

SCIENTIFIC PAPERS  
OF THE UNIVERSITY OF PARDUBICE  
Series B  
The Jan Perner Transport Faculty  
18 (2012)

**VĚDECKOVÝZKUMNÁ ČINNOST KATEDRY DOPRAVNÍHO  
STAVITELSTVÍ**

Vladimír DOLEŽEL

Katedra dopravního stavitelství

### **1. Úvod**

Činnost Katedry dopravního stavitelství (KDS) Dopravní fakulty Jana Pernera (DFJP) Univerzity Pardubice spočívá na pokračování tradice založené Vysokou školou železniční Praha, Dopravní fakultou v Žilině a ČVUT v Praze. Zároveň se jedná o zachování kontinuity vytvořené již v roce 1707 založením první veřejné inženýrské školy ve střední Evropě, nazvané Stavovskou inženýrskou školou v Praze.

Na katedře se vyučují předměty, které patří do teoretického základu většiny oborů dopravního stavitelství souvisejících s navrhováním a výstavbou inženýrských dopravních staveb (silniční a železniční komunikace, letiště, kovové mosty, masivní a betonové mosty, tunely, zakládání staveb apod.). Jedná se o předměty související se stavební mechanikou, statikou a dynamikou stavebních konstrukcí, teorie pružnosti a plasticity, experimentální ověřování konstrukcí), pro obor Dopravního stavitelství bakalářského a magisterského studijního programu Stavební inženýrství.

Vědeckovýzkumná činnost potom tematicky velmi úzce souvisí s výše uvedeným odborným zaměřením celé katedry. Je soustředěna na experimentální ověřování chování nosných inženýrských dopravních konstrukcí včetně násypových těles a zemního podloží s následnou analýzou konstrukcí moderními výpočetními metodami. Tato tvůrčí činnost na KDS je realizovaná formou řešení grantů, projektů, hospodářskou činnosti a následným publikováním nových vědeckých poznatků v odborných časopisech, vystoupeních na konferencích a tvorbě učebních pomůcek, vysokoškolských skript

a monografií. Významnou částí vědecko-výzkumné činnosti katedry je řešení grantů v rámci GAČR, výzkumného záměru a projekty výzkumu a vývoje v oblast dopravy a spojů. KDS DFJP je členem sdružení Interoperabilita železniční infrastruktury, Technologické platformy silniční dopravy, Mezinárodní tunelářské asociace, Mezinárodní asociace odborného vzdělávání a přípravy ve stavebnictví (EUCEET).

Praktická laboratorní výuka je soustředěna na stanovení příslušných mechanicko-fyzikálních vlastností materiálů, které ovlivňují chování dopravní konstrukce a které umožňují její hospodárný a optimální návrh. Vybavení laboratoře umožňuje posuzovat a zkoušet materiály, které se používají při výstavbě liniových a umělých dopravních staveb, případně se zde konají zkoušky související s diagnostikou staveb. Laboratoře slouží pro praktické výuky ve cvičeních a to v obvyklém rozsahu 2 až 4 hodiny denně. V období zpracovávání bakalářských a diplomových prací jsou laboratoře využívány pro zadání, které si studenti vyberou. Experimentální vybavení laboratoří slouží studentům doktorského studia k praktickému ověření správnosti a spolehlivosti zvoleného numerického řešení.

## **2. Vědecko-výzkumná, vývojové a tvůrčí činnost**

Vědeckovýzkumnou činnost je možno rozdělit do následujících celků:

### *Analyza lokálního mechanického chování vláknobetonů v podzemním stavitelství.*

Ve smyslu schváleného projektu byly výzkumné práce na řešení grantového úkolu zaměřeny na realizaci experimentálních a výpočtových procedur pro analýzu mechanického chování kompozitních a v podzemním stavitelství. Důraz byl kladen na zkoumání vláknobetonu v extrémních podmínkách, které jsou zejména typické pro budování primárních a sekundárních ostění v tunelovém stavitelství. Jedná se o posuzování a chování těchto materiálů při jednostranném smáčení a zvlhčování, při přítomnosti agresivní vody, smršťování, dotvarování, při velkých teplotních rozdílech, které mohou vyplynout z jak atmosférických vlivů tak z kritických situací jako jsou požáry, výbuchy, rázové zatížení apod. Na jednotlivých příkladech byly objasňovány vlivy koroze, odvozeny kontaktní podmínky mezi vláknem a matricí, variační meze, sestavení výpočetních procedur a algoritmů s využitím volných šestiúhelníků apod.. V rámci experimentálního řešení bylo provedení statických a rázových zatěžovacích zkoušek kruhových tunelových obezdívek na modelech z ekvivalentních materiálů zhotovených z vláknobetonu. Tlaková nárazová vlna byla vyvolaná výbuchem uvnitř uzavřeného profilu. Součástí výzkumu byla i analýza mikromechanického a chemomechanického lokálního chování na kontaktech vlákno-matrice. Podrobný popis všech výsledků je uveden v monografii „Vláknobeton v podzemním stavitelství“.

### *Vliv nárazů a otřesů na stavební konstrukce.*

V rámci tohoto grantu byl vyhodnocen model inženýrské konstrukce namáhané náhlým zatížením. Projekt byl v roce 2010 dokončen a byla vypracována závěrečná zpráva.

### 103/08/1340: Únavová odolnost ocelových ortotropních mostovek.

Výzkumná činnost byla zaměřena na posuzování ortotropních mostovek na únavu. Projekt byl v roce 2010 dokončen. Byla vypracována závěrečná výzkumná zpráva.

### Cementové kompozity v režimu extrémních teplot.

Jedním ze základních úkolů řešeného grantového úkolu v roce 2010 bylo provedení experimentálních měření, na jejichž základě by měly být navrženy funkční závislosti mechanických parametrů v závislosti na teplotě zejména pro cementové kompozity včetně vláknových. Pro simulaci chování byly použity výsledky z experimentů.

### Výzkumná činnost v rámci projektů udělených MPO, MŠMT atd.:

Laboratorní a výzkumná činnost v rámci VCKV (Výzkumné centrum kolejových vozidel), projekt 1M0519 MSM/1M byla směřována na experimentální testy zkušebních vzorků z ocelí různých pevností, porovnávány byly vzorky se svarem a bez svaru. Dále proběhlo a multiaxiální zatěžování konstrukčních uzlů, a byl zpracován teoretický rozbor možného zjednodušení testů.

V rámci resortního programu výzkumu a vývoje „TIP“, MPO č. FR-TI1/134. „Měřicí pracoviště pro pyrostatické testy“, byl vyhotoven numerický model. Byly provedeny experimentální testy a materiálové rozborů. Dále bylo provedeno tenzometrické měření na rámu drážního vozidla a výzkum jeho dynamických vlastností.

### Zatěžovací zkoušky mostů.

Akademičtí pracovníci Katedry dopravního stavitelství jsou členy zkušební laboratoře AL DFJP, která byla založena na základě rozhodnutí Akademického senátu ke dni 18. 3. 2004 v rámci změny „Statutu Univerzity Pardubice“. V návaznosti na změnu Statutu Univerzity Pardubice byl Směrnicí č. 2/2004 pozměněn Organizační řád Univerzity Pardubice. V rámci této směrnice je vedena Zkušební Laboratoř AL DFJP jako samostatný, nezávislý orgán, postavený na úroveň katedry. Činnost Zkušební Laboratoře AL DFJP byla oficiálně zahájena 30. 6. 2004. Katedra dopravního stavitelství provádí v rámci akreditovaných zkoušek zatěžovací zkoušky mostů a tenzometrická měření ocelových konstrukcí. Realizovaná měření byla provedena například na novostavbě dvoukolejně železniční estakády u České Třebové, dále na rekonstruovaném mostu Pavla Wonky v Pardubicích, na mostních konstrukcích v Nymburku a Hostinném.

### Využití vícekanálového georadaru pro výuku diagnostiky a monitoringu inženýrských dopravních staveb, Zdroj: FRVŠ 475/2013.

Katedra dopravního stavitelství v roce 2012 získala z Fondu rozvoje vysokých škol (FRVŠ) finanční prostředky ve výši 1 749 000,- Kč na pořízení vícekanálového georadaru pro výuku diagnostiky a monitoringu inženýrských dopravních staveb. Cílem řešeného projektu je přenést do praktické výuky standardní laboratorní metody a postupy, které se již v praxi běžně využívají. V rámci laboratorní výuky došlo k ověření potenciálu vícekanálového georadaru (GPR), jako nedestruktivního diagnostického nástroje, při

identifikaci vad a poruch vozovek pozemních komunikací, železničního spodku i svršku, mostních konstrukcí i objektů v rámci dopravní infrastruktury. Rozšíření a modernizace experimentálního stávajícího vybavení laboratoře Katedry dopravního stavitelství DFJP Univerzity Pardubice o mobilní hloubkové detekční zařízení (GPR Georadar) rozhodujícím způsobem zajistilo studentům komplexní a ucelenou představu o způsobu monitorování poruch.

„Analýza a optimalizace návrhových parametrů železničního svršku a spodku pro provoz lehké kolejové dopravy na regionálních tratích“.

V současné době probíhá řešení projektu „Analýza a optimalizace návrhových parametrů železničního svršku a spodku pro provoz lehké kolejové dopravy na regionálních tratích“, který je řešen ve spolupráci se Správou železniční dopravní cesty. byla provedena řada tenzometrických měření, která byla realizována ve shodě s určeným harmonogramem. Pro analýzu tlaků v pražcovém podloží byly využity tenzometrické tlakové snímače. Analýza teplotního chování železničního spodku je založena na kontinuálním snímání teplot. Měření probíhá v měřicích profilech v železniční stanici Stěblová a Pardubice.

Jedním z hlavních cílů realizovaného aplikačního výzkumu je vytvořit návrhové parametry a podklady pro výstavbu nových železničních tratí pro lehkou kolejovou dopravu. V současné praxi se postupuje podle závazných předpisů Správy železniční dopravní cesty a.s. S3 a S4, které se týkají budování nebo rekonstrukce železničních koridorů do a nad 160 km/hod. Cena se pohybuje od 100 až 170 mil. Kč za 1 km. Cena za 1 km železniční tratě pro lehkou kolejovou dopravu se může pohybovat od 50 mil. Kč do 80 mil. Kč. To znamená, že při návrhu nebo rekonstrukci se postupuje stejně jako při budování železničního koridoru. Jednalo by se tedy o obrovskou úsporu, která z národohospodářského hlediska není zanedbatelná. Tuto skutečnost po kvalitativní i kvantitativní stránce by měl předložený projekt zcela jednoznačně prokázat a zároveň poskytnout podklady pro návrh změny závazných předpisů SŽDC.

Navrhovaný výzkumný projekt si klade za cíl optimalizovat požadavky

na únosnost jednotlivých částí pražcového podloží v závislosti na provozním zatížení a traťové rychlosti s vazbou na požadavky vyvolané geometrickou polohou koleje. V případě generální rekonstrukce regionálních tratí nebo i při návrhu nových tratí určených převážně pro rekreační dopravu v turisticky zajímavých oblastech je nutno postupovat podle současného předpisu ČD S4, který implikuje zbytečně vysoké parametry, kterých na takové trati není ani zdaleka dosaženo.

Ve spolupráci se SŽDC byl proveden výběr vhodného měřicího místa

na železniční trati, která bude splňovat požadované podmínky provozu lehké a těžké kolejové dopravy, včetně možnosti uložení dynamometrů pro měření svislých a vodorovných tlaků v pražcovém podloží. Zároveň je připraveno laboratorní měření na modelu pražcového podloží, které bude ekvivalentní vybranému skutečnému úseku v terénu včetně přípravy programové procedury pro numerické řešení daného problému.

Zásadním ekonomickým přínosem bude stanovení finančních rozdílů mezi výstavbou, modernizací železničních koridorů pro rychlost vlakových souprav do 160km/hod (případně nad 160 km/hod) a realizací tratí určených pro regionální lehké kolejové systémy. Z analýzy vzájemné interakce obou kolejových systémů s pražcovým podložím budou odvozeny návrhové parametry železničního svršku a spodku pro lehkou kolejovou dopravu. Tyto hodnoty budou vztaženy jednak pro druh, počet a velikost jednotlivých podložních vrstev, tak pro zemní pláň, která bude charakterizována jak svojí únosností, tak modulem přetvárnosti.

### **3. Přehled řešených grantů a projektů**

- FRVŠ - Využití vícekanálového georadaru pro výuku diagnostiky a monitoringu inženýrských dopravních staveb, Zdroj: FRVŠ 475/2013.
- FRVŠ - Inovace studijního předmětu Geodézie a kartografie na Dopravní fakultě Jana Pernera, Zdroj: FRVŠ 2011/976.
- FRVŠ - Inovace technického studijního předmětu Digitální navrhování na Dopravní fakultě Jana Pernera, Zdroj: FRVŠ 2011/1105.
- FRVŠ - Rozvoj laboratoře Katedry dopravní infrastruktury DFJP UPa, Zdroj: FRVŠ1401/2007.
- FRVŠ - Využití vícekanálového georadaru pro výuku diagnostiky a monitoringu inženýrských dopravních staveb, Zdroj: FRVŠ 2013.
- GAČR P104/10/1021, Cementové kompozity v režimu extrémních teplot, Zdroj: GAČR.
- GAČR 103/08/1197, Analýza lokálního mechanického chování vláknobetonu v podzemním stavitelství, Zdroj: GAČR.
- GAČR 103/08/1340, Únavová odolnost ocelových ortotropních mostovek, Zdroj: GAČR.
- GAČR 103/05/2066, Stanovení provozní zatížitelnosti a životnosti mostních konstrukcí, Zdroj: GAČR.
- GAČR 103/05/0679, Modelování a zpětná analýza dopravních staveb, Zdroj: GAČR.
- GAČR 103/06/1124, Stabilita pozemních staveb v mimořádných podmínkách, Zdroj: GAČR.
- GAČR 103/08/0922, Vliv otřesů a nárazů na stavební konstrukce, Zdroj: GAČR.

### **4. Výzkum a vývoj v oblasti silniční dopravy**

- Výzkum v oblasti stanovování laboratorních a polních zkoušek materiálových, pevnostních a přetvárných charakteristik vozovek pozemních komunikací.

- Výzkum problematiky tuhých vozovek (stanovování a ověřování pevnostních, přetvárných a materiálových charakteristik nových i stávajících vozovek, stanovování nových technologií výstavby, rekonstrukcí a oprav, ověřování a výzkum statických a dynamických účinků zatížení a jejich vlivu na konstrukci vozovky, atd.).
- Výzkum problematiky netuhých vozovek (stanovování a ověřování pevnostních, přetvárných a materiálových charakteristik nových i stávajících vozovek, stanovování nových technologií výstavby, rekonstrukcí a oprav, ověřování a výzkum statických a dynamických účinků zatížení a jejich vlivu na konstrukci vozovky, atd.).
- Experimentální ověřování konstrukcí vozovek pozemních komunikací (nových konstrukcí, stávajících, rekonstruovaných apod.), zrychlené zkoušky opotřebení vozovky, stanovení zbytkové životnosti vozovky, včetně porovnání s výpočtovými modely. Ověřování možností nových materiálů pro výstavbu a rekonstrukci vozovek.
- Výzkum a stanovení skladby a charakteristik podloží vozovek, výzkum reakce podloží a vlivu konstrukce vozovky a zatížení na podloží vozovky. Ověřování způsobu a možností vyztužování a odvodnění podloží.
- Experimentální výzkum povrchových vlastností vozovky (ověřování protismykových vlastností, zvyšování odolnosti vozovky proti trvalým deformacím povrchu vozovky, výzkum interakce vozovka-kolo).
- Výzkum v oblasti betonových konstrukcí (stanovování pevnostních a přetvárných charakteristik betonu, optimalizace vhodné betonové směsi pro různé druhy konstrukcí, ověřování směsí a jejich charakteristik s novými přísadami).
- Stanovování charakteristik stávajících konstrukcí vozovek v laboratorních podmínkách i mimo oblast laboratoří (deformační charakteristiky, únosnost, zatěžovací zkoušky vozovky a podloží, skladba konstrukce vozovky, povrchové vlastnosti vozovky, zbytková životnost vozovky, možnosti rekonstrukce a oprav, skladba podloží vozovky, stanovení vodního režimu, atd.).

## **5. Expertní činnost KDS**

Expertní činnost pracoviště je možná v těchto oblastech:

- Posuzování a stanovení příčin a odpovědností při mimořádných, havarijních situacích (stavech) nosných konstrukcí podzemních staveb, jako jsou např. liniové dopravní stavby (tj. silniční a železniční tunely).
- Posuzování a expertní znalecká činnost při stanovení vlivu podzemních staveb na sedání povrchu a z toho vyplývající případná porušení povrchové zástavby.
- Posuzování havarijních stavů geotechnických staveb, jako je např. stabilita svahů, stabilita zářezů nebo sedání podloží nepříznivě ovlivňující např. kryt vozovky či železniční svršek.
- Znalecká a expertní činnost při posuzování případných mezních stavů porušení a použitelnosti nosných mostních betonových a ocelových konstrukcí.

## 6. Odborné konzultace

Odborné konzultace s členy pracoviště jsou možné v těchto oblastech:

- podzemní stavby – odborné konzultace v otázkách vlivu podzemních staveb na jejich okolí a při posuzování nosných konstrukcí podzemních staveb při mimořádných stavech
- geotechnické stavby – odborné konzultace při posuzování havarijních stavů geotechnických staveb
- mostní stavby – odborné konzultace při posuzování mezních stavů nosných mostních betonových a ocelových konstrukcí
- silniční stavby – odborné konzultace při posuzování krytů i podkladních vrstev vozovek, zvláště jejich poruch a dále v oblasti dopravního plánování

## 7. Přehled řešených grantů a projektů

- FRVŠ - Využití vícekanálového georadaru pro výuku diagnostiky a monitoringu inženýrských dopravních staveb, Zdroj: FRVŠ 475/2013
- FRVŠ - Inovace studijního předmětu Geodézie a kartografie na Dopravní fakultě Jana Pernera, Zdroj: FRVŠ 2011/976
- FRVŠ - Inovace technického studijního předmětu Digitální navrhování na Dopravní fakultě Jana Pernera, Zdroj: FRVŠ 2011/1105
- FRVŠ - Rozvoj laboratoře Katedry dopravní infrastruktury DFJP UPa, Zdroj: FRVŠ1401/2007
- FRVŠ - Využití vícekanálového georadaru pro výuku diagnostiky a monitoringu inženýrských dopravních staveb, Zdroj: FRVŠ 2013
- GAČR P104/10/1021, Cementové kompozity v režimu extrémních teplot, Zdroj: GAČR
- GAČR 103/08/1197, Analýza lokálního mechanického chování vláknobetonu v podzemním stavitelství, Zdroj: GAČR
- GAČR 103/08/1340, Únavová odolnost ocelových ortotropních mostovek, Zdroj: GAČR
- GAČR 103/05/2066, Stanovení provozní zatížitelnosti a životnosti mostních konstrukcí, Zdroj: GAČR
- GAČR 103/05/0679, Modelování a zpětná analýza dopravních staveb, Zdroj: GAČR
- GAČR 103/06/1124, Stabilita pozemních staveb v mimořádných podmínkách, Zdroj: GAČR
- GAČR 103/08/0922, Vliv otřesů a nárazů na stavební konstrukce, Zdroj: GAČR

*Předloženo: 16. 9. 2013*