat přijímací systém založený na bázi SDR pro umožnění poslechu hlasové komunikace v letectví, která probíhá mezi pilotem a řídícím. Analyzovat dostupné hardwarové možnosti přijímačů a možná softwarová řešení. Na základě zjištěných informací navrhnout, realizovat a instalovat funkční přijímací systém.
Fúze polohových dat v oblasti TMA	Cílem práce je modelovat fúzi dat určující polohu letadel v oblasti Terminal Manouvering Area (TMA) s použitím různých zařízení poskytujících polohovou informaci.
Návrh a realizace trackeru pro potřeby ATM Laboratoře	Cílem této diplomové práce je návrh a realizace trackeru s využitím moderních metod pro track-ování cílů. Tracker je navržen pro zpracovávání primárních měření z nízkonákladové pasivní 3D multilaterace široké oblasti
Vytvoření databázového řešení pro analýzu přehledových dat v ATM laboratoři	Předmětem této diplomové práce je vytvoření komplexního databázového řešení pro analýzu přehledových dat přijímaných v ATM laboratoři Ústavu letecké dopravy, včetně názorného uživatelského manuálu.
Assessment of Universal Access Transceiver Implementation in EUR Region	Předmětem této bakalářské práce je vytvořit přehled a popsat technologii Universal Access Transceiver (UAT).
Identifikace BDS registrů	Mód S technologie SSR současně představuje jeden z hlavních prostředků sledování pro ATM. Jedním z typů dotazování SSR módu S vyvolává odpovědi odpovídače módu S na palubě letadla, které obsahují BDS registry. Za předpokladu, že je dotaz radaru

	<p>neznámý, jsou přijaté odpovědi z odpovídače analyzovány a dále zpracovány s cílem identifikace jednotlivých BDS registrů. K tomuto účelu je vytvořen heuristický algoritmus, který přiřadí číslo BDS registru odpovídající zprávě na základě unikátních bitových řad a jiných kritérií. Správná funkčnost algoritmu je otestována na vzorku dat z ADS-B přijímačů provozovaných laboratoří ATM na Ústavu letecké dopravy ČVUT v Praze, Fakultě dopravní. Vyhodnocení úspěšnosti algoritmu je provedeno porovnáním ekvivalentních dat z reálného provozu poskytnutých ŘLP ČR s.p. Meteorologická data z MRAR BDS registrů jsou následně dekodována za účelem získání přesných informací o okolním prostředí z paluby letadla.</p>
Přeškolení pilotů na GNSS	<p>Práce se zabývá návrhem osnovy teoretické výuky GNSS pro kategorie průkazů způsobilosti pilotů VFR. Nejprve představuje jednotlivé průkazy způsobilosti pilota stanovené v Nařízení Komise (EU) č.1178/2011 a rozepisuje teoretický a praktický výcvik týkající se GNSS podle jednotlivých licencí podle Rozhodnutí č. 2011/016/R. Následně zpracovává teoretické podklady pro výuku GNSS a jeho využití při přiblížení RNP APCH.</p>
Přehled návrhů alternativních navigačních systémů a posouzení jejich výkonnosti	<p>Tato bakalářská práce se zabývá přehledem návrhů alternativních navigačních systémů a posouzením jejich výkonnosti. Součástí práce je uvedení do problematiky rušení GNSS a na základě toho popisuje zavedení APNT systémů, které by sloužily jako zabezpečení v případě, že by k rušení signálu GNSS docházelo. Výkonnost APNT systémů je posouzena z hlediska přesnosti, integrity a doplňkových charakteristik. Posouzení je doplněno o návrh zavedení těchto systémů na území Ruské federace. Na konci práce je uvedeno zhodnocení těchto systémů v konceptu s PBN.</p>
Pokročilé aspekty modelování zatížení RF pásma 1030/1090 MHz	<p>Cílem této bakalářské práce je tvorba nelineárního stochastického modelu zatížení radiofrekvenčního pásma 1030/1090 MHz zohledňujícího MSSR, XPDR, TCAS a ADS-B.</p>

Aktuálně zadávaná témata jsou většinou formulována z výstupů výzkumných projektů. Laboratoř má svým zaměřením velmi široký záběr. Studenti, kteří by potenciálně měli zájem na projektu participovat, se mohou těšit na následující tematické oblasti:

Optimalizace postupů Řízení letového provozu	<p>Téma se zaměřuje na návrh a validaci optimalizace stávajících postupů ŘLP. Validace probíhá na simulátoru ATC.</p>
Násobné poskytování vzdálené služby AFIS v ČR	<p>Cílem práce je stanovení kritických aspektů pro poskytování vzdálené služby AFIS v násobné konfiguraci.</p>
Spoofing GNSS	<p>Analýza dopadů GNSS spoofingu na ADS-B zprávy a možnostem detekce spoofingu z těchto zpráv.</p>
Modelování šíření radiových signálů v nízkých výškách nad geografickou mapou	<p>Vzhledem k rozvoji bezpilotního letectví a zranitelnosti GNSS je vhodné v nízkých výškách řešit šíření radiových signálů, potenciálního rušení a podobných a využití např. detektorů rušení GNSS</p>

	v jednom druhu dopravy pro jiné. Základem je modelovat terén a šíření signálů.
Využití platformy bezpilotního letadla jako senzor pro aplikace v oblasti CNS/ATM	Zjišťování a ověřování funkčnosti vysílaných a přijímaných signálů CNS/ATM se aktuálně řeší hlavně na úrovni země, avšak jejich ověřování ve vyšších výškách nad zemí může být zajímavé. Pro toto by se dala použít platforma bezpilotního systému, kde by bylo možné porovnávat např. zatížení pásma 1090MHz v různých výškách, dosahy radiostanic, či jiné.
Integrace vícezdrojových přehledových dat do provozu stanoviště Remote AFIS.	Definice a analýza způsobů poskytování vhodně prezentovaných přehledových dat pro operátora Remote AFIS. Například vkládáním přehledové informace do obrazu z kamer nebo zpřesnění identifikace objektu z více zdrojů přehledových dat.
Pokročilá analýza hlasové rádiové komunikace v systému Remote AFIS.	Převod hlasové komunikace do textové podoby, analýza komunikace (např. pomocí AI) a návrh vhodných reakcí na obsah komunikace. Téma vyžaduje základní znalosti programování (Python / Matlab) nebo případně kladný vztah k algoritmizaci procesů. Student/ka nemusí být vyloženě programátor, ale musí mít pozitivní vztah k těmto činnostem. Téma částečně souvisí s tématem č. 1, nicméně na něm není závislé.
Možnosti implementace a návrh integrace metod Safety Net do prostředí systému Remote AFIS.	Analýza možností implementovat obdobu metod používaných v Safety Net do systému Remote AFIS. Samozřejmě není požadována úplná a přesná integrace, spíše se jedná o zvýšení atraktivity systému Remote AFIS. Cílem je podpora zvýšení bezpečnosti oproti místním stanovištím AFIS/RADIO
Systematické chyby polohové informace získané ze systému ADS-B (při využití ADS-B jako referenční polohy)	Polohová informace z ADS-B může být zatížena určitou systematickou chybou. Tato chyba může vyplývat např. z faktu, že GNSS anténa letadla je v jiném místě než anténa odpovídače SSR, ze zpoždění kódování polohové informace do ADS-B zprávy, nebo z faktu že časová značka se přiřazuje až na příjmu na pozemní přijímací stanici. Cílem práce je tyto chyby identifikovat, analyzovat a stanovit jejich příčinu.
Výpočet odhadu přesnosti a integrity polohové informace generované systémem GNSS (GPS)	Vedle vlastní polohové informace, letadlový GNSS přijímač také musí poskytovat parametry popisující kvalitu/důvěryhodnost dané polohové informace. Cílem je zjistit jaká data a s jakou kvalitou potřebujeme mít na vstupu takového modelu abychom byly schopni odhadovat výkonnost leteckého GNSS přijímače pro nějaké místo a čas.
Ověřování přesnosti měření barometrické výšky letadly z hlediska kompatibility s RVSM založené na datech z ADS-B	Cílem je popsat a ohodnotit různé způsoby, porovnat různé metody a statisticky porovnat dosažitelnou přesnost.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Studenti v rámci těchto oblastí mají možnost pracovat na aktuálních tématech, které vznikají jak z pohledu výzkumných aktivit univerzity, tak ve spolupráci s leteckým průmyslem, stejně tak jako ve spolupráci s poskytovateli letových navigačních služeb. Studenti mohou využít např. spolupráce s firmou ERA a.s., kde někteří členové z řad vedoucích projektu jsou zaměstnanci této firmy, stejně tak mnoho témat je řešeno v kooperaci s ŘLP ČR, s.p. jako hlavním poskytovatelem letových navigačních služeb v ČR. Různé výzkumné aktivity jsou taktéž řešeny např. ve spolupráci s GCE (GNSS Centre Of Excellence). Dále v souvislosti s postupy řízení letového

provozu, mají studenti možnost spolupracovat s organizací Eurocontrol, která také našim studentům poskytuje možnost stáže v organizaci.

#### **5) Závěr**

Pokud je toto oblast, ve které chcete prohlubovat své znalosti, rádi vás přivítáme v rámci tohoto projektu a budeme nápomocni ve vašem dalším odborném rozvoji. Více informací můžete dohledat na stránce Ústavu letecké dopravy <https://uld.fd.cvut.cz/index.php/projekty/cns-atm-technologie-a-provozni-postupy/> , v případě dotazů, prosím neváhejte kontaktovat vedoucí laboratoře Ing. Terézii Pilmannovou. Těšíme se na Vás!

# MODERNÍ TRENDY ROZVOJE LETIŠŤ

K621 –Ústav letecké dopravy

Matyáš Pros, Štěpán Studnička, Radek Gadas

## Vedoucí projektu:

- Ing. Slobodan Stojić, Ph.D
- Ing. Petr Had
- Ing. Bc. Sébastien Lán
- Ing. Peter Olexa
- Ing. Miroslav Špák
- Ing. Jiří Volt

## 1) Úvod

Prostředí letištního provozu je velice dynamické a neustále se rozvíjející prostředí, ve kterém se pro adaptaci na nové provozní podmínky a dosažení plynulého provozu musejí neustále posouvat hranice a přicházet s novými a inovativními řešeními. Za účelem dosažení těchto vytyčených cílů je vyžadována značná míra kreativity a vlastní iniciativy všech zapojených pracovníků, a proto je i velice vřele vítána a podporována u studentů, kteří si tento projekt vybrali.

Po zapsání tohoto projektu získají všichni studenti informace a znalosti o provozu a designu letišť, respektive jeho integrálních součástí. Znalosti nabyté během hodin projektové výuky slouží následně jednotlivým studentům jako pevný základ při řešení nejrůznějších provozních či infrastrukturálních problémů tuzemských a případně i zahraničních letišť. Návrhy změn v rozložení letištních provozních ploch či modelování a případně i následná optimalizace složitých letištních procesů jsou příklady rámcových témat, která jsou během hodin projektové výuky studenty a vedoucími diskutována, postupně více specifikována a následně také zpracována jako závěrečné práce jednotlivých studentů.

Studenti mají možnost pracovat na aktuálních tématech, které vznikají ve spolupráci fakulty a komerčních subjektů v oblasti letecké dopravy. Někteří vedoucí projektu v těchto společnostech také působí, což přináší studentům jedinečnou možnost již během studia nahlédnout do aktuálně řešené problematiky v oboru a získat cenné podmínky a informace od expertů z praxe.

Výuka na projektu probíhá formou diskusí nad zvolenými tématy, které společně formují studenti a vedoucí během prvních setkání. Následně jsou jednotlivá témata řešena v menších skupinkách, typicky o 3–4 studentech, dle zvoleného zaměření a pod vedením vedoucího. Na takto zvoleném tématu pracuje skupinka po dobu svého bakalářského či magisterského studia s cílem definovat a analyzovat identifikovaný problém a následně také navrhnout odpovídající řešení. Jedním z výstupů jejich práce je definice zadání závěrečné práce a v pozdější fázi jsou výstupy jejich práce prezentovány ve formě závěrečných prací. Výuka je realizována na týdenní bázi, v 90minutových blocích, zpravidla v prostorách Ústavu letecké dopravy v budově Horská.

## 2) Činnost projektu

Dnes je činnost projektu rozdělena do dvou hlavních oblastí. První oblastí je Airport digital twin a druhou oblastí je Smart airports. Cílem výzkumu v oblasti Airport digital twin je tvorba digitálního modelu letiště, na kterém bude možné provádět simulační a optimalizační úlohy. Poté bude možné provádět výpočetní experimenty za účelem ověřování propustnosti a kapacity různých částí současné i nově budované nebo upravované letištní infrastruktury. Dále pak bude možné zlepšit predikce časů důležitých pro postupy CDM (Collaborative Decision Making), které začínají být v evropském vzdušném prostoru široce uplatňovány. Na toto téma byl na podzim tohoto roku podán grant v rámci evropského projektu SESAR, který je jedním z pilířů mezinárodního projektu Jednotné evropské nebe.

Cílem výzkumu v oblasti Smart airports je zkoumat a navrhovat inovativní řešení v oblasti provozu letiště. Jedná se o aplikace specifických senzorů v různých oblastech provozu za účelem zlepšení schopnosti plánování a řízení procesů na letištích. V reálném čase lze tak například shromažďovat cenná data o stavu letadel během pozemního



odbavení. Díky tomu je za použití nejmodernějších technologií možné zlepšovat výkon letištního personálu, optimalizovat toky cestujících nebo zvyšovat bezpečnost letišť. Zajímavou oblastí pro výzkum je také možnost aplikace rozšířené reality do provozu letišť. Příkladem v současnosti řešené problematiky je zkoumání možnosti zlepšení orientace cestujících na letišti právě za pomoci rozšíření reality.

### 3) Závěrečné práce

Témata bakalářských i diplomových závěrečných prací v rámci tohoto projektu zasahují do širokého množství oblastí. Závěrečné práce řeší témata od modelování, přes přípravu návrhů v prostředí AviPlan, po vyhodnocování simulací a práci s rozšířenou realitou. Velkým cílem projektu je pak vytvoření digitálního dvojčete pražského letiště.

Tabulka 1: Výčet závěrečných prací projektu

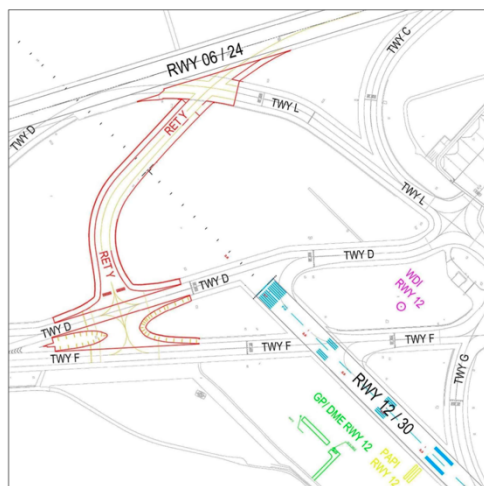
Bakalářské práce	Diplomové práce
Způsoby detekce pozice letadel na vyčkávacích místech RWY	Optimalizace zabezpečení odbavení letadel manipulační technikou
Studie využitelnosti RWY 12/30 v koncepci dlouhodobého rozvoje LKPR	Optimalizace procesů operátora nástupních mostů
Hodnocení vlivu prostorového omezení stání letadel k.p. C na proces odbavení	Hodnocení propustnosti letištní infrastruktury a způsobených zpoždění letadel
Zhodnocení CDM na letišti Václava Havla a návrh na jeho zlepšení	Návrhy k navýšení kapacity Terminálu 1 na letišti Václava Havla Praha
Návrh stání letadel typu MARS	Zhodnocení CDM na letišti Václava Havla a návrh na jeho zlepšení
Rozšíření odbavovací plochy a umístění nového hangáru na letišti Kbely	Zefektivnění odmrazování na Letišti Václava Havla v Praze
Rekonfigurace vzdálených stání letadel na letišti Praha-Ruzyně	Analýza způsobů dopravy cestujících na letiště s vlivem na odbavovací proces
Rekonstrukce TWY A1 a odmrazovacích stání na letišti Praha/Ruzyně	Zefektivnění provozu na odbavovací ploše terminálu 1 na letišti Václava Havla
Projekt zpevněné RWY na Veřejném vnitrostátním letišti Zbraslavice	Vliv výstavby paralelní dráhy na rozvoj areálu Jih na letišti Václava Havla
Provozní řízení letiště na sdíleném pracovišti – APOC	Návrh nového řešení pojezdového systému na letišti Václava Havla
Systém pro integraci studií bezpečnosti s daty o bezpečnosti z leteckého provozu	Návrh implementace RFID v prostředí Letiště Brno
Taktické rozhodování letecké společnosti při alokaci letištních zdrojů	Hodnocení přínosů zavedení přístrojového přiblížení pro vrtulníky (PinS) na LKPR
Optimalizace počtu a rozmístění odbavovací techniky na Letišti Václava Havla	Návrh zavedení opatření proti biohazardům na Letišti Praha
Využití alternativních zdrojů energie na letišti Praha	
Návrh způsobu hodnocení kvality služeb GHD ze strany letiště	
Návrh zvýšení úrovně vyhodnocení customer experience letiště	
Modelování koordinačních procesů letiště a nastavení safety mechanismů	
Hodnocení možnosti sdílení techniky pro odbavení letadel na Letišti Praha	
Možnosti využití moderních technologií v oblasti obchodního odbavení na LKPR	

Rozvoj a umístění nového CARGO terminálu na letišti Václava Havla	
Problematika sdílení manipulační techniky pro technické odbavení letadel	
Komplexní model biometrického odbavení cestujících v terminálech LKPR	
Tvorba 3D reprezentace paralelní dráhy na letišti Praha v leteckém simulátoru	
Návrh implementace systému pro automatické sledování procesů odbavení letadel	
Využití systémů pro sledování provozu na odbavovacích plochách v rámci SMS	
Využití tažných vozidel a autonomních systémů pro pojiždění letadel	
Možnosti využití letištních ploch pro parkování letadel během omezeného provozu	
Využití RPAS v provozu letiště	
Studie využitelnosti RWY 12/30 v koncepci dlouhodobého rozvoje LKPR	

Pro názornost jsou uvedena témata se stručným popisem několika úspěšně obhájených prací řešených pod projektem Moderní trendy rozvoje letišť.

První z uvedených prací je “Tvorba 3D reprezentace paralelní dráhy na Letišti Praha v leteckém simulátoru”, která řeší modelování plánované paralelní dráhy v prostředí nástroje World Editor a její limitace. Součástí bylo i provedení několika experimentů na simulátoru X-Plane. Výsledky práce by bylo možné využít pro optimalizaci současného projektu paralelní dráhy i využití pro výcvikové účely Řízení letového provozu ČR, nebo nabízí propojení se studii bezpečnosti.

Odlisný přístup k řešení kapacity dráhového systému nabízí práce “Studie využitelnosti RWY 12/30 v koncepci dlouhodobého rozvoje LKPR”. V této práci autor rozebírá možnost zkrácení dráhy pro zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu. Výsledkem je soubor několika možností zkrácení dráhy, a to jak z pohledu výkonnosti letadel, tak z pohledu kapacity dráhy a jejich závěrečné vyhodnocení včetně grafického znázornění. Porovnání grafických výstupů obou prací je znázorněno na obrázku 1.

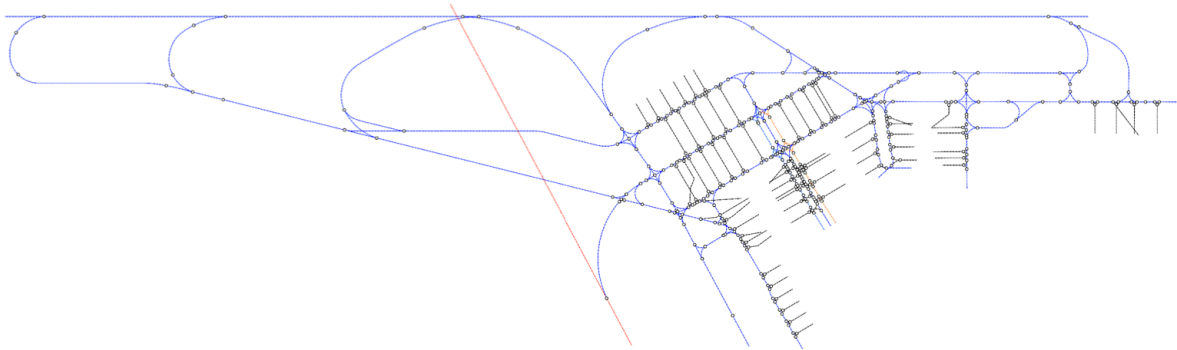


Obrázek 1: Rozvoj LKPR [1]

Vybraná práce “Využití systémů pro sledování provozu na odbavovacích plochách v rámci SMS” propojuje problematiku letišť a bezpečnosti. Spojení těchto oblastí poukazuje také na interdisciplinaritu projektů. Zabývá se sběrem dat pomocí moderních technologií a následně analýzou určitých požadavků na proces monitoringu. Pro

letectví je SMS (Safety Management System) velmi důležitou součástí, protože zajišťuje moderní přístup k řízení bezpečnosti v letecké dopravě. Letištní systém řízení bezpečnosti představuje nástroj pro proaktivní a systematický přístup pro vyhledávání nebezpečí, umožňuje včasné odstranění rizik ještě před tím, než událost nastane. SMS se zaměřuje nejen na procesy, které jsou snadno pozorovatelné.

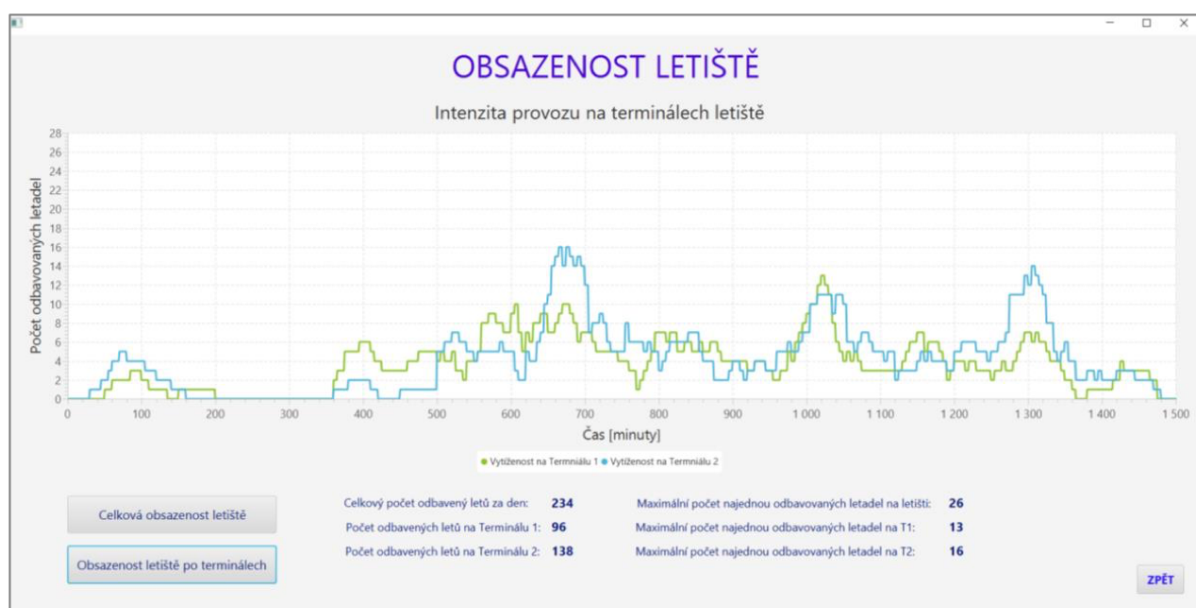
Mezi vybrané práce patří i “Hodnocení propustnosti letištní infrastruktury a způsobených zpoždění letadel”, která je velmi důležitou součástí projektu vytvoření digitálního dvojčete Letiště Praha. Autor vytvořil základní stavební prvek simulační platformy, která se bude dále rozvíjet a využít pro vědecké účely. V práci je vytvořen model severní části letiště, na kterém je ověřována propustnost infrastruktury a zpoždění letadel. Pro vytvoření modelu je využit program AnyLogic. Správnost modelu byla ověřena aplikací dvou sad reálných letištní provozních dat.



Obrázek 2: Grafická část modelu ze softwaru AnyLogic [2]

Práci, která využívala také tohoto softwaru, je “Optimalizace procesů operátora nástupních mostů”. Práce se zabývá vytvořením simulačním modelem infrastruktury odbavovacích ploch a optimalizací procesů na ploše Terminálu 1 a 2. Optimalizace se týká především potřebných lidských zdrojů, které porovnává se současným stavem. Práce počítá se zavedením do praxe pro dosažení zlepšení v daných procesech a díky tomu dosažení požadované kvality odbavení letadla.

Diplomová práce “Optimalizace zabezpečení odbavení letadel manipulační technikou” se zabývá vytvořením matematického modelu, který umožní optimalizaci počtu letištní techniky určené k vykládce a nakládce letadel. Model pracuje se vstupními daty z provozu na jejichž základě predikuje poptávku po manipulační technice a vypočítává její optimální počet.



Obrázek 3: Program v Javě – zobrazování vypočtených intenzit provozu [3]

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Projekt Moderní trendy rozvoje letišť v současnosti spolupracuje s několika subjekty. Nejužší spolupráce je navázána s Letištěm Václava Havla v Praze. Spolupráce probíhá v několika oblastech. V současnosti probíhá několik společných výzkumných projektů zaměřených na zefektivnění a optimalizování odbavovacích procesů. Studenti mají mimo jiné možnost psát a konzultovat své závěrečné práce ve spolupráci právě s Letištěm Praha. Letiště navíc poskytuje studentům velké množství provozních dat potřebných pro tvorbu závěrečných prací. Mezi další společnosti, se kterými je v rámci tohoto projektu navázána spolupráce patří EUROCONTROL, Menzies Aviation, Letiště Brno, Bell Helicopters, Assaia a ZeroG.

Absolventi mohou najít po skončení studia uplatnění ve společnostech působících v oblasti provozu letišť. Velká část absolventů dnes pracuje na nejrůznějších pozicích na letištích nebo v handlingových společnostech. Příkladem jsou úspěšní absolventi Ing. Petr Líkař, Ing. David Tolar a Bc. Vít Kadlček, kteří nyní pracují jako letištní inženýři na Letišti Václava Havla, kde mohou uplatnit své zkušenosti a znalosti nabyté během studia na Ústavu letecké dopravy a tomto projektu. Dalším příkladem úspěšného absolventa je Ing. Petr Had, který po skončení studia absolvoval stáž ve Francii ve společnosti EUROCONTROL a nyní je doktorandem na Ústavu letecké dopravy a aktivně se podílí na projektu Moderní trendy rozvoje letišť.

#### 5) Závěr

Projekt, na kterém se podílíte je samozřejmě obtížné hodnotit z důvodu subjektivních názorů. Nicméně několik objektivních faktů zde zcela určitě je. Prvním z nich je zájem studentů pokračovat na projektu i v rámci navazujícího studia. Několik studentů na projektu totiž pokračuje od bakalářského studia i na tom magisterském a někteří částečně navazují i na téma z bakalářské práce. Z našeho pohledu tak jde o ukázkou spokojenosti s projektem a jeho vedením. V souvislosti se dříve zmíněným začátkem využívání rozšířené reality na modelu, který je umístěný na Ústavu letecké dopravy, je zřetelný také důraz na aplikaci aktuálních moderních technologií, což je dalším objektivním faktorem, který ukazuje na správné směřování projektu. A tou možná nejdůležitější věcí z pohledu studenta, je velmi dobrá příprava pro psaní BP/DP během schůzek projektové výuky. V rámci práce na pravidelných schůzkách a konzultacích získá student množství zdrojů, které následně bez dalšího hledání může využívat při psaní své práce. Z vlastní zkušenosti můžeme říct, že psaní práce je tím výrazně usnadněno.

V případě zájmu o získání dalších, více specifických informací o projektu Vám rádi poradí jak všichni vedoucí, tak také studenti. Největší množství informací ale samozřejmě poskytne přímo koordinátor projektu Ing. Slobodan Stojíc, Ph.D.. Můžete ho kontaktovat jak přes MS Teams tak na email [stojislo@fd.cvut.cz](mailto:stojislo@fd.cvut.cz).

Další, spíše všeobecné informace lze najít také na webu Ústavu letecké dopravy v záložce Projektová výuka.

#### Použité zdroje:

- [1] R. Gadas, "Studie využitelnosti RWY 12/30 v koncepci dlouhodobého rozvoje LKPR", Bakalářská práce, Praha, 2021.
- [2] P. Had, "Hodnocení propustnosti letištní infrastruktury a způsobených zpoždění letadel", Diplomová práce, Praha, 2021.
- [3] J. Volt, "Optimalizace zabezpečení odbavení letadel manipulační technikou", Diplomová práce, Praha, 2022.

# Bezpečnost v letecké dopravě

K621 – Ústav letecké dopravy

Bc. Sabína Čižmáriková, Bc. Zdeněk Žďánský  
doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D., Lukáš Popek, MSc., Ing. Kateřina Grötschelová

## Vedoucí projektu:

doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D.

Lukáš Popek, MSc.

Ing. Kateřina Grötschelová

Ing. Natalia Guskova

Ing. Oldřich Štumbauer

## 1) Úvod

Projekt Bezpečnost v letecké dopravě se zabývá moderními řešeními bezpečnostních problémů. Projekt je zaměřen na otázky bezpečnosti, které v současné době trápí leteckou dopravu a nahlíží do budoucnosti letectví. Projekt je rozdělen na 2 základní části, z nichž jedna se zabývá problematikou provozní bezpečnosti (Safety) a druhá část se věnuje oblasti ochrany před protiprávními činy (Security). Cílem projektu Bezpečnost v letecké dopravě je reagovat na neustálý technický rozvoj letecké dopravy a snaha zajistit bezpečnost těchto nových technických procesů a postupů.

Projekt je organizován v malých skupinách studentů, kteří se schází pravidelně jednou týdně společně se svými vedoucími. Díky malému počtu studentů v jednotlivých skupinách, je možné zajistit osobní individuální přístup vedoucího a také možnost rovnocenné debaty studentů. Studenti jsou do skupin rozděleni podle témat, která jsou řešena v jejich pracích, tudíž probírají problémy, které jsou tematicky podobně zaměřená.

## 2) Činnost projektu

Projekt byl založen jakožto jedno z hlavních odvětví, na které se specializuje Ústav letecké dopravy, FD ČVUT, již kolem roku 2012. V té době byl zaměřen výhradně na problematiku řízení provozní bezpečnosti (SMS systém), jelikož letecká doprava se v této době teprve učila, jak zavádět a správně používat tento manažerský systém. Studenti navrhovali řešení pro jednotlivé komponenty SMS systému v kontextu konkrétních leteckých organizací v ČR, se kterými také spolupracovali. Později se tato tematika rozšířila o otázky bezpečnosti, které překonávají současné standardy řízení bezpečnosti v letecké dopravě, a to konkrétně využitím experimentálních přístupů vyvíjených v rámci výzkumu bezpečnostního inženýrství (zejména holistický, systémový přístup k bezpečnosti [1] nebo také přístup známý jako Safety-II [2]), a také o oblast ochrany před protiprávními činy zejména díky spolupráci s Letiště Praha, a.s. Projekt postupem času pokryl celé spektrum bezpečnostních otázek, včetně vývoje a designu nové technologie a její vazby na spolehlivost nebo kvalitu, nebo také šetření leteckých nehod a incidentů. Studenti tak dnes mají možnost věnovat se prakticky jakékoliv otázce bezpečnosti ve smyslu Safety nebo Security, a to s řadou významných leteckých organizací v ČR i v zahraničí.

Další směřování projektu je cíleno na provázání projektové činnosti zejména se zahraničními leteckými organizacemi a výzkumnými institucemi. Toto se dosud daří především u studentů doktorského studijního programu, cílem však je takovou spolupráci přenést také do magisterského a bakalářského studia. Ve výsledku by tak studenti FD ČVUT studující projekt Bezpečnost v letecké dopravě mohli pracovat na projektech zadaných zahraničními organizacemi, v těchto i absolvovat krátkodobou stáž, a FD ČVUT by také mohla hostovat zahraniční pracovníky, kteří by se přímo podíleli na projektové výuce na FD ČVUT.

Jedním z klíčových prvků pro takový rozvoj bylo a bude provázání projektové výuky s granty a vědecko-výzkumnými projekty, na kterých řešení se podílí vedoucí projektové výuky. V tomto smyslu je klíčová zejména spolupráce s Laboratoří letecké bezpečnosti, která se pravidelně účastní českých i zahraničních projektových výzev (TAČR, MŠMT, Horizon Europe apod.) a z řešených projektů odvozuje témata pro projektovou výuku.

### 3) Závěrečné práce

Za celou dobu působení projektu bylo úspěšně obhájeno několik desítek bakalářských a diplomových prací. Rozmanitost témat prací je více než zřetelná. Studenti, kteří se účastní projektu Bezpečnost v letecké dopravě také často spolupracují na svých pracích se studenty z jiných projektů, tudíž se jejich zájem neupíná čistě na bezpečnost, ale řeší také problémy z jiných oblastí letectví.

<b>Jméno studenta</b>	<b>Název Bakalářské nebo Diplomové práce</b>	<b>Řešená oblast</b>
Adam Matouš	Systémové bezpečnostní doporučení pro údržbu ULL v České republice	Safety
Adamcová Markéta	Hodnocení spolehlivosti metodou FMEA s využitím ontologického inženýrství	Spolehlivost
Bolčecová Simona	Vyhodnocení spolehlivosti mechanického a olejového systému leteckého motoru	Spolehlivost
Bradáč Radim	Monitorování a vyhodnocování letových dat ve všeobecném letectví	Safety
Černotík Martin	Zpracování dat o bezpečnosti podle CAST na úrovni státu	Safety
Červená Veronika	Metodika pro zdůvodnění investic do bezpečnosti	Safety
Čížmáriková Sabína	Zvyšování efektivity bezpečnostních kontrol – informovanost cestujících	Security
David Tomáš	Přistání na letišti dle modelu bezpečnosti STAMP	Safety
Dillinger Martin	Vizualizace výsledků bezpečnostních analýz v letectví dle modelu STAMP	Safety
Drastich Filip	Konceptuální model FTA a jeho využití pro hodnocení spolehlivosti letadel	Spolehlivost
Drastich Filip	Využití spolehlivostních analýz pro rozhodování v letecké údržbě	Spolehlivost
Milerová Eva	Systémový přístup k nastavení provozní bezpečnosti bezpilotního letectví v ČR	Safety
Fukalová Michaela	Výkonnost v odolnosti v procesech certifikace a schvalování změn letišť	Safety
Fukalová Michaela	Systémové řízení plánovaných změn v rámci státního programu bezpečnosti	Safety
Grötschelová Kateřina	Návrh konceptuálního strukturovaného modelu standardních leteckých taxonomií	Safety
Grötschelová Kateřina	Sběr a zpracování dat o bezpečnosti dle modelu STAMP v dozorových orgánech	Safety
Guskova Natalia	Konceptualizace vybraných částí modelu bezpečnosti STAMP	Safety
Guskova Natalia	Sběr a zpracování dat o bezpečnosti dle teorie modelu STAMP v letecké údržbě	Safety
Harsányiová Bianka	Integrace a vyhodnocení dat z výroby a provozu pohonných jednotek letadel	Safety

Havlíček Jakub	Konceptualizace procesů bezpečnostní kontroly cestujících letišť	Security
Havlíček Jakub	Hodnocení variability procesu bezpečnostní kontroly cestujících na letišti	Security
Hloušek Daniel	Lidský faktor při implementaci CT RTG do procesu bezpečnostní kontroly	Security
Houdek Adam	Sběr a analýza dat pro sledování letové způsobilosti složitých letadel	Safety
Housková Petra	Návrh systému pro klasifikaci bezpečnostních událostí u pohonných jednotek	Safety
Jelínek David	Simulační model procesu bezpečnostní kontroly cestujících	Security
Jiříčka Jakub	Scénáře pro ověření runway incursion na letišti Praha s využitím Safety-II	Safety
Kála Martin	Optimalizace výpočtu časů revizí Boeing B737 v údržbové organizaci ČSAT	Údržba
Kohoutek Adam	Zvyšování efektivity bezpečnostních kontrol – kontrola kabinových zavazadel	Security
Kohoutek Adam	Využití modelu STAMP v procesech bezpečnostní kontroly letišť	Security
Komárková Aneta	Scénáře pro ověření runway incursion na letišti Praha s využitím Safety-I	Safety
Komárková Aneta	SMS v rámci IMS komplexního provozovatele obchodní letecké dopravy do 20 FTE	Safety
Lenc Ondřej	Zvyšování efektivity bezpečnostních kontrol – centralizace bezpečnostní kontroly	Security
Liptáková Martina	Sběr a analýza dat v sledování letové způsobilosti jiných než složitých letadel	Safety
Liu Boyue	Organizační modely a metody bezpečnosti v letectví	Safety
Marhold Roman	Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu CT RTG v procesu bezpečnostní kontroly	Security
Martinovská Johana	Provázání leteckých taxonomií a typů událostí v modelu STAMP	Safety
Matasová Kateřina	Problematika bezpečnostních procesů při letecké přepravě pošty	Security
Mikule Pavel	Studie bezpečnosti přiblížení PinS pro lety HEMS v České republice	Safety
Mündel Karel	Spolehlivost a údržba pneumatického systému ATA36 u provozovatelů B737NG	Spolehlivost
Mündel Karel	Integrace digitalizované technické dokumentace leteckého provozovatele	Údržba
Mynář Mikuláš	Konceptualizace údržby klimatizačního a přetlakového systému letounu B737	Údržba
Nový Ondřej	Konceptualizace údržby elektrického systému letounu B737NG	Údržba
Obadál Martin	Bezpečnostní analýza funkcí procesu pozemního odbavení letadel	Safety
Popek Lukáš	Zvyšování efektivity bezpečnostních kontrol na letištích – příprava cestujících	Security
Ráb Jiří	Spolehlivost motorů CFM56-7 a LEAP letounu Boeing 737	Spolehlivost
Ramos Joshua Nicholas	Modelování situačního povědomí pilotů v událostech typu runway incursion	Safety

Řízek Jakub	Identifikace bezpečnostních problémů letových postupů Cessny C172 podle STAMP	Safety
Sehnalová Kristýna	Porovnání celotělových bezpečnostních skenerů používaných na letištích	Security
Sekeřová Frederika	Resilience Assessment Grid ve výrobě letadlové techniky	Safety
Slíva Marian	Implementace celotělových skenerů do procesu bezpečnostní kontroly na letištích	Security
Szentkeresztiová Katarína	Integrovaný sběr a zpracování bezpečnostních dat v organizacích údržby letadel	Safety
Škodová Kateřina	Výkonnost v bezpečnosti v procesech dozoru nad letišti	Safety
Škodová Kateřina	Systémové řízení neplánovaných změn v rámci státního programu bezpečnosti	Safety
Štumbauer Oldřich	Návrh metodologie vyhodnocení ukazatele výkonnosti v bezpečnosti pro oblast ATM	Safety
Tagunkov Denis	Hodnocení subjektivního vnímání bezpečnosti letecké dopravy pasažéry	Safety
Tůma Jan	Odhad a zajištění odolnosti pilotů v leteckém provozu	Safety
Van den Bergh Sarah	Hodnocení výkonnosti pilotů v leteckém výcviku	Safety
Vašata Ondřej	Návrh proaktivních indikátorů bezpečnosti pro letiště s využitím modelu STAMP	Safety
Veselý Marek	Systémové bezpečnostní doporučení pro montáž a demontáž kluzáků	Safety
Vojtěch Tomáš	Textová analýza nestrukturovaných závadových dat v letecké údržbě	Údržba
Vokáč Roman	Krizové řízení letiště při redukci provozu majoritního dopravce	Security
Vokáč Roman	Efektivita odbavovacího procesu letiště s vlivem na spokojenost cestujících	Security
Vondrák Matouš	Využití CT zařízení v procesu bezpečnostních kontrol na letištích	Security
Wang Jiaxing	Realizace metody FRAM v šetření leteckých nehod s propojením na letové procedury	Safety
Yikmis Ahmet Cem	Posouzení bezpečnosti softwaru moderních letadlových systémů	Safety
Žďánský Zdeněk	Systémový přístup k bezpečnosti při práci v procesu údržby letadel	Safety
Žižkovská Aneta	Analýza rizik v letecké dopravě z pohledu regulátora	Safety

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Projekt Bezpečnost v letecké dopravě kombinuje teoretické znalosti v kombinaci s praxí. Studenti řeší reálné problémy letecké dopravy a častokrát probíhá na řešených tématech spolupráce s leteckými společnostmi, úřady či jinými organizacemi. Studenti, kteří na svých bakalářských či diplomových pracích spolupracují s externími firmami, dostávají často po dokončení studia v těchto společnostech zajímavé pracovní nabídky, které jim umožňují pokračovat v jejich zaměření a rozvíjet bezpečnost letecké dopravy tam, kde je to nejvíce potřeba – v praxi.

Spolupráci s externími organizacemi může studentům buď domluvit jejich vedoucí nebo si mohou zajistit spolupráci sami s podporou vedoucího v případě, že mají dostupné kontakty. Studenti se na



projektu často zabývají problémy bezpečnosti, se kterými se měli možnost v praxi již setkat a zaměření a témata jsou tak v mnohých případech navržena ze strany studentů.

Níže se nachází výčet některých absolventů projektu, kteří přijali nabídky spolupracujících organizací a dnes v nich působí na pozicích související s bezpečností letecké dopravy. Uvedení absolventi zpětně hodnotí absolvovaný projekt jako klíčový pro jejich další kariéru v letecké dopravě.

<b>Absolvent</b>	<b>Pozice</b>	<b>Organizace</b>
Martin Dillinger	Specialista letecké bezpečnosti	Ministerstvo dopravy ČR
Lukáš Popek	Security Project and Process Specialist	Letiště Praha, a.s.
Michaela Fukalová	Safety and Reliability Specialist	AERO Vodochody AEROSPACE a.s.
Kateřina Škodová	Analytik provozu	AERO Vodochody AEROSPACE a.s.
Aneta Komárková	Compliance monitoring and Safety officer	Eclair Aviation s.r.o.
Filip Drastich	Infra Engineering Co-op Safety and Reliability	GE Aviation Czech s.r.o
Adam Kohoutek	Referent bezpečnostní kontroly	Letiště Praha, a.s.

Pro zajímavost je uvedeno i slovné hodnocení absolventa projektu Adama Kohoutka, Referenta bezpečnostní kontroly na Letišti Praha, a.s.: „Při studiu na Ústavu letecké dopravy, respektive při práci na projektu v rámci studia jsem dostal možnost se podívat do zákulisí letiště a letecké dopravy. Dostal jsem možnost seznámit se s reálným chodem bezpečnostní kontroly na Letišti Praha a následně získat pracovní pozici. Studium i práce na projektu v rámci Ústavu letecké dopravy mi tak přinesla obrovskou příležitost se přímo podílet na fungování a budoucím rozvoji Letiště Praha.“

## 5) Závěr

Projekt Bezpečnost v letecké dopravě je moderní, dobře organizovaný a přínosný projekt, který svými tématy pokrývá velkou část letectví. Jeho zaměření se dělí z hlediska Safety a Security na dvě zájmové části. Pravidelné schůzky v malém kolektivu přináší možnost debatovat nad řešenými tématy a vzájemně spolupracovat na problémech, které studenti řeší. Téměř neomezené možnosti spolupráce s externími leteckými společnostmi dávají studentům možnost získat přehled o praktickém fungování letecké dopravy.

Více informací o projektu naleznou případní zájemci na webu Ústavu letecké dopravy, FD ČVUT v sekci Projektová výuka.<sup>1</sup> Každý zájemce o projekt Bezpečnost letecké dopravy může pak také využít přímého kontaktu vedoucích projektu nebo některých studentů.

### Kontakty:

doc. Ing. Andrej Lališ, Ph.D. – Vedoucí laboratoře letecké bezpečnosti

Lukáš Popek, MSc. – Lektor v oblasti ochrany před protiprávními činy

Ing. Natalia Guskova – Výzkumný pracovník v oblasti provozní bezpečnosti

Ing. Kateřina Grötschelová – Výzkumný pracovník v oblasti provozní bezpečnosti

Bc. Zdeněk Žďánský – Student oboru Provoz a řízení letecké dopravy

Bc. Sabína Čižmáriková – Studentka oboru Provoz a řízení letecké dopravy

<sup>1</sup> Odkaz na webovou stránku s Projektovou výukou: <https://www.fd.cvut.cz/studenti/projekt-detail.html?kod=407>

**Použité zdroje:**

- [1] Leveson, Nancy. Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety. MIT Press, 2012.
- [2] Hollnagel, Erik. Safety-I and Safety-II: The Past and Future of Safety Management. CRC Press, 2014.

# ANALÝZA DOPRAVNÍCH NEHOD

K622 – Ústav soudního znaleství v dopravě

Bc. Tomáš Blodek, Bc. Adam Hoffmann

## Vedoucí projektu:

- Ing. Michal Frydřín, Ph.D.
- doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.
- Ing. Luboš Nouzovský, Ph.D.
- Ing. Zdeněk Svatý, Ph.D.

## 1) Úvod

Projekt „Analýza dopravních nehod“ se zabývá problematikou a komplexní analýzou nehodového děje (rozhodovací procesy účastníků silničního provozu, analýza stop a poškození), bezpečností komunikací a vozidel (prevence vzniku nehodové situace a škod) a dalšími problematikami souvisejícími se znaleckou praxí (jízdni dynamika, nárazové testy, měření povrchových vlastností vozovek, jasová analýza či 3D modelování a geodetické měření). V rámci projektu se studenti seznámí nejen se zásadami sběru a zpracování dat (měření jízdni a nárazové dynamiky, provádění jasové analýzy či měření povrchových vlastností vozovky), ale i s výpočetními metodami používanými pro analýzu nehodového děje a 3D modelováním (použitím 3D skeneru či fotogrammetrie a zpracování prostorových dat). Obecně lze říci, že je projekt pojat aktivní formou, v rámci které mají studenti šanci se nejen naučit novým poznatkům, ale i si teorii vyzkoušet v praxi.

## 2) Činnost projektu

Studenti se na projektu setkájí s individuálním přístupem od vedoucích projektu, kteří jsou studentům nápomocni nejen při výběru témat závěrečných prací ale i s teoretickým a praktickým uvedením studenta do řešení konkrétní problematiky. V rámci projektové výuky je kladen důraz nejen na pochopení problematiky na teoretické úrovni, ale zejména na zajištění tolik potřebného kontaktu studentů s praktickými činnostmi. Studenti mají možnost účastnit se realizace širokého spektra odborných činností. Jako příklady lze uvést aktivní účast studentů na crash testech, kdy mají studenti možnost zapojit se do různorodých činností počínaje přípravou vozidel, měřicích zařízení a přístrojů a konče přípravou testovací dráhy a kolizních partnerů, stejně jako na dalších praktických měřeních v terénu. Při těchto měřeních mají studenti možnost vyzkoušet si práci s širokou škálou měřicí techniky, kterou Ústav soudního znaleství disponuje. Jedná se například o provádění jasové analýzy, geodetických měření, měření povrchových vlastností vozovky či 3D skenování. Projekt nemá pravidelné schůzky, neboť vzájemná spolupráce je založena na aktivním přístupu jak ze strany vedoucích projektu, tak samozřejmě ze strany studentů a probíhá kontinuálně po celou dobu přítomnosti studentů na projektu. Mezi hlavní výhody tohoto přístupu patří, že volba tématu závěrečné práce může vzejít i z iniciativy studentů, a tedy, že student má možnost zpracovávat téma, které ho opravdu zajímá. Navíc je uplatňována snaha o návaznost jednotlivých prací studenta, kdy je bakalářská práce chápána jako můstek pro práci diplomovou.

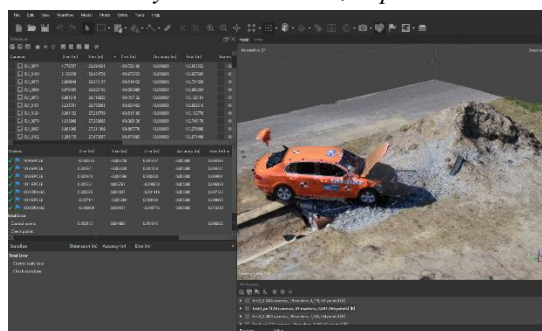
Činnosti, kterým se mohou studenti na projektu věnovat, vycházejí z problematiky soudního znaleství v dopravě, které se primárně projekt věnoval v minulosti. Aktuální tematické zaměření projektu stále vychází ze soudně znalecké činnosti, nicméně vzhledem k neustálému technologickému pokroku a vývoji odborných dovedností se vyvíjí rovněž metody, témata a měřicí zařízení, se kterými se mají studenti na projektu možnost setkat a prakticky si je vyzkoušet. Proto jsou témata aktuálně nabízená studentům rozšířena o oblast pasivní bezpečnosti vozidel a pozemních komunikací, uplatnění 3D skenování či fotogrammetrie i mimo soudně znaleckou činnost, ověřování postřehnutelnosti dopravního prostoru včetně dopravního značení za snížené viditelnosti, 3D tisku, CNC frézování, tvorby figuríny pro crash testy, analýzy povrchových vlastností vozovek či o další zajímavá témata z široké a zajímavé oblasti bezpečnosti dopravy. Na otázku, potřebnosti řešení dané problematiky, existuje poměrně jednoznačná odpověď. Jedná se o zvýšení bezpečnosti dopravy a záchranu lidských životů. Nespornou výhodou je možnost pracovat s nejmodernějšími a nejkvalitnějšími zařízeními, být součástí zkoušení nebo navrhování nových metod. Každý tak může svým úsilím přispět k pokroku v oblasti bezpečnosti dopravy, a to má rozhodně velký smysl.



*Studenti mají možnost vyzkoušet si v rámci projektové výuky práci s širokým spektrem měřicích zařízení.*



*V rámci praktické projektové výuky se studenti mohou účastnit celé řady měření v terénu, např. crash testů.*



*Zpracování dat z 3D skenování či fotogrammetrie je další disciplínou, které se lze na projektu věnovat.*

### 3) Závěrečné práce

V rámci činností na studentském projektu „Analýza dopravních nehod“ mají studenti možnost výběru z poměrně širokého spektra zajímavých témat závěrečných prací. Tato témata úzce souvisejí s činnostmi, kterým se kolektiv Ústavu soudního znalectví v dopravě aktivně věnuje, a do kterých jsou studenti tohoto projektu úspěšně zapojováni. Tímto přístupem student nejen získá zajímavé téma závěrečné práce, ale současně je mu rovněž umožněno pod vedením některého z vedoucích projektu na odborných činnostech či projektech, které souvisejí s tématem závěrečné práce studenta. Níže uvedená tabulka představuje výčet obhájených bakalářských a magisterských prací studentů projektu „Analýza dopravních nehod“.

TÉMA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE	AUTOR
Bezpečnostní analýza způsobu provedení tlumičů nárazu	Tereza Šimková
Aplikace reverzního inženýrství pro účely antropomorfních testovacích zařízení	Jana Marešová
Měřicí technika pro provádění noční bezpečnostní inspekce PK	Tomáš Blodek
Principy návrhu zklidňujících opatření ve vztahu k charakteru pozemní komunikace	Michaela Stránská
Komparace zjištěných výsledků z denní a noční bezpečnostní inspekce PK	Gabriela Zikánová
Posouzení aktuálnosti TP 171 z hlediska vozového parku a vlivu na bezpečnost	Kristýna Řepová

Možnost využití dat digitálních tachografů při analýze dopravních nehod	Tereza Ptáčková
Využívání moderních nástrojů pro analýzu dopravních nehod	Veronika Kostěncová
Měření, zpracování a interpretace nehodových dat pro účely soudního znalectví	Martin Jankovič
Analýza pasivní bezpečnosti silnic I. třídy v oblasti zádržných zařízení	Tereza Šimková
Numerická studie chování uložení baterií při nárazu osobního automobilu na kůl	Kristina Kletečková
Zpracování a úprava dat z 3D skenování pro dokumentaci vozidel	Adam Pták
Tachografy nákladních automobilů	Tereza Ptáčková
Systémy čtení a zpracování nehodových dat	Veronika Kostěncová
Antropomorfní testovací zařízení - jeho vlastnosti a výroba	Kristýna Řepová
Identifikace dopravně - bezpečnostních deficitů na silnici I/38	Jakub Nováček
Analýza dopravních nehod na silnicích I. třídy ve Středočeském kraji	Ksenia Moreva
Vliv chybné manipulace s dětskými zádržnými systémy	Šulcová Kateřina
Analýza dopravně - bezpečnostních rizik na silnici I/20 v Jihočeském kraji	Opletalová Bára
Měření a zpracování dat pro analýzu jízdní a nárazové dynamiky	Jankovič Martin
Porovnání pasivní bezpečnosti silnic I. třídy v Jihočeském a Ústeckém kraji	Zachariášová Jana
Dynamická numerická studie nárazu vozidla do silničního ocelového svodidla	Kletečková Kristina
Pokročilá dynamická numerická studie chování podvozku osobního automobilu	Blechová Markéta
Bezpečnostní brzdové zařízení pro osobní automobily při nárazových zkouškách	Mikulka Martin
Zádržné systémy pro přepravu psů v osobním automobilu	Dousková Nikol
Zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech přilehlých ke křižovatkám PK	Janků Vojtěch
Parkování - analýza stojících vozidel	Řezáč Jindřich
Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích	Scháno Martin
Jízdní charakteristiky cyklisty	Smeták Jan
Osobní přepravník a bezpečnost jeho provozu	Fogl Tomáš
Jízda motocyklu v oblouku z pohledu soudního znalectví	Hradecká Lucie
Individuální přeprava psů v osobním automobilu	Dousková Nikol
Černé skříňky v silničním provozu	Mihulová Monika
Nehody na vnitrozemských vodních cestách	Moreva Ksenia
Dětské zádržné systémy v osobním automobilu	Šulcová Kateřina
Náraz vozidla do pevné překážky	Mikulka Martin
Současné trendy a vize ve vývoji deformačních zón osobních automobilů	Matějčíček Martin
Vlastnosti bezpečnostních pásů v automobilech po dopravní nehodě	Šípek Martin
Zvyšování bezpečnosti silničního provozu prostřednictvím simulačních prostředků	Hájek Adam
Limity přístrojů určených k zaznamenávání vozidel a měření jejich rychlosti	Silovská Jana
Měření dynamiky jízdy systému řidič-motocykl	Kobosil Martin
Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích	Scháno Martin
Základní ekonomická analýza nehod jednostopých motorových vozidel	Kobosil Martin
Bezpečnost železničních přejezdů	Janků Vojtěch
Osobní transportér a bezpečnost jeho provozu	Fogl Tomáš
Bezpečnost chodců na přechodech pro chodce v České republice a Dánsku	Lehká Eva
Posouzení nehodovosti na silnici II/117 Žebrák - Hořovice	Nedvěďová Andrea
Prevence srážek tramvají s chodci	Hájková Barbora
Měření adhezních vlastností vozovek	Henych Jiří
Lidský faktor a specifické podmínky řízení vybraných vozidel MHD	Rakušanová Barbora
Vliv psychologických zklidňovacích prvků na řidiče vozidla	Grabovská Lada
Fotogrammetrické měření textury povrchu vozovky	Vopava Lukáš

Rekonstrukce předstřetového děje pomocí zařízení pro záznam fyzikálních veličin	Horálek Jan
Adheze pneumatik a její měření	Vopava Lukáš
Střet tramvaje s chodcem	Hájková Barbora
Jízdní vlastnosti motocyklu pro znaleckou činnost	Hradecká Lucie
Zařízení pro záznam fyzikálních veličin v automobilech	Horálek Jan
Metody pro identifikaci částí vozidel	Strouhal Martin
Dokumentace silničních dopravních nehod	Nedvědová Andrea
Vliv konstrukce přídílí osobních automobilů na střet s dětským chodcem	Burket Josef
Preference chodců na světelně řízených přechodech pro chodce	Bečicová Radka
Intenzita osvětlení předních (potkávacích) světlometů v oblasti před vozidlem	Žaludová Lenka

Pro dosažení ještě konkrétnější představy o tématech závěrečných prací je v následujících odstavcích blíže představena obsahová náplň vybraných závěrečných prací.

Ve své diplomové práci „**Bezpečnostní analýza způsobu provedení tlumičů nárazu**“ studentka identifikovala nedostatky způsobu provedení tlumičů nárazu a navrhla opatření ke zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích. Součástí práce jsou také katalogové listy nejčastěji umístěovaných tlumičů nárazu.

Cílem bakalářské práce na téma „**Komparace zjištěných výsledků z denní a noční bezpečnostní inspekce PK**“ bylo vytvoření metodiky provádění noční bezpečnostní inspekce pozemní komunikace na základě realizace prohlídky úseků silnic I. třídy v Plzeňském a Středočeském kraji. Při vytváření této metodiky bylo vycházeno z metodiky denní bezpečnostní inspekce pozemní komunikace a ze zkušeností autorky, resp. zhotovitelského týmu, jehož byla studentka členkou. Vytvořená metodika byla následně aplikována na komunikaci I/66 ve Středočeském kraji, kde byla provedena analýza a vyhodnocení bezpečnosti provozu na této pozemní komunikaci za použití nástroje bezpečnostní inspekce a na základě závěrů plynoucích z analýzy nehodovosti. Závěr bakalářské práce představuje vzájemné porovnání zjištěných výsledků z denní a noční bezpečnostní inspekce PK.

Diplomová práce „**Využívání moderních nástrojů pro analýzu dopravních nehod**“ předkládá obecný vhled do problematiky soudního znaleství v dopravě, a to zejména z pohledu současně užívaných metod a postupů. V rámci teoretické části jsou stručně představeny technické nástroje, jejichž užití předchází samotné analýze dopravních nehod, kde je největší důraz kladen zejména na nástroje vyčítání a interpretace elektronických nehodových dat ze zapisovačů údajů o události (EDR), jež jsou integrovány přímo ve vozidle. Je zpracován detailní popis práce s nástrojem CDR, dále pak i analýza výstupního protokolu, která je v prakticky zaměřené části práce verifikována na příkladech reálných dopravních nehod. V neposlední řadě je věnována pozornost analýze aktuálního stavu využitelnosti dat EDR v České republice, která vede ke zhodnocení této problematiky na našem území.

V bakalářské práci „**Zpracování a úprava dat z 3D skenování pro dokumentaci vozidel**“ se zabýval metodami 3D skenování. Práce uvádí základní přehled a dělení skenovacích systémů včetně problematiky samotného procesu skenování. V dalších částech práce jsou popsány teoretické základy zpracování a úpravy naměřených dat. Tyto teoretické poznatky jsou následně aplikovány na konkrétních datech naskenovaného vozidla formou praktických ukázek. Pro účely této bakalářské práce byla veškerá data zpracována v programu Geomagic Design X a v programu Scene. V poslední části je řešena otázka vlivu zpracování a úpravy dat na výsledný model vozidla.

V diplomové práci „**Identifikace dopravně - bezpečnostních deficitů na silnici I/38**“ bylo primárním cílem studenta realizovat bezpečnostní inspekci pozemních komunikací v úseku výše zmíněné komunikace, vyhodnotit nehodovost a současně identifikovat případné nehodové lokality. V závěru diplomové práce student provedl porovnání zjištěné úrovně bezpečnosti silničního provozu s dalšími metodicky uznávanými nástroji z oblasti bezpečnosti silničního provozu.

Posledním příkladem je diplomová práce „**Zvýšení bezpečnosti na železničních přejezdech přilehlých ke křižovatkám PK**“. Cílem práce bylo nalezení všech rizikových faktorů na přejezdech přilehlých ke křižovatkám pozemních komunikací a navržení možných opatření vedoucích ke zvýšení bezpečnosti silniční i drážní dopravy na těchto specificky lokalizovaných přejezdech. Opatření ke zvýšení bezpečnosti na rizikových přejezdech byla navržena ve formě dopravně-organizačních, stavebních či technologických úprav v podobě koordinace silničních a drážních zabezpečovacích či řídicích zařízení. V rámci práce byl zpracován pasport všech rizikových přejezdů nacházejících se na železniční síti SŽ. V závěru práce jsou různá opatření aplikována na konkrétní železniční přejezdy na síti SŽ.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Ústav soudního znelectví v dopravě, resp. studentský projekt „Analýza dopravních nehod“ spolupracuje s širokým spektrem subjektů z různých sektorů. Jedná se jak o subjekty ze sféry komerčních firem, tak i o partnery ze státní správy či vědecko-výzkumné organizace. Na následujících řádcích si dovolueme představit výčet nejzajímavějších partnerů, se kterými lze nejen v rámci projektové výuky spolupracovat. V oblasti bezpečnostních analýz silniční sítě probíhá úspěšná spolupráce s **Ředitelstvím silnic a dálnic České republiky**. V rámci problematiky bezpečnosti na železničních přejezdech probíhá rovněž spolupráce s **Drážní inspekcí České republiky**. Dlouhodobá spolupráce je navázána také s **Hasičským záchranným sborem**, kdy posledním společným projektem bylo ověřování průjezdnosti hasičské techniky sídlištní zástavbou na území městské části Praha 11. V oblasti jízdní dynamiky a nárazových testů spolupracujeme se společnostmi **Škoda Auto**, **Dekra CZ**, **TÜV SÜD Czech** či se společností **Leube Beton**. Na strategických dokumentech pracujeme rovněž s orgány státní správy, například s **Ministerstvem dopravy ČR** a **Ministerstvem vnitra ČR**. V oblasti využívání bezpilotních prostředků spolupracujeme s **Úřadem pro civilní letectví**.

Naši absolventi nacházejí profesní uplatnění napříč širokým spektrem komerčních firem či orgánů státní správy věnujících se tématům představeným výše v tomto příspěvku. Konkrétně lze zmínit například Ing. Martina Jankoviče, který po úspěšném obhájení své diplomové práce zakotvil ve společnosti **AFRY CZ s.r.o.**, kde se věnuje dopravním stavbám a využití procesu „BIM“ v rámci dopravní infrastruktury. Ing. Kristina Kletečková pokračuje v oboru bezpečnosti dopravy, kterému se aktuálně věnuje na výzkumné úrovni ve společnosti **Centrum dopravního výzkumu** v Brně. Ing. Barbora Hájová ve své profesní kariéře navazuje na problematiku, které se věnovala ve své bakalářské i diplomové práci, tedy střetům tramvají s chodci. Aktuálně ve společnosti **Škoda Transportation** pracuje na pozici, která se zabývá inovacemi v oblasti bezpečnosti kolejových vozidel. Vývojovým inženýrem na oddělení čelních nárazů ve společnosti **Škoda Auto** se stal Ing. Martin Mikulka. Další absolvent našeho projektu Ing. Jan Horálek se v profesním životě uplatnil v manažerském poradenství se zaměřením na transformační, strategické a technologické projekty v dopravním průmyslu. Aktuálně pracuje ve společnosti **Deloitte Česká republika**. Úspěšný absolvent projektu, Ing. Jan Novák, se nadále věnuje bezpečnosti dopravy, aktuálně na **Drážní inspekcí České republiky**, a to zejména v oblasti železničních přejezdů.

Z výše uvedených konkrétních možností profesního uplatnění studentů je patrné, že projektoví studenti nemají po dokončení studia problém uplatnit se na trhu práce v oblasti, které se na projektu věnovali. Svě uplatnění mohou studenti nalézt v soukromé sféře či v orgánech státní správy. Tématu bezpečnosti pozemních komunikací se mohou věnovat na Ředitelství silnic a dálnic, Drážní inspekcí České republiky, Ministerstvu dopravy či Centru dopravního výzkumu. V oblasti bezpečnosti dopravních prostředků lze zmínit například společnosti Škoda Auto, Dekra CZ či TÜV SÜD Czech.



#### 5) Závěr

Projekt „Analýza dopravních nehod“ nabízí studentům možnost širokého spektra činností a znalostí, se kterými student přijde do kontaktu a obohatí ho do jeho další profesní kariéry. Samozřejmostí je příprava studentů jak po teoretické, tak i praktické stránce, účast na praktických projektech, kontakt s komerčními firmami či institucemi státní správy a v neposlední řadě přátelský, takřka rodinný kolektiv, který Ústav soudního znelectví nabízí včetně proaktivního individuálního přístupu vedoucích projektu. V rámci projektu praktikujeme rovněž neformální setkávání, pořádné exkurze a výlety k utužování kolektivu či se společně účastníme sportovních a kulturních akcí. Pro více informací nás neváhejte kontaktovat na našem instagramovém účtu „**soudni\_znelectvi\_v\_doprave**“, kde sdílíme činnosti, kterým se aktuálně věnujeme, napište nám na sociálních sítích nebo se za námi zastavte přímo u nás na Ústavu soudního znelectví v dopravě na Horské.

# Preference veřejné hromadné dopravy

K612 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Matěj Stach, Martin Kujal, Josef Pernica, Matyáš Pilz

## Vedoucí projektu:

- Ing. Ondřej Nováček (novacon2@fd.cvut.cz)
- Ing. Ivo Novotný, Ph.D. (novotivo@fd.cvut.cz)
- Ing. Tomáš Padělek, Ph.D. (tomas.padelek@cvut.cz)
- Ing. Vladimír Pušman, Ph.D. (pusmavla@fd.cvut.cz)

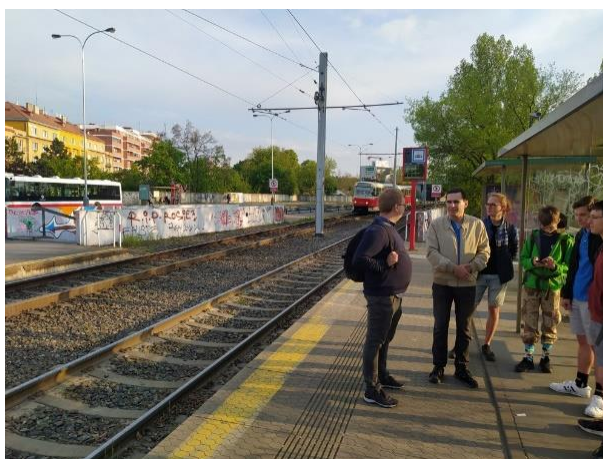
## 1) Úvod

Projekt Preference veřejné hromadné dopravy je zaměřen na veškerá témata spojená s preferencí všech druhů veřejné hromadné dopravy. To znamená, že se věnuje široké paletě možností, které upřednostňují, urychlují, zefektivňují či zlepšují veřejnou hromadnou dopravu a zvyšují její konkurenceschopnost vůči ostatním složkám dopravy, zejména pak vůči té individuální. Těžiště projektové práce tedy neleží pouze v řešení preference tramvají či autobusů na křižovatkách, naopak má zásah jak do městského plánování, organizace a koordinace městské hromadné dopravy, tak směrem do stavebních úprav komunikací či budování infrastruktury zcela nové.

Setkávání členů projektu probíhá v současné době především na půdě Fakulty dopravní a v terénu hlavního města Prahy. Tam se řeší praktické realizace celé široké problematiky, jíž se projekt Preference veřejné hromadné dopravy zabývá.

## 2) Činnost projektu

Preference veřejné hromadné dopravy v podobě studentského projektu se dlouhodobě zabývá řešením preferenčních opatření, dopravních uzlů, přestupních vazeb, projektováním dopravy a stanovením výhod či nevýhod daného linkového vedení. Projekt v současnosti pružně reaguje na nové výzvy 21. století, které souvisí především s mezinárodně nastavenými klimatickými cíli a závazky týkajícími se snižování emisí a energetické náročnosti dopravního sektoru. Ekologie je integrální vlastností veřejné hromadné dopravy a v současné době do ní hojně zaváděné alternativní pohony tento efekt ještě umocňují. Projekt Preference veřejné hromadné dopravy má do budoucna ambici být v této problematice lídrem.



Obr. 1 Vedoucí projektu dr. Pušman předává studentům na zastávce Přístaviště své zkušenosti.



Jak už zaznělo v předchozím odstavci, hromadná doprava osob je výrazně efektivnější a ekologičtější než doprava individuální. Prostorové i ekonomické nároky jedné přepravené osoby jsou u hromadné dopravy nesrovnatelně menší než u automobilové dopravy. Dalším pozitivním efektem přepravy cestujících hromadnou dopravou jsou malé negativní účinky na životní prostředí a zdraví obyvatel, jež jsou v současné době dále snižovány. Preference hromadné dopravy zrychluje cestování veřejnou dopravou, přináší energetické a ekonomické úspory a zlepšuje podmínky života ve městě. Atraktivní veřejná doprava dokáže nalákat i nové cestující z automobilů, díky kterým se obecně zlepšuje situace ve městě a dokonce i podmínky pro individuální automobilovou dopravu.

Dlouhodobým cílem projektu je vést studenty cestou ke zlepšení veřejné hromadné dopravy, a to prostřednictvím zkoumání dopravní obsluhy regionů, získáváním dat a informací, jejich rozbory a ně navázanými praktickými návrhy. Výsledky projektové práce mají napomoci k bezkolizní, bezpečné, ekologické a úsporné dopravní obslužnosti. Studenti obecně získávají vzhled do ekonomiky dopravního provozu, do úspor plynoucích z preference veřejné hromadné dopravy a do vůbec všeho, co stojí za provozováním linek MHD, a to včetně politické problematiky.

V rámci své činnosti se projekt může pochlubit především znalostmi a dovednostmi svých absolventů a vysokou kvalitou jejich obhájených bakalářských a diplomových prací, z nichž řada byla v minulosti oceněna pochvalou děkana. Seznam prací vytvořených studenty v rámci projektu za poslední dekádu bude následovat v kapitole čtvrté. Zdrojem zkušeností a nevyčerpatelnou studnicí inspirace praxí a především pak podkladem pro celou řadu těchto závěrečných prací byly poznatky získané přímo v provozech veřejné hromadné dopravy, a to nejen v rámci projektových schůzek, ale často rovněž z vlastní iniciativy a zájmu studentů.

Ve vytyčeném období se projekt neúčastní žádných grantů či vědecko-výzkumných projektů.

### 3) Závěrečné práce

Práce	Vedoucí	Autor	Název	Rok obhájení
bakalářská	Vladimír Pušman	David Holada	Řešení veřejné dopravy u obchodního centra "Pivovar" v Děčíně	2013
bakalářská	Vladimír Pušman	Alena Stupková	Řešení veřejné dopravy v oblasti Spořilova	2013
bakalářská	Vladimír Pušman	Jiří Beneš	Tramvajová doprava ve Vinohradské a Škrétově ulici	2013
bakalářská	Vladimír Pušman	Irina Gamaley	Veřejná doprava ve městě Almaty	2013
bakalářská	Ivo Novotný	Martina Cihelková	Informační systém MHD v Děčíně	2013
bakalářská	Ivo Novotný	Lukáš Tittl	Možnosti umístění nových železničních zastávek na tratích v Praze	2013
bakalářská	Ivo Novotný	Karel Zvěřina	Optimalizace autobusových linek v severní části Prahy	2013
bakalářská	Blanka Brožová	Jan Turek	Analýza a optimalizace IDS Táborska	2013
bakalářská	Blanka Brožová	Martin Pavlů	Možnosti zlepšení přestupních vazeb a preference na trase linky PID 135	2013
bakalářská	Blanka Brožová	Patrik Horažďovský	Optimalizace přestupních vazeb v uzlu "Ohrada"	2013
bakalářská	Blanka Brožová	Jan Voříšek	Optimalizace přestupního uzlu "Pražského povstání" a návazných linek PID	2013
bakalářská	Ivo Novotný	Petr Blažek	Návrh integrovaného dopravního systému na Zlínsku	2015
bakalářská	Ivo Novotný	Jakub Kliment	Optimalizace přestupních uzlů v ulici Černokostelecká	2015
bakalářská	Ivo Novotný	Lukáš Tittl	Zvýšení potenciálu tarifních bodů na vybraných železničních tratích v Praze	2015
bakalářská	Vladimír Pušman	Ondřej Frýba	Zlepšení přestupních vazeb VHD v úseku Obchodní dům Prior - 1. náměstí v Mostě	2016
bakalářská	Vladimír Pušman	Jakub Švarc	Možnosti využití tramvajové dopravy v oblasti Praha - Jižní Město	2017

bakalářská	Vladimír Pušman	Jakub Hradil	Zrychlení průjezdu tramvají přes kolejové konstrukce v pražské síti	2017
bakalářská	Vladimír Pušman	Michal Vitvera	Řešení veřejné hromadné dopravy v Horažďovicích	2018
bakalářská	Ivo Novotný	Martin Kubát	Veřejná doprava v Praze Suchdole po prodloužení tramvajové trati z Dejvic	2018
bakalářská	Ondřej Nováček	Vojtěch Nižňanský	Úprava přestupních vazeb v uzlu Otakarova - Náměstí Bratří Synků	2018
bakalářská	Vladimír Pušman	Tomáš Nový	Řešení dopravní obsluhy města Trutnova	2021
bakalářská	Ondřej Nováček	Petr Svoboda	Řešení problematiky dopravní situace Prahy 22	2021

Práce	Vedoucí	Autor	Název	Rok obhájení
díplomová	Vladimír Pušman	Martin Pavlů	Možnosti využití dvoukloubových autobusů v systému Pražské integrované dopravy	2015
díplomová	Vladimír Pušman	Alena Stupková	Posouzení využívání nabízené přepravní kapacity VHD v Praze - Spořilově	2015
díplomová	Vladimír Pušman	Jan Pecka	Tramvajová doprava v úseku Koh-i-noor - Průběžná V Praze	2015
díplomová	Ivo Novotný	Martina Cihelková	Informační systém PID při výlukách a mimořádných událostech	2015
díplomová	Ivo Novotný	Karel Zvěřina	Návrh koncepce rozmístění kontaktních míst Pražské integrované dopravy	2015
díplomová	Blanka Brožová	Jiří Beneš	Dopravní obsluha okolí Vinohradské ulice	2015
díplomová	Blanka Brožová	Jan Voříšek	Přestavba přestupního uzlu Pražského povstání a analýza návazných linek PID	2015
díplomová	Blanka Brožová	Patrik Horažďovský	Veřejná doprava ve středně velkých městech se zaměřením na město Písek	2015
díplomová	Vladimír Pušman	Matej Petrouš	Řešení nočního provozu v Pražské integrované dopravě	2016
díplomová	Vladimír Pušman	David Holada	Zlepšení dostupnosti veřejné dopravy v lokalitě Děčín - Podmokly	2016
díplomová	Ivo Novotný	Ondřej Nováček	Opatření pro preferenci autobusů v ulici Vídeňská v Praze	2016
díplomová	Ivo Novotný	Petr Blažek	Možnosti rozvoje integrovaného dopravního systému na Zlínsku	2017
díplomová	Ivo Novotný	Jakub Kliment	Optimalizace přestupního uzlu Depo Hostivař v Praze	2017
díplomová	Ivo Novotný	David Bursík	Preference veřejné hromadné dopravy v Českých Budějovicích	2017
díplomová	Vladimír Pušman	Ondřej Frýba	Řešení veřejné dopravy v Praze - Čakovicích	2019
díplomová	Ondřej Nováček	Jakub Švarc	Terminál veřejné hromadné dopravy Zdiby	2019
díplomová	Ondřej Nováček	Vojtěch Nižňanský	Úpravy terminálu Doubravka v Plzni	2020
díplomová	Vladimír Pušman	Ondřej Talír	Řešení dopravní obsluhy historického centra Českých Budějovic	2021
díplomová	Vladimír Pušman	Jakub Hradil	Řešení kolejového uspořádání tramvajového obratiště Kotlářka v Praze	2021
díplomová	Ivo Novotný	Michal Vitvera	Optimalizace veřejné dopravy v Lounech	2021

Tab. 1 Výčet bakalářských a magisterských prací obhájených v rámci projektu za posledních 10 let.

Obsahovou stránku jednotlivých prací stručně popisují následující řádky. Bakalářská práce Řešení dopravní obsluhy města Trutnova Bc. Tomáše Nového podrobně analyzuje stávající stav veřejné dopravy ve městě Trutnově a pomocí přepravních průzkumů zjišťuje vytiženost a včasnost spojů. Dále identifikuje nedostatky ve fungování systému a nastiňuje možná řešení. Ing. Vojtěch Nižňanský se ve své práci zase věnuje dopravnímu uzlu Otakarova – Náměstí Bratří Synků, kde navrhuje nové řešení celé lokality z pohledu tramvajové i pěší dopravy. Zaměřuje se především na přestupní vazby a dále provádí kapacitní posouzení přilehlé křižovatky.

Diplomová práce Optimalizace veřejné dopravy v Lounech Ing. Michala Vitvery analyzuje stávající systém MHD, navrhuje jeho zefektivnění a propojení s krajským systémem DÚK včetně návrhu jízdních řádů. Ing. Jakub Hradil zase v rámci své magisterské práce zpracovává lokalitu pražské tramvajové smyčky Kotlářka – navrhuje nové kolejové řešení se zaměřením na zvýšení kapacity obratiště a umožnění rychlejšího průjezdu po hlavní trati. Kromě toho řeší i návazné úpravy světelné signalizace a pěších vazeb.

#### **4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů**

Projekt spolupracuje s praxí prostřednictvím svých vedoucích, kteří jsou zaměstnaní v organizacích úzce spjatých s projektováním a provozem veřejné hromadné dopravy. Konkrétně se jedná o společnosti Dipro, ROPID a DP hl. m. Prahy. Někteří studenti pracovali na závěrečných pracích v přímé spolupráci s těmito subjekty (viz např. diplomová práce Jakuba Hradila) a posléze našli v uvedených společnostech i trvalé pracovní uplatnění. Absolvent projektu Ing. Ondřej Vavřda pracuje na dopravním úseku DP hl. m. Prahy, Ing. Ondřej Nováček, který je bývalým absolventem a zároveň současným vedoucím projektu, zase ve společnosti Dipro. Kromě zmíněných subjektů našli absolventi našeho projektu uplatnění i přímo na Fakultě dopravní, přičemž zde můžeme zmínit příklad Ing. Patrika Horažďovského, Ph.D., jenž je současným proděkanem pro pedagogickou činnost. Dalším příkladem spolupráce projektu Preference veřejné hromadné dopravy s praxí je bakalářská práce studenta Michala Vitvery (Řešení veřejné hromadné dopravy v Horažďovicích), která byla zadána na objednávku města Horažďovice.

#### **5) Závěr**

Projekt Preference veřejné hromadné dopravy v současné době nedosahuje takového věhlasu jako v období před jednou dekadou, což je za mne osobně škoda, neboť se stále jedná o prostředí s výbornou odbornou základnou založenou na trojici vedoucích, z níž se každý ve svém profesním životě zabývá jinou součástí rozsáhlé náplně projektu. Kdyby se nám do budoucna podařilo vytvořit v rámci projektu ještě větší partu studentů, tak věřím, že se do tohoto období můžeme vrátit a podnikat spolu takové věci, jako jsou exkurze do zahraničí.

V případě jakéhokoliv dotazu navázaného na náš projekt se neváhejte zeptat Matěje Stacha přes e-mail: stachmat@fd.cvut.cz. Aktuálním zdrojem dalších informací pro zájemce o náš projekt může být rovněž naše webová stránka: [www.k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/12x1ph](http://www.k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/12x1ph). (*napsáno očima Mateje Stacha*)

#### **Použité zdroje:**

- [www.k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/12x1ph](http://www.k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/12x1ph)
- [www.fd.cvut.cz/dokumenty/sborniky/Sbornik\\_11-konference\\_Prezentace\\_projektu.pdf](http://www.fd.cvut.cz/dokumenty/sborniky/Sbornik_11-konference_Prezentace_projektu.pdf)
- [www.dspace.cvut.cz](http://www.dspace.cvut.cz)

# TECHNOLOGIE / ROZVOJ ŽELEZNIČNÍ NÁKLADNÍ DOPRAVY

K617 – ÚSTAV LOGISTIKY A MANAGEMENTU DOPRAVY

Bc. Jan Matěk, Ing. Zdeněk Michl, Ing. Michal Drábek, Ph.D.

## Vedoucí projektu:

- Ing. Michal Drábek, Ph.D.
- Ing. Zdeněk Michl
- Ing. Martin Chýle

## 1) Úvod

Projekt vznikl specializací z mateřského projektu Integrální taktový grafikon. Prvotním impulzem byl názor nákladních dopravců, že osobních vlaků jezdí v České republice zbytečně mnoho a organizací v taktovém jízdním řádu spotřebovávají kapacitu dráhy pro nákladní dopravce ve všech režimech přidělu kapacity.

Projekt vychází ze zapojení železnice do logistického řetězce, klade ale důraz na zapracování příslušných požadavků do provozního konceptu železniční dopravy. Přihlíží se tedy nejen k požadavkům zákazníka, ale i k efektivnímu využití železničních vozidel, personálu a kapacity železniční dopravní cesty – v součinnosti s integrálním taktovým grafikonem v osobní dopravě. S ohledem na potřebu koordinace železničních dopravních staveb je projekt dlouhodobě úspěšně nabízen kromě specializace LOG (Logistika a management dopravních systémů) také ve specializaci DOS (Dopravní systémy a technika).

Studenti se schází na pravidelných schůzkách po dvou týdnech, část z nich je v úzkém kolektivu projektu, část je společná pro všechny projekty taktového grafikonu. Reflektujeme zde aktuální témata, zpracováváme případové studie a prezentujeme připravené závěrečné práce. Studenty motivujeme k zahraničním výjezdům k našim partnerům na univerzitách i v praxi. Zpravidla jednou ročně pak pořádáme zahraniční studentskou exkurzi k objednatelům, dopravcům i správcům infrastruktury pro načerpání další dobré praxe v oboru. Studenti se kromě železniční nákladní dopravy v ČR seznámí i s inovativními řešeními osvědčenými v zahraničí a ve své práci je tvořivým způsobem implementují do českých poměrů.

## 2) Činnost projektu

Většina železniční sítě vznikla díky nákladní dopravě. Ta však nyní čelí jak konkurenci silniční dopravy, tak nedostatečné kapacitě dráhy na mnoha páteřních tratích intenzivně využívaných osobní dopravou. V ČR je přitom trh na straně dopravců plně liberalizován a převod dopravy zpět na železnici je strategickým cílem EU i státu, i když to současné stavební projekty příliš nezohledňují.

Jak získat atraktivní a flexibilní trasy pro nákladní vlaky, aniž bychom omezovali taktovou osobní dopravu – dálkovou i příměstskou – a cpali nákladní vlaky do „děr“ v taktu? Ano, jde to i jinak a lépe!

Východiskem se stala disertační práce dr. Drábka „[Periodic Freight Train Paths in Network](#)“, která trasu nákladních vlaků rozdělila na tzv. kondenzační a kompenzační zóny. Zatímco ty první představují úzká hrdla železniční sítě (typicky uzlové stanice) a nákladní vlak jimi musí být veden v pevně stanovené trase tak, aby ji všechny plánované vlaky projely, ty druhé představují pás, ve kterém se trasa vlaku může pohybovat podle individuálních potřeb dopravce a aktuální provozní situace. S využitím shlukové analýzy byly nalezeny typické parametry nákladních vlaků a byl navržen systém taktových tras pro nákladní vlaky na nejvýznamnějších relacích.

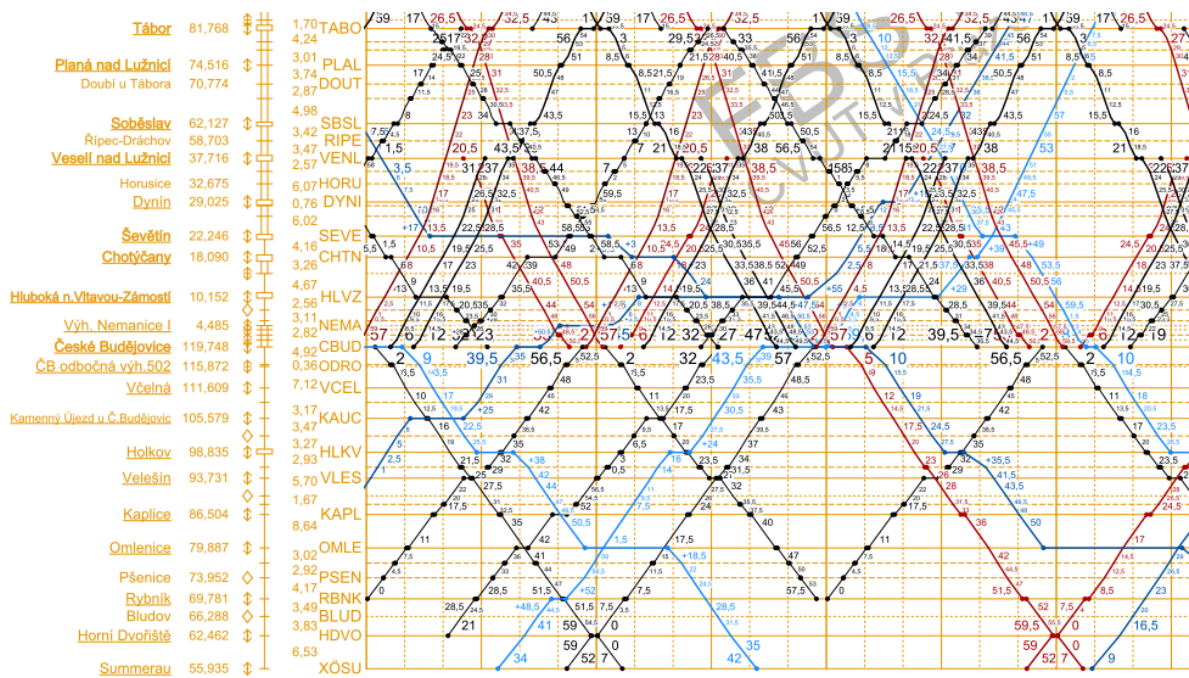
## 3) Závěrečné práce

Rok	Typ	Autor (obor)	Název
2022	DP	Kothera, Filip (LA)	Srovnání výcviku strojvedoucích v ČR a v zahraničí
2021	DP	Chýle, Martin Bc. (LA)	Katalogové trasy pro nákladní vlaky na IV. tranzitním železničním koridoru
2021	DP	Růžička, Jan Bc. (LA)	Katalogové trasy ve smíšeném provozu
2020	DP	Hopp, Jan Bc. (DS)	Odstranění rychlostních propadů na trati Roudnice nad Labem – Straškov
2020	BP	Kothera, Filip (LOG)	Návrh podpory výcviku strojvedoucích simulátory
2019	DP	Vacek, Jan (DS)	Novostavba železniční trati Třebíč – Moravské Budějovice

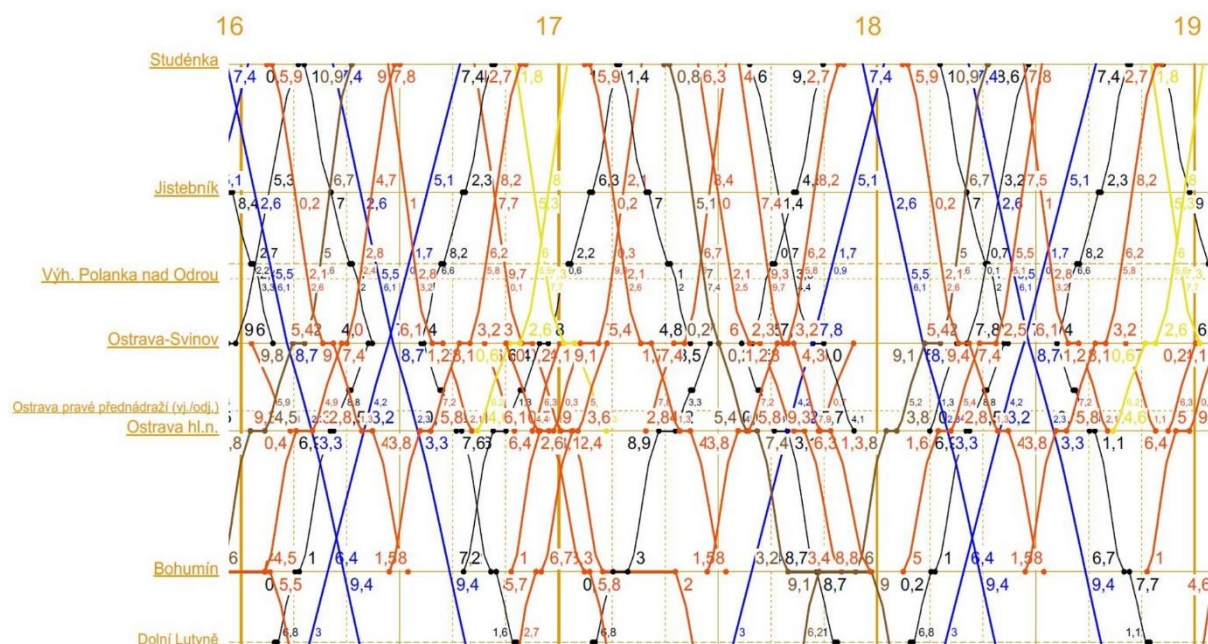
Rok	Typ	Autor (obor)	Název
2019	BP	Chýle, Martin (LOG)	Dvouzdrojové lokomotivy pro nákladní vlaky
2018	DP	Berlínský, Jiří (LA)	Návrh jednotné napájecí soustavy na železnici
2018	BP	Růžička, Jan (LOG)	Návrh postrkové služby v oblasti Vysočiny
2017	BP	Fridrišek, Petr (DOS)	Koncepce aglomerační železnice v Poodří

Témata závěrečných prací vychází z průniku aktuálních potřeb, zájmů studenta a možností vedoucích. Jak je patrné z příložené tabulky, týkají se jak provozních konceptů se zapojením nákladní dopravy, tak metodiky přidělování kapacity dopravní cesty, inovací na poli kolejových vozidel a provozní technologie až po výcvik strojvedoucích.

Práce „Novostavba železniční trati Třebíč – Moravské Budějovice“ a „Návrh jednotné napájecí soustavy na železnici“ byly oceněny v soutěži Česká dopravní stavba, technologie a inovace 2019, řada dalších bývá pravidelně oceňována děkanem za vynikající zpracování diplomové (bakalářské) práce.



**Obr. 1.** Ukázka výstupu diplomové práce absolventa „Katalogové trasy pro nákladní vlaky na IV. TŽK“ (Bc. Martin Chýle, 2021). Katalogové trasy pro nákladní vlaky jsou vyznačeny modře.



**Obr. 2.** Ukázka výstupu z diplomové práce absolventa „Katalogové trasy ve smíšeném provozu“ (Bc. Jan Růžička, 2021). Katalogové trasy pro nákladní vlaky jsou vyznačeny modře.

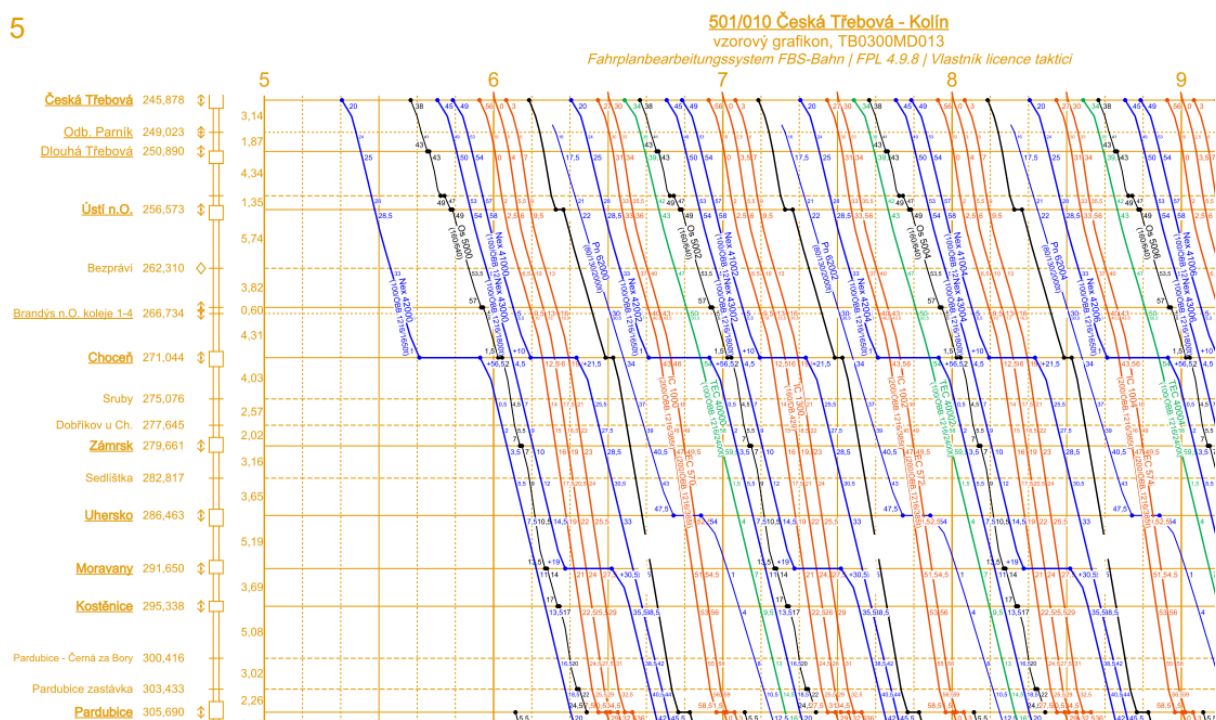
Výsledky vybraných závěrečných prací byly rovněž publikovány na vědeckých konferencích či v odborných člancích:

- RŮŽIČKA, J., M. DRÁBEK a Z. MICHL. Design of Additional Locomotive Service in the Vysočina Area. In: NOUZOVSKÝ, L. et al., eds. *Young Transportation Engineers Conference 2018*. Praha, Horská 3, 2018-11-01. Praha: ČVUT. Fakulta dopravní, 2018. s. 1-8. ISBN 978-80-01-06464-1. Dostupné z: <https://ytec.fd.cvut.cz/upload/articles/30.pdf>
- CHÝLE, M. a M. DRÁBEK. Dual locomotives for regional freight trains. In: LAKUŠIĆ, S., ed. *Road and Rail Infrastructure VII, Proceedings of the Conference CETRA 2022*. CETRA 2022, 7th International Conference on Road and Rail Infrastructure, Pula, 2022-05-11/2022-05-13. Zagreb: University of Zagreb, 2022. s. 147-158. ISSN 1848-9842. ISBN 978-953-8168-55-0.
- CHÝLE, M. Dvouzdrojové lokomotivy. *Vědeckotechnický sborník Správy železnic*. 2022, **2022**(6), ISSN 2694-9172. Dostupné z: <https://www.spravazeznic.cz/documents/50004227/147468862/Dvouzdrojov%C3%A9+lokomoti+vy.pdf/863fadf8-b133-4f41-9bd0-d0f84f307037>

Někteří studenti projektu se zároveň zúčastňují řešení výzkumných projektů na domovském ústavu:

- TJ01000162 Synergie v plánování železničních linek (TAČR Zéta) – Jan Růžička
- CK01000004 Efektivní provozní koncept pro Rychlá spojení (TAČR Doprava 2020+) – Martin Chýle, Jan Růžička

Na tematické zaměření projektu rovněž navázal výzkumný projekt řešený na domovském ústavu, řešený v součinnosti s Ministerstvem dopravy a sdružením železničních nákladních dopravců ŽESNAD – viz Obr. 3.



**Obr. 3.** Ukázka výstupu z výzkumného projektu TB0300MD013 „Optimalizace rozvoje železničního systému ČR z hlediska přepravních potřeb“ (TAČR Beta, taktici.cz, s.r.o. a ČVUT FD, 2015-2016). Jedná se o návrh efektivního přidělování kapacity dráhy ve smíšeném provozu (zde pro 1 směr). Katalogové trasy pro nákladní vlaky jsou vyznačeny modře a zeleně (pro vlaky délky 740 m).

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Naši absolventi našli uplatnění jak u technologických firem (Siemens, AŽD Praha), tak u dopravců (České dráhy). Spojení s absolventy z praxe nám umožňuje jednak řešit aktuální problémy s dostatkem podkladů pro motivovaného zadavatele, tak získat kvalitní oponenty závěrečných prací.

Kromě jednotlivých dopravců a výrobců vozidel je přirozeným partnerem projektu sdružení železničních nákladních dopravců ŽESNAD založené v roce 2016, se kterým jsme v pravidelném kontaktu.

#### 5) Závěr

Trh železniční nákladní dopravy je vysoce konkurenční a trpí nízkými maržemi. Aktuální bezprecedentní ceny energií a dalších vstupů přináší řadu nových výzev. Jeden z absolventů projektu, Ing. Martin Chýle, v rámci doktorského studia dále rozvíjí téma své bakalářské práce – efektivní nasazení dvouzdrojových lokomotiv v regionální nákladní dopravě, přičemž je zároveň prakticky činný v oblasti pronájmu lokomotiv.

Témata studentského projektu jsou tedy stále živá a určitě přilákají nové zájemce z řad studentů.

#### Použité zdroje:

- Stránka projektu [takt.fd.cvut.cz/cargo/](http://takt.fd.cvut.cz/cargo/)
- Diplomová práce Bc. Martina Chýle: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/95005>
- Diplomová práce Bc. Jana Růžičky: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/92608>
- MICHL, Z. et al. *Optimalizace využití tratí s vyčerpanou kapacitou*. [Uplatněná certifikovaná metodika (do RIV)] 2016. Nepublikováno.



# MODERNÍ TRENDY V ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ

K612 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Martin Chlup, Lukáš Syrový, František Vestfal

## Vedoucí projektu:

- Ing. Tomáš Javořík, Ph.D. (ČVUT FD)
- Ing. Pavel Purkart, Ph.D. (ČVUT FD, POVED)
- Ing. Luděk Sosna, Ph.D. (MD ČR)
- doc. Ing. Lukáš Týfa, Ph.D. (ČVUT FD)
- Ing. Martin Vachtl (AFRY CZ)

## 1) Úvod

Projekt Moderní trendy v železniční dopravě je především zaměřen na prohloubení vědomostí v oblasti utváření koncepce železniční dopravy a projektové přípravy železničních staveb v podrobnosti na úrovni studie. Základem je týmová práce na návrhu infrastrukturního a provozního uspořádání vybraného traťového úseku, části železniční sítě či železničního uzlu s cílem rozvoje železniční dopravy v ČR i v zahraničí, coby páteře moderní dopravní obsluhy území, a to jak v osobní, tak v nákladní dopravě. Problematika zahrnuje oblast od nejširších mezinárodních vazeb přes vazby celostátní až po řešení dopravní obsluhy regionů, včetně zapojení železnice do integrovaných dopravních systémů, a může přesahovat i do ostatních kolejových systémů (např. vlakotramvaje – tram-train). Projekt postupně obsahuje analýzu potřebných podkladů, návrh provozní koncepce, návrh železniční a navazující infrastruktury a zjednodušené technologické a ekonomické zhodnocení. Práci na projektu doplňuje seznámení se zásadami projektování, zaškolení v práci s podpůrným softwarem, příklady z praxe a pravidelně pořádané exkurze. To vše při společných posezeních v duchu odborném i zcela neformálním jak na půdě fakulty, tak mimo ni.

## 2) Činnost projektu

Systematická podpora železničního spojení především v dopravních vztazích s průměrnými a nadprůměrnými přepravními výsledky má totiž svoje opodstatnění. Vysokorychlostní železnice nám mohou nabídnout novou dimenzi cestování a znatelné zkrácení jízdních dob. Na základě zkušeností ze zemí, kde jsou již vysokorychlostní železnice v provozu, je oprávněné se domnívat, že v určitých relacích mohou nahradit vysokorychlostní vlaky energeticky velmi náročnou leteckou dopravu a v jiných případech dopravu silniční, charakterizovanou nízkou úrovní bezpečnosti a vysokou zátěží životního prostředí. Takové téma je unikátní příležitostí poznat trendy v železničním oboru na úrovni 21. století, při jeho budování i provozu.



Obr. 1 - Moderní železnice ve stanici Wien HbF

Další oblastí, kde železnice v současnosti nabývá na významu a nabízí mnoho otázek k řešení, je příměstská doprava. Kapacitní a rychlá příměstská doprava může dnes rovněž znatelně zmírnit dopravní komplikace v oblasti center měst i jejich předměstí a nabídnout vyšší cestovní rychlost všem jejím uživatelům než při využití individuální automobilové dopravy. Zároveň nemalou mírou přispívá ke zlepšení stavu životního prostředí v oblasti aglomerací. I dle prokazatelně pozitivního trendu růstu počtu cestujících na železnici v ČR lze konstatovat, že nabídkou kvalitního jízdního řádu s atraktivně krátkým intervalem obsluhy a přijatelnou cestovní rychlostí lze i v dnešní době přilákat na železnici nové cestující. Tento nárůst přepravených cestujících se často pohybuje v desítkách procent oproti počtu cestujících přepravených před změnou dopravního řešení. Zároveň je nutné řešit optimální trasování železničních tratí, které naši předci budovali především pro potřeby nákladní dopravy a dnes nemusí zcela odpovídat našim potřebám. V rámci osobní dopravy musíme též klást důraz na vznik integrovaných dopravních systémů a zajištění kvalitních přestupních vazeb mezi jednotlivými prostředky veřejné hromadné dopravy i snadný přestup z individuální dopravy automobilové nebo cyklistické. I zde se železniční obor zdárně drží pokroku mimo jiné postupným rozvojem využívání vozidel například s akumulátorovým či vodíkovým pohonem, což otvírá velký prostor pro vlastní realizace v rámci projektových prací.

I v oblasti nákladní dopravy zajišťuje v současnosti železnice důležité přepravní výkony, nicméně její kapacita je mnohem větší a mimo páteřní tratě není využita. Přesunem části přepravy zboží ze silnic na železnici dokážeme docílit vhodného využívání dopravní sítě, snížit zátěž dopravy na životní prostředí a zvýšit bezpečnosti silničního provozu. Vzhledem k technickým parametrům železnice, kdy k moderním prvkům též patří rekuperece, jsme schopni docílit ještě vyšší úspory energie než dříve. Před nákladní železniční dopravou se otvírá nová budoucnost v podobě zapojení do logistických řetězců při přepravě kusových (poštovních) zásilek.

Tým vedoucích projektu tvoří vyvážená kombinace zkušených kmenových pedagogů Ústavu dopravních systémů, kteří zároveň v minulosti získali zkušenosti z praxe (doc. Týfa, dr. Javořík), absolventa doktorského studia a zároveň odborníka z praxe (dr. Purkart) a expertů z praxe, kteří disponují pedagogickými zkušenostmi (dr. Sosna, Ing. Vachtl). V osobnostech vedoucích se také prolínají různé názorové pohledy, přístupy a zaměření, což studentům umožní učit se vlastním názorům a argumentaci při diskusi na odborná témata dopravy.



*Obr. 2 - I nákladní železniční doprava umí být moderní a kapacitní.*

### 3) Závěrečné práce

Závěrečné práce projektu Moderní trendy v železniční dopravě			
autor	název	druh práce	rok obhajoby
Lukáš Dostál	Využití alternativních pohonů v železničním spojení Jihlava – Tábor	BP	2022
Viliam Haberland	Využití alternativních pohonů v železničním spojení Košice – Humenné	BP	2022
František Vestfal	Návrh stanice pro odstavení a provozní ošetření vysokorychlostních vlaků	BP	2022
Martin Chlup	Moderní trendy v železniční nákladní dopravě s vazbou na citylogistiku	BP	2022
Lukáš Syrový	Železniční nákladní terminál s vazbou na citylogistiku	BP	2022
Jakub Žďárský	Možnosti úprav žst. Kynšperk nad Ohří	BP	2022
Martin Marek	Zlepšení železničního spojení Kutná Hora hl. n. – Zruč n. S.	BP	2022
Viktor Bílek	Modernizace železniční stanice Ostrava střed	BP	2021
Jiří Krejčí	Využití alternativních pohonů v železničním spojení Strakonice – Tábor	BP	2021
Bc. Štěpán Mládek	Možnosti propojení hlavních železničních tratí v prostoru Všetát	DP	2021
Klára Stejskalová	Zlepšení železničního spojení Březnice – Strakonice	BP	2020
Štěpán Mládek	Zlepšení železničního spojení Čerčany – Světlá nad Sázavou	BP	2019
Bc. Jakub Oulický	Možnosti využití kontejnerového terminálu Obrnice	DP	2019
Bc. Lukáš Strejc	Koncepce úprav železniční trati Tábor – Bechyně	DP	2019
Jan Zeman	Dopravní obsluha a služby osobní železniční dopravy na trati Štětí - Ústí n. L.	BP	2018
Zuzana Majtnerová	Možnosti úprav železniční stanice Štětí	BP	2018
Lukáš Strejc	Optimalizace trati Tábor (mimo) – Bechyně (včetně)	BP	2017
Jakub Oulický	Provozní koncepce železniční trati Ústí nad Labem – Bílina	BP	2017
Bc. Tomáš Hoření	Řešení železničního spojení Kralupy nad Vltavou – Letiště Václava Havla	DP	2016

Z uvedeného přehledu je patrné, že kromě tradičních témat vycházejících ze zaměření projektu na koncepci modernizace železniční infrastruktury a provozu na ní je možné se s námi zabývat i tématy méně tradičními a možná o to zajímavějšími, jako je třeba prověření potřeb zázemí pro vysokorychlostní železnici, využití železnice pro citylogistiku či hledání dalších možností využití kolejové dopravy. Silným tématem je v současné době rovněž prověření možností využití vozidel s alternativním pohonem na naší železniční síti. Třešničkou na dortu našich témat je ale třeba i aktuální spolupráce s Muzeem ČD na rozvoji turistické úzkokolejky v Lužné u Rakovníka. Bez obav můžeme říct, že železnici se u nás meze nekladou.

Vedoucí projektu Moderní trendy v železniční dopravě vedli (také v rámci projektů předcházejících tomuto projektu) několik bakalářských a diplomových prací, které byly oceněny pochvalou děkana fakulty za jejich vynikající zpracování a obhajobu (např. Ing. Lukáš Strejc: Koncepce úprav železniční trati Tábor – Bechyně). Rovněž několik diplomových prací se dočkalo ocenění ve studentské sekci na každoroční celostátní soutěži Dopravní stavba roku (např. Ing. Tomáš Hoření: Řešení železničního spojení Kralupy nad Vltavou – Letiště Václava Havla Praha) a v předcházejícím období dokonce v prestižní celofakultní soutěži o cenu prof. Ing. Dr. Jaroslava Vlčka, DrSc., v níž obsadily první místa (Ing. Pavel Purkart: Posílení významu železnice v dopravní obsluze regionu Rokycanska a Ing. Martin Koudelka: Prověření modernizace stanice Brno hl. n. ve stávající poloze).

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Dlouhodobě funguje spolupráce se Správou železnic, státní organizací, zejména formou exkurzí, studijních a pracovních stáží, stavebními společnostmi, které realizují železniční projekty (např. Subterra a.s.), projekčními společnostmi (např. SUDOP PRAHA a.s., AFRY CZ s.r.o., DIPRO, spol. s r. o.), integrátory veřejné hromadné dopravy (např. POVED, ROPID) a Ministerstvem dopravy ČR. Ze zahraničních společností má projekt úzkou vazbu na německého manažera železniční infrastruktury DB Netz AG, resp. jeho dceřinou společnost DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH. U všech subjektů nacházíme konkrétní podněty k řešeným tématům, příležitost k praktickému poznání jejich činnosti při exkurzích nebo možnost svého uplatnění často už během studia.



*Obr. 3 - Nahlédnutí pod pokličku údržby jednotek Pendolino*

Absolventi oboru Dopravní systémy a technika, kteří během svého studia pracovali v rámci studentského projektu Moderní trendy v železniční dopravě, nacházejí uplatnění ve společnostech projektujících dopravní stavby (SUDOP, AFRY CZ, METROPROJEKT, SAGASTA, DIPRO...), v řadách investorů těchto staveb (Správa železnic, dopravní podniky velkých měst s tramvajovou sítí, města) nebo dokonce u stavebních společností, které takovéto stavby budují (SKANSKA, Subterra...). Velká část absolventů se věnuje koncepční práci v dopravě, ať už na straně zadavatelů koncepčních studií, politik a dalších dokumentů na úrovni státu, kraje nebo obce (Ministerstvo dopravy, Správa železnic/Železnice Slovenskej republiky/DB Netz), dopravní podniky a dopravci (České dráhy, Arriva, RegioJET), magistráty a městské úřady, koordinátoři veřejné hromadné dopravy, resp. integrovaných dopravních systémů) nebo na straně zhotovitelů takovýchto materiálů (velké projekční a konzultační společnosti, úřady státní správy nebo samosprávy, které si je mnohdy zpracovávají samy pro sebe). Nemalý podíl úspěšných absolventů se také zabývá organizováním veřejné osobní hromadné dopravy a jejím vlastním provozováním (u organizátorů veřejné hromadné dopravy, na krajských úřadech a u osobních železničních dopravců); několik absolventů se věnuje plánování, organizaci a řízení nákladní dopravy (operátoři intermodální, zejm. kombinované dopravy).



*Obr. 4 a 5 - Na dráze je práce dost...*

Například Ing. Štěpán Mládek získal svou pracovní zkušenost na Správě železnic, státní organizaci, na Odboru projektování staveb. Pracovat zde začal již během studia na fakultě, kdy mu bylo umožněno vhodně zkombinovat práci se studijními povinnostmi. V rámci své práce na Správě železnic se věnuje zejména projektování železničních tratí a zpracování menších zakázek (např. různých technických průkazů, tedy prokázání nebo vyvrácení navrhovaných úprav železniční infrastruktury). V 2022 se vydal na půlroční stáž ke společnosti DB Netz, resp. k její dceřiné společnosti DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH, s níž náš studentský projekt dlouhodobě spolupracuje. V rámci programu Erasmus+ měl možnost se detailně seznámit a nabrat zkušenosti při přestavbě žel. uzlu Stuttgart a výstavbě návazné vysokorychlostní tratě Stuttgart – Ulm.

##### **5) Závěr**

Pokud vás zajímá kolejová doprava po všech svých stránkách i s přesahem do ostatních druhů dopravy, máte rádi komplexní pohled na řešení problémů, rádi analyzujete velké množství informací a současně chcete vytvářet něco vlastního, chcete zjistit, jak kolejová doprava odpovídá představě hi-tech odvětví a zajímá vás naplnění termínu „trvale udržitelná doprava“, pak se v projektu Moderní trendy v železniční dopravě určitě můžete realizovat.

Více informací, naší práci a vybrané výstupy z ní, fotky z exkurzí a kontakt na nás naleznete na webovém odkazu: <https://k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/moderni-trendy-v-zeleznicni-doprave-12x1mt-12x2mt/>

# DOPRAVNÍ OBSLUŽNOST

K612 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Vít Šálek, Jakub Pospíšil

## Vedoucí projektu:

- Ing. Martin Jacura, Ph.D.
- Ing. Ondřej Trešl
- Ing. David Vodák
- Ing. Bc. Jan Kruntorád

## 1) Úvod

Vážený čtenáři,

náš projekt, tak jako naše fakulta, je především sdružením těch nejkreativnějších lidí, které měli autoři tu čest poznat. Členové projektu jsou přáteli, spolupráce nám tak probíhá velmi jednoduše.

Každý z nás si tedy práci vybírá na téma, které je blízké jeho srdci i zaměření. Výstup práce je na každém jako jednotlivci, stejně tak její zpracování, nikdo Vás tak nebude nutit pracovat podle jakýchsi šablon. To však neznamená, že pokud se budete ve své práci topit, a nebudete tušit, jak pokračovat, že Vám ať už ostatní projektáři a především pak vedoucí nepodají pomocnou ruku a svůj pohled. Toť vše při zachování plné odpovědnosti na Vás, tedy bez nucených zásahů a intervencí.

Naši vedoucí jsou vcelku renesanční lidé. U nikoho z nich nelze zcela jistě říct, čím se přesně zabývají. Jejich penzum znalostí dokonale dokládá slogan našeho projektu: „Od Děčína po Králíky, rozsah náš je převeliký“.

Projektové schůzky se konají pravidelně, přibližně pětkrát za semestr. Konány jsou vždy v časech aktuálně přízpusobených rozvrhu daného semestru. Vyrážíme také na exkurze či výjezdní zasedání všude po republice, v příštím roce plánujeme dokonce expanzi do zahraničí. Je se vždy opravdu na co těšit, naše přátelská posezení obvykle končí až cvaknutím zámku Chodovaru...



*Osazenstvo projektu na společné fotografii na výjezdním zasedání v Hlubočepch*

## 2) Činnost projektu

Studenti závěrečných ročníků, tedy třetíáci bakaláři a druháci magistři, se již neúčastní společných projektových prací, věnují se dokončování svých mistrovských děl, postup na nich pak představují na pravidelných schůzkách. Možnost jejich práce opravdu vyšperkovat přináší ve většině případů skvělé hodnocení od vedoucích i oponentů.

Ostatní členové kooperují při řešení společného úkolu. K úspěšnému završení závěrečných prací našich přátel se snaží maximální možnou měrou, ať již podporou či připomínkami, pomoci každý z členů projektu.

Letošním společným cílem nás všech je analýza provozu turistických drah doma i v zahraničí. Posouzení jejich provozu, způsobu financování a všech důležitých parametrů. Posléze poznatky implementujeme do návrhu konceptu rozvoje trati Česká Kamenice – Kamenický Šenov. Tuto práci však rozhodně neděláme „do šuplíku“, zakázku na její zpracování nám zadal majitel a provozovatel zmiňované dráhy: společnost KŽC Doprava.

## 3) Závěrečné práce

Řešíme především, nikoliv však výhradně, veřejnou dopravu v daném území a dopady navržených opatření. Naším cílem je vždy dosáhnout nejlepšího řešení a tím usnadnit každodenní život obyvatel i přispět k rozvoji sledovaného regionu.

### Linkové vedení

Úpravy linkového vedení, zavádění nových linek, zlepšování linek existujících, zahušťování intervalu na soudobé standardy, zajišťování přestupů a návazností, definování potřebných požadavků na infrastrukturu, vznik nových přepravních stanovišť či přesuny stávajících do výhodnějších poloh pro lepší dostupnost veřejné dopravy lidem.

### Infrastruktura

Pro optimální linkové vedení je nezbytná kvalitní a účelně řešená infrastruktura. Zkracování cestovních dob zrychlováním i vznikem nových dopravních cest, zvyšování kapacity stávající infrastruktury, usnadňování přestupů vhodným řešením terminálů, a to nejen pro osobní přepravu, ale rovněž pro přepravu zboží, jež je motorem naší ekonomiky.

### Urbanismus

Řešení dopravní cesty v území tak, aby nebyla pouhým koridorem, jež třísní tvář měst i krajiny, ale zajistit její snoubení s přílehlým okolím, a to vše při zlepšování každého z myslitelných parametrů pro všechny zúčastněné: obyvatele, cestující, přepravce, samosprávy i přírodu.

### Bezpečnost

Bezpečnost k dopravě patří stejně neodmyslitelně jako červená čepice k výpravčímu. A proto je její zajištění i naším cílem, který nespouštíme z mysli při řešení každé problematiky.

### Celospolečenský přesah

Náš projekt rovněž velmi ctí odkaz našich předků a udržitelnost. Naším cílem je zlepšovat dopravu, vždy však tak, aby nedošlo k nenávratnému poškození. Toho jsou důkazem některé práce našich studentů, namátkou rekonstrukce žst. Lužná u Rakovníka, či provoz parních vlaků pod dohledem vlakového zabezpečovače ETCS.

<b>Jméno Příjmení</b>	<b>Bakalářská práce Diplomová práce</b>
Petr <b>Špindler</b>	Dopravní obsluha Příbram - Zdice <i>student magisterského studia</i>
Vít <b>Šálek</b>	Dopravní spojení Litovel - Olomouc <i>student magisterského studia</i>
Jakub <b>Pospíšil</b>	Provozní koncept trati Domažlice - Planá u M. L. <i>student magisterského studia</i>
Jiří <b>Čížek</b>	Prověření zvýšení propustnosti železniční trati Neratovice - Brandýs nad Labem <i>student magisterského studia</i>
Vladislav <b>Gončukov</b>	Prověření obnovy dopravní Luka pod Medníkem <i>student magisterského studia</i>
Karel <b>Síbrt</b>	Nový provozní koncept Čerčany - Ledčsko - Kolín <i>student magisterského studia</i>
Prokop <b>Vítvar</b>	Prověření úprav trati Nymburk - Jičín <i>student magisterského studia</i>
Roman <b>Lamberský</b>	MHD v Hradci Králové <i>student magisterského studia</i>
Tomáš <b>Blahovec</b>	Rekonstrukce ŽST Rybník <i>student magisterského studia</i>
Jakub <b>Havelka</b>	Dopravní obslužnost Rožmitálu pod Třemšínem <i>student magisterského studia</i>
Lukáš <b>Andras</b>	Koncepce úprav tarifních bodů v traťovém úseku Veselí n. L. - České Velenice
Soňa <b>Kernerová</b>	Návrh úprav autobusového nádraží v Lounech
Martin <b>Kuchař</b>	Možnost zkrácení jízdních dob v úseku Tábor - Ražice Rekonstrukce žst. Mělník
Václav <b>Táborský</b>	Terminál veřejné dopravy v Soběslavi Optimalizace veřejné dopravy v oblasti Blanského lesa
Pavel <b>Urban</b>	Veřejná doprava v Táborské aglomeraci Úprava autobusového nádraží v Kutné Hoře
Gabriela <b>Sidorinová</b>	Analýza a optimalizace dopravy v klidu v Zeleném Údolí v Praze
David <b>Korbelář</b>	Ověření průjezdnosti požární techniky v městské části Praha 11 - Chodov
Adam <b>Hoffman</b>	Rekonstrukce žst. Blatno u Jesenice
Nikola <b>Kuchařová</b>	Aplikace standardů PID na autobusové stanice a zastávky v Kutné Hoře Cyklointergační opatření v Havlíčkově ulici v Kolíně
Martin <b>Formáček</b>	Modernizace železniční stanice Kropáčova Vrutice Modernizace železniční stanice Kostelec u Jihlavy
Juraj <b>Bazár</b>	Porovnání norem pro navrhování železničních stanic v ČR a SR Porovnání návrhových parametrů železničních stanic v ČR a zahraničí
Pavel <b>Pechač</b>	Modernizace železniční stanice Slaný
Václav <b>Lauda</b>	Úprava světelně řízené křižovatky ulic Tyršova a U Prazdroje v Plzni Přestupní bod Praha Opatov
Tomáš <b>Novotný</b>	Variantní řešení autobusového nádraží Humpolec
Jiří <b>Petříček</b>	Modernizace železniční stanice Ledčsko <i>Přestup na Fakultu strojní</i>



<b>Jméno Příjmení</b>	<b>Bakalářská práce Diplomová práce</b>
Jan <b>Krejčí</b>	Rekonstrukce železniční stanice Bakov nad Jizerou Modernizace traťového úseku Bakov nad Jizerou - Mnichovo Hradiště
Valeriya <b>Vanting</b>	Rekonstrukce železniční stanice Železný Brod Rekonstrukce žst. Praha - Čakovice
Eduard <b>Binko</b>	Traťová spojka Mladá Boleslav Debř - Mladá Boleslav město Regulace dopravní obsluhy ve vybraných oblastech obcí Úvaly a Tuklaty
Jan <b>Kruntorád</b>	Dopravní obslužnost Jihlavy Dopravní obslužnost Benešovska
Aleš <b>Novotný</b>	Rekonstrukce železniční stanice Semily Možnosti úprav traťového úseku Plzeň - Klatovy
Tereza <b>Pajerová</b>	Optimální řešení prostoru Náměstí Míru v Sobotce Optimální řešení Náměstí Bratří Synků v Praze
Čeněk <b>Malěř</b>	Umístění přestupního terminálu veřejné dopravy v Karlových Varech Obnova železniční trati Kamenický Šenov - Kamenický Šenov horní nádraží
Vojtěch <b>Zejval</b>	Analýza dopravního řešení Benátek nad Jizerou Přestupní bod veřejné dopravy ve městě Jilemnice
David <b>Strunz</b>	Monetary Policy in the Czech Republic Řešení interiérů železničních kolejových vozidel
Klára <b>Cieslová</b>	Preferenční osa Spořilov - Želivského
Jan <b>Beránek</b>	Dopravní obslužnost na hranicích Středočeského a Ústeckého kraje Řešení dopravní obsluhy na hranicích okresů Louny a Kladno
Hana <b>Šleisová</b>	Dopravní obsluha rekreačního centra Bedřichov v Jizerských horách Posouzení zrušení zast. Nová Ves nad Nisou
David <b>Vodák</b>	Modernizace trati Veselí nad Lužnicí - Jindřichův Hradec Zhodnocení variant úprav traťového úseku Veselí nad Lužnicí - Jindřichův Hradec
Jiří <b>Záruba</b>	Přestupní terminál VHD Frýdlant v Čechách Rekonstrukce železniční stanice Turnov
Tereza <b>Jandová</b>	Dopravní obsluha rekreační oblasti Máchovo jezero Vliv odbavovacích systémů na cestovní doby linek MHD
Jan <b>Beneš</b>	Dopravní obsluha Kdyňska veřejnou hromadnou dopravou
Martin <b>Fafejta</b>	Alternativní vedení trasy D metra ze stanice Pankrác
Filip <b>Holenda</b>	Přednádraží v Poděbradech Úprava přednádražního prostoru v Poděbradech
Jakub <b>Hušek</b>	Dopravní obsluha rekreačních center v Jizerských horách Optimalizace dopravní obsluhy v oblasti Jablonec n. N. - jih
Tomáš <b>Kučera</b>	Vícevozová železniční jednotka pro přepravu kontejnerů
Tomáš <b>Trachta</b>	Česká Kamenice - přestupní uzel veřejné dopravy Prověření využitelnosti osobní železniční dopravy pro obsluhu Děčína
Michal <b>Vopelka</b>	Optimalizace železniční trati Trutnov - Teplice nad Metují Rekonstrukce žst. Trutnov střed
Jan <b>Čáslava</b>	Rekonstrukce žst. Sadská Žst. Nymburk město
Pavel <b>Pěchota</b>	Nekonvenční multimodální přepravní systémy Terminál KND
Jiří <b>Pelant</b>	Analýza spojení Posázaví s Prahou Úprava traťového úseku Praha - Vrané n. V. pro příměstskou osobní dopravu

<b>Jméno Příjmení</b>	<b>Bakalářská práce Diplomová práce</b>
Zdeněk <b>Prokeš</b>	Rekonstrukce přednádraží v Českém Brodě Dopravní obslužnost městské části Praha Zbraslav
Jiří <b>Růžička</b>	Přednádraží Čelákovice Zlepšení dopravní obsluhy obchodního centra Černý Most
Libor <b>Šebek</b>	Optimalizace MHD v Mělníku
Věra <b>Bobková</b>	Přestupní body VHD na Šluknovsku Dopravní obsluha rekreačního centra Monínec
Luboš <b>Valášek</b>	Provozní využití traťového úseku Třebovice v Čechách - Velké Opatovice Koncepte dopravní obsluhy Moravské Třebové a Jevíčka
Alexandr <b>Ryba</b>	Dopravní obsluha Krupky Možnost využití železnice pro dopravní obsluhu Zbraslavi
Jakub <b>Horák</b>	Problematika dopravy do ŽS Liběchov Možnost úprav přestupního terminálu Liberec - Fügnerova
Iveta <b>Kinčlová</b>	Návazná doprava do přestupního uzlu VHD Kralupy nad Vltavou Návrh nových železničních zastávek v oblasti městské části Praha-Kbely
David <b>Havlíček</b>	Zlepšení dopravní obsluhy průmyslových zón v okolí Jihlavy Optimalizace terminálu MHD a návrh linek MHD po zprovoznění metra V.A
Jana <b>Nebeská</b>	Dopravní obslužnost v Českém Švýcarsku (jižní část) Studie úprav přednádražního prostoru v Litoměřicích
Veronika <b>Novotná</b>	Řešení přestupního uzlu Nymburk hl. n. Úprava veřejné hromadné dopravy v Milovicích.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Jedním z necelé stovky našich absolventů je i Ing. David Strunz, MSc, který v současné době pracuje pro britskou společnost Great Western Railway na pozici Development Manager, o našem projektu prohlásil toto: „Na projektu se mi líbila rozmanitost osobností, jsou v něm jak lidé, kteří rozumí každému milimetru technického návrhu dopravní infrastruktury, tak lidé, kteří umí vypravit vlak, nebo ti, kteří se zaměřují na 'měkké' aspekty dopravního cyklu, zákaznický komfort a lidskou psychologii.“

Dalším z úspěšných lidí, kteří prošli naším projektem je i Ing. Čeněk Malěř. Ten v současné době vykonává pozici provozně-převážního náměstka ve společnosti KŽC Doprava.

Naši současní studenti spolupracují se Správou železnic, AFRY CZ, IDSK, Institutem plánování a rozvoje, Leo Expressem, u citylogistických a dalších s dopravou spojených společností.

#### 5) Závěr

Vážený čtenáři,  
kolektiv autorů by Vám tímto rád poděkoval za přečtení popisu našeho projektu. Pokud jste se rozhodl pro náš projekt, budeme Vám držet palce ve výběrovém řízení a doufat, že se budeme pravidelně setkávat na schůzkách i výjezdních zasedáních. Pokud jste z našich řádků nabyli dojmu, že Dopravní obslužnost není pro Vás, přejeme Vám mnoho úspěchů na jiném, Vašemu srdci bližším, projektu.

Pro více informací neváhejte navštívit naše webové stránky [www.dopravniobslužnost.cz](http://www.dopravniobslužnost.cz)

Lektoroval: Ing. Martin Jacura, Ph.D.

# Přijatelné formy dopravy ve městech

K612 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Bc. Petr Mráz, Ing. Aneta Matysková

## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Jiří Čarský, Ph.D.
- Ing. Roman Dostál
- doc. Ing. Josef Kocourek, Ph.D.
- Ing. Bc. Petr Kumpošt, Ph. D.
- Ing. Andreas Papadopoulos

## 1) Úvod

Stále více lidí žije ve městě a ta jsou následně zahlcena nekonečnými proudy vozidel a chodců. Automobily jsou stále nezanedbatelnou součástí dopravy, a ještě dlouho budou. Vše je tedy o rovnováze všech módů dopravy. Všechny regiony čelí podobným problémům při snaze o zajištění trvale udržitelného rozvoje dopravy. Dopravní orgány jsou si vědomy skutečných a specifických potřeb svých regionů, ale často je pro ně obtížné zjišťovat podrobné informace pro cílová řešení, které by zajistily přímé, hmotné a pozitivní výsledky. Cílem projektu je, aby vznikala bezpečná a pro obyvatele příznivá města, díky závěrečným pracím našich studentů.

## 2) Činnost projektu

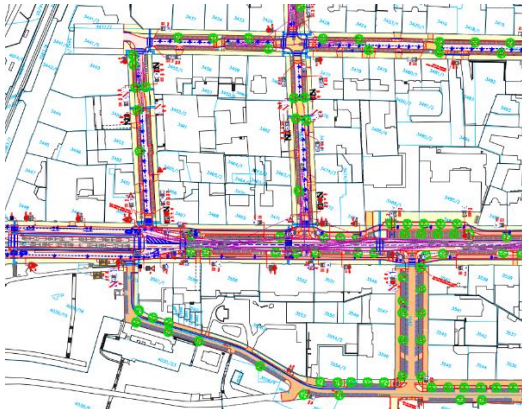
Projekt Přijatelné formy dopravy ve městech spadá pod Ústav dopravních systémů K612, kde společně se svými studenty jsou řešeny úpravy pro zklidnění dopravy a zvýšené bezpečnosti pěšího provozu a cyklistické dopravy, organizační opatření ke zlepšení plynulosti dopravy, metody preference určitých druhů dopravy a organizace dopravy v klidu. Tento projekt se výše zmíněnými tématy aktivně zabývá a pomáhá studentům rozšiřovat jejich obzory v oblasti návrhů dané problematiky, která se v posledních letech stala velice aktuální v mnoha českých i zahraničních městech. O tom se studenti mohou sami přesvědčit na každoročních konferencích nebo seminářů, kterých se mohou účastnit. Projekt jim tak nabízí výbornou průpravu nejen v řešení dopravních problémů, ale i trénink komunikačních dovedností a práce v týmu, což studenti bezpochyby využijí při své následující práci v oboru. Praktické využití znalostí a zkušeností nabytých v tomto projektu je velmi široké.

### 1.1 Řešená problematika

Níže jsou vypsána témata, kterými se projekt zabývá:

- Odstranění nadřazenosti automobilové dopravy a snížení jejich plošných nároků;
- Odstranění bezbariérového efektu komunikace;
- Vytvoření lepších podmínek pro chodce, cyklisty a hromadnou dopravu osob;
- Zvýšení bezpečnosti motorové i nemotorové dopravy;
- Zlepšení životního prostředí;
- Snižování intenzit provozu.

Praktické příklady dopravních úprav provedených za použití výše zmíněných bodů jsou k vidění na následujících obrázcích:



Obrázek 2.1: Úprava uličního prostoru v oblasti Palmovky [1].



Obrázek 2.2: Úprava křižovatky silnic „Na Burse“ v Benátkách nad Jizerou [2].

### 1.2 Potřebnost řešení dané problematiky

Předimenzované šířky jízdních pruhů, absence prvků pro usnadnění přecházení a orientaci osob s omezenou schopností pohybu a orientace, úzké nebo dokonce chybějící chodníky, související vysoká nehodovost, hluk a exhalace byly stále a jsou jedny z hlavních příčin nespokojenosti obyvatel měst nejen České republiky. Městské komunikace jsou důležité veřejné prostory, které neslouží pouze pro dopravní účely, ale utváří ráz města a plní funkci obslužnou i společenskou. Dnešní celoevropský trend se proto zaměřuje na rovnoprávné uspokojení všech funkcí prostoru komunikace. Díky projektu se mají studenti možnost účastnit průzkumů a projektových seminářů, které fakulta pořádá a věnují se svým bakalářským a diplomovým pracím. Zadáni témat prací studenti obdrží po domluvě s některým z vedoucích projektu již v prvních týdnech po přihlášení do projektu. Témata prací si studenti mohou vybrat sami nebo je možné vybrat práci dle aktuálních nabídek z praxe. Protože členové projektu spolupracují s mnoha firmami s různým okruhem působnosti v dopravní oblasti, odbory dopravy, územním rozvojem a mnoho dalších, mají studenti cennou možnost zabývat se skutečnými problémy v dopravě a spolupracovat s objednateli. Díky tomu získají studenti již během studia mnoho zkušeností, poznatků a znalostí, které mohou uplatnit při výběru zaměstnání, jak v soukromém, tak komerčním sektoru.

### 1.3 Úspěchy studentů na projektu

Za posledních deset let bylo obhájeno přes 50 bakalářských a diplomových prací. V uplynulém akademickém roce projekt úspěšně skončilo hned několik studentů. Je na místě poznamenat, že si studenti vedli se svými závěrečnými pracemi velmi dobře. Všichni studenti, kteří šli ke státnicím, úspěšně složili závěrečné státnice. Úsilí studentů bylo oceněno i děkanem fakulty a některé byly navrženy i nominovány na Dopravní stavbu roku. V roce 2019 vyhrála bakalářská práce „Úpravy křižovatky silnic I/56 a III/46611 v Ostravě – Petřkovicích včetně okolí“, kterou napsal David Bortel. Bližší popis o bakalářské práci je napsán v kapitole 3) Úspěchy studentů na projektu.

#### 1.4 Závěrečné práce nejlepších obhájených bakalářských a diplomových prací

Pro lepší představu, jaké konkrétní práce byly v uplynulých letech studenty řešeny jsou vidět v následující tabulce, z nichž některé byly ohodnoceny pochvalou děkana nebo i v rámci Dopravní stavby roku.

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
Andreas Papadopulos	Optimalizace řešení dopravy v klidu a docházky dětí do škol v Milovicích	bakalářská	2019
<p>Stručný popis obsahové náplně:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Popis stávající dopravní situace v místní části Mladá ve městě Milovice se zaměřením na rozložení intenzit dopravy a na pěší vazby v souvislosti s docházkou dětí do škol</li> <li>- Analýza stávajícího stavu ulic Armádní (jen domy č. 500, 501 a 502), Braniborská, Komenského, Průběžná, Spojovací, Sportovní a Višňová se zaměřením na stanovení stávající maximální legální kapacity parkovacích míst</li> <li>- Zjištění stávající reálné obsazenosti parkovacích míst, obratovosti vozidel a délky stání vozidel ve výše uvedené oblasti</li> <li>- Návrh opatření vedoucích ke zlepšení organizace dopravy v klidu ve výše uvedené oblasti</li> <li>- Realizace informačního dopravního průzkumu zaměřeného na dojížděku dětí do školy Juventa osobními automobily zohledňující počet automobilů a zdroj a četnost jejich cest</li> <li>- Návrh opatření s cílem snížit počet cest vykonaných v souvislosti s vedením jednosměrných ulic ve výše uvedené oblasti v souvislosti s vedením jednosměrných ulic v dotčené oblasti a s úpravou přechodů pro chodce přes ulici Armádní</li> </ul>			
Bc. Denis Liutov	Studie úprav a zklidnění místních komunikací v oblasti Palmovky	diplomová	2021
<p>Stručný popis obsahové náplně:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Analýza stávajícího stavu dopravy na místních komunikacích v oblasti Palmovky (zadaná oblast je ohraničena ulicemi Na Žertvách, Zenklova, Sokolovská, Ke Kouli, V Mezihoří, Turnovská, Sokolovská a U Balabenky)</li> <li>-Koncepční návrh organizace dopravy v zadané oblasti vedoucí ke zklidnění dopravy a eliminaci zbytné dopravy se zachováním směru tranzitní dopravy v ulici Sokolovská</li> <li>-Návrh aplikace bodových opatření ke zklidnění dopravy na ulici Sokolovská (mezi křižovatkami s ulicemi Zenklova a U Balabenky)</li> <li>-Návrh plošného zklidňování dopravy (s prověřením možnosti realizace zóny 30 nebo obytné zóny) v zadané oblasti (s výjimkou ulice Sokolovská)</li> <li>-Prověření možnosti bezpečného vedení cyklistické dopravy zadanou oblastí (alternativní vedení cyklistické trasy A254 a její napojení na cyklistické trasy A42 a A252)</li> </ul>			
Bc. David Bortel	Studie uspořádání prostoru nového přednádraží v Milovicích	diplomová	2021
<p>Stručný popis obsahové náplně:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Návrh nové koncepce využití prostoru u železniční stanice Milovice s krátkodobým výhledem (tzn. V oblasti stávajícího prostoru na východní straně od železniční stanice), se zohledněním stávajících i budoucích potřeb veřejné autobusové dopravy a jejího linkového vedení (včetně počtu výstupních, nástupních a odstavných stání pro požadované typy autobusů), potřeby přivést k železniční stanici cyklistickou dopravu ze severního a jižního směru a projektu cyklověže (moderní kolárny) BIKETOWER u výpravní budovy</li> <li>Návrh nové koncepce využití prostoru u železniční stanice Milovice s dlouhodobým výhledem (tzn. V oblasti stávajícího prostoru na západní straně od železniční stanice) ve 2 variantách</li> <li>-Prověření možnosti realizace povrchového parkoviště</li> <li>-Prověření výhledové možnosti realizace parkovacího domu</li> <li>-Návrh úpravy křižovatky ulic ČSA a Italská</li> </ul>			
Bc. Petr Červenka	Návrh řešení terminálu veřejné hromadné dopravy u železniční stanice Krnov	diplomová	2022
<p>Stručný popis obsahové náplně:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analýza stávající dopravní obsluhy a organizace dopravy v pohybu a v klidu v prostoru před železniční stanicí Krnov (řešené území je vymezeno celým rozsahem ulice Nádražní)</li> </ul>			

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Návrh řešení terminálu VHD u železniční stanice Krnov ve variantách (pro současné linkové vedení i pro nově zpracovaný návrh linkového vedení MHD a regionální VHD s možností fungování aspoň 1 varianty pro oba systémy linkového vedení současně)</li> <li>- Zpracování organizačně provozních schémat provozu MHD a regionální VHD pro všechny navržené varianty terminálu</li> <li>- Uplatnění prvků pro zvýšení bezpečnosti účastníků pěšího provozu a umožnění komfortního přestupu mezi železniční a autobusovou dopravou</li> <li>- Návrh řešení dopravy v klidu v celé zadané oblasti včetně parkování typu P+R a K+R</li> <li>- Řešení vedení cyklistické dopravy zadanou oblastí včetně možnosti odstavování jízdních kol a umístění cyklověže (tzv. BIKETOWER)</li> </ul>			
Jan Holbus	Studie řešení bezpečnosti dopravy v lokalitě „Na Burse“ v Benátkách nad Jizerou	bakalářská	2022
<p>Stručný popis obsahové náplně:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analýza současné organizace dopravy v okolí křižovatky průtahů II/610 a II/272</li> <li>- Porovnání stávající situace s územně plánovací dokumentací a dříve zpracovanými záměry</li> <li>- Provedení dopravního průzkumu ve výše definované oblasti, který bude zaměřen na sledování základních dopravně inženýrských charakteristik (intenzity, skladba dopr. proudu) a také na dopravu v klidu</li> <li>- Analýza bezpečnosti silničního provozu s důrazem na vyhledávání rizik nejen z hlediska automobilové dopravy (vč. Analýzy umístění a přístupu k zastávkám VHD v bezprostředním okolí vybrané křižovatky)</li> <li>- Návrh optimálního prostorového uspořádání v lokalitě „Na Burse“ v Benátkách nad Jizerou zvyšující bezpečnost silničního provozu nejen podle ČSN 73 6110, ale také podle moderních trendů zklidňování dopravy</li> </ul>			

Možná témata závěrečných prací, kterými se prozatím nikdo nezabýval jsou například:

- Řešení křižovatek a okolí u velkoobchodu Makro v Brně a optimalizace provozu na samotném parkovišti;
- Modelování dopravy v širším okolí Dobřejovic a návrh komplexní strategie obce v oblasti dopravy;
- Řešení oblasti I/54 x II/422 x II/432 v blízkosti obchodního řetězce Kaufland a nové průmyslové oblasti včetně směrového průzkumu v Kyjově;
- Předělání ulice Karlovarská (Praha 6) na 4-pruhovou komunikaci;
- Řešení okolí ZŠ Norbertov (Praha 6) včetně parkování a bezpečné cesty do školy;
- Návrh optimalizace dopravy v ulici Lodžská (Praha 8), kde by došlo k analýze stávajícího stavu, identifikace rizik a návržení variantních řešení se zohledněním na MHD, bezpečnost cyklistů, parkování a tramvajové tratě.

### 1.5 Účast projektu v grantech a projektech od roku 2010

Studenti projektu mají mimo jiné i možnost se účastnit mezinárodních konferencí, kde si mohou vyzkoušet řešení reálných problémů v praxi. Jednou z konferencí tohoto typu, již se naši studenti účastní je seminář Middle European Project Seminar (MEPS). Jedná se o týdenní setkání, která mají tradici od roku 1990. MEPS je zdrojem nových informací, týmové spolupráce, a to převážně se zahraničními studenty z Technické univerzity ve Vídni a Budapešti. Díky mezinárodnímu semináři se studenti mohou navzájem obohatit o cenné zkušenosti, poznatky a rozdílné přístupy k řešení dané problematiky. Celkem loni naši fakultu reprezentovalo 12 studentů a opět všichni studenti předvedli úctyhodný výkon při řešení různých druhů úloh. Tyto úlohy jsou většinou spjaty s řešením křižovatek, organizace dopravy ve městě, parkování nebo pěší a cyklistický provoz. Mnohdy se povede vzájemně se inspirovat při práci na projektech, navázat přátelství a získat nové kontakty do budoucna. Jejich výhoda se ukázala například loni při získávání dat ze zahraničí pro potřeby bakalářské práce, která díky nim získala nový rozměr. V neposlední řadě si zde také studenti procvičí své jazykové schopnosti. Na konci konference studenti prezentují svá řešení před zástupci města a pořádající univerzitou, čímž získávají další vysoce ceněnou dovednost, která patří mezi tzv. soft skills, jež mohou být velice užitečné při hledání budoucího zaměstnání.

Kromě toho jsou studenti v průběhu roku aktivně zapojováni i do reálných projektů, na které má grant ústav K 612.

### 3) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Studenti zabývající se projekty pro konkrétní firmy v oboru a dopravní úřady průběžně své práce konzultují s vybraným konzultantem, zástupci firmy s dlouholetými zkušenostmi z praxe. Jelikož naprostá většina řešené problematiky vyžaduje podrobnou znalost stávající situace a charakteru provozu v dané lokalitě, firmy a úřady také studentům poskytují potřebné podklady pro kvalitní a efektivní zpracování jejich prací. Jedná se například o mapové podklady, statistiky, výsledky z dlouholetých průzkumů atd. Studenti mají dále možnost zapůjčení nejrůznějších moderních nástrojů a zařízení od ústavu dopravních systémů (radary, detektory pro automatické sčítání dopravy) pro zajištění potřebných měřených dat, které potřebují při zpracování návrhů. Přesnost odhadu charakteristik dopravních dat je u absolventských prací na vysoké úrovni. Během studia se studenti dále seznamují s nástroji používanými v praxi a učí se pracovat s Technickými podmínkami a Českými technickými normami.

V rámci projektu Přijatelné formy dopravy ve městech (12X1PF) zpracoval Bc. David Bortel bakalářskou práci „Úpravy křižovatky silnic I/56 a III/46611 v Ostravě – Petřkovicích včetně okolí“, kde řešil problematiku z pohledu silniční infrastruktury. Součástí jeho řešení byla městská hromadná doprava, pěší a cyklistická doprava. S tímto tématem přišlo město Ostrava, takže daná bakalářská práce byla tvořena pro budoucí realizaci. Student byl během řešení problému přímo zván i na jednání konané na magistrátu města Ostrava, kde mu byly sdělovány klíčové informace a další doplňující připomínky ze strany města. Tato práce byla oceněna v soutěži Dopravní stavby roku a zároveň byla i nejlepší studentskou prací z oborů doprava a dopravní stavitelství pro rok 2019 [3].



Graf 1: Návrh z bakalářské práce zobrazující turbookružní křižovatku [3].



Obrázek 3.1: Autor bakalářské práce Bc. David Bortel, který byl v roce 2020 oceněn na Dopravní stavbě roku [poskytnutá fotografie od Bc. Davida Bortela].

Při řešení bakalářské práce student musel provést místní šetření, dopravní průzkum a následně vytvořit samotný návrh celé řešené oblasti, který zahrnoval téměř vše, co silniční infrastruktura ve městě nabízí.

Student během prvního roku studia zjistil, že se chce věnovat především silniční problematice, a to především intravilánové oblasti. Jelikož si David oblíbil předměty PPOK a MDE a zároveň i práci v AutoCADu bylo pro něj jasnou volbou projekt Přijatelné formy dopravy ve městech. Pokud se tedy i Ty chceš věnovat dopravě ve městech, tak se neváhej přidat k nám do projektu.

Hlavní výhodou bakalářské práce v rámci projektu 12X1PF bylo to, že práce byla z praxe a zároveň to Davida dokonale připravilo na jeho profesní život, díky čemuž si jednodušeji našel zaměstnání v oboru. David nyní pracuje v projekční firmě D-plus, a.s., ve které nabírá další cenné zkušenosti z praxe. Zaměstnání získal díky projektu, kdy již během studia začal ve firmě pracovat jako pomocná ruka projektantům dopravních staveb [3].

Mezi další absolventy patří např. Denis Liutov, Andreas Papadopulos nebo Jan Šilar. Všichni absolventi daného projektu si zpětně pochvalují přátelský kolektiv na projektu, příležitosti podílet se na projektech v zahraničí a skvělé propojení s praxí již během studia. Škola jim dala především teoretické znalosti a díky propojení s praxí se naučili i praktické znalosti. Jedná se například o komunikaci se zadavateli projektů, architektky nebo například i dalšími projektanty, kteří během tvorby bakalářských a diplomových prací mohli studentům předat své znalosti. Náš projekt díky kontaktům a propojení s praxí umožňuje se dostat do různých firem, které se zaměřují např. na tvorbu koncepcí měst, projektují uspořádání veřejného prostoru nebo třeba i do sféry auditorství pozemních komunikací.

#### 4) Závěr

Klademe-li si otázku, čím se zabývat v praxi, je téma tohoto projektu poměrně vhodným řešením. Absolventi prací mají možnost úzké spolupráce s odbory dopravy nebo územního rozvoje magistrátů, městských a obecních úřadů a nejrůznějšími firmami oboru. Díky tomu dostávají potřebné informace a podklady pro kvalitní zpracování jejich práce a budoucí realizaci jejich práce. V rámci projektu Přijatelné formy dopravy ve městech získávají studenti nejen teoretické znalosti a aktuálních trendech v této oblasti, ale i praktické návyky, které jim napomáhají k dobrému uplatnění v odborné praxi. Bližší informace lze nalézt na našich webových stránkách projektu: <https://k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/12x1pf-prijatelne-formy-dopravy-ve-mestech/>.

#### Použité zdroje:

- [1] ČVUT Fakulta dopravní, Andreas Papadopoulos. „Optimalizace řešení dopravy v klidu a docházky dětí do škol v Milovicích“. Praha, září 2019.
- [2] ČVUT Fakulta dopravní, Jan Holbus. „Studie řešení bezpečnosti dopravy v lokalitě „Na Burse“ v Benátkách nad Jizerou“. Praha, září 2020.
- [3] ČVUT Fakulta dopravní, David Bortel. „Úpravy křižovatky silnic I/56 a III/46611 v Ostravě – Petřkovicích včetně okolí“. Praha, září 2019.



# REGIONÁLNÍ INTEGROVANÁ DOPRAVA

K612 – Ústav dopravních systémů

Bc. Martin Prošek

## Vedoucí projektu:

- Ing. Martin Jareš, Ph.D.
- Ing. Petr Chmela
- Ing. Jan Vébr

## 1) Úvod

Projekt Regionální integrovaná doprava (12X1RI pro bakalářské, resp. 12X2RI pro navazující magisterské studium) je určen studentům ČVUT Fakulty dopravní, kteří si zvolili studijní obor Dopravní systémy a technika. Výuka projektu probíhá převážně formou pravidelných setkání s vedoucími projektu v prostorách K612 v budově Horská.

Projekt je zaměřen na veřejnou dopravu a její integraci, studenti se mohou zabývat integrací vlaků, tramvají, metra, autobusů, trolejbusů atd., tedy městskou i regionální dopravou do společného celku. V rámci integrace se jednotlivé druhy dopravy propojují tak, aby fungovaly pro cestujícího co nejlépe jako celek.

## 2) Činnost projektu

V rámci projektu je možné zabývat a prohlubovat své znalosti v oblastech:

- **Dopravní průzkumy – realizace a využití**
- **Integrované dopravní systémy – návrhy IDS**
- **Organizace dopravy – projektování linek VHD**
- **Přestupní terminály – přestupní vazby v rámci IDS**
- **Informační systémy - ve vozidlech, stacionární, elektronické, apod.**
- **Záchytná parkoviště – P+R, K+R a B+R**
- **Preference MHD – v městské i příměstské dopravě**

V rámci projektu si můžete vybrat oblast, na které budete dále pracovat. Zpracované téma není co do obsahu nijak omežováno. Lze se na problematiku dívat jak z globálního hlediska, tak se zaměřit na konkrétní případ, který lze dále detailněji rozpracovat. Z tohoto pohledu je zde velmi velká variabilita volby tématu a následně i jeho zpracování.

Kromě přípravy absolventských prací na projektu ukazujeme různé příklady z praxe, pořádáme také exkurze po integrovaných dopravních systémech. V říjnu 2019 jsme byli na exkurzi v Lipsku, kde od prosince 2013 funguje podzemní tunel pro S-Bahn, tzv. City-Tunell-Leipzig. Jinak pravidelně absolvujeme exkurzi v Drážďanech, které jsou dobrým příkladem jednoduchých, přehledných a funkčních přestupních bodů mezi tramvajemi, vlaky i autobusy, a také z pohledu preferenčních opatření a integrovaných informačních systémů. Zajímavá místa na exkurzi jsou ale i v Praze, Středočeském kraji či na jiných místech České republiky.

### 3) Závěrečné práce

Závěrečné práce se především zabývali optimalizací hromadné dopravy či zaváděním integrovaných systémů na určitém území. Dále se práce zabývali optimalizací uzlů VHD, ale také preferencí VHD, návazností různých druhů dopravy a řešení parkování v okolí terminálů veřejné dopravy.

Seznam závěrečných bakalářských prací v letech 2012-2022:

Rok	Autor	Název práce
2012	Adam Brázda	Možnosti rozvoje tramvajové sítě v Praze 4
	Petr Čuchal	Optimalizace dopravního spojení Sázava - Praha
	Matěj Sobota	Návrh společného IDS v Praze a Středočeském kraji
	Martin Veverka	Optimalizace přestupního uzlu Nádraží Hostivař
2013	Veronika Kolářová	Přestupní vazby mezi železnicí a ostatními druhy veřejné dopravy v Praze
	Radek Nič	Řešení příměstské dopravy v oblasti Sulice
	Martin Zachariáš	Řešení veřejné dopravy v jižní části jihlavského regionu
2015	David Koubek	Záchytná parkoviště v oblasti rozhraní Prahy a Středočeského kraje
	Martin Votava	Možnosti zatraktivnění železniční trati 122 na území Prahy
2018	Petr Pinčák	Koordinace autobusových a vlakových linek v oblasti Prahy-Západ a Kladenska
2019	Petr Jantač	Dopravní obsluha oblasti Na Slatinách v Praze 10
	Martin Kameniar	Optimalizace přestupního uzlu Bratislava - Nové Mesto
	Lucie Vlčková	Řešení přestupního uzlu Staroměstská
2020	Václav Fišer	Optimalizace vedení linek v ose Petřiny - Vypich - Nemocnice Motola
	Jan Věbr	Optimalizace provozu autobusů v době přechodu mezi denním a nočním provozem
2021	Martin Prošek	Dopravní obsluha veřejnou dopravou v měst. části Praha 21 a v okolních obcích
2022	Tomáš Bárta	Optimalizace dopravní obsluhy Dobříšska a Sedlčanska
	Michal Kareš	Analýza linkového vedení v oblasti Příbramska a Rožmitálska

Seznam závěrečných diplomových prací v letech 2012-2022:

Rok	Autor	Název práce
2012	Ladislav Kos	Využití systému sledování polohy vozidel v operativním řízení provozu
	Martin Laitl	Řešení příměstské dopravy v oblasti Kamenice
	Sabina Vávrová	Možnosti organizace a financování mezinárodní autobusové regionální dopravy v relaci Altenberg - Dubí - Teplice
2013	Jan Starec	Možnosti zlepšení dopravní obsluhy v relaci Týnec nad Sázavou - Praha
	Roman Srp	Optimalizace MHD v Ústí nad Labem
	Zdeněk Puhlovský	Optimalizace městské hromadné dopravy v Děčíně
	Vojtěch Novotný	Preference autobusů MHD v podmínkách ČR
	Lukáš Konkolský	Optimalizace přestupního uzlu Brno - Královo pole
2014	Matěj Sobota	Návrh společného IDS v Praze a Středočeském kraji
2015	Irina Gamaley	Přestupní uzel Slavia
	Veronika Kolářová	Řešení dopravní obsluhy sídliště Černý Most
	Radek Nič	Řešení přestupního uzlu veřejné dopravy v oblasti Sulice
2016	Lukáš Jůza	Řešení přestupního bodu Limuzská
	Radek Kolář	Provoz linek v oblasti Rudná - Beroun - Černošice
	Martin Zachariáš	Možnosti zavedení IDS v Kraji Vysočina
2017	Jakub Švasta	Nízkokapacitní a poptávková doprava v PID
2018	Marek Cymorek	Koordinace jízdních řádů mezi železniční a autobusovou dopravou na Jablunkovsku
	Lukáš Matta	Integrovaný dopravní systém Tatry
2021	Petr Jantač	Optimalizace MHD v Chomutově a Jirkově
	Martin Kameniar	Modernizace přestupního terminálu Liptovský Hrádok
	Lucie Vlčková	Analýza úrovně bezpečnosti v místě autobusových zastávek v extravilánu
2022	Václav Fišer	Přestavba autobusového terminálu Zličín
	Jan Věbr	Garantované návaznosti mezi autobusovými spoji pražské MHD

#### **4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů**

Vedoucí projektu mají bohaté zkušenosti z praxe, konkrétně jako projektanti dopravy u organizátorů dopravy IDSK (Integrovaná doprava Středočeského kraje) a ROPID (Regionální organizátor pražské integrované dopravy). Navíc jsou sami též absolventy ČVUT FD i přímo tohoto projektu.

V rámci projektu studenti zpracovali řadu prací, které byly později podkladem pro konkrétní opatření v praxi (například integrace nových oblastí, rozvoj železniční dopravy, řešení přestupních uzlů atd.). Řada našich absolventů našla své uplatnění u organizátorů dopravy ROPID a IDSK, někteří již v průběhu studia, a nebo na jiných místech v oblasti veřejné dopravy.

#### **Představení jednoho z absolventů**

##### **Ing. Matěj Sobota**

*projektant integrované dopravy na IDSK (Integrovaná doprava Středočeského kraje)*

Matěj Sobota po předchozí přípravě v rámci projektu Regionální integrovaná doprava obhájil v roce 2012 úspěšně svou bakalářskou práci na téma společného jednotného IDS Prahy a Středočeského kraje, vzápětí nastoupil na poloviční úvazek do ROPIDu na odbor plánování jako projektant pro oblasti Štěchovicka a Uhřetěveska. V roce 2014 pak téma integrace veřejné dopravy podrobněji rozpracoval ve své diplomové práci, kde se zaměřil na páteřní autobusové linky mezi Prahou a největšími městy ve Středočeském kraji (tehdy nezaintegrované linky).

Díky odborným znalostem a zkušenostem s integrací regionální dopravy se v roce 2017 stal jedním ze zakládajících projektantů nově vzniklého středočeského organizátora IDSK, kde k jeho původním oblastem převzatých z ROPIDu přibýlo ještě Příbramsko. Matěj se čile zapojil (většinou jako hlavní projektant) do přípravy těchto oblastí:

- 07/2016 Kralupy nad Vltavou – Mělník;
- 01/2017 Roudnicko;
- 04/2017 Sedlčansko, Novoknínsko (Sedlčany – Praha);
- 12/2017 Byšicko (Mladá Boleslav – Mělník);
- 06/2019 Příbramsko (Příbram – Praha);
- 08/2020 Kokořínsko;
- v nedávné době příprava Rožmitálska, Příbramska, Sedlčanska či Dobříšska.

#### **5) Závěr**

Projekt Regionální integrovaná doprava je správnou volbou pro všechny studenty, které zajímá veřejná doprava jako komplexní problematika. Jedná se o jediný projekt zaměřující se hlavně integraci VHD, a to ze všech úhlů. V projektu Vám budou ukázány konkrétní příklady z praxe, nikoliv pouze teoretické poučky.

Více informací naleznete na webových stránkách [www.fd.cvut.cz/projects/k612x1ri](http://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1ri), kde naleznete i pravidla pro výběrové řízení do projektu.

#### **Použitá zdroje:**

- Regionální integrovaná doprava. [www.fd.cvut.cz](http://www.fd.cvut.cz) [online]. [cit. 2022-11-06]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1ri/index.php>
- JAREŠ, Martin. Integrovaná doprava v praxi. 2016. Praha: CVUT Praha, 2016. ISBN 978-80-01-05896-1.

# ROZVOJ CYKLISTICKÉ DOPRAVY

K612 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

**Bc. Lukáš Vacka, Ing. Aneta Matysková**

## **Vedoucí projektu:**

- doc. Ing. Josef Kocourek, Ph.D.
- Ing. Bc. Jan Ondráček
- Ing. Tomáš Padělek, Ph.D.

## **1) Úvod**

Projekt „Rozvoj cyklistické dopravy“ je určený především pro studenty, kteří chtějí být součástí vzrůstajícího trendu cyklistické dopravy a rozšiřovat tento udržitelný trend dál. Jedná se především o budování bezpečné infrastruktury a celkové zlepšování podmínek pro cyklisty. Naším hlavním cílem je zvyšování podílů cyklistů v každodenním provozu, a to pomocí budování bezpečné a funkční infrastruktury. Škála uživatelů jízdního kola je velmi široká, proto je naším úkolem vytvořit funkční infrastrukturu pro všechny uživatele. I nadále se budeme snažit cyklistickou dopravu prosazovat ve svých závěrečných pracích, které se budou snažit městům a obcím otevřít oči a více podporovat udržitelnější formy aktivní mobility, což je v dnešní době velkým tématem v naší společnosti.

## **2) Činnost projektu**

Za poslední dobu došlo k velkému rozvoji cyklistické infrastruktury a vybavenosti pro uživatele cyklistické dopravy. Díky pandemické situaci došlo k vybudování mnoha cyklistických stezek, které začaly být hojně využívány. Lidé se v této době snažili co nejvíce distancovat od ostatních, a navíc v době omezení pohybu to byl jeden z možných způsobů, jak si člověk mohl udržet fyzické i psychické zdraví, než být jen uzavřen doma. Při plánování provozu cyklistické dopravy se také řeší otázka bezpečného odstavení jízdních kol. Dále pak se navrhuje rozmístění odpočívadel nebo možnost přepravy jízdního kola dopravním prostředkem veřejné hromadné dopravy. Z tohoto pohledu se cyklistům vychází vstříc, např. speciální cyklobusy v letním období, které slouží k přepravě především turistů. Všechny uvedené aspekty řeší hlavně bezpečnost cyklistické dopravy, jelikož cyklisté a pěší patří k nejzranitelnějším účastníkům silničního provozu. Jelikož stále nejsou povinné přilby pro osoby starší 18 let, musí se brát ohled na dodržení potřebné bezpečnosti.

### **2.1 Řešená problematika**

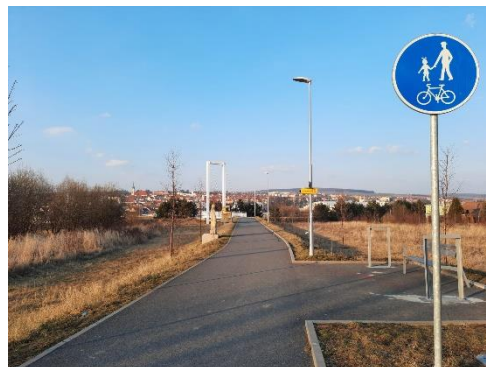
Níže jsou vypsána témata, kterými se projekt zabývá:

- Bezpečnost cyklistické dopravy;
- Vzájemný pohyb cyklistů a chodců;
- Vedení cyklistické infrastruktury v území – především náročnější body a úseky (křižovatky, zastávky VHD, jednosměrné komunikace);
- Začlenění cyklistické dopravy do územně plánovací dokumentace;
- Podpora aktivní mobility formou osvěty;
- Rozvoj sdílených služeb.

Praktické příklady dopravních úprav provedených za použití výše zmíněných bodů jsou k vidění na následujících obrázcích:



Obrázek 2.1: Příklad stezky pro chodce a cyklisty společná ve Zlíně [vlastní fotografie autorů článku].



Obrázek 2.2: Příklad stezky pro chodce a cyklisty společná v Uherském Brodě [vlastní fotografie autorů článku].

## 2.2 Potřebnost řešení dané problematiky

Jízdní kolo je ekologicky vhodným dopravním prostředkem především v osobní dopravě na krátké vzdálenosti. Nesporným přínosem cyklistické dopravy je její ekologická šetrnost, malá prostorová a finanční (provozní) náročnost. Rozvoj cyklistické dopravy s sebou přináší upevňování zdraví obyvatel a také omezování hluku a emisí škodlivých látek. Rychlost přepravy na jízdním kole je v městském prostředí s automobily srovnatelná. Nevýhodou je vyšší riziko zranitelnosti cyklisty, závislost na povětrnostních podmínkách (vítr, déšť, sníh), vyšší náročnost na fyzickou kondici a malá přepravní kapacita (zavazadla, materiál). Cyklistická doprava je snadno přizpůsobivá konkrétním podmínkám. Je však citlivá na klimatické a sklonové podmínky, náročná na co nejkratší spojení zdrojů a cílů dopravy. Rozvoji cyklistické dopravy v dnešní době nebrání ani členitý terén a cyklistická doprava se rozvíjí i v oblastech s kopcovitým terénem. Pokud Vás tedy zajímá cyklistika (resp. aktivní mobilita) nebo obecně udržitelná doprava, je tento projekt právě pro Vás. Pojďme společně vytvořit takovou infrastrukturu, která je pro cyklisty využitelná a zároveň i bezpečná.

## 2.3 Úspěchy studentů na projektu

V posledních deseti letech bylo obhájeno 20 bakalářských a diplomových prací. V uplynulém akademickém roce projekt úspěšně skončilo hned několik studentů. Je na místě poznamenat, že si vedli více než dobře. Všichni studenti, kteří šli ke státnicím, úspěšně složili závěrečné státnice. Řada našich studentů obdržela pochvalu děkana fakulty za vynikající zpracování bakalářské nebo diplomové práce. Ing. Lukáš Černý obdržel za svou práci, ve které se věnoval integraci cyklistů v křižovatce na Letné, cenu prof. Ing. Jaroslava Vlčka, DrSc. za nejlepší závěrečnou práci fakulty v příslušném roce.

### 3) Závěrečné práce nejlepších obhájených bakalářských a diplomových prací

Studenti se z drtivé většiny věnují reálným problémům měst a obcí, které velmi často vychází z podnětů zastupitelů. Mezi nejčastější práce patří analýza současného stavu cyklistické dopravy, návrh nové sítě cyklistických tras při porovnání s generelem dopravy, integrace cyklistů apod. Dále se studenti věnují tématům například studie moderních návrhových prvků, možnost automatické půjčovny a úschovny jízdních kol nebo možnost vytvoření cyklistického výtahu v dané lokalitě. Pro lepší představu, jaké konkrétní práce byly v uplynulých letech studenty řešeny jsou vidět v následující tabulce, z nichž některé byly ohodnoceny pochvalou děkana.

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
Jan Ondráček	Návrh koncepce cyklistické infrastruktury v mikroregionu Telčsko	bakalářská	2019
Stručný popis obsahové náplně: -Rešerše dostupných podkladů a metodik zaměřených na návrh cyklistických komunikací -Analýza současné organizace dopravy v mikroregionu Telčsko, porovnání stávající situace s územně plánovací dokumentací a zpracovanými záměry v oblasti cyklistické dopravy			

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
-Vyhodnocení dostupných dopravně inženýrských dat silniční dopravy -Provedení vlastních dopravních průzkumů zaměřených na cyklistickou dopravu -Návrh sítě cyklistických komunikací podle ČSN ý3 6110, TP 179 (Navrhování komunikací pro cyklisty) a v neposlední řadě také podle moderních trendů projektování cyklistické infrastruktury			
Bc. Jan Ondráček	Návrh nového vedení a uspořádání páteřní cyklistické trasy Slavonice - Jihlava	diplomová	2021
Stručný popis obsahové náplně: -Analýza stávajícího stavu cyklistické dopravy v okolí budoucí páteřní cyklistické trasy vedoucí ze Slavonic přes Dačice, Telč, a Třešť do Jihlavy a porovnání s dříve zpracovanými záměry v oblasti cyklistické dopravy pro výše uvedenou oblast předmětné cyklistické trasy -Analýza bezpečnosti silničního provozu, vč. Průzkumu dopravy zaměřeného zejména na intravilánové úseky -Návrh vhodného vedení a uspořádání opatření cyklistické trasy Slavonice – Jihlava s napojením na mezinárodní cyklistickou trasu EV 13 vedoucí do města Waldkirchen an der Thaya v Rakousku Součástí návrhu vedení cyklistické trasy bude i návrh prostorového uspořádání místních komunikací v jednotlivých problematických úsecích vybraných měst a obcí V blízkosti řešené cyklistické trasy vytipování důležitých bodů pro realizaci infrastruktury pro parkování jízdních kol			
Lukáš Vacka	Návrh koncepce cyklistických komunikací v oblasti Kutnohorska	bakalářská	2022
Stručný popis obsahové náplně: -Rešerše dostupných podkladů a metodik zaměřených na návrh cyklistických komunikací -Analýza současné organizace dopravy v oblasti Kutnohorska, porovnání stávající situace s územně plánovací dokumentací a zpracovanými záměry v oblasti cyklistické dopravy -Vytýčení zdrojů a cílů cyklistické dopravy v oblasti Kutnohorska -Vyhodnocení dostupných dopravně inženýrských dat silniční dopravy -Návrh sítě cyklistických komunikací podle ČSN 73 6110, TP 179 (Navrhování komunikací pro cyklisty) a v neposlední řadě také podle moderních trendů projektování cyklistické infrastruktury			

Možná témata závěrečných prací, kterými se prozatím nikdo nezabýval jsou například „Koncepce řešení cyklistické dopravy v Nymburce“ nebo „Studie cyklistické dopravy v Liberci“.

### 3.1 Účast projektu v grantech a projektech od roku 2010

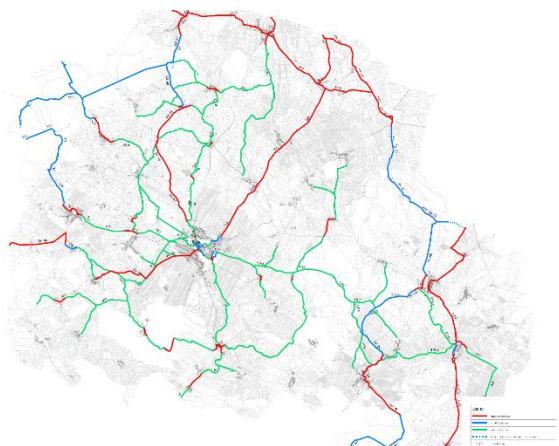
V minulosti byl dokončen projekt pod názvem „ROCY – Bezpečnost návrhových prvků pro cyklistickou dopravu“. Na základě podnětu a grantu Ministerstva dopravy ČR spolupracovalo Centrum dopravního výzkumu právě s projektem cyklistické dopravy pod hlavičkou naší fakulty. Hlavním tématem byla nabídka kvalitní a bezpečné infrastruktury, jakožto nejdůležitějšího aspektu při volbě jízdního kola jako dopravního prostředku. Někteří studenti mohou během studia využít mezinárodní konference, kde si mohou vyzkoušet řešení reálných problémů v praxi. Další příležitostí je účastnit se mezinárodních seminářů MEPS (Middle European Project Seminar), kde studenti pracují ve skupinách na problémech měst společně se studenty z Maďarska a Rakouska. Jedná se o týdenní setkání, která mají tradici od roku 1990. MEPS je zdrojem nových informací, týmové spolupráce, a to převážně se zahraničními studenty z Maďarska a Rakouska. Díky mezinárodnímu semináři se studenti mohou navzájem obohatit o cenné zkušenosti, poznatky a rozdílné přístupy k řešení dané problematiky.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

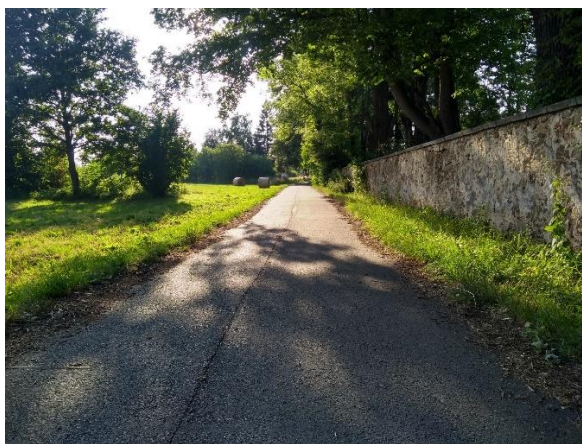
Studenti projektu se s praxí setkávají prostřednictvím kontaktu se zastupiteli obcí, městských částí nebo magistrátu. Výstupem jsou práce, které všechny řeší reálné problémy obcí, ať už se jedná o konkrétní řešení cyklistické infrastruktury nebo o generel cyklistické dopravy. Práce často slouží jako plnohodnotný podklad při další činnosti obcí nebo měst. Díky této možnosti se studenti opět posouvají blíž od teoretických znalostí získaných ve škole k praktickým zkušenostem, které pomohou zvýšit jejich náskok před ostatními absolventy při hledání zaměstnání. V některých případech se při práci na bakalářské nebo diplomové práci podaří navázat potřebné kontakty a třeba i budoucího zaměstnavatele. Součástí závěrečných prací jsou obvykle také grafické přílohy, kdy

se studenti snaží o maximální přiblížení projektantské činnosti. V tomto ohledu jsou jim nápomocni vedoucí projektu, kteří mají v oblasti bohaté znalosti a zkušenosti, které se snaží v plné míře předat studentům. Dále je možné konzultovat své dílčí výsledky s lidmi působícími ve společnostech a organizacích zabývajících se dopravními řešeními či projektováním. Díky zaměření projektu se studenti naučí práci s územně plánovací dokumentací, koncepcemi věnující se problematice cyklistické dopravy a dalšími dokumenty.

V rámci projektu Rozvoj cyklistické dopravy (12X1RC) zpracoval Ing. Jan Ondráček svou bakalářskou i diplomovou práci, která studentovi umožnila navázat potřebné kontakty a získat důležité znalosti. Student si projekt vybral především na základě uplatnitelnosti v praxi a na základě kolektivu v rámci projektu. Student již od prvního ročníku začal pracovat v malé projekční firmě ve svém rodném městě Telč, kde postupem času zjistil, že právě cyklistická doprava patří mezi velmi perspektivní oblasti projekce pozemních komunikací. Generely, studie proveditelnosti a samotná projekce stezek patří dnes k velmi žádaným a samotná angažovanost dotčených obcí roste. A i přesto, že navrhování silnic a dálnic je mezi studenty více populární, Jan Ondráček se rozhodl pro dopravu cyklistickou. Studenta zaujala představa, že se někdy bude moci projet po jeho navržených stezkách, což se již během jeho studia několikrát splnilo (viz obrázek 4.1 a obrázek 4.2) [1].



Obrázek 4.1: Schéma bakalářské práce Ing. Jana Ondráčka [1].



Obrázek 4.2: Fotografie z terénního průzkumu Ing. Jana Ondráčka [1].

Při volbě bakalářské a diplomové práce chtěl student navázat na projekty, které už pomáhal vypracovat a zaměřit se hlavně na trasování potenciálních stezek pro cyklisty a cyklotrasy v celém regionu obklopující Telč. Jak samozřejmě víme, tak cyklisti nejezdí pouze rekreačně, ale také účelově, ať už do zaměstnání, školy nebo třeba na nákup. Právě tyto vazby jsou v okolí Telče poměrně silné, protože Telč slouží jako centrum pro zhruba padesátku malých obcí v okolí. Problém současných cyklotras, které tyto obce spojují, je, že jsou v převážné části vedeny po silnicích II., III. a v některých případech i I. třídy společně s automobilovou dopravou. To je pro cyklisty nejen nepohodlné, ale hlavně nebezpečné. Honzovým cílem proto bylo vytipování tras kudy by mohli být vedeny nové stezky, kde by už mohli cyklisté bezstarostně jezdit.

Bakalářskou práci student úspěšně obhájil a v lehce pozměněné podobě byla předána městu Telč. A již dnes se na základě tohoto dokumentu projektují další stezky, které se za nedlouho stanou realitou. Právě tento viditelný a hmatatelný výsledek přijde studentovi jako ověření toho, že si tehdy v tom druhém ročníku vybral správně. Pro jeho diplomovou práci se rozhodl vypracovat zhruba 50 km dlouhou pátevní cyklotrasu krajem Vysočina z Jihlavy přes Třešť, Telč, Dačice až do Slavonic s napojením na stezku pro cyklisty vedenou do rakouského Waldkirchenu an der Thaya. V této práci se kromě trasování soustředil i na projekční úpravy v dotčených městech a obcích pro preferenci cyklistů nebo například projekce infrastruktury pro parkování kol. V dnešní době student pokračuje dál ve studiu v rámci doktorského studia a věří, že bude moci předávat své zkušenosti mladším kolegům [1].

## 5) Závěr

Projekt je určen především pro studenty, kteří mají pozitivní přístup k samotné a tvůrčí činnosti a chtějí s námi podporovat rostoucí trend aktivní mobility, resp. jízdy na jízdním kole. V průběhu semestru se seznámíte se všemi principy a možnostmi, na základě kterých v současnosti funguje cyklistický provoz. Projekt Rozvoj cyklistické dopravy zahrnuje široké pole působnosti a nespočetné možnosti pro nové podněty. Ze znalostí cyklistické infrastruktury v zahraničí (např. Nizozemsko) je zřejmé, že se infrastruktura v České republice má co dohánět.

Bližší informace lze nalézt na našich webových stránkách projektu: <https://k612.fd.cvut.cz/studentske-projekty/12x1rc-rozvoj-cyklisticke-dopravy/>.

**Použité zdroje:**

- [1] ČVUT Fakulta dopravní, Jan Ondráček. „Návrh koncepce cyklistické infrastruktury v mikroregionu Telčsko“. Praha, září 2019.



# UDRŽITELNÁ MOBILITA V PRAZE

K612 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Šárka Stručková, Antonín Forst, Joshua Jones

## Vedoucí projektu:

- Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D.
- Ing. Václav Novotný, Ph.D.
- Ing. Lukáš Tittl
- Ing. Jakub Zajíček
- Ing. Marek Zděradička

## 1) Úvod

Vážený čtenáři, v tomto článku bychom Vám rádi představili náš projekt Udržitelná mobilita v Praze. Udržitelná mobilita je způsob plánování dopravy tak, aby cestování ve městě bylo kvalitnější, pohodlnější, ekologičtější i více ekonomicky výhodné. Nepreferujeme určitý mód dopravy, ale víme, že každý mód má své výhody a cílem je tyto výhody co nejvíce využít ku prospěchu všech lidí, co se ve městě pohybují. Náš projekt funguje na základě úzké spolupráce mezi Ústavem dopravních systémů a Institutem plánování a rozvoje hlavního města Prahy (IPR). Benefitem této spolupráce je propojení studentů s odborníky z praxe. Zároveň naši vedoucí jsou absolventi fakulty dopravní ČVUT. Při pravidelných schůzkách našeho projektu vládne přátelská atmosféra a individuální přístup.

## 2) Činnost projektu

Během semestru se scházíme pravidelně téměř každý týden. Od expertů z IPR máme přednášky na témata, na které při studiu na fakultě jen tak nenarazíte či jen okrajově. Odborníci nejsou jen z kanceláře dopravní infrastruktury, ale i z jiných částí institutu. Proto se dozvíte informace o tématech jako jsou plány udržitelné mobility, veřejný prostor, architektura, aktivní mobilita, urbanismus, modrozelená infrastruktura, participace atd. Často při těchto přednáškách diskutujeme a zabrousíme i do zákulisí projektů týkajících se pražské metropole.

Mimo přednášek se také můžete těšit na exkurze či workshopy. V letním semestru 2022 jsme se společně s vedoucími prošli centrem Prahy a popovídali si, co se kde povedlo změnit nebo co se plánuje nového, v jaké fázi příprav projekty na lepší město jsou, či kde někdo snažení IPRu překazil. I s tím se bohužel naši vedoucí setkávají.

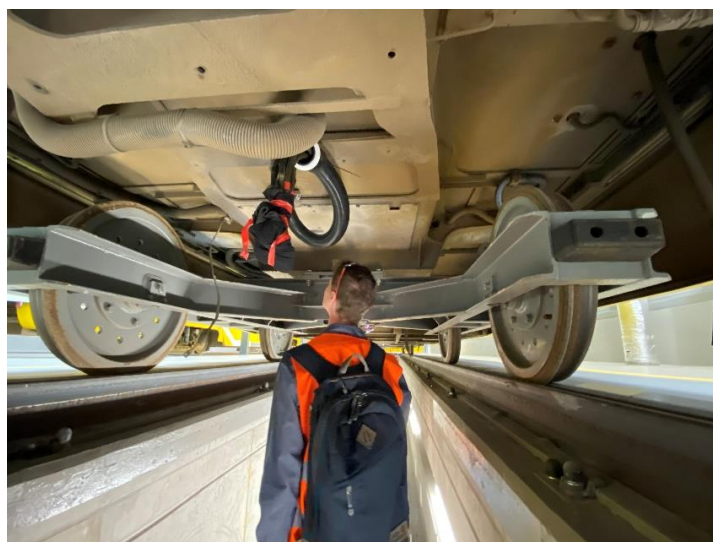
Při celodenní exkurzi jsme také navštívili výstavbu nové tramvajové vozovny v Plzni, kam jsme dojeli udržitelně vlakovou jednotkou InterJet. Stavbyvedoucí nás provedl celým areálem, podívali jsme se do míst, kam bychom se normálně nedostali, a dozvěděli jsme se mnoho zajímavých informací. Poté jsme si prohlédli s pracovníkem z Útvaru koncepce a rozvoje města Plzně (obdoba IPR) místa ve městě, co prošla nebo teprve projdou změnou. O dalších nám povyprávěl v prostorách galerie na Palubě Hamburk s výhledem na Hlavní nádraží. Paluba Hamburk je mimo jiné krásným příkladem revitalizace veřejného prostoru spjatým s dopravou, čemuž se na projektu také věnujeme. Z této exkurze jsme si odnesli také to, že i když je v názvu našeho projektu město Praha, znalosti nabyté při účasti na projektu je možné použít v jakémkoliv jiném městě.



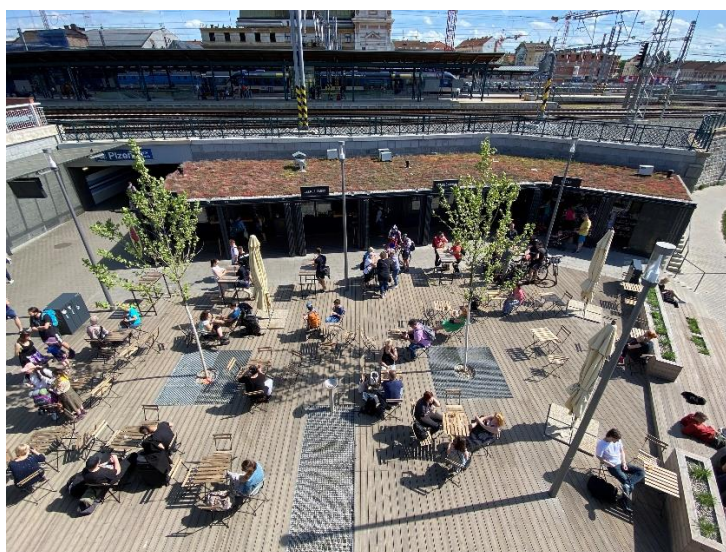
Obr. 1 Společné foto před jednotkou InterJet při exkurzi do Plzně



*Obr. 2 Společné foto na stavbě nové tramvajové vozovny v Plzni*



*Obr. 3 Dílny nové tramvajové vozovny v Plzni*



*Obr. 4 Paluba Hamburk navštívena při exkurzi v Plzni*

V budoucnu bychom rádi uspořádali další exkurze, a hlavně workshop nejen pro studenty nižších ročníků. Chtěli bychom jim tak dát příležitost nahlédnout za dveře, za kterými se tvoří lepší město, a možnost zkusit si tuto

práci na vlastní kůži. Všichni totiž chceme žít ve městech s čistými a příjemnými ulicemi, a pohybovat se snadno, bezpečně a hlavně chytře. To je náš společný cíl, který bychom rádi šířili dále.

### 3) Závěrečné práce

Studenti si svoji závěrečnou práci mohou vybrat z návrhů témat, či přijít s úplně vlastním tématem. Při psaní závěrečných prací je studentům k dispozici mnoho podpůrných materiálů, dat a samozřejmě veškerá podpora a věcné rady našich vedoucích. Níže v tabulce naleznete závěrečné práce, které byli v rámci projektu obhájené, seřazené od nejnovějších. Nyní studenti projektu pracují na svých bakalářských a diplomových pracích s názvy:

- Revitalizace ulic s tramvajovým provozem v centru Prahy
- Železniční zastávka Praha-Spořilov
- Návrh superbloku v Praze
- Možnosti rozvoje tramvajové dopravy mezi Prahou a Středočeským krajem
- Studie dopravních vazeb Prahy a přilehlého regionu po výstavbě metra D.

Za zmínku stojí bakalářská práce Tomáše Bartoše Návrh optimalizace terminálu Černý most. Během psaní práce se dostal k zajímavým datům z ROPIDu (Regionální organizátor pražské integrované dopravy), TSK Praha (Technická správa komunikací) či Magistrátu hlavního města Prahy a osobně se setkal s odborníky z ROPIDu. Mohl tak být mnohem blíže realitě a do vybraného tématu se více ponořit. Odměnou mu byl po obhájení fakt, že jeho výsledky budou použity při reálné rekonstrukci terminálu Černý most.

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
Bc. Daria Sotnikova	<b>Parkovací dům P+R Podbaba</b>	bakalářská	2022
Bc. Jakub Lípa	<b>Přesun tramvajové smyčky Bílá Hora</b>	bakalářská	2020
Bc. Tomáš Míča	<b>Provozní koncepce dálkové autobusové dopravy na území Prahy</b>	bakalářská	2020
Bc. Tomáš Bartoš	<b>Návrh optimalizace terminálu Černý most</b>	bakalářská	2020

### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Studenti jsou spjatí s praxí již od prvotního zapojení do projektu, jelikož vedoucími projektu jsou zaměstnanci IPR a také veškeré dění se odehrává přímo v budově IPR. Jsou tudíž oproti ostatním studentům fakulty obohaceni o mimofakultní zkušenosti. Výše již bylo popsáno nahlédnutí do praxe díky exkurzím a vycházkám. V rámci psaní svých závěrečných prací se studenti mohou setkat i s dalšími institucemi jako je Dopravní podnik hl. m. Prahy, ROPID, Magistrát hl. m. Prahy či konkrétní městské části. Již nyní studenti pracují ve společnostech ROPID a SUDOP Praha.

### 5) Závěr

Na projektu je místo pro studenty, které zajímá dění ve městě, chtějí se vzdělávat i v jiných oblastech, než je doprava, rádi diskutují a chtějí se podílet na inovativních nápadech pro lepší město, a nebojí se nových a v českých podmínkách neobvyklých řešení. Více informací naleznete na naší webové stránce nebo se nebojte kontaktovat kohokoliv ze studentů či vedoucích našeho projektu. Rádi Vám zodpovíme vaše případné dotazy a těšíme se na nové tváře a Vaše nápady.

Webová adresa projektu: <https://iprmobilita.wixsite.com/udrzitelnamobilita>.

#### Použité zdroje:

- Webová stránka projektu dostupná z <https://iprmobilita.wixsite.com/udrzitelnamobilita>
- Fotografie z osobního archivu

# 12X1PS – Projektování silnic a dálnic

K612 – Ústav dopravních systémů

Marek Polák, Jakub Pavkov, Karolína Honkeová

## Vedoucí projektu:

- Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D.
- Ing. Martin Höfler
- Ing. Josef Filip, Ph.D.
- Ing. Tomáš Kučera
- Ing. Tomáš Honc

## 1) Úvod

Vážení čtenáři,

Projektování silnic a dálnic 12X1PS je projekt bakalářského a navazujícího studijního programu na Fakultě dopravní ČVUT v Praze fungující pod Ústavem dopravních systémů K612. V našem projektu Vás přivítá přátelský kolektiv studentů a vedoucích z řad odborníků z projekční branže. Společně se setkáváme na velké schůzi projektu jednou za semestr, kde mezi hlavní témata programu patří zhodnocení úspěchů studentů u státních závěrečných zkoušek, kontrola stavu práce na bakalářských a diplomových pracích a jejich zadání či diskuse nad aktuální problematikou v oboru. Mnohem častěji se však my studenti domlouváme se svými vedoucími na osobních schůzkách, při kterých společně konzultujeme dosavadní postup zpracování našich závěrečných prací. Ve výběrovém řízení do projektů v bakalářském studiu pro akademický rok 2022–2023 bude do projektu 12X1PS přijato 5 studentů.

Projektování silnic a dálnic se zaměřuje zejména na využití počítačové techniky v moderním pojetí projektování a jeho hlavní oblastí zájmu je zmapovat technické možnosti softwarových projekčních produktů ve vztahu k efektivnosti projekčních prací. Softwarově se opírá o aktivní využívání produktu AutoCAD Civil 3D od firmy Autodesk, který pomáhá projektantům zejména silničních staveb se zjednodušením a zautomatizováním jejich práce. Veškeré navrhování v softwaru je dynamické, pokud tedy dojde např. ke změně vedení trasy v mapovém podkladu, provedené změny se automaticky promítnou do podélného profilu, příčných řezů, výpočtu kubatur a zemních prací, či vykreslení hmotnice. Pro studenty, kteří by se rádi naučili v programu pracovat, existuje možnost si v letním a navazujícím zimním semestru zapsat předmět vyučovaný Ing. Tomášem Honcem Projektování komunikací v Civil 3D I a II. Zároveň jde i o povinně volitelné předměty bakalářského studia pro studenty zapsané do projektu Projektování silnic a dálnic.



Obrázek 1 - Kolektiv projektu 12X1PS na exkurzi na stavbě dálnice D3

## 2) Činnost projektu

Ze studentů, kteří absolvovali studium na Fakultě dopravní a zpracování svých závěrečných prací pod naším projektem, se díky nasbíraným zkušenostem a prakticky pojatým tématům bakalářských a diplomových prací stávají skuteční odborníci ve svém oboru. Někteří dokonce sbírali úspěchy již v průběhu studia, příkladem jsou např. absolventi Ing. Jan Skočdopole nebo Ing. Luboš Thomayer, kteří v uplynulých letech uspěli v rámci soutěže Česká dopravní stavba roku.

K úspěchům studentů neodmyslitelně patří také pořádané exkurze, které umožňují propojení teoretických znalostí s reálnou problematikou z praxe a prohlubují přátelské vztahy v kolektivu na projektu. V uplynulých letech měli studenti možnost navštívit např. Středisko správy a údržby dálnic SSÚD 01 Mirošovice, které se nachází na dálnici D1 na 21. kilometru, tunel Blanka při jeho výstavbě, či dostavbu dálnice D3 v úseku Borek – Úsilné. Jednalo se o úsek s označením 0309/III Borek – Úsilné s délkou 3,150 km, který zhotovila společnost Eurovia CS, a.s. Na exkurzi modernizovaného úseku dálnice D1 Mirošovice – Kývalka měli účastníci možnost spatřit pokládku nového betonového povrchu dálnice unikátními finišery, na stavbě dálnice D3 v úseku Ševětín – Borek bylo možno vidět v praxi použití metody armování svahu, rozpracovanou stavbu ekoduktu, výstavbu jímky na zachycení ropných látek či nádrže na odvod vody z povrchu vozovky. Projekt 12X1PS nepořádá pouze program týkající se silnic či dálnic, svým studentům umožňuje i rozšíření znalostí z jiných souvisejících oborů. V minulosti proběhla např. prohlídka přehrady vodní nádrže Orlík či návštěva Brandýsa nad Labem a jeho rekonstruované náměstí. Poslední pořádanou exkurzí v listopadu roku 2022 byla započatá stavba čtvrté trasy pražského metra nedaleko stávající stanice Pankrác C. Ražby v tomto prvním úseku, který nese název I.D1a Pankrác – Olbrachtova, zhotovitelé realizují novou rakouskou tunelovací metodou. Studenti měli možnost vidět prvních pár desítek metrů budoucího dvoukolejného tunelu, prostory budoucí zastávky metra Pankrác D a počátek dvou jednokolejných tunelů.

V navazujícím letním semestru je v plánu prohlídka výstavby dálnice D4, která probíhá jako PPP projekt.



Obrázek 2 – Exkurze do metra D v úseku I.D1a Pankrác – Olbrachtova

### 3) Závěrečné práce

Studenti zpracovávají závěrečné práce na téma, které si dohodnou se svým vedoucím. Drtivá většina témat se zabývá problematiku v lokalitě, odkud student pochází. Studenti tak mají motivaci k návrhu nových dopravních řešení v místech, které znají, což přispívá k výhledovému zlepšení dopravních situací v řešených lokalitách. Po domluvě studenti mohou také obdržet návrhy témat od krajských poboček Ředitelství silnic a dálnic či odborů dopravy a silničního hospodářství jednotlivých krajů. Cílem je, aby jejich závěrečné práce mohly být v budoucnu realizovány či námětem pro další stupně dokumentace.

#### Obchvaty a přeložky silnic

Změna vedení trasy silnice, za účelem zvýšení bezpečnosti a komfortu nejen obyvatel dané obce, ale také samotných účastníků dopravy. Vyhodnocení dopravních rizik na stávajícím úseku.

#### Návrhy křižovatek

Návrhy úprav křižovatek v nehodových a nepřehledných lokalitách, které mohou být zapříčiněny špatnými rozhledovými poměry či špatnou čitelností křižovatky.

#### Úprava dopravního prostoru

Analýza současného dopravně-stavebního uspořádání místních komunikací města. Místní šetření a návrhy optimalizace stavebního uspořádání či optimalizace dopravního režimu.

#### Zklidnění dopravy

Analýza parkovací politiky města. Přesměrování dopravy z míst častého výskytu pěších. Návrhy zklidněných dopravních oblastí (například zóna 30).

#### Cyklostezky

Návrhy cyklostezek v místech, kde cyklisté mohou být ohrožováni silniční dopravou. Cyklostezky v intravilánu i extravilánu a jejich napojení na stávající síť cyklotras.

Tabulka 1 - Seznam bakalářských a diplomových prací projektu od roku 2013

Autor	Název práce	Typ práce	Rok obhájení
Bc. Radek Čech	Studie obchvatu silnice I/38 Havlíčkův Brod	DP	2013
Bc. Jana Nejeřalová	Analýza vybraných cyklistických tras v Praze a návrhy na jejich zlepšení	DP	2015
Bc. Michael Kudera	Přeložka silnice II/145 Němčice	DP	2015
Bc. Jiří Cingroš	Úpravy pro zvýšení bezpečnosti I/13 – Klášterec nad Ohří	DP	2015
Kamila Zachariášová	Studie řešení křižovatky v Jihlavě	BP	2016
Bc. Petr Krajča	Severní obchvat Uherského Hradiště	DP	2017
Daniel Dudík	Studie přeložky silnice II/101 v úseku Říčany - Škvorec	BP	2017
Jakub Nováček	Návrh dopravních úprav uliční sítě Zahradního města- Praha	BP	2017

Luboš Thomayer	Světelná signalizace jako prvek zklidnění průtahů	BP	2017
Iveta Schelleová	Cyklostezka Moravský Žižkov - Prušánky	BP	2019
Matěj Šilhán	Studie řešení křižovatky v Liberci	BP	2019
Bc. Luboš Thomayer	Zklidnění dopravy v ulici Plzeňská v Klatovech	DP	2019
Vojtěch Žondecký	Obchvat silnice I/43 okolo města Lanškroun	BP	2020
Lucie Odvodyová	Obchvat Horšovského Týna	BP	2020
Bc. Jan Skočdopole	Přestavba křižovatky I/9 Svor	DP	2020
Bc. Havlátová Eliška	Obchvat města Nymburka přeložka II/331	DP	2020
Bc. Josef Martin Čuřík	Studie ulice Brázdímská v Brandýse nad Labem	DP	2020
Bc. Pavel Vrtal	Návrh úprav vybraných úseků silnice I/13 v Libereckém kraji	DP	2020
Bc. Matěj Šilhán	Studie obchvatu města Frýdlant	DP	2021
Bc. Vítězslav Malinský	Návrh řešení novostavby západní silniční spojky v Poděbradech	DP	2022
Bc. Iveta Schelleová	Zvýšení bezpečnosti silničního provozu na silnici I/55	DP	2021
Přemysl Krejsa	Dopravní obsluha nových městských čtvrtí	BP	2021
Jakub Povolný	Hodnocení vhodnosti vybraných staveb veřejných prostranství v Praze	BP	2021
Tomáš Váňa	Obchvat obcí Věž – Skála	BP	2021
Davtian Karen	Propojení silnic D8 a I/15 v oblasti Podřipska	BP	2022
Vojtěch Dlouhý	Propojení II/117 a D5 mezi obcemi Strašice a Medový Újezd	BP	2022
Kassymzhomart Beketov	Studie úpravy ulice Za Školou v městysu Lázně Toušeň.	BP	2022

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

Projekt nabízí uplatnění u projekčních kanceláří napříč celou škálou firem v oboru dopravních staveb, především na pozici projektanta a pro další vyšší řídicí funkce v dopravním stavitelství. Nejvýraznější je spolupráce s firmou Pudis a.s., která spolupracuje přímo s projektem a zabývá se projekční a průzkumnou činností v oblasti především silničních staveb. Společnost vede absolvent projektu Ing. Martin Höfler na pozici generálního ředitele. Dále mají absolventi příležitost se uplatnit například v každé z dceřiných společností skupiny SUDOP group a.s., jejíž pobočky sídlí napříč Českou republikou. Znalosti z projekce silničních staveb lze uplatnit téměř v každém krajském městě, výčet uplatnění našich absolventů se nachází v tabulce níže. Co se týče získání zkušeností z praxe studujících studentů, pak je možné uplatnit se v oboru již od 4. semestru, kdy spolupráci nabízí například firmy DIPRO s.r.o. nebo již zmiňovaný Pudis a.s.

Tabulka 2: Výčet uplatnění v rámci projektu

<b>Ing. Tomáš Honc</b>	<b>Pudis a.s.</b>
<b>Ing. Martin Höfler</b>	<b>Pudis a.s.</b>
<b>Bc. Vojtěch Dlouhý</b>	<b>NDCon s.r.o.</b>
<b>Bc. Tomáš Váňa</b>	<b>Pudis s.r.o.</b>
<b>Bc. Kasymzhormart Beketov</b>	<b>STAVplan-CZ s.r.o.</b>
<b>Ing. Matěj Šilhán</b>	<b>Pudis s.r.o.</b>
<b>Jakub Pavkov</b>	<b>ZENKL CB, spol s.r.o</b>
<b>Ing. Tomáš Kučera</b>	<b>M-SILNICE a.s.</b>
<b>Karolína Honkeová</b>	<b>DIPRO, spol s.r.o.</b>
<b>Marek Polák</b>	<b>Projekce Ing. Šír s.r.o., Pudis a.s.</b>

## 5) Závěr

Vážení čtenáři,

děkujeme Vám za přečtení našeho článku o projektu Projektování silnic a dálnic. Pokud se rozhodnete stát se součástí našeho projektu a našimi kolegy, pak věříme, že pod vedením našich zkušených vedoucích budete spokojeni nejenom se svými studijními a karierními výsledky, ale že vzpomínky a zkušenosti z našeho projektu pomohou překonat těžké chvíle ve Vašem osobním životě.

Jsme pevně přesvědčeni o tom, že dlouhá historie našeho projektu dokládá naše slova v odstavci výše, a že může být symbolem úspěchu, kterého se můžete stát součástí. Pokud jste se rozhodli pro jiný projekt nebo zcela jiné zaměření, tak Vám děkujeme za projevení zájmu o naši problematiku a přejeme Vám šťastnou volbu a hodně štěstí ve Vašem karierním, studijním a osobním životě.

Některé informace byly čerpány ze stránek projektu 12X1PS, v odkazu níže se můžete dozvědět podrobnější informace o Projektování silnic a dálnic:

*Projektování silnic a dálnic. In: Projektování silnic a dálnic s využitím počítačové techniky [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-11-5]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1ps/>*

<https://dspace.cvut.cz/>

Posuzoval: Ing. Tomáš Honc



# BEZPEČNOST DOPRAVY A PROJEKČNÍ NÁVRHY ÚPRAV KE SNÍŽENÍ NEHODOVOSTI

## K612 – ÚSTAV DOPRAVNÍCH SYSTÉMŮ

Kryštof Kaše, Jiří Kosina

### Vedoucí projektu:

- Ing. Zuzana Čarská, Ph.D.
- Ing. David Hudec
- Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D.
- Ing. Bc. Karolína Moudrá
- Ing. Bc. Iva Šturmová, Ph.D.

## 1 Úvod

Projekt 12X1BN a 12X2BN Bezpečnost dopravy a projekční návrhy úprav ke snížení nehodovosti je jedním z projektů Ústavu dopravních systémů (K612) a nabízí každoročně několik míst pro studenty bakalářského (specializace DOS) a navazujícího magisterského studia (studijní obor DS) nejen v Praze, ale (v případě bakalářského studia) také na pracovišti v Děčíně [1].

Vedení bakalářských i diplomových prací zajišťují Ing. Zuzana Čarská, Ph.D. a Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D. formou nepravidelných individuálních konzultací dle časových možností studenta i svých vlastních.

Hlavní náplň projektu odpovídá jeho názvu – dle svých internetových stránek [2] se zabývá především stavebně dopravními opatřeními, kde se uplatní různé typy projekčních prvků ke snížení nehodovosti (zklidňovacích opatření) na mezikřižovatkových úsecích i v úrovnových křižovatkách pozemních komunikací v intravilánu i extravilánu. Nedílnou součástí toho jsou i návrhy infrastruktury pro pěší a cyklistickou dopravu se zaměřením na ochranu těchto zranitelných účastníků provozu.

## 2 Činnost projektu

Většina činnosti studentů na projektu spočívá v konzultacích a tvorbě své vlastní vysokoškolské závěrečné práce, která se může věnovat mnoha různým tématům – viz následující kapitola. Společným jmenovatelem většiny prací je zájem o zvýšení bezpečnosti provozu, zklidnění a humanizaci řešených lokalit a zvýšení kvality veřejného prostoru. Veškerá problematika je tak v souladu s hlavním dlouhodobým cílem zvyšování bezpečnosti dopravy v Česku, kterým je dosažení Víze 0, spočívající v nulovém počtu zemřelých a těžce zraněných v souvislosti s provozem na českých silnicích [3].

Konkrétní zpracovávaná témata prací mohou být značně odlišná. Příklady řešených problémů jsou uvedeny v následujícím seznamu [2]:

- Vjezdy do zón 30, obytných a pěších zón, do zastavěných oblastí – vjezdové brány
- Návrhy řízených a neřízených křižovatek včetně turbookružních nebo miniokružních
- Dopravně stavební úpravy zastávek MHD a jejich okolí

- Návrhy dopravních a stavebních úprav pro cyklisty
- Vyhodnocení dopravních průzkumů zaměřených na zklidňovací opatření a opatření pro zvýšení bezpečnosti chodců a cyklistů, zjišťování účinnosti těchto opatření
- Návrhy bezbariérových pěších tras
- Analýza bezpečnosti dopravy ve vymezeném území

Vybraní studenti projektu se také každoročně účastní několikadenní konference City & Traffic [2], která se v letošním roce (2022) po dvouleté přestávce vyvolané pandemií konala ve slovinském Mariboru. V rámci této konference pracují studenti v mezinárodních týmech na návrhu řešení určené a z hlediska bezpečnosti dopravy problematické lokality v pořadatelském městě a poslední den konference pak prezentují výsledky své práce. Účast na konferenci poskytuje studentům jedinečnou možnost poznat projekční praxi v zahraniční i navázat vztahy se studenty i vyučujícími předních evropských vysokých škol. Obrázek 1 zachycuje Jana Šátka, úspěšného absolventa projektu a FD ČVUT, při práci na úloze na konferenci v rakouském městě Tulln an der Donau v roce 2018.

Mimo tvorby vlastní závěrečné práce a účasti na konferenci City & Traffic se studenti projektu příležitostně účastní dopravních průzkumů nebo místních šetření v zajímavých lokalitách.



Obrázek 1 – Konference City & Traffic, Tulln an der Donau, Rakousko, 2018

### 3 Závěrečné práce

Seznam všech závěrečných prací byl uspořádán do formy dvou tabulek rozdělených dle příslušné vedoucí – Ing. Zuzany Čarské, Ph.D. (tabulka 1) a Ing. Bc. Dagmar Kočárkové, Ph.D. (tabulka 2). V obou tabulkách je uveden kromě názvu závěrečné práce (bakalářské, nebo diplomové) i rok obhajoby a jméno jejího autora. Zohledněny jsou všechny závěrečné práce obhájené mezi roky 2013 a 2022 dle soukromých záznamů příslušné vedoucí a [4].

Z přehledu závěrečných prací v obou tabulkách je zřejmé výrazně převládající zaměření obhájených prací na problematiku projekčních úprav problematických lokalit především z hlediska bezpečnosti dopravy, jak bylo naznačeno již v předchozích kapitolách. To ovšem neznamená, že není možné v rámci projektu zpracovat a úspěšně obhájit závěrečnou práci s více teoretickým tématem – příkladem může být bakalářská práce Pavla Koláře z roku 2018 pod vedením Ing. Bc. Dagmar Kočárkové, Ph.D. na téma zjišťování výhledu z vozidla.

Umístění řešených lokalit v závěrečných pracích zaměřených na projekci dává tušit, že autory mnohých z nich nejsou jen studenti z Prahy, ale také z děčínského pracoviště, kde (ovšem ne výlučně) působí jako vedoucí Ing. Bc. Dagmar Kočárková, Ph.D.

Tabulka 1 – Obhájené závěrečné práce na projektu 12X1BN a 12X2BN pod vedením Ing. Zuzany Čarské, Ph.D. v letech 2013 až 2022

Typ práce	Název	Obhajoba	Autor
Bakalářská	Návrh alternativní podoby křižovatky ulic Lidická a Dolní v Havlíčkově Brodě	2013	Martin Novotný
Diplomová	Analýza bezpečnosti dopravy v oblasti Prahy 2, 3 a 10	2014	Bc. Jiří Dobeš
Diplomová	Studie návrhu stavebně dopravních úprav průtahu silnice II/242 č. obcí Roztoky	2014	Bc. Jiří Blažek
Diplomová	Návrh dopravně bezpečnostních opatření ve vymezeném území Prahy 5	2014	Bc. Lucie Slámová
Diplomová	Úprava stavebního uspořádání páteřní komunikace na sídlišti Bohnice v Praze	2015	Bc. Miroslav Brázda
Bakalářská	Dopravně zklidňovací opatření pro bezpečnou cestu do školy v Praze-Ďáblicích	2015	Michal Peterka
Diplomová	Návrh dopravního zklidnění vybrané části obce Hovorčovice	2016	Bc. Lukáš Brzek
Diplomová	Návrh nového řešení světelně řízené úrovně křižovatky Střelnická x Ďáblická	2019	Bc. Jiří Splítek
Bakalářská	Návrh nového uspořádání křižovatky městského průtahu v Pelhřimově	2019	Jan Šátek
Bakalářská	Humanizace prostoru Masarykova náměstí v Žamberku	2019	David Hudec
Bakalářská	Návrh nového uspořádání křižovatky v obci Sedlec u Českých Budějovic	2019	Anastázie Ševčíková
Diplomová	Technická studie jihovýchodního úseku Hostivařské spojky	2021	Bc. Jan Šátek
Bakalářská	Návrh nového uspořádání křižovatky Sulická – Pod Višňovkou v Praze	2022	Jiří Kosina
Bakalářská	Humanizace prostoru ulice Dobrovského a přilehlého okolí ve Vysokém Mýtě	2022	Petr Kašpar
Bakalářská	Návrh alternativního řešení vybraných křižovatek na silnici č. 113 v Českém Brodě	2022	Kryštof Kaše

Tabulka 2 – Obhájené závěrečné práce na projektu 12X1BN a 12X2BN pod vedením Ing. Bc. Dagmar Kočárkové, Ph.D. v letech 2013 až 2022

Typ práce	Název	Obhajoba	Autor
Bakalářská	Studie řešení křižovatky silnice I/15 s místní komunikací	2013	Petr Dražný
Bakalářská	Studie řešení křižovatky U Cihláře – Chotěbořská v Havlíčkově Brodě	2013	Pavel Hospodka
Bakalářská	Zvýšení bezpečnosti chodců v oblasti zastávky U Matěje v Praze	2013	Michal Ipser
Diplomová	Studie křižovatky v Přelouči	2013	Bc. Jan Hampl
Diplomová	Návrh řešení dopravy v Buštěhradu	2013	Bc. Ondřej Kodras
Diplomová	Posouzení častých nedostatků okružních křižovatek Trutnovska	2013	Bc. Matěj Malý
Diplomová	Návrh opatření ke zvýšení bezpečnosti dopravy v oblasti Prahy 2, 3 a 10	2013	Bc. Jiří Novák
Diplomová	Úprava a zvýšení bezpečnosti na křižovatce v Praze 5	2013	Bc. Alena Štemberová
Bakalářská	Studie řešení křižovatky K Ládví – Ústecká v Praze 8	2014	Veronika Benešová

Bakalářská	Studie řešení dopravy v Zábřehu	2014	Barbora Dvořáková
Bakalářská	Řešení průtahu silnice I/13 v Děčíně	2014	Radek Masár
Bakalářská	Dopravní řešení I/13 – Folknářská spojka v Děčíně	2014	Marek Onik
Bakalářská	Návrh úprav ulice Dobiášova v Liberci	2014	Adolf Prokůpek
Bakalářská	Dopravní řešení I/15 – Litoměřice v lokalitě Kocanda	2014	Lukáš Ptáček
Bakalářská	Studie řešení dopravy v ulici Sociální Péče v Ústí nad Labem	2014	Petr Šalda
Bakalářská	Studie úprav Hostivařského náměstí v Praze	2014	Radim Šíma
Bakalářská	Studie úprav křižovatek pod Větruší v Ústí nad Labem	2014	Jiří Valenta
Diplomová	Studie řešení dopravy ve Vrbně pod Pradědem	2014	Bc. Dagmar Juříková
Diplomová	Revize průtahu silnice I/34 v Hlinsku	2014	Bc. Aneta Leierová
Diplomová	Studie řešení dopravy v Humpolci	2014	Bc. Ondřej Novák
Bakalářská	Studie řešení dopravy v ulici Tyršova v Trmicích	2015	Tomáš Oubrecht
Diplomová	Studie řešení dopravy v Praze 12	2015	Bc. Zuzana Cejzlarová
Diplomová	Úpravy pro zvýšení bezpečnosti I/13 – Klášterec nad Ohří	2015	Bc. Jiří Cingroš
Diplomová	Studie řešení úprav průtahu silnice I/38 v Havlíčkově Brodě	2015	Bc. Pavel Hospodka
Diplomová	Studie řešení dopravy v Krupce	2015	Bc. Jaroslav Liška
Diplomová	Zklidnění dopravy v ulici Topolová	2015	Bc. Jan Míšek
Diplomová	Návrh úprav úseku ulice Hornoměřolská	2015	Bc. Michal Skalický
Bakalářská	Studie řešení křižovatky v Přerově	2016	Lenka Králíková
Bakalářská	Řešení dopravy v klidu v části Prahy 13	2016	Ondřej Mikláš
Bakalářská	Studie řešení křižovatky v Jihlavě	2016	Kamila Zachariášová
Diplomová	Studie řešení průtahu silnice I/13 v Děčíně	2016	Bc. Radek Masár
Diplomová	Studie řešení úseku silnice I/15 v Litoměřicích	2016	Bc. Lukáš Ptáček
Diplomová	Studie řešení křižovatky na silnici I/14 u Dobrušky	2016	Bc. Jiří Valenta
Bakalářská	Návrh řešení bezbariérových tras v Mostě	2017	Tereza Dalecká
Bakalářská	Návrh úprav křižovatky ulic Míčova a Táborská	2017	Roman Dostál
Bakalářská	Návrh úprav pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu v Českém Brodě	2017	Viktor Drchota
Bakalářská	Studie řešení křižovatky v Ústí nad Labem	2017	Martin Novák
Diplomová	Studie úprav ulice Masarykova v Ústí nad Labem	2017	Bc. Petr Šalda
Diplomová	Návrh úprav v oblasti Malešického náměstí v Praze 10	2017	Bc. Radim Šíma

Bakalářská	Studie řešení dopravy v části obce Hostomice	2018	Jakub Hejl
Bakalářská	Zjišťování rozhledu řidiče z vozidla	2018	Pavel Kolář
Bakalářská	Propojení obcí Želenice a Bílina pro cyklistickou dopravu	2018	Pavel Tempel
Diplomová	Studie řešení dopravy v klidu v Soběslavi	2018	Bc. Ondřej Mikláš
Diplomová	Studie úprav Klíšské ulice v Ústí nad Labem	2018	Bc. Tomáš Oubrecht
Diplomová	Návrh cyklistických tras v Telči	2018	Bc. Kamila Zachariášová
Diplomová	Studie dopravy na průtahu města Osek	2019	Bc. Tereza Dalecká
Diplomová	Koncepce řešení bezpečnosti dopravy v Třebíči	2019	Bc. Roman Dostál
Diplomová	Studie řešení dopravy v obci Břežany II	2019	Bc. Viktor Drchota
Bakalářská	Analýza bezpečnosti pěší dopravy ve městě Sušice	2020	Daniel Mirtl
Diplomová	Analýza dopravně bezpečnostních rizik na silnici I/22 v Plzeňském kraji	2020	Bc. Tomáš Kohout
Bakalářská	Studie řešení křižovatky Dubská x Rokycanova v Teplicích	2022	Tomáš Lichtenberg
Diplomová	Návrh úprav vybraných mimoúrovňových křižovatek	2022	Bc. Tomáš Novotný

#### 4 Spolupráce s praxí a uplatnění studentů

Nejčastějším místem uplatnění studentů projektu jsou i vzhledem k přehledu obhájených závěrečných prací projekční kanceláře, případně mohou najít své pracovní místo například na odborech dopravy městských úřadů. Někteří studenti také po absolvování navazujícího magisterského studia dále pokračují ve studiu na FD ČVUT v doktorských studijních programech.

To je případ například Ing. Davida Hudce, který je v současné době doktorandem Ústavu dopravních systémů a také se spolupodílí na vedení studentů projektu. Zároveň pracuje jako projektant v projekční kanceláři DOPRAVNÍ A INŽENÝRSKÉ PROJEKTY (DIPRO) spol. s r.o. Mezi další současné doktorandy, kteří byli studenty projektu 12X1BN anebo 12X2BN, patří Ing. Roman Dostál (doktorand Ústavu dopravních systémů) a Ing. Tomáš Kohout (doktorand Ústavu soudního znalectví v dopravě) [1].

Jako dalšího úspěšného absolventa projektu lze jmenovat Ing. Tomáše Petra, který své studium zakončil úspěšnou obhajobou diplomové práce na téma Studie dopravního a stavebního řešení průtahu silnice I/2 v obci Miskovice v roce 2008. V roce 2013 si založil vlastní projekční kancelář s názvem Ing. Tomáš Petr (dnes PETRPROJEKT s.r.o.), kde dodnes působí jako jednatel [5].

Mezi úspěšné absolventy projektu se poněkud neskromně mohou zařadit i oba autoři tohoto článku, neboť také již našli uplatnění v praxi, a to v projekčních kancelářích PUDIS a.s., respektive D-PLUS PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ a.s.

## 5 Závěr

Práce na projektu a na našich bakalářských pracích nám oběma přinesla mnoho užitečných zkušeností, pro které bezpochyby najdeme v praxi hojně využití. Naučili jsme se samostatnosti, ale zároveň ani nebát se říct si o radu, je-li to potřeba. Naučili jsme se trpělivosti a svědomitosti při práci, na které nám záleží. V neposlední řadě jsme aplikovali mnoho ze studií získaných znalostí a některé – například realizace dopravních průzkumů – jsme si i na vlastní kůži vyzkoušeli.

Na závěr článku bychom rádi vyjádřili přesvědčení, že projekt bude úspěšně pokračovat ve své činnosti i v budoucnu a že se podaří získat mnoho nových nadějných studentů, aby dále šířili důležitou myšlenku bezpečnosti dopravy. Pro další informace o našem projektu doporučujeme navštívit jeho internetové stránky <https://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1bn>.

## 6 Použité zdroje

- [1] ČVUT V PRAZE FAKULTA DOPRAVNÍ. ČVUT v Praze Fakulta dopravní. *Fakulta dopravní* [online]. 30. říjen 2022 [vid. 2022-10-30]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/>
- [2] *Projekt Bezpečnost dopravy a projekční návrhy úprav ke snížení nehodovosti* [online]. 30. říjen 2022 [vid. 2022-10-30]. Dostupné z: <https://www.fd.cvut.cz/projects/k612x1bn>
- [3] ŠALDA, Michal a Radomír PUCHEL. *Platforma VIZE 0* [online]. 30. říjen 2022 [vid. 2022-10-30]. Dostupné z: <https://www.platformavize0.cz/>
- [4] ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. *Digitální knihovna ČVUT* [online]. 30. říjen 2022 [vid. 2022-10-30]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/>
- [5] CACEK, František. *PETRPROJEKT | Projekční činnost v oboru dopravní stavby*. [online]. 30. říjen 2022 [vid. 2022-10-30]. Dostupné z: <https://petrprojekt.com/>

# Logistika v souvislostech

K617 – Ústav Logistiky a managementu dopravy

Ing. Eliška Glaserová, M. E., Ing. Lucie Vicherková,  
doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.

## Vedoucí projektu:

- doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.
- Ing. Eliška Glaserová, M. E.
- Ing. Lucie Vicherková

## 1) Úvod

Projekt je otevřen všem studentům se zájmem o logistická témata. Jeho cílem je zasadit logistiku a moderní logistické trendy do kontextu současného světového dění. Studenti jsou vedeni k osvojení základů vědecké práce, které využijí při psaní bakalářské práce i dalším studiu. Projekt vznikl v říjnu 2019.

Hlavním cílem projektu je nalezení vhodného a zajímavého tématu pro závěrečnou práci. V rámci projektových schůzek je řešena problematika různých oblastí logistiky a nové logistické trendy na národní i mezinárodní úrovni logistického řetězce. V prvním semestru slouží projektové schůzky zejména k získání přehledu o tom, co studenta baví a zajímá, a čemu by se rád věnoval v bakalářské, případně diplomové, práci. Vedoucí klade důraz na důkladné rozpracování tématu, aby následné zpracování a výstup závěrečné práce byly přínosem především ze strany odbornosti. Během hledání a formování tématu se projektové schůzky konají jednou za 14 dní. Později, po zadání práce, jsou schůzky projektu plánované jednou týdně. Tyto schůzky slouží jednak ke sledování progresu studenta, ale i pravidelným konzultacím a diskusím, takže se student neocitne na delší dobu ve slepém místě, odkud si neví rady dál.

## 2) Činnost projektu

Projekt Logistika v souvislostech se zaměřuje na oblasti úzce spojené s naším každodenním životem. Vedle mezinárodní logistiky jsou řešena i témata distribučního řetězce či skladového hospodářství. A právě tyto oblasti jsou součástí života každého z nás. Každý si jistě někdy objednal balíček, který byl druhý den doručen kurýrem na místo zvolené při objednávce. Domů, do práce nebo do jednoho z pick up pointů? A dokonce jste „vašeho“ kurýra mohli sledovat na mapě? Všechny tyto procesy musí být podloženy kvalitním logistickým procesem a moderními technologiemi. Optimalizace, nová řešení a návrhy, implementace moderních technologií, využití simulačních nástrojů a mnoho dalšího je to, co na projektu Logistika v souvislostech děláme. Díky tomu, že logistika je součástí snad každého businessu dnešního světa, můžeme spolupracovat s velkým množstvím firem a pracovat na reálných tématech a projektech. Díky spolupráci s firmami jako Alza.cz, Škoda Auto či Travel Service mohly vzniknout zajímavé a implementovatelné závěrečné práce. Studenti dostali možnost pracovat s reálnými daty a vzdělali se o postupech a procesech, které jsou již v průmyslu zavedeny a používány.

Další činností projektu je i spolupráce s americkou univerzitou UTEP (University of Texas at El Paso) v El Pasu. Spolu s týmem z texaské univerzity studenti řešili problematiku chytré hranice a zabývali se chytrými řešeními v rámci hraničního přechodu z Mexika do Spojených států. Tato spolupráce umožňuje získat zkušenost týkající se mimoevropské logistiky a získat tak trochu jiný úhel pohledu na danou oblast problematiky.

V minulosti byla v rámci projektu rovněž řešena témata, která se zaměřovala na potřeby společnosti Alza.cz v oblasti optimalizace procesu distribuce či nalezení vhodného softwarového nástroje pro modelování a simulaci distribučního řetězce. Ve spolupráci s další velkou společností, konkrétně se Škoda Auto, vznikla diplomová práce, která se zabývala problematikou logistických emisí CO<sub>2</sub>, problematikou globálního oteplování a skleníkového efektu.

V rámci projektu vznikla i práce zaměřující se na přesun nákladní přepravy na železnici, což je téma, které je stále aktuální, a ne jeden dopravní expert se k němu vrací.

V současné době studenti na projektu řeší např. problematiku zásobování náhradními díly pro vrtulníky Bell nebo alternativní logistické trasování s ohledem na ruskou vojenskou agresi vůči Ukrajině.

Studenti mají možnost zapojit se do řešení běžících vědeckovýzkumných projektů, v současnosti se jedná o projekt H2020 STORM „Smart freight TranspOrt and logistics research Methodologies“.

Do budoucna se projekt Logistika v souvislostech bude nejen snažit spolupracovat s univerzitou ve Spojených státech, ale zejména nadále podporovat spolupráci s firmami a docílit tak vytvoření přínosných a věcných témat pro závěrečné práce.

### 3) Závěrečné práce

Níže uvedený výčet zahrnuje výběr bakalářských a diplomových prací studentů na projektu od roku 2019, kdy projekt vznikl. Jsou uvedeny i dvě závěrečné práce řešené v období těsně před vznikem projektu, které tematicky do logistické problematiky patří.

#### Bakalářské práce

- **Využití technologie pick by voice v podmínkách logistiky společnosti Alza.cz** (zpracováno ve spolupráci s Alza.cz)  
Práce se zabývá technologií Pick by Voice a její využití pro nanášení v podmínkách společnosti Alza.cz a. s., díky které by bylo možné zefektivnit proces vychystávání. Autor v bakalářské práci popisuje hardware i software řešení Pick by Voice a analyzuje efektivnost řešení vůči aktuálnímu řešení nanášení mobilními terminály v Alze. V bakalářské práci je popsán návrh řešení autora. Kromě návrhu dílčího procesu nanášení pomocí technologie Pick by Voice je popsán i návrh reorganizace lokací a počtu produktů na nich umístěných.
- **Výběr vhodného SW pro simulaci logistického řetězce v Alza.cz** (zpracováno ve spolupráci s Alza.cz)  
Práce se zabývá nalezením vhodného simulačního softwaru pro modelování distribučního řetězce, resp. toku zboží skladem, které by společnosti Alza.cz dokázal optimalizovat logistické procesy podniku. V praktické části jsou zkoumány čtyři programy pomocí SWOT analýzy a ve finální fázi jsou mezi sebou porovnány na základě jejich vlastností a podpůrných služeb poskytovaných vývojáři. Na základě provedené analytické práce autor závěrem doporučuje jeden ze zkoumaných softwarů jako vhodný pro simulování distribučního řetězce a jeden jako vhodný k univerzálnímu simulování skladových procesů.
- **Využití RFID technologie v logistice firmy Alza.cz** (zpracováno ve spolupráci s Alza.cz)  
Předmětem bakalářské práce je návrh možného využití RFID technologie v rámci logistiky firmy Alza.cz a.s. V průběhu této práce jsem shrnul technické možnosti RFID technologie v porovnání s čárovými kódy a následně navrhl možné varianty využití a implementace do chodu společnosti. K těm jsem dodal jejich benefity, úskalí, vhodné komponenty s nastíněním průměrných cen a celkové shrnutí. Následně jsem varianty mezi sebou porovnal a dodal osobní pohled na reálnost zavedení technologie do logistiky firmy.
- **Role námořní dopravy v migraci z Evropy do USA v 19. století**  
Předmětem závěrečné bakalářské práce je analýza role námořní dopravy v migraci z Evropy do USA v období od poloviny 19. století do propuknutí První světové války. Jejím cílem je podat přehled o zaoceánských plavbách migrantů ve zmiňovaném období. Práce popisuje vývoj a průběh cesty do USA ve vybraných rocích zvoleného období, včetně nákladů, převedených na současnou hodnotu. Následně se rozvádí doprava přistěhovalců po americkém vnitrozemí.

#### Diplomové práce

- **Zavedení služby same day delivery pro společnost Nespresso** (zpracováno ve spolupráci s Nespresso)  
Předmětem této diplomové práce je návrh, realizace a zhodnocení nové doručovací služby vytvořené pro společnost Nestlé s. r. o., divize Nespresso. V práci je provedena analýza současně dostupných doručovacích služeb na českém trhu a na základě zkušeností ze zahraničních trhů vytvořen návrh služby. Následuje představení procesů nutných pro spuštění a provoz služby a detailní popis celého logistického řetězce včetně identifikace slabých míst a ekonomického zhodnocení. V závěru se práce věnuje zhodnocení pilotního provozu služby a návržení budoucího rozvoje.



- **Benchmarking logistických projektů ve ŠKODA Auto z hlediska emisí CO<sub>2</sub>**  
Diplomová práce se nejprve zabývá problematikou emisí CO<sub>2</sub>, problematikou logistických emisí CO<sub>2</sub>, problematikou globálního oteplování a skleníkového efektu. Dále se čtenář v teoretické části může seznámit s přístupem k logistickým emisím CO<sub>2</sub>, a to nejprve z pohledu EU, dále pak z pohledu dvou států, a to České republiky a Německa a v neposlední řadě pak z pohledu čtyř značek. V dalších kapitolách teoretické části se čtenář může dozvědět o reportingu logistických emisí CO<sub>2</sub> interní ceně emisí či o redukcí emisí. V předposlední kapitole teoretické části se zaměřuji na metodiku výpočtu emisí CO<sub>2</sub> a ukazatele, které se v rámci výpočtu ať už logistických emisí CO<sub>2</sub> či pouze emisí CO<sub>2</sub> sledují. Poslední kapitola teoretické části je věnována projektům šesti automobilových společností, které snižují logistické emise CO<sub>2</sub>. Jeden z projektů je následně rozpracován v součinnosti s automobilkou ŠKODA v praktické části této diplomové práce. Cílem projektu je snížení logistických emisí CO<sub>2</sub> tak, že v rámci jednoho nákladního vozidla je možno v jeho nákladovém prostoru přepravovat jak osobní vozidla, tak i díly či jiné komponenty. V praktické části je také u konkrétního transportu pro automobilku ŠKODA vypočítána úspora logistických emisí CO<sub>2</sub> a finanční úspora pro provozovatele nákladního vozidla v rámci jedné jízdy. Praktická část je zakončena výpočtem návratnosti investice v měsících.
- **Analýza skladových zásob a nastavení řízení zásob pro společnost Travel Service (zpracováno ve spolupráci s Travel Service)**  
Předmětem diplomové práce "Analýza skladových zásob a nastavení řízení zásob pro společnosti Travel Service" je vytvořit interní metodiku za pomoci metody ABC a XYZ analýzy, která umožní lepší vyhodnocování stavu skladových zásob, jejich řízení a kontrolu a v této souvislosti představit problematiku řízení skladových zásob letadlových náhradních dílů obecně v letectví i v prostředí největší české aerolinky Travel Service.
- **Návrh modelu spolupráce mezi silniční a železniční nákladní dopravou v ČR**  
Předmětem této práce je analýza současných problémů nákladní dopravy v České republice. Na základě této analýzy navržení modelu ideální spolupráce silniční a železniční nákladní dopravy, vyhodnocení hybných sil s vlivem na nákladní dopravu a vytvoření scénářů popisujících možné budoucnosti podle vývoje hybných sil.

#### 4) Spolupráce s praxí a uplatnění absolventů

V roce 2019 byla navázána spolupráce s Alza.cz, která třem studentům – bakalářům – umožnila kromě zpracování praktického tématu také stáž ve společnosti s možností následného nástupu na part-time pracovní pozici. Dlouhodobě běží spolupráce se ŠKODA Auto, která každoročně vypisuje témata závěrečných prací a možnosti stáží.

#### 5) Závěr

Projekt Logistika v souvislostech dokazuje, proč nese právě tento název. Projektově vedená výuka s cílem kvalitní, odborné a zajímavé závěrečné práce těží především z možnosti spolupráce se společnostmi z oblasti průmyslu, které jsou na logistice postavené. Logistický řetězec je základní stavební kostkou většiny businessů dnešní doby. Práce na tomto projektu vám umožní podílet se na reálných projektech s reálnými firmami s vidinou reálně aplikovatelných výsledků vaší práce.

V případě jakýkoliv dotazů ohledně projektu se neváhejte obrátit na vedoucího projektu pana docenta Tomáše Horáka:

**doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.**  
vedoucí Ústavu logistiky a managementu dopravy  
[horaktom@cvut.cz](mailto:horaktom@cvut.cz)

# Floppy logika – nový nástroj pro inteligentní systémy

K611 – Ústav aplikované matematiky

Pavel Provinský

## Vedoucí projektu:

- Pavel Provinský

Odkaz na webové stránky projektu: <https://floppylogic.cz>

## 1. Úvod

Historii floppy logiky začněme v roce 1920, kdy Jan Łukasiewicz (1878–1956) napsal první, pouze dvoustránkový článek o trojhodnotové logice [1]. Jednalo se o první vícehodnotovou logiku vůbec.

Vícehodnotová logika pak prožívala období většího i menšího rozkvětu, stěžejní byl rok 1965, kdy Lotfi Zadeh (1921-2017) vydal první článek o fuzzy logice [2]. Fuzzy logika zaznamenala obrovský úspěch. Chopili se jí zejména inženýři, kteří vytvořili tisíce praktických aplikací. Většina tzv. smart přístrojů, od praček až třeba po kosmické rakety, v sobě skrývá právě fuzzy logiku.

Fuzzy logika dnes tvoří jeden z pilířů umělé inteligence.

I fuzzy logika má, i přes obrovský úspěch, své problémy. Asi nejpalčivějším je její matematická nekompatibilita se statistikou a teorií pravděpodobnosti. To je velmi mrzuté, neboť fuzzy logika se skvěle hodí k popisu a řízení složitých systémů. Složité systémy přitom často generují datové toky, které lze k jejich popisu a řízení skvěle použít. Tyto datové toky však nelze s floppy logikou matematicky korektně propojit. V praxi se sice používají různé ad hoc metody, celek však rozhodně nefunguje optimálně.

O propojení fuzzy logiky (obecně vícehodnotových logik) s teorií pravděpodobnosti se samozřejmě pokoušela celá řada autorů. Například Lotfi Zadeh zavádí pravděpodobnost fuzzy množin [3] nebo společně s Didierem Duboisem a Henrim M. Pradem zavádějí tzv. teorii možnosti [4, 5], která má některé prvky z fuzzy logiky a jiné z teorie pravděpodobnosti.

Tyto snahy vystihl už v roce 1939 Jan Łukasiewicz slovy: „Dosavadní pokusy spojit vícehodnotové logiky s teorií pravděpodobnosti narážejí na velké problémy.“ [6] Dodejme ještě, že kýžené propojení obou teorií se nedařilo celé dvacáté století.

Druhý problém, o kterém bych chtěl mluvit, je tento: Standardní dvouhodnotová logika má spoustu krásných vztahů a vlastností, které při práci s logickými výrazy běžně používáme. Jmenujme například obměnu implikace, distributivitu nebo zákon o vyloučení třetího.

Původní Łukasiewiczova logika i další vícehodnotové logiky vždy některé z těchto krásných vlastností ztratily. Tabulka 1 například ukazuje, které vlastnosti zachovávají a které ztrácejí tři nejpoužívanější typy fuzzy logiky.

Vzniká tedy otázka, zda může existovat vícehodnotová logika, která by si zachovala všechny krásné vlastnosti logiky dvouhodnotové. Logici bývali v tomto obvykle skeptičtí. Citujme například opět Jana Łukasiewicze: „Už zběžné zkoumání této myšlenky vede k závěru, že ne všechny zákony dvouhodnotové logiky mohou zůstat v platnosti.“ [6]

Je velmi podivuhodné, že právě logika, která se už od roku 2013 rozvíjí na našem Ústavu aplikované matematiky FD ČVUT úspěšně řeší oba výše zmíněné problémy. Tuto novou vícehodnotovou logiku jsme nazvali „floppy logikou“. Floppy logika zachovává všechny pěkné vlastnosti dvouhodnotové logiky (které lze vyjádřit jako ekvivalenci) a je plně kompatibilní s teorií pravděpodobnosti. Navíc si zachovává jednoduchost fuzzy logiky, je praktická a krásná.

Tabulka 1: Logické zákony v nejčastěji používaných fuzzy logikách.  $G$  = Gödelova logika,  $L$  = Łukasiewiczova logika,  $P$  = součinná logika, vše se standardní negací. Data převzata z [7].

	G	L	P
<b>involuce</b>			
$\neg(\neg A) = A$	OK	OK	OK
<b>komutativita</b>			
$A \vee B = B \vee A$	OK	OK	OK
$A \wedge B = B \wedge A$			
<b>asociativita</b>			
$(A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C)$	OK	OK	OK
$(A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C)$			
<b>distributivita</b>			
$A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$	OK	×	×
$A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$			
<b>idempotence</b>			
$A \vee A = A$	OK	×	×
$A \wedge A = A$			
<b>absorpce</b>			
$A \vee (A \wedge B) = A$	OK	×	×
$A \wedge (A \vee B) = A$			
<b>zákon kontradikce</b>			
$A \wedge \neg A = 0$	×	OK	×
<b>zákon o vyloučení třetího</b>			
$A \vee \neg A = 1$	×	OK	×
<b>De Morganovy zákony</b>			
$\neg(A \vee B) = \neg A \wedge \neg B$	OK	OK	OK
$\neg(A \wedge B) = \neg A \vee \neg B$			

## 2. Projekt

Floppy logika má velké ambice, je však zcela nová a odborné veřejnosti neznámá. První ucelená práce o ní byla zveřejněna až v roce 2021 [8].

Účastníkům projektu tak nabízíme ojedinělou možnost být svědky zrodu nové vědní oblasti.

Cílem projektu je popularizace a rozvoj floppy logiky. To může obnášet tvorbu www stránek, psaní odborných i popularizačních textů, natáčení výukových videí, programování aplikací, komunikaci s odborníky v oboru.

Co již bylo uděláno:

O floppy logice byly napsány tři odborné články [9, 10, 11]. Výsledky pak byli souhrnně publikovány v práci dizertační [8]. Byly vytvořeny webové stránky <https://floppylogic.cz>, byl vytvořen souhrnný text o floppy logice v češtině, byl naprogramován aplet, který ukazuje některé vlastnosti floppy logiky. V současnosti se dokončují jazykové mutace stránek v angličtině, polštině a španělštině.

Plán pro nejbližší období:

Na řadě je přeložení souhrnného textu o floppy logice do polštiny a španělštiny. Pak tvorba stránek na wikipedii o floppy logice, též v angličtině, polštině a španělštině. Dál je v plánu tvorba první učebnice o floppy logice, opět v češtině i v jazykových mutacích.

### Organizace projektu:

V plánu jsou neformální schůzky zhruba jednou za dva týdny. Během dvou měsíců se seznámíme s floppy logikou, pak vytvoříme nějaký materiál o floppy logice, např. článek na wikipedii nebo výukové video. Pak budeme již rychle směřovat ke konkrétnímu vybranému tématu bakalářské práce.

### Navrhovaná témata:

<b>Teoretická</b>
<b>Charakteristiky floppy množin</b>
Velmi zajímavé vlastnosti má střední hodnota floppy množin. Rozptyl, modus, medián, ani jiné charakteristiky zatím zkoumány nebyly. Je možné očekávat zde zajímavé výsledky.
<b>Podivuhodná implikace</b>
V dizertační práci [8] je uvedena celá řada nových vztahů, které platí nejen pro floppy implikaci, ale i pro obyčejnou implikaci dvouhodnotovou. Jistě je možné objevit i vztahy další ...
<b>Měření závislosti výroků</b>
Velmi zajímavou otázkou je, jak lze měřit pozitivní či negativní závislost dvou výroků. Floppy logika nabízí vlastní metodu. Jistě by bylo zajímavé porovnat tuto metodu s dalšími, již existujícími postupy.
<b>Výzkumná</b>
<b>Simulace křižovatky řízené floppy logikou</b>
Ve světě je řada pokusů řídit křižovatky fuzzy logikou. Některé se dočkaly i praktické realizace. Zkusme vytvořit počítačovou simulaci, která by řídila křižovatku floppy logikou.
<b>Porovnání fuzzy logiky a floppy logiky</b>
Jistě by bylo zajímavé zkusit řídit stejný systém několika různými fuzzy logikami i floppy logikou. Bude floppy logika výrazně lepší?
<b>Praktická</b>
<b>Naprogramování balíčku funkcí pro floppy logiku</b>
Praktická upotřebitelnost floppy logiky se výrazně zvýší, pokud budou v běžných matematických softwarech existovat balíčky funkcí, které umožní s floppy logikou rychle a efektivně pracovat. Cílem je naprogramovat takový balíček třeba pro Matlab nebo pro Scilab.
<b>Prototyp řízený floppy logikou</b>
Úkolem je vytvořit prototyp přístroje, který je řízený floppy logikou. Může to být například robůtek nebo třeba brzdicí jednotka tramvaje. Je velká šance, že půjde o první technickou realizaci floppy logiky na světě.

### **3. Závěr**

Projekt účastníkům nabízí setkání s velmi zajímavou a nevšední partií matematiky. Je vhodný pro studenty zvědavé, kteří mají rádi matematiku a rádi zkoumají neznámé.

## Použité zdroje:

- [1] **Lukasiewicz, Jan.** O logice trójwartościowej. *Ruch Filozoficzny*. 1920, 6, strany 170-171.
- [2] **Zadeh, Lotfi.** Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965, Sv. 8, 3, strany 338-353, doi: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X. ISSN 00199958.
- [3] **Zadeh, Lotfi.** Probability Measures of Fuzzy Events. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*. 1968, 23(2), strany 421–427, doi: 10.1016/0022-247X(68)90078-4. ISSN 0022247x.
- [4] **Zadeh, Lotfi.** Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*. 1978, Sv. 1, 1, strany 3–28, doi: 10.1016/0165–0114(78)90029-5. ISSN 01650114.
- [5] **Dubois, Didier; Prade, Henri.** Possibility Theory. *Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*. 2001-08-21, doi: 10.1002/047134608X.W3502.
- [6] **Lukasiewicz, Jan.** Geneza logiki trójwartościowej. *Nauka Polska*. 1939, 24, strany 215–223.
- [7] **Navara, Mirko; Olšák, Petr.** *Základy fuzzy množin*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. ISBN 80-01-02585-3.
- [8] **Provinský, Pavel.** *Fuzzy Sets in Stochastic Modelling*, (dizertační práce), ČVUT v Praze. Výpočetní a informační centrum, Praha, 2021. DOI: 10.14311/dis.fd.2021.001.
- [9] **Provinský, Pavel.** Floppy Logic – a Younger Sister of Fuzzy Logic. *Neural Network World*. 2017, Sv. 27 (5), strany 479–497, doi: 10.14311/NNW.2017.27.025. ISSN 2336-4335.
- [10] **Provinský, Pavel.** Floppy Logic – Instructions for Use. *Neural Network World*. 2018, 28(5), strany 473–494, doi: 10.14311/NNW.2018.28.026. ISSN 2336-4335.
- [11] **Provinský, Pavel.** Floppy logic as a generalization of standard Boolean logic. *Neural Network World*. 2020, 30(3), strany 193–209, doi: 10.14311/NNW.2020.30.014. ISSN 2336-4335.