



# VĚDA, VÝZKUM, STUDIUM

Katedra stavební mechaniky

DUBEN 2024

---

## OBSAH

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Zaměstnanci Katedry stavební mechaniky .....</b>   | <b>4</b>  |
| Vedení katedry  | 4         |
| Ostatní zaměstnanci katedry   | 4         |
| Interní doktorandi  | 4         |
| <b>Okruhy vědy a výzkumu .....</b>  | <b>5</b>  |
| Pokročilá statická a dynamická analýza konstrukcí zohledňující fyzikální a geometrické nelinearity    | 5         |
| Rozvoj metod pro posuzování spolehlivosti stavebních konstrukcí                                       | 6         |
| Modelování difuze chloridů a analýza trvanlivosti nestandardních betonů                               | 7         |
| Numerické modelování turbulentního proudění větru a jeho účinků na stavební konstrukce                | 8         |
| <b>Aktuálně běžící projekty Grantové Agentury ČR .....</b>  | <b>9</b>  |
| Vliv materiálových vlastností vysokopevnostních ocelí na trvanlivost inženýrských staveb a mostů      | 9         |
| Vliv plynného a dopravou vyvolaného znečištění na trvanlivost železobetonových konstrukcí             | 10        |
| <b>Ukončené mezinárodní projekty .....</b>  | <b>11</b> |
| Vývoj regionální sítě autonomních systémů pro monitorování stavu konstrukcí                           | 11        |
| <b>Aktuální projekty studentské grantové soutěže (SGS) .....</b>                                      | <b>12</b> |
| Výzkum vlivu vstupních parametrů na chování kulového absorbéru a analýza experimentálně získaných dat | 12        |
| Pevnostní a materiálová optimalizace 3D tištěných prvků   | 13        |
| <b>Připravované projekty se zapojením katedry .....</b>   | <b>14</b> |
| Konstrukční a materiálové řešení pro budoucí výstavbu na Měsíci                                       | 14        |
| Vliv povrchové drsnosti válce na jeho zatížení od účinků větru  | 15        |
| Zkoumání vlastností stavebních materiálů na bázi slámy a dřeva  | 15        |

|  |           |
|--|-----------|
| Chování konstrukčních ocelí tenkostěnných nosných prvků při spojování za studena | 16        |
| Výzkum nově vyvinutých lehkých ocelí pro konstrukční prvky                       | 17        |
| <b>Konference</b> .....  | <b>18</b> |
| Modelování v mechanice   | 18        |
| <b>Studium</b> .....   | <b>19</b> |
| Bakalářské studium - Konstrukce staveb   | 19        |
| Magisterské studium - Konstrukce staveb  | 20        |
| Doktorské studium - Studijní obor Teorie konstrukcí                              | 21        |
| <b>Aktuální vědecké výstupy katedry (2023)</b> .....                             | <b>22</b> |

## ZAMĚŠTNANCI KATEDRY STAVEBNÍ MECHANIKY

### VEDENÍ KATEDRY

prof. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D., [vedoucí katedry](#)

prof. Ing. Martin Krejsa, Ph.D., [zástupce vedoucího](#)

Ing. Vladimíra Michalcová, Ph.D., [tajemnice katedry](#)

Ing. Petr Lehner, Ph.D., [tajemník pro vědu a výzkum](#)

Ing. Hana Plemeníková, [sekretářka](#)

### OSTATNÍ ZAMĚŠTNANCI KATEDRY

prof. Ing. Stanislav Pospíšil, Ph.D.

doc. Ing. Petr Konečný, Ph.D.

Ing. Ivan Kološ, Ph.D.

Ing. Lenka Koubová, Ph.D.

Ing. Lenka Lausová, Ph.D.

Ing. Pařenica Přemysl, Ph.D.

Ing. Marie Horňáková

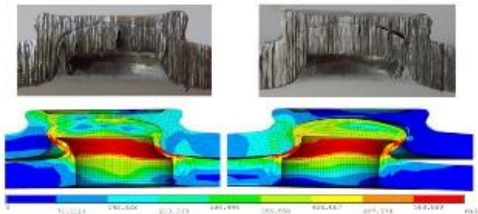
Ing. Petr Král

### INTERNÍ DOKTORANDI

Ing. Marek Kawulok

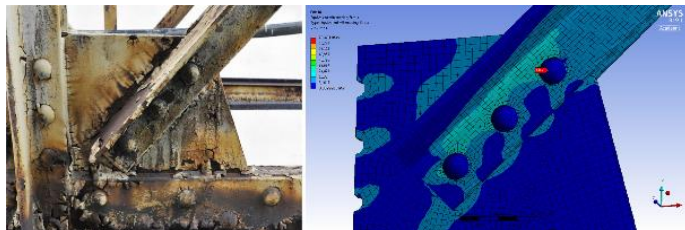
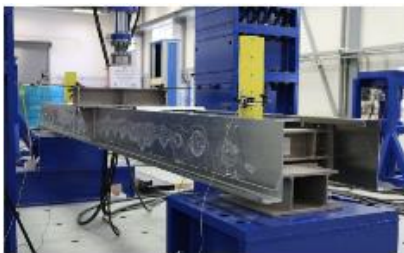
Ing.arch. David Juračka

### POKROČILÁ STATICKÁ A DYNAMICKÁ ANALÝZA KONSTRUKCÍ ZOHLEDŇUJÍCÍ FYZIKÁLNÍ A GEOMETRICKÉ NELINEARITY



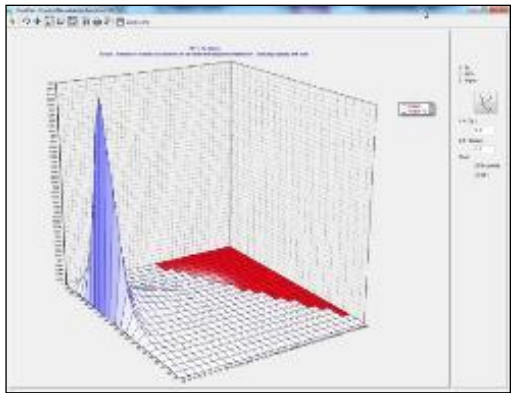
Výzkum je orientován na vývoj spolehlivých a teoreticky podložených simulačních nástrojů, které umožní efektivnější navrhování konstrukcí, aplikaci progresivních inženýrských technologií a materiálů a odhad trvanlivosti konstrukcí. Nosnými pilíři

výzkumu jsou laboratorní experimenty a výpočtové modelování v softwarech využívajících převážně metodu konečných prvků (např. ANSYS, SCIA Engineer, Dlubal RFEM, Atena, ale i „in-house developed“ software). Konkrétními příklady dosud řešených úloh jsou: časově závislá analýza životnosti a spolehlivosti konstrukčních prvků mostů z vysokopevnostní oceli namáhaných mnohokrát opakovaným zatížením, experimentální a numerická analýza of „clinch connections“ tenkostěnných ocelových vaznic, výpočtová analýza únavové životnosti nýtovaných spojů, vývoj spoje pro ztužení dřevěné konstrukce, modelování rotační tuhosti ocelového kolejnicového spoje, analýza napjatosti a stability kompozitních prvků vyráběných technologií 3D tisku, simulace chování kulového absorbéru vibrací, výpočtová a experimentální analýza membránových konstrukcí. Samozřejmostí je snaha o co nejrealističtější vystižení skutečného chování modelované konstrukce, a to jak zahrnutím konstrukčních či materiálových nelinearit, modelováním reologických procesů, tak i uplatněním stochastického přístupu.



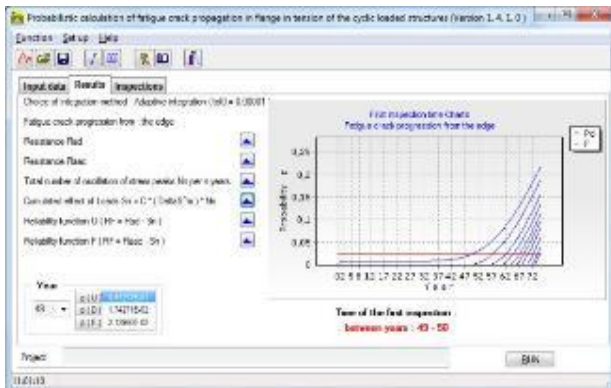
## ROZVOJ METOD PRO POSUZOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Výzkum je zaměřen na vývoj a aplikaci pravděpodobnostních metod pro posuzování spolehlivosti prvků a konstrukčních systémů se zaměřením na inovativní metodu Direct Optimized Probabilistic Calculation – DOProc. Metoda DOProc byla podrobně popsána v mnoha publikacích a také implementována v softwarovém systému ProbCalc.

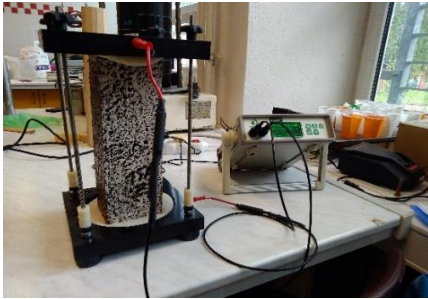


Vstupní parametry náhodné veličiny lze charakterizovat jako empirickou nebo parametrickou distribuční funkci pravděpodobnosti včetně statistické korelace dvou nebo tří náhodných parametrů. Při pravděpodobnostním výpočtu není použita žádná simulační technika, řešení je založeno čistě na numerickém základu. Výsledky řešení jsou zkruseny pouze numerickou chybou a chybami z diskretizace náhodných vstupních a výstupních parametrů. Metoda se jeví jako velmi efektivní a přesná pro

řadu pravděpodobnostních úloh. Metoda byla použita např. při posuzování spolehlivosti cyklicky zatěžovaných konstrukcí s ohledem na únavové poškození a kotevních šroubů dlouhých důlních a podzemních staveb.

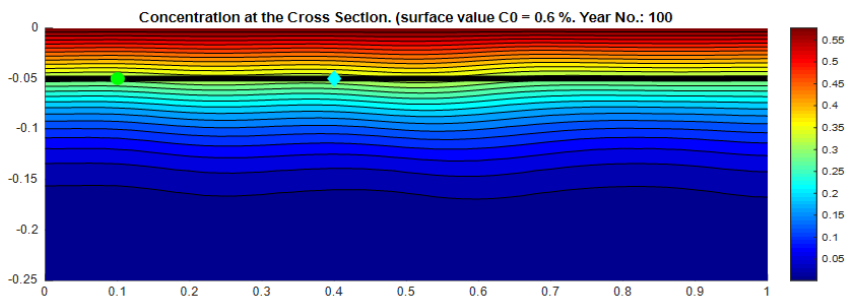


## MODELOVÁNÍ DIFUZE CHLORIDŮ A ANALÝZA TRVANLIVOSTI NESTANDARDNÍCH BETONŮ



Výzkum je zaměřen na degradační procesy u nestandardních betonů. Předmětem zájmu jsou vysokohodnotné betony (high performance concretes – HPC), betony s keramickou sutí (red ceramic waste aggregate concrete – RCWAC), betony s odpadními kaly (metallurgical sludge waste – MSW) a jiné. Standardní i nové

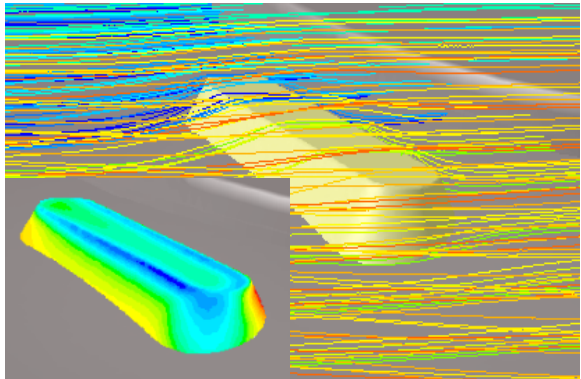
betony jsou hodnoceny experimentálně i numericky s ohledem na odolnost proti agresivním látkám, převážně chloridům. Ty jsou řízeny tzv. difuzí, kterou je možné modelovat. Analýza je založena na numerickém modelu využívajícím metodu konečných prvků. Numerický model je řešen jak pomocí komerčního softwaru ANSYS, tak i prostřednictvím vlastního softwaru vyvinutého v prostředí MatLab. Nedílnou součástí výzkumu je experimentální hodnocení vybraných fyzikálních vlastností souvisejících s integritou materiálu. Konkrétně se jedná o dobu průchodu ultrazvuku a elektrický odpor betonu. Zkoumané parametry jsou hodnoceny napříč zónou postupujícího lomového porušení na vzorcích z cementového materiálu vystavených tříbodové ohybové zkoušce.



## NUMERICKÉ MODELOVÁNÍ TURBULENTNÍHO PROUDĚNÍ VĚTRU A JEHO ÚČINKŮ NA STAVEBNÍ KONSTRUKCE

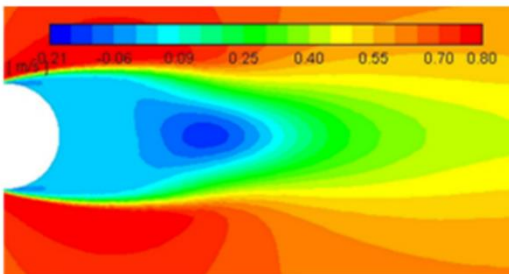
Výzkumná oblast je zaměřena na komplexní analýzu proudového pole kolem pozemních objektů pomocí CFD kódů v softwaru ANSYS Fluent.

Cílem výzkumu je definování charakteristik turbulentního proudění modelované události včetně následné



analýzy působení události na exponované objekty. Řada úloh je řešena ve spolupráci s experimentálním pracovištěm Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR v Telči. Numerické a fyzikální experimenty jsou vzájemně validovány. Cílem výzkumu

je výběr vhodných numerických modelů pro výpočet turbulentního proudění včetně případné modifikace pro silně turbulentní proudění větru v reálné atmosféře s ohledem na vliv větru na budovy a inženýrské stavby.





### VLIV MATERIÁLOVÝCH VLASTNOSTÍ VYSOKOPEVNOSTNÍCH OCELÍ NA TRVANLIVOST INŽENÝRSKÝCH STAVEB A MOSTŮ

**Hlavní řešitel:** prof. Ing. Martin Krejsa, Ph.D.

**Partneři:** Ústav fyziky materiálů AV ČR, v.v.i., doc. Ing. Stanislav Seitl Ph.D.

**Pracoviště FAST:** Katedra stavební mechaniky (228), Katedra matematiky (230), Katedra konstrukcí (221), Experimentální centrum (207).

**Pracovníci 228:** prof. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D., Ing. Petr Lehner, Ph.D.,

Ing. Přemysl Pařenica, Ph.D.

**Období:** červen 2021 – červen 2024

**Cíl projektu:** Cílem projektu je získat nové poznatky o materiálových vlastnostech, životnosti a spolehlivosti vybraných typů nosných konstrukčních prvků vyrobených z vysokopevnostní oceli a vyvinout spolehlivé, teoreticky podložené nástroje pro časově závislou analýzu jejich životnosti a spolehlivosti.

**Abstrakt:** Cílem projektu je získat nové poznatky o materiálových vlastnostech, životnosti a spolehlivosti vybraných typů nosných konstrukčních prvků vyrobených z vysokopevnostní oceli a vyvinout spolehlivé, teoreticky podložené simulační nástroje pro časově závislou analýzu životnosti a spolehlivosti prvků inženýrských konstrukcí a mostů namáhaných mnohokrát opakovaným zatížením. Fenomény únavového poškození s ohledem na vznik koroze ocelových prvků budou zkoumány pomocí experimentů a stochastických a numerických simulací na počítači. Budou vyvinuty nové alternativní přístupy založené na metodě škálovatelné pravděpodobnostní aproximace, která umožní vyhodnotit únavovou odolnost detailů poškozených korozí bez potřeby destruktivního testování. Výsledkem řešení bude analýza časově závislého odhadu životnosti a spolehlivosti konstrukcí z vysokopevnostní oceli. Na rozdíl od běžně užívaných adhoc přístupů k řešení úloh životnosti nových i existujících konstrukcí spočívá jedinečnost předkládaného projektu ve sloučení všech jmenovaných aspektů do jednotného rámce.

## VLIV PLYNNÉHO A DOPRAVOU VYVOLANÉHO ZNEČIŠTĚNÍ NA TRVANLIVOST ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

**Hlavní řešitel:** doc. Ing. Petr Konečný, Ph.D.

**Partneři:** Vysoké učení technické v Brně, FAST, Ing. Dita Vořechovská Ph.D.

Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i., prof. Ing. Zdeněk Zelinger CSc.

**Pracoviště FAST:** Katedra stavební mechaniky (228), Katedra konstrukcí (221), Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb (223).

**Pracovníci 228:** Ing. Ivan Kološ, Ph.D., Ing. Vladimíra Michalcová, Ph.D., Ing. Lenka Lausová, Ph.D., Ing. Petr Lehner, Ph.D., Ing. Marie Horňáková, prof. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D.

**Období:** duben 2022 – prosinec 2024

**Cíl projektu:** Cíle jsou: (a) popis vlivu průmyslového a dopravou způsobeného znečištění na trvanlivost železobetonu s ohledem na lokální prostředí silnic a vliv karbonatace, chloridů a mrazuvzdornost, (b) výzkum podmínek využití GASMAS NDT pro testování odolnosti betonu proti agresivním polutantům.

**Abstrakt:** Záměrem projektu je detailně analyzovat vliv plynného a dopravou vyvolaného znečištění na trvanlivost betonu v konstrukcích vystavených tomuto působení a také navrhnout a otestovat přístup pro stanovení difuzních procesů znečišťujících plynů a chloridů v betonu založený na pokročilém vyhodnocení dat. Zkoumány budou možnosti využití alternativní techniky absorpční spektroskopie plynů rozptýlených v médiu (GASMAS) a budou vyhodnoceny optimální zkušební podmínky pro beton. Vliv lokálního prostředí silnic a dálnic na depozici průmyslového a dopravou způsobeného znečištění v železobetonových materiálech bude dále využít i pro validaci matematických modelů pro simulaci transportu částic zvržených dopravou. Vliv karbonatace, zmrazování a průniku chloridů na trvanlivost bude zkoumán s využitím kombinace laboratorních a in-situ experimentů doplněných o numerické modely, což umožní zdokonalení nedestruktivního, nicméně dostatečně spolehlivého testování pronikání agresivních látek do betonu a také přinese nový pohled na šíření agresivních látek v blízkosti silnic a dálnic.

## UKONČENÉ MEZINÁRODNÍ PROJEKTY

### VÝVOJ REGIONÁLNÍ SÍTĚ AUTONOMNÍCH SYSTÉMŮ PRO MONITOROVÁNÍ STAVU KONSTRUKCÍ

**Spoluřešitel v ČR:** doc. Ing. Petr Konečný, Ph.D.

**Partneři:** Institute of Fundamental Technological Research PAN, Polsko

Budapest University of Technology and Economics, Maďarsko

University of Žilina, Slovensko

**Pracoviště FAST:** Katedra stavební mechaniky (228),

**Pracovníci 228:** Ing. Petr Lehner, Ph.D.

**Období:** červen 2021 – listopad 2022

**Cíl projektu:** Cílem projektu je vývoj metodiky pro spolehlivou identifikaci různých konstrukčních vad, včetně trhlin v betonu, odlupování a delaminace. Ve své základní myšlence tento projekt kombinuje techniky strojového učení a zpracování obrazu za účelem lokalizace a kvantifikace degradace tuhosti v betonových konstrukcích. Celý systém má fungovat zcela autonomně. Umožňuje to nedávný pokrok v oblasti snímání obrazu s využitím bezpilotních pozemních nebo leteckých prostředků a umělé inteligence.



## AKTUÁLNÍ PROJEKTY STUDENTSKÉ GRANTOVÉ SOUTĚŽE (SGS)

Cílem SGS je zvýšit a podpořit vědecko-výzkumné aktivity studentů doktorských a magisterských studijních programů ve spolupráci s akademickými pracovníky. Zvýšit kvalitu a efektivnost vědecké, technické a vzdělávací práce, rozvíjet nové, zejména interdisciplinární obory doktorského a magisterského studia a navazovat spolupráci v těchto oborech se zahraničím a podporovat publikování dosažených výsledků.

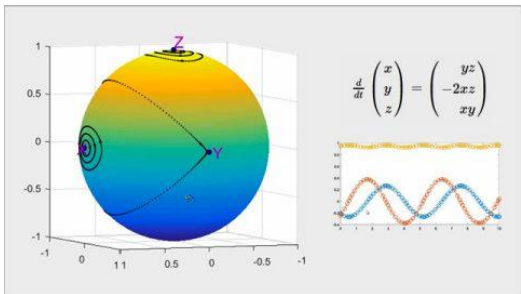
### VÝZKUM VLIVU VSTUPNÍCH PARAMETRŮ NA CHOVÁNÍ KULOVÉHO ABSORBÉRU A ANALÝZA EXPERIMENTÁLNĚ ZÍSKANÝCH DAT

**Hlavní řešitel:** Ing. Marek Kawulok

**Školitel:** prof. Ing. Stanislav Pospíšil, Ph.D.

**Zapojení studenti a pracovníci:** Ing.arch. David Juračka

**Cíl projektu:** Mezi hlavní cíle projektu patří odstranění potíží s vyhodnocováním videozáznamu spjaté s problematikou distorze obrazu a přesnější konverzi mezi dilatacemi získanými v pixelech na milimetry. Překonáním problému se otevře cesta ke snadnému vyhodnocování proběhlých a plánovaných experimentů. Ty budou zaměřeny na volné kmitání a buzené kmitání kulového absorbéru. Observací proběhlých experimentů byl pozorován vliv polohy bodu kontaktu koule a podpůrné konstrukce, stejně tak i vliv povrchu vodících kolejnic. Tyto vlastnosti ovlivňují útlum a tím i chování vnitřní koule. Vliv útlumu je plánováno analyzovat a identifikovat



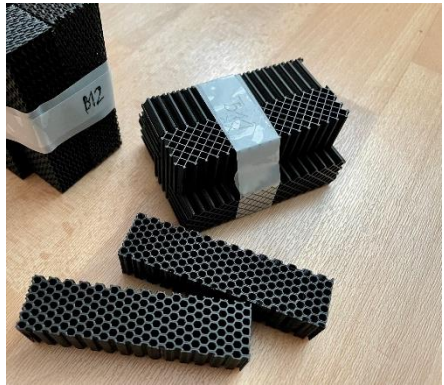
nejvhodnější fyzikální model tak, aby výsledky numerických simulací odpovídaly experimentálním měřením. Dále je v plánu analyzovat vliv fyzikálních vlastností koule.

**Hlavní řešitel:** Ing.arch. David Juračka

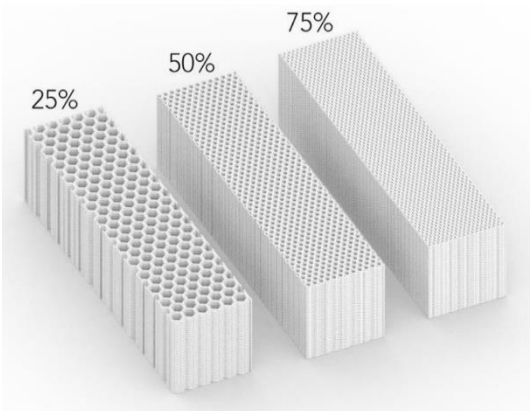
**Školitel:** prof. Ing. Martin Krejsa, Ph.D.

**Zapojení studenti a pracovníci:** Ing. Marek Kawulok, Ing. David Bujdoš, Ing. Radoslav Gandel, Ing. Kateřina Matýsková, Bc. Dominik Gřešica, Ing. Petr Lehner, Ph.D.,

**Cíl projektu:** Hlavním cílem předkládaného projektu je zkoumání a porovnání různých typů vygenerovaných nosníků pomocí vyvíjeného algoritmu s parametrickou vnitřní strukturou. Záměrem je optimalizovat nosník z hlediska pevnosti a množství materiálu při laboratorních zkouškách na ohyb. K nim budou vytvořeny numerické modely a výsledky porovnány. V rámci tohoto cíle je potřeba otestovat další mechanické vlastnosti. Z předešlých SGS projektů vyšla najevo nutnost prozkoumat vlastnosti materiálu při namáhání tlakem, smykem a přilnavost vrstev.



Dalším cílem je zkoumání využití 3D tištěných prvků ve stavebnictví. Budou vytvořeny spojovací prvky z používaných filamentů pro potřeby optimálního napojení dřevěných konstrukčních prvků, které by nahradily konvenční kovové spojovací materiály. Pomocí experimentálních testů a numerických modelů budou hodnoceny mechanické vlastnosti těchto spojů.



## PŘIPRAVOVANÉ PROJEKTY SE ZAPOJENÍM KATEDRY

Katedra stavební mechaniky se ve spolupráci s dalšími katedrami a pracovišti v ČR i ve světě podílí na přípravě nebo podání několika projektů související s vědeckým a výzkumným záměrem katedry. Jedná se o projekty národní, mezinárodní a to jak pod Grantovou agenturou České republiky (GAČR), tak Technologickou agenturou České republiky (TAČR).

## KONSTRUKČNÍ A MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ PRO BUDOUCÍ VÝSTAVBU NA MĚSÍCI

**Hlavní řešitel:** doc. Ing. Petr Konečný, Ph.D.

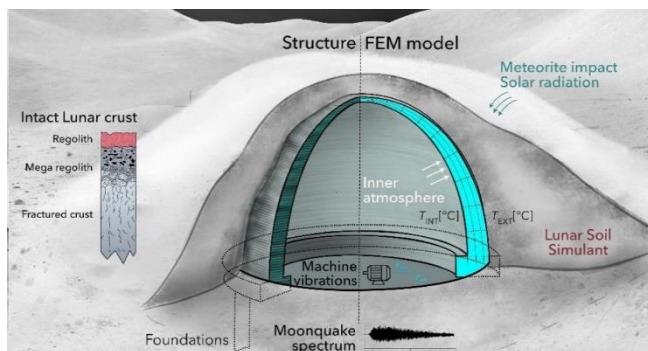
**Poskytovatel:** GAČR – mezinárodní projekt WEAVE

**Partneři:** Ústav fyziky materiálů Akademie věd České republiky

University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Polsko, prof. Jacek Katzer

**Cíl projektu:** Záměrem projektu je ověřit koncept konstrukce vhodné pro kolonizaci Měsíce vyrobené z kompozitu připomínajícího beton. Pro vytvoření lunárního kompozitu a kameniva bude využit vhodný materiál simulující horninu na Měsíci. Budou použity numerické a experimentální přístupy zohledňující vliv únavy a teplotních rozdílů na lomové parametry. Na bázi geopolymery bude připravena směs obdobná betonu. Bude doporučen vhodný koncept skořepinové klenbové konstrukce pro vytvoření lunární základny. Model klenby bude numericky a experimentálně otestován.

Budou připraveny materiálové modely a numerické modely konstrukčního řešení s ohledem na experimenty a na prostředí na Měsíci.



## VLIV POVRCHOVÉ DRSNOSTI VÁLCE NA JEHO ZATÍŽENÍ OD ÚČINKŮ VĚTRU

**Hlavní řešitel:** Ing. Ivan Kološ, Ph.D.

**Poskytovatel:** GAČR – standardní projekty

**Cíl projektu:** Projekt je zaměřen na zkoumání aerodynamické odezvy konstrukcí s nominálně kruhovým průřezem a drsným povrchem, které jsou vystaveny turbulentním účinkům větru. Výzkum se bude opírat o numerické modelování metodou konečných objemů. Prioritním přístupem bude modelování skutečné geometrie tvaru drsného povrchu za účelem definování vlivu jeho drsnosti na změnu proudových charakteristik. Výsledky numerického modelování budou verifikovány pomocí dat z experimentů. Vědeckým přínosem bude zmapování vlivu povrchové drsnosti na tyto konstrukce i na turbulentní charakteristiky proudu vzduchu. Cílem numerické a experimentální analýzy bude stanovení relevantnosti zjednodušeného modelu s ekvivalentním součinitelem aerodynamické drsnosti, který nahradí komplexní tvar povrchu. Výsledky projektu povedou k modelům proudění vzduchu v blízkosti drsného povrchu i v úplavu tělesa. Uplatnění najdou také v praktických úlohách při stanovení zatížení stavebních prvků.

## ZKOUMÁNÍ VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ NA BÁZI SLÁMY A DŘEVA

**Hlavní řešitel:** Ing. Petr Lehner, Ph.D.

**Poskytovatel:** GAČR – standardní projekty

**Partneři:** Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně

**Cíl projektu:** Záměrem projektu je rozšíření vědeckého poznání v oblasti nosných stavebních konstrukcí vytvořených ze slámy a dřeva. Studovanými typy budou nosné slámové balíky (bez a s dřevěnou výztuží) a dřevěné panely vyplněné v různých poměrech slámou podílející se částečně na přenosu zatížení. Porovnání mezi různými typy vytvořených nosných konstrukcí bude připraveno na bázi krátkodobého i dlouhodobého testování. Bude studována pevnost těchto prvků, deformace z dotvarování, teplotně-vlhkostní a difuzní vlastnosti. Dílčí cíle projektu jsou definovány



za účelem přesného testování mechanických vlastností zmíněných konstrukcí a následné regresní analýzy, která je nutná pro získání parametrů pro následné numerické modelování. Vývoj numerických modelů založených na provedeném testování poslouží k přípravě globálního modelu stavební

konstrukce, čímž se významně ušetří náklady spojené s testováním velkých konstrukčních prvků. Nedílnou součástí výzkumu bude hledání vztahu mezi získanými charakteristikami, což přispěje ke zdokonalování testovacích metod.

## CHOVÁNÍ KONSTRUKČNÍCH OCELÍ TENKOSTĚNNÝCH NOSNÝCH PRVKŮ PŘI SPOJOVÁNÍ ZA STUDENA

**Hlavní řešitel:** prof. Ing. Martin Krejsa, Ph.D.

**Poskytovatel:** GAČR – standardní projekty

**Partneři:** Ústav fyziky materiálů AV České republiky

**Cíl projektu:** Jedním z moderních způsobů spojování v ocelových konstrukcích z nosných tenkostěnných prvků tvarovaných za studena je tzv. „klinčování“. Tato metoda je široce uplatňovaná v různých oblastech průmyslu, ale ve stavebnictví se zatím využívá jen v malé míře. Při tomto způsobu spojování dochází k jevům ovlivňujícím dlouhodobé i krátkodobé chování spoje, přičemž se ukazuje, že předpoklady a výpočetní postupy známé z automobilového a leteckého průmyslu nelze aplikovat na konstrukce používané ve stavebnictví bez výhrad. Ukazuje se, že chybí poznatky o procesech probíhajících při provádění spoje i o jeho chování během provozu v reálné konstrukci.





## VÝZKUM NOVĚ VYVINUTÝCH LEHKÝCH OCELÍ PRO KONSTRUKČNÍ PRVKY

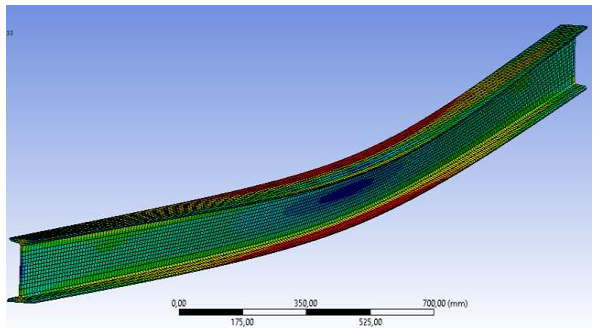
**Hlavní řešitel:** doc. Ing. Stanislav Seitl, Ph.D., Ústav fyziky materiálů AV ČR

**Řešitel za Ostravu:** Ing. Petr Lehner, Ph.D.

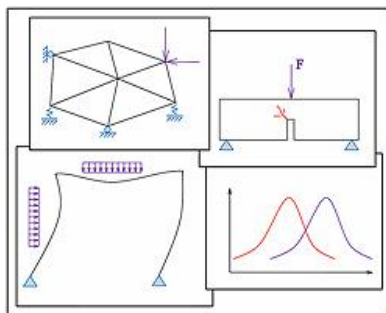
**Poskytovatel:** GAČR – standardní projekty

**Partneři:** Ústav fyziky materiálů AV České republiky

**Cíl projektu:** Projekt se zabývá dosud málo prozkoumanými nízkolegovanými konstrukčními oceli FeCrAl, které se jeví jako perspektivní náhrada konvenčních korozivzdorných konstrukčních ocelí. Řešení projektu povede k hlubšímu pochopení a popisu odolnosti těchto druhů ocelí vystavených mechanickému namáhání a korozi, což v důsledku pomůže vyvinout oceli, které budou mechanicky odolné, dostatečně korozivzdorné, lehké a přitom levné.



Mezinárodní konference Modelování v mechanice je dlouhodobě pořádané setkání výzkumných pracovníků z České republiky i zahraničí, které organizuje Katedra stavební mechaniky Fakulty stavební VŠB – TUO. Konference poskytuje prostor pro prezentování a publikování původních vědecko-výzkumných příspěvků, zaměřených na problematiku numerického modelování konstrukcí.



Cílem konference je prohloubit spolupráci mezi vědeckými pracovníky a doktorandy z tuzemských i zahraničních vysokých škol a vědeckých pracovišť, kteří se ve své vědecké činnosti zaměřují na rozličné oblasti stavebnictví.

Autorům bude v průběhu konference nabídnuta možnost zaslat plné znění článku do níže uvedených periodik:

Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava, řada stavební

Procedia Structural Integrity - organizační výbor v současné době jedná s European Structural Integrity Society (ESIS) o zařazení naší konference do tohoto sborníku.

Frattura ed Integrità Strutturale - Fracture and Structural Integrity v omezeném množství.

V roce 2023 se konference konala ve Velkých Losinách a zúčastnilo se jí přes 60 odborníků převážně ze Střední Evropy. Byly představeny prezentace akademických a výzkumných pracovníků z Česka, Slovenska, Polska a Maďarska.

Více informací o každoroční konferenci se dozvíte na:

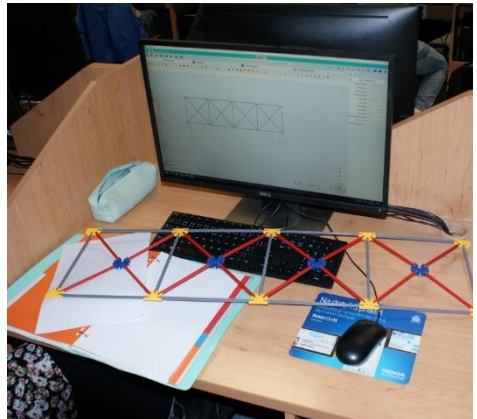
<https://www.fast.vsb.cz/228/cs/mmconference/>

## STUDIUM

Studenti Fakulty stavební, VŠB-TUO, mohou studovat ve třech akreditovaných studijních úrovních: bakalářském, magisterském a doktorském. Všichni studenti se mohou zapojit do vědecké a výzkumné činnosti na aktuálních i budoucích projektech.

## BAKALÁŘSKÉ STUDIUM - KONSTRUKCE STAVEB

**Cíle studia:** Cílem studia ve specializaci Konstrukce staveb je připravit absolventa pro všechny oblasti stavební činnosti, pro které získá příslušné teoretické i odborné znalosti a dovednosti. Po prvních dvou ročních společného studia, zaměřeného na teoretický základ a základní odborné předměty, pokračují studenti v oborově zaměřeném studiu na specializaci Konstrukce staveb, kde získají znalosti zaměřené na navrhování, posuzování a realizaci ocelových, betonových, dřevěných a kompozitních konstrukcí.



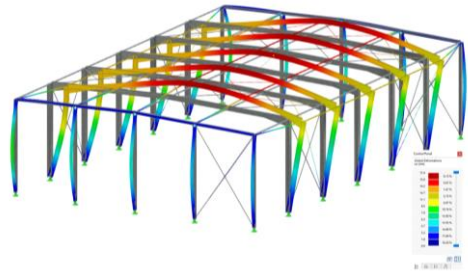
**Státní závěrečná zkouška:** Státní závěrečná zkouška se skládá z obhajoby bakalářské práce a odborné rozpravy nad prací v souvislosti se dvěma tematickými okruhy:

1) Stavební inženýrství

2) Betonové a zděné konstrukce nebo Ocelové a dřevěné konstrukce

**Odborné znalosti absolventa:** Absolvent specializace Konstrukce staveb bude odborníkem zaměřeným na statiku staveb, na provádění a navrhování průmyslových a inženýrských staveb a mostů, uplatní se především ve stavebních firmách navrhujících inženýrské konstrukce nebo zajišťujících jejich provoz, opravy a rekonstrukce. Absolvent bude mít také široké znalosti v oblasti výpočetních a numerických metod tak, aby se mohl uplatnit jak v projekci, tak i při návrhu algoritmů

pro statické výpočty, jejich testování a verifikaci jejich správnosti. Bude tak schopen působit i jako vývojář a konzultant u firem vyvíjejících software pro návrh a posuzování konstrukcí nebo ve výzkumných organizacích v odborných pozicích, kde bude schopen vytvářet specializované výpočetní algoritmy pro numerické modelování speciálních problémů.



## MAGISTERSKÉ STUDIUM - KONSTRUKCE STAVEB



**Cíle studia:** Cílem studia navazujícím magisterském programu je připravit absolventa pro činnost ve stavebním průmyslu, pro které získá teoretické i odborné znalosti a dovednosti. Absolventi získají rozšířené znalosti a dovednosti v oblastech: navrhování, posuzování a realizace ocelových, betonových, dřevěných a kompozitních konstrukcí; zatížení stavebních konstrukcí; matematického modelování chování konstrukcí, chování konstrukcí v extrémních podmínkách, včetně požární odolnosti konstrukcí a sanace a rekonstrukce staveb.

**Státní závěrečná zkouška se skládá z:**

- 1) Obhajoby diplomové práce,
- 2) Odborné rozpravy v souvislosti s tématem diplomové práce.

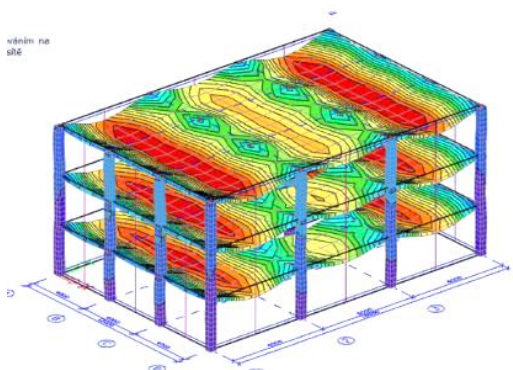
Studenti si volí 3 okruhy (většinou blíže související s tématem diplomové práce):

Betonové a zděné konstrukce, Ocelové a dřevěné konstrukce,

Inženýrské konstrukce a mosty, Stavební mechanika.

### Odborné znalosti absolventa:

Absolventi budou seznámeni se způsoby navrhování konstrukcí pozemních, průmyslových i technologických staveb a mostů z železobetonu, předpjatého betonu, ale i z oceli a materiálů na bázi dřeva. Všechny odborné předměty zabývající se návrhem a posuzováním stavebních konstrukcí



jsou neodmyslitelně spjaty s teoretickými předměty, ve kterých absolventi získají praktické dovednosti pro provádění statických a dynamických výpočtů založených na Metodě konečných prvků a využití výpočetní techniky, včetně moderního softwaru. Absolventi se seznámí s pokročilým modelováním úloh statiky a dynamiky stavebních konstrukcí a také s automatizací statických posudků. Součástí studia jsou i předměty zabývající se mechanikou materiálů, pravděpodobnostními výpočty ve stavitelství a náročnými výpočetními systémy pro speciální úlohy.

## DOKTORSKÉ STUDIUM - STUDIJNÍ OBOR TEORIE KONSTRUKCÍ

Studijní obor je zaměřen na výzkum spolehlivosti, bezpečnosti a použitelnosti nosných i nenosných stavebních konstrukcí. Studenti řeší, jak témata základního výzkumu, tak realizují vývoj praktických aplikací ve spolupráci s průmyslem.

**Forma:** prezenční i kombinovaná

**Školitelé:** prof. Ing. Martin Krejsa, Ph.D.

prof. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D.

prof. Ing. Stanislav Pospíšil, Ph.D.

doc. Ing. Petr Konečný, Ph.D.

**Cíle studia:** Studijní obor navazuje na všechny magisterské studijní programy. Je zaměřen na projektování a realizaci náročných konstrukcí pozemních, průmyslových, inženýrských a dopravních staveb. Prohloubena je výuka teoretických

disciplin z oblasti pevnosti a pružnosti, metody konečných prvků a stavební dynamiky. Tyto poznatky jsou aplikovány v konstrukčních předmětech z oblasti navrhování, posuzování a provádění železobetonových, zděných, ocelových a dřevěných konstrukcí a mostů podle národních a evropských norem.

**Odborné dovednosti absolventa:** Využitím odborných znalostí na základě rámcově vymezeného úkolu řešit praktické problémy v oboru. Vyhledat, utřídit a interpretovat informace relevantní pro řešení vymezeného praktického problému. Použít některé základní výzkumné postupy oboru v rozsahu potřebném pro řešení praktických problémů v oboru



**Obecné způsobilosti absolventa:** Samostatně a odpovědně se rozhodovat v jen částečně známých souvislostech na základě rámcového zadání. Dle rámcového zadání a přidělených zdrojů koordinovat činnost týmu a nést odpovědnost za jeho výsledky. Srozumitelně a přesvědčivě sdělovat odborníkům i laikům informace o povaze odborných problémů a vlastním názoru na jejich řešení. Srozumitelně shrnout názory ostatních členů týmu.

## AKTUÁLNÍ VĚDECKÉ VÝSTUPY KATEDRY (2023)

BADARLOO, B., LEHNER, P., KOUBOVÁ, L., PIRIZADEH, M. Correlation study of physical and mechanical properties of concretes with crushed LCD glass. *Journal of Cleaner Production*, 2023, roč. 385, č. January 20 2023, s. nestránkováno.

BADARLOO, B., LEHNER, P. Practical Aspects of Correlation Analysis of Compressive Strength from Destructive and Non-Destructive Methods in Different Directions. *Infrastructures*, 2023, roč. 8, č. 11, s. nestránkováno.

BÍLEK, V., MIARKA, P. 7th International Conference on Non-Traditional Cement and Concrete (NTCC). 2023.

BRÁZDILOVÁ, H., LEHNER, P. Parametric Study of a Straw Bale Load-Bearing Wall. *Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 1.

BROŽOVSKÝ, J., KREJSA, M., VACEK, M., KŘIVÝ, V. Remodelling of corroded steel surfaces based on microscope image outputs. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. nestránkováno.

BROŽOVSKÝ, J., KREJSA, M., LEHNER, P., PAŘENICA, P., SEITL, S. Reliability Analysis of Bridge Details from High-Strength Steel with Use of DOProC Approach: Challenges and Research Directions. SPACE 2022 : Structural and Physical Aspects of Construction Engineering : 5th international scientific conference : abstract proceedings : October 12-14, 2022, High Tatras, Slovakia. Košice : Technical University of Košice, 2023, s. 1-6.

BUGNEROVÁ, K., LEHNER, P., HORŇÁKOVÁ, M. Result of Rapid Chloride Permeability Test in the case of Metallurgical Sludge Waste Concrete. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 3.

GŘEŠICA, D., LEHNER, P. Three-Dimensional Numerical Model of Chloride Penetration in Concrete. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 9.

HORŇÁKOVÁ, M., PIZOŇ, J., GOLASZEWSKI, J., LEHNER, P. Effect of chemical admixtures on waste metallurgical sludge concrete at the late age. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 11.

HORŇÁKOVÁ, M., LEHNER, P., KATZER, J. Relationship Between Destructive and Non-Destructive Testing on SFR Lightweight Concrete. AIP Conference Proceedings. New York : American Institute of Physics, 2023, s. 1-4.

HORŇÁKOVÁ, M., LEHNER, P., PIZOŇ, J., GOLASZEWSKI, J. Numerical Evaluation of the Durability of Metallurgical Sludge Waste Concrete Exposed to Aggressive Environment. SPACE 2022 : Structural and Physical Aspects of Construction Engineering : 5th international scientific conference : abstract proceedings : October 12-14, 2022, High Tatras, Slovakia. Košice : Technical University of Košice, 2023, s. 1-6.

HORŇÁKOVÁ, M., LEHNER, P., BUJDOŠ, D., CHOVANCOVÁ, L., GŘEŠICA, D., DEDEK, J., KONEČNÝ, P. Aspects of Testing and Modelling of Recycled Concrete from Paving Blocks. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 13.

HRABOVÁ, K., LEHNER, P. Effect of Degradation Processes on the Compressive Strength of High Performance Concrete. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 12.

JURAČKA, D., KATZER, J., KOBÁKA, J., SWICA, I., SEWERYN, K. Concept of a 3D-Printed Voronoi Egg-Shaped Habitat for Permanent Lunar Outpost. Applied Sciences, 2023, roč. 13, č. 2, s. nestránkováno.

JURAČKA, D., KAWULOK, M., BUJDOŠ, D., KREJSA, M. Mechanical Properties of Composite Samples Produced by FFF/FDM 3D Printing Technology in a Three-Point Flexural Test. SPACE 2022 : Structural and Physical Aspects of Construction Engineering : 5th international scientific conference : abstract proceedings : October 12-14, 2022, High Tatras, Slovakia. Košice : Technical University of Košice, 2023, s. 1-6.

JURAČKA, D., KAWULOK, M., BUJDOŠ, D., KREJSA, M. Size Effect of 3D Printed Samples. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 15.

KAWULOK, M., ČERMÁK, M., POSPÍŠIL, S. Numerical Procedure for Solving the Nonlinear Behaviour of a Spherical Absorber. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 16-16.

KAWULOK, M., FREIHERROVÁ, N., HORŇÁKOVÁ, M., JURAČKA, D., KREJSA, M. Hyperbolic Paraboloid Tensile Structure—Numerical CFD Simulation of Wind Flow in RWIND Software. Buildings, 2023, roč. 13, č. 3, s. 1-14.

KAWULOK, M., POSPÍŠIL, S., FREIHERROVÁ, N., JURAČKA, D. Numerical Simulation of a Planar Model of a Ball Absorber in a Spherical Dish. Periodica Polytechnica: Civil Engineering, 2023, roč. 67, č. 3, s. nestránkováno.

KOBAKA, J., KATZER, J., SEWERYN, K., SROKOSZ, P., BUJKO, M., KONEČNÝ, P. A study of lunar soil simulants from construction and building materials perspective. Case Studies in Construction Materials, 2023, roč. 18, č. July, s. nestránkováno.

KOLOŠ, I., LAUSOVÁ, L., MICHALCOVÁ, V. The Effect of the Surface Roughness of the Circular Cylinder on Drag Coefficient. SPACE 2022 : Structural and Physical Aspects of Construction Engineering : 5th international scientific conference : abstract proceedings : October 12-14, 2022, High Tatras, Slovakia. Košice : Technical University of Košice, 2023, s. 1-6.

KONEČNÝ, P., KATZER, J., KOBAKA, J., SEWERYN, K. Estimation of the Needed Regolith for Covering Lunar Habitat by Protective Layer. Artificial Satellites-Journal of Planetary Geodesy, 2023, roč. 58, č. Supplement 1, s. 249-255.

KOUBOVÁ, L., LEHNER, P. Numerical FEM Model of Closed Steel Supports of Underground Structures. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 20.

KREJSA, M., BROŽOVSKÝ, J., LEHNER, P., KREJSA, V. Probabilistic Prediction of Fatigue Damage of HSS Structures: Initial Study. AIP Conference Proceedings. New York : American Institute of Physics, 2023, s. 1-4.

KREJSA, M., LEHNER, P., DOBEŠ, P. HS2282302 - Experimentální ověření svarového spoje tahovou zkouškou - ESX Heavy - SSI SHÄFER s.r.o.. SSI SCHÄFER s.r.o., 2023.

KREJSA, M., LAUSOVÁ, L., PLEMENÍKOVÁ, H., KOLOŠ, I., LEHNER, P., MICHALCOVÁ, V., HORŇÁKOVÁ, M. Modelování v mechanice 2023. 2023.

KŘIVÝ, V., VACEK, M., SEITL, S., KREJSA, M. Analýza korozního poškození vzorků vyrobených z vysokopevnostních ocelí. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference :



proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. Nestránkováno.

LEHNER, P., HRABOVÁ, K. Improved Script for Calculating the Chloride Resistance of Concrete with Varying Time Step. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 27.

LEHNER, P., KREJSA, M. Probabilistic Assessment of Fatigue Life of Railway Bridges Using FEM and Monte Carlo Load Estimation. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 23.

LEHNER, P., KOUBOVÁ, L., BUJDOŠ, D. Evaluation of The Compressive Strength of Concrete under Combined Force and Chloride Load. SPACE 2022 : Structural and Physical Aspects of Construction Engineering : 5th international scientific conference : abstract proceedings : October 12-14, 2022, High Tatras, Slovakia. Košice : Technical University of Košice, 2023, s. 1-5.

LEHNER, P., DEDEK, J., HORŇÁKOVÁ, M. Ratio of Volumetric and Surface Electrical Resistivity of Recycled MSW Concrete. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 5.

LEHNER, P., HRABOVA, K. Evaluation of degradation and mechanical parameters and sustainability indicators of zeolite concretes. Construction and Building Materials, 2023, roč. 371, č. 130791, s. nestránkováno.

LEHNER, P., BUJDOŠ, D., HRABOVÁ, K., KONEČNÝ, P. Correlation Relationships of Elementary Mechanical Properties and Electrical Resistivity of Structural Concrete. AIP Conference Proceedings. New York : American Institute of Physics, 2023, s. 1-4.

MALÍKOVÁ, L., DOUBEK, P., JUHÁSZOVÁ, T., KREJSA, M., SEITL, S. Fatigue crack propagation under corrosion of high-strength steel. Procedia Structural Integrity. Volume 43. Amsterdam : Elsevier, 2023, s. 264-269.

MATÝSKOVÁ, K., HORŇÁKOVÁ, M. Effect of using waste metallurgical sludge in concrete on the environment.. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 29.

MOSTAFAEI, H., BADARLOO, B., CHAMASEMANI, NF., ROSTAMPOUR, MA., LEHNER, P. Investigating the Effects of Concrete Mix Design on the Environmental Impacts of Reinforced Concrete Structures. Buildings, 2023, roč. 13, č. 5, s. nestránkováno.

PAŘENICA, P., LEHNER, P., KREJSA, M., SEITL, S. Numerical Model of HSS S690 Tensile Test. Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. 33.

PAŘENICA, P., MYNARČÍK, P., LEHNER, P. Experimental study of high thin-walled cold-rolled Z cross-sections purlins. Journal of Constructional Steel Research, 2023, roč. 208, č. 108017, s. nestránkováno.

PIZÓN, J., KONEČNÝ, P., MYNARZ, M., BÍLEK, V. Properties of Fine Graded Perlite-Based Lightweight Cement Mortars Subjected to Elevated Temperatures. *Buildings*, 2023, roč. 13, č. 12, s. 2969.

SZWEDA, Z., GOLASZEWSKI, J., GHOSH, P., LEHNER, P., KONEČNÝ, P. Comparison of Standardized Methods for Determining the Diffusion Coefficient of Chloride in Concrete with Thermodynamic Model of Migration. *Materials*, 2023, roč. 16, č. 2, s. nestránkováno.

SZWEDA, Z., MAZURKIEWICZ, J., KONEČNÝ, P., PONIKIEWSKI, T. Effect of Imperial Smelting Process Slag Addition in Self Compacting Concrete Concrete on the Efficiency of Electrochemical Chloride Extraction. *Materials*, 2023, roč. 16, č. 14, s. nestránkováno.

VACEK, M., KŘIVÝ, V., KONEČNÝ, P., MARTÁKOVÁ, M. Prediction of corrosion product thickness by DOProC method. *EUROCORR 2023 : The Annual Congress of the European Federation of Corrosion : 27 - 31 August 2023, Belgium, Brussels*. Berlín : European Federation of Corrosion, 2023, s. 238-238.

VACEK, M., KŘIVÝ, V., KONEČNÝ, P., MARTÁKOVÁ, M. Využití přímé optimalizované pravděpodobnostní metody pro predikci korozního úbytku ocelových konstrukcí. *Modelování v mechanice 2023 : 21. ročník mezinárodní konference : sborník rozšířených abstraktů : 25.-26.5.2023 = Modelling in Mechanics 2023 : 21th international conference : proceedings of extended abstracts : 25th and 26th May 2023*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2023, s. "nestránkováno".

VIJAYAN, D., SIVASURIYAN, A., DEVARAJAN, P., KREJSA, M., CHALECKI, M., ŻÓŁTOWSKI, M., KOZARZEWSKA, A., KODA, E. Development of Intelligent Technologies in SHM on the Innovative Diagnosis in Civil Engineering - A Comprehensive Review. *Buildings*, 2023, roč. 13, č. 8, s. nestránkováno.

COPYRIGHT © 2024

Katedra stavební mechaniky

Fakulta stavební

VŠB – Technická univerzita Ostrava