Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI)

centre for effective and sustainable transport infrastructure

Partneři spolupracující na projektu CESTI pod vedením Fakulty stavební ČVUT

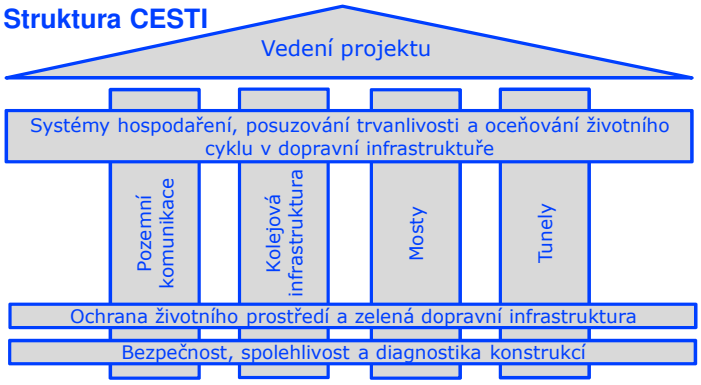
CESTI je

- Výzkumné centrum
- Organizace propojující univerzity s praxí
- Odborný partner pro státní správu v oblasti dopravní infrastruktury
- Platforma pro setkávání, diskusi a spolupráci specialistů v oboru
- Místo pro výchovu mladých odborníků

Klíčové osoby CESTI

- prof. Ing. Alena Kohoutková, CSc. (ČVUT) – manažerka projektu
- prof. Ing. Zdeněk Bittnar, DrSc. (ČVUT) – systémy hospodaření
- Ing. Jan Valentin, Ph.D. (ČVUT) – pozemní komunikace
- doc. Ing. Otto Plášek, Ph.D. (VUT) – kolejová infrastruktura
- doc. Ing. Tomáš Rotter, CSc. (ČVUT) – mosty
- doc. Dr. Ing. Jan Pruška (ČVUT) – tunely
- Ing. Jiří Jedlička (CDV) – životní prostředí a zelená infrastruktura
- Ing. Josef Stryk, Ph.D. (CDV) – bezpečnost a spolehlivost konstrukcí

Struktura CESTI

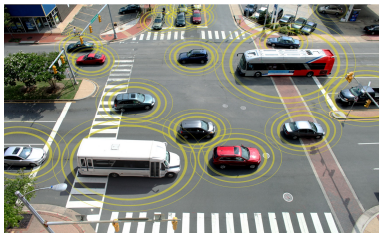


Kontakty CESTI

- Web www.cesti.cz
- Tajemník projektu Ing. Petr Bílý – petr.bily@fsv.cvut.cz, 737 431 835

Hlavní témata CESTI

Inteligentní dopravní infrastruktura – předvídatelná, reagující na změny, umožňující včasné zásahy

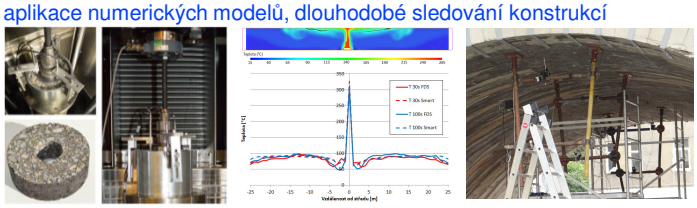


Efektivní a spolehlivé konstrukce – úsporné, bezpečné, uživatelsky přívětivé, s dlouhou životností

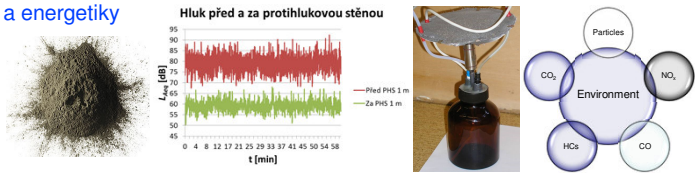
Optimalizované postupy výstavby a rekonstrukcí – maximální kvalita, minimální čas, úspory nákladů a šetrnost k životnímu prostředí

Nové materiály – trvanlivé, environmentálně kompatibilní; snaha o maximální využití recyklovaných surovin při zachování užitných vlastností

Bezpečnost a spolehlivost konstrukcí – nové zkušební metody, aplikace numerických modelů, dlouhodobé sledování konstrukcí



Zelená dopravní infrastruktura – eliminace znečištění vody a ovzduší, snižování hlukové zátěže, zpracování vedlejších produktů průmyslu a energetiky



Nástroje pro hospodárný návrh dopravní infrastruktury

- Simulační strategie, numerické modely, katalogy rizik
- Kvalifikovaný odhad nákladů životního cyklu konstrukce (LCC analysis)
- Analýza možností využití nástrojů BIM v dopravním stavitelství

Projekt Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI) je řešen za podpory programu Centra kompetence Technologické agentury České republiky (TAČR), číslo projektu TE01020168

Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI)

centre for effective and sustainable transport infrastructure

Partneři spolupracující na projektu CESTI pod vedením Fakulty stavební ČVUT

CESTI: Modely a nástroje pro ekonomicky efektivní návrh dopravní infrastruktury

Katalog rizik

- Hodnocení infrastrukturních projektů v čase s důrazem na pojistitelná a nepojistitelná rizika
- Komplexní hodnocení rizik projektů prostřednictvím „Risk Priority Number“ (RPN)
- Hodnocení připravenosti firem k řízení rizik pomocí „Maturity index“

- A - Stavebně-technologická a projekční rizika
- B - Strategická rizika
- C - Kreditní a tržní rizika
- D - Vnější rizika
- E - Operační rizika

KATALOG NEBEZPEČÍ - Silniční stavby

A Stavebně-technologická a projekční rizika

A1 - Stavební a projekční rizika

A1. 1 - Projektová dokumentace - nesplnění očekávání kladených na projektovou dokumentaci

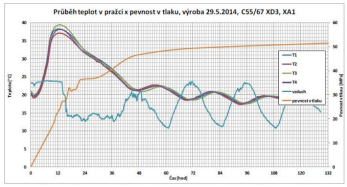
Sv - závažnost (severity) stupnice 1, 2, 3, 4, 5
Lk - věrohodnost (likelihood) stupnice 1, 2, 3, 4, 5
Dt - pravděpodobnost (detection) stupnice 1, 2, 3, 4, 5
RPN = Sv x Lk x Dt Risk Priority Number

zdroj nebezpečí – antropogenní/přírodní

	Typ rizika/nebezpečí	zdroj neb.	Následky výskytu nebezpečí	Sv	Lk	Dt	Opatření	Datum
01	Rizika projektu nejsou jasně rozdělena; není jasné, na koho jsou přenesena							
02	Návrh nemá potřebnou kvalitu							
03	Návrh není podložen relevantními informacemi							
04	Návrh není standardní (má prvky originality)							
05	Konstrukce je citlivá na základové podmínky							
06	Požadavky na sednutí, popř. deformace stavby i okolí nejsou jasně specifikovány							
07	Součinitele bezpečnosti (obvyklé, mimořádné)							
08	Návrh je obtížně realizovatelný							
09	Nedostatečná diagnostika (u oprav a rekonstrukcí)							
10	Nepříznivé geotechnické podmínky							
11	Odhad rizika stavby není znám							
12	Nejsou definovaná všechna užitná zatížení							

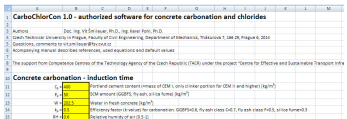
Hydratační model portlandského cementu

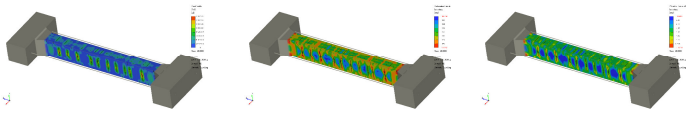
- Výpočet průběhu hydratace
- Vliv teploty, vodního součinitele, mineralogie, jemnosti mletí
- Optimalizace množství a typu cementu, rozměrů konstrukce, eliminace trhlin = finanční úspory
- *Aplikace:* Optimalizace výroby pražců za nízkých teplot – zkrácení doby pro vnesení předpětí = zrychlení výroby



Komplexní model pro odhad životnosti železobetonových konstrukcí

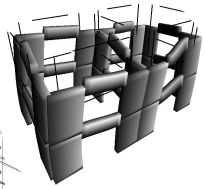
- Program CarboChlorCon 1.0
- Předpověď nákladů životního cyklu stavby (LCC)
- Metoda konečných prvků
- Vliv karbonatace betonu, difúze chloridových iontů, šířky trhlin v betonu

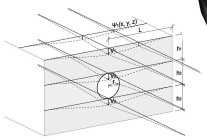


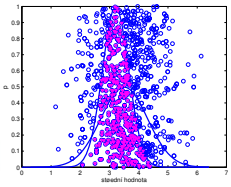


Riziková analýza pro interakci ražby tunelu s nadzemní stavbou

- Minimalizace rizika havárií a škod při výstavbě tunelů
- 3D model s náhodným rozdělením materiálových parametrů
- Metoda Markov Chain Monte Carlo (MCMC)
- Bayesovská aktualizace parametrů





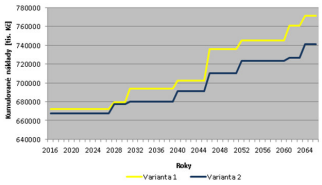


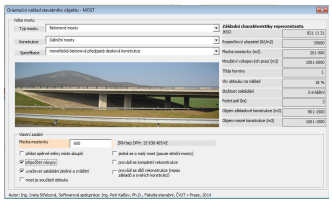
$$f_X(\mathbf{x}|w_1, w_2, \dots, w_n) \propto L_X(\mathbf{x}) f_X(\mathbf{x})$$

$$L_X(\mathbf{x}) = \prod_{i=1}^{n} L_i = \prod_{i=1}^{n} \frac{1}{\left(\sqrt[n]{2\pi\sigma_\varepsilon}\right)^n} \left[-\frac{1}{2}\frac{(w_i - w_i(\mathbf{x}))^2}{\sigma_\varepsilon^2}\right]$$

Standardizace metod hodnocení stavebních prací

- Posouzení kontrolního položkového rozpočtu, nabídkového rozpočtu a porovnání se skutečnými realizačními náklady
- Ověření víceprací z hlediska jejich rozsahu ve vazbě na výkaz výměr
- Optimalizace nákladů stavby z hlediska LCC
- Vymezení cyklů obnovy a údržby jednotlivých konstrukčních prvků
- Program MOST – orientační náklady mostních staveb





Analýza možností využití nástrojů BIM v dopravním stavitelství

- Projekční fáze – prostorová koordinace stavby, kontrola kolizí, přesné výpočty kubatur, přímá návaznost výkresů na výkaz výměr
- Realizace – přesné řízení stavebních strojů, kontrola nákladů
- Dlouhodobé uchování a správa dat o stavbě (životnost desítky let)

Kontakty CESTI

- Web www.cesti.cz
- Tajemník projektu Ing. Petr Bílý – petr.bily@fsv.cvut.cz, 737 431 835

Projekt Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI) je řešen za podpory programu Centra kompetence Technologické agentury České republiky (TAČR), číslo projektu TE01020168

Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI)

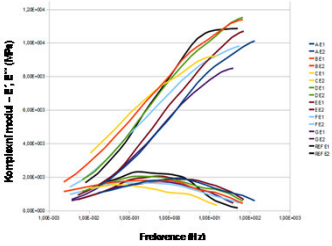
centre for effective and sustainable transport infrastructure

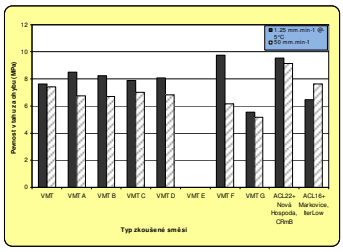
Partneři spolupracující na projektu CESTI pod vedením Fakulty stavební ČVUT

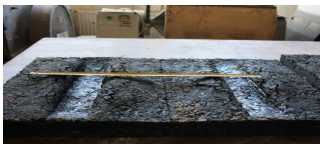
CESTI: Environmentálně kompatibilní a trvanlivá materiálová řešení

Asfaltové směsi se zvýšeným podílem R-materiálu

- Ekonomická výhodnost, úspora primárních surovin a odpovědný přístup k životnímu prostředí při zachování vyhovujících užitných vlastností
- Experimentální posouzení směsí s min. 30% obsahem recyklovaného materiálu
- Přísady pro oživení asfaltového pojiva v R-materiálu („rejuvenátory“)

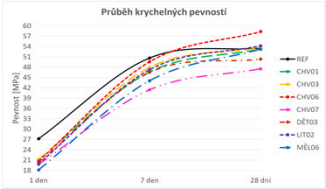






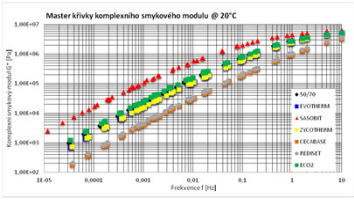
Cementobetonové kryty vozovek s využitím směsných cementů a vedlejších energetických produktů

- Modifikace cementu přídavkem jemně mleté vysokopecní granulované strusky
- Zkušební úseky pro vyhodnocení dopadů na trvanlivost a mechanické vlastnosti materiálu
- Cementopopílkové betony



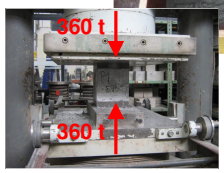
Nízkoteplotní asfaltové směsi

- Redukce energetické náročnosti výroby
- Snížení produkce skleníkových plynů (CO_2)
- Zlepšení pracovních podmínek
- Zkušební úsek Hraničné Petrovice – Moravský Beroun



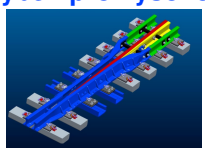
Vysokohodnotné betony z lokálních a recyklovaných surovin

- Vysoká trvanlivost, mechanická i chemická odolnost
- Odpadní drátky ze starých pneumatik (depolymerizace)
- Kvalitní kamenivo z lokálních zdrojů
- Mezinárodního patentová přihláška



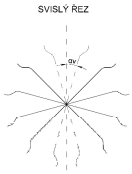
Materiály a konstrukce výhybek pro vysokorychlostní železniční tratě

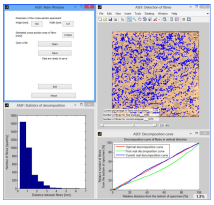
- Materiály odolné proti opotřebení (austenické, bainitické oceli)
- Tvarová optimalizace detailů
- Moderní ovládací systémy
- Zařízení pro ohřev přestavného systému – bezpečnost provozu v zimním období

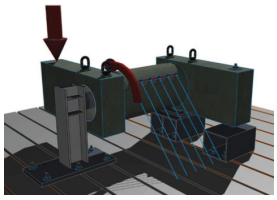


Vláknobeton (nejen) pro tunelová ostění

- Odpadá nutnost plošné izolace – úspora materiálových nákladů, méně poruch, vyšší životnost
- Ověřování rovnoměrné disperze drátků – program ASEF
- Výzkum vlivu smykových namáhání
- Dvoufázový numerický model (matrice/drátky)







Kontakty CESTI

- Web www.cesti.cz
- Tajemník projektu Ing. Petr Bílý – petr.bily@fsv.cvut.cz, 737 431 835

Projekt Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI) je řešen za podpory programu Centra kompetence Technologické agentury České republiky (TAČR), číslo projektu TE01020168

Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI)

centre for effective and sustainable transport infrastructure

Partneři spolupracující na projektu CESTI pod vedením Fakulty stavební ČVUT

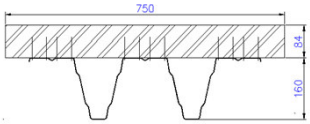
CESTI: Hospodárné, bezpečné a spolehlivé konstrukce

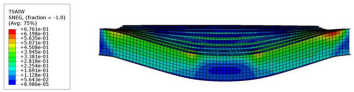
Systémy vážení vozidel za pohybu (WIM)

- Přetížená vozidla = vyjíždění kolejí, degradace vozovky, bezpečnostní riziko
- Omezení počtu a frekvence nutných oprav = ekonomické úspory, vyšší plynulost dopravy
- Zbudována zkušební stanice na silnici I/52 Brno-Modřická

Vysoce trvanlivé a levné konstrukce mostovek

- Mostovkový rošt z FRP (Fibre Reinforced Polymers)
- FRP nosný mostovkový panel
- Dřevoplechový mostovkový panel
- Vhodná oblast použití: mostní provizoria, mosty v odlehlých oblastech



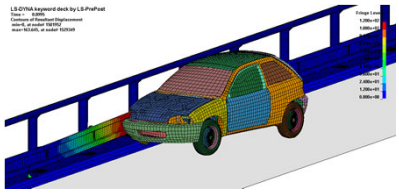


Extrémně namáhané prvky a detaily z UHPC

- Nosníky z UHPC (ultravysokohodnotný beton) – malá stavební výška, vysoká únosnost
- Spoje prefabrikovaných desek, kotevní oblasti předpínací výztuže – úspora výztuže, snadnější realizace oproti klasickým řešením

Numerický model pro návrh mostního svodidla

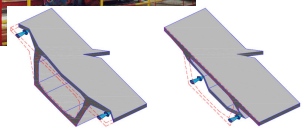
- Snížení počtu finančně a organizačně náročných bariérových zkoušek
- Ověření větší ho množství zatěžovacích stavů – bezpečnější návrh

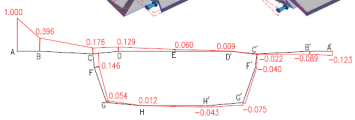


- Kombinace know-how z oblasti stavebnictví a strojírenství
- Metoda konečných prvků s explicitní časovou integrací

Metoda výpočtové analýzy reologických jevů na mostech se změnou statického schématu

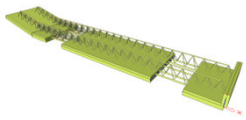
- Zpřesnění návrhu, úspora materiálu, vyloučení poruch v důsledku nepřesného výpočtu deformací konstrukce
- Elegantní výpočtová metoda spojující analytické výpočetní postupy s moderními programy na bázi metody konečných prvků
- Úplný popis prostorového chování betonových mostů (smykové ochabnutí, vázané kroucení, distortní jevy atd.)





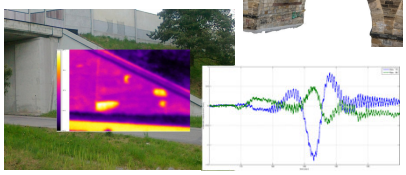
Ztracené bednění mostovek z filigránových panelů

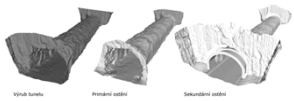
- Zrychlení a zefektivnění postupu výstavby mostů – odpadá náročná výstavba podpěrných skruží a bednění, omezují se přesuny materiálů
- Vhodné pro novostavby i rekonstrukce
- *Aplikace:* Železniční mosty v Ústí nad Orlicí



Metody pro diagnostiku konstrukcí

- Sledování a diagnostika konstrukcí = prevence poruch, identifikace závad, zpětná vazba pro navrhování nových staveb
- Fotosken (korelační fotogrammetrická metoda)
- Termografie
- Laserové skenování
- Radarová interferometrie
- Vysokorychlostní deflektograf TSD
- Rázové zařízení FWD
- Zařízení TRT – protismykové vlastnosti povrchů
- … a další





Kontakty CESTI

- Web www.cesti.cz
- Tajemník projektu Ing. Petr Bílý – petr.bily@fsv.cvut.cz, 737 431 835

Projekt Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu (CESTI) je řešen za podpory programu Centra kompetence Technologické agentury České republiky (TAČR), číslo projektu TE01020168