



ASSOCIATION  
OF CZECH AND SLOVAK  
CORROSION ENGINEERS



pořádají v rámci 24. konference *Koroze a protikorozi ochrana kovů* symposium  
organise within the 24<sup>th</sup> conference *Corrosion and Corrosion Protection of Metals* a symposium

# KOROZE PŘEDPÍNAČÍ VÝZTUŽE ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

## CORROSION OF PRE-STRESSED CONCRETE REINFORCEMENT

20/10/2021 LH Hotel Dvořák Tábor

[www.aki-koroze.cz/konference.php](http://www.aki-koroze.cz/konference.php)

### Vlastnosti předpínací výztuže ovlivněné korozi

#### Properties of prestressing reinforcement affected by corrosion

Elektrochemická forma koroziho poškození oslabující jednotlivé paprsky předpínací výztuže může v kriticky krátkém časovém období způsobit skokové snížení únosnosti konstrukce. Toto zcela nepredikovatelné snížení únosnosti konstrukce může vést k jejímu kolapsu, při kterém může být ohroženo lidské zdraví. Naneštěstí se v posledních několika letech tato skutečnost prokázala. Ve vzájemné součinnosti mohla jednotlivá oddělení a laboratoře Kloknerova ústavu ČVUT studovat značná množství segmentovaných vzorků předpínací výztuže z několika stavebních objektů, které byly předmětem diagnostického průzkumu. Míra poškození těchto segmentů se lišila nejen v prostě numerickém stanovení redukce tloušťky jednotlivých paprsků, ale i vizuálním projevem a vlastní lokalizací koroziho napadení. Uvedená přednáška souhrnně zhodnocuje skutečnosti získané studiem vlastností předpínací výztuže ovlivněné korozi a uvádí je do příčinné souvislosti se změnami její únosnosti.

Electrochemical form of corrosion deterioration resulting in weakening of individual beams of prestressing strands may result in sudden drop of bearing capacity of a structure in short time. Such an unpredictable event may lead to a collapse with human health hazard. Unfortunately, this has been proven in the last few years. In mutual cooperation, individual departments and laboratories of the Klokner Institute of the Czech Technical University were able to study a large number of segmented samples of prestressing reinforcement from several structures, which were the subject of diagnostic research. The degree of damage of these segments differed not only in the simple numerical determination of the reduction in the thickness of individual beams, but also in the visual appearance and the actual location of the corrosion attack. The lecture summarizes the facts obtained by studying the properties of prestressing reinforcement affected by corrosion and puts them into a causal relationship with changes in its bearing capacity.



**doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.** získal svůj titul na Fakultě stavební ČVUT v Praze v oboru *Betonové stavby*. Od roku 2010 působí ve funkci ředitele Kloknerova ústavu ČVUT a zároveň zastává funkci vedoucího oddělení *Experimentálních a měřicích metod*. Svě vědecké aktivity směřuje především do oblasti materiálového inženýrství se zaměřením na oblasti *malé, obyčejného betonu (NSC), vysoko hodnotných betonů materiálů (HPC, HSC, SCC), cementových speciálních kompozitů jako Ultra High Performance Concrete (UHPC, UHPFRC), textilní beton (TRC), Engineered Cementitious Composites (ECC)*. Je autorem a spoluautorem více než 100 mezinárodních a více než 200 národních publikací. Od roku 2010 je členem mezinárodních organizací *fib, RILEM a WTA*.

**Assoc. prof. Jiří Kolísko, Ph.D.** obtained his degree at the Faculty of Civil Engineering of the Czech Technical University in Prague in the field of *Concrete Constructions*. Since 2010 he has been the director of the Klokner Institute of the Czech Technical University and at the same time the head of the Department of *Experimental and Measurement Methods*. He

*focuses his scientific activities mainly in the field of materials engineering with a focus on mortars, ordinary concrete (NSC), high-quality concrete materials (HPC, HSC, SCC), special cement composites such as Ultra High Performance Concrete (UHPC, UHPFRC), textile concrete (TRC), Engineered Cementitious Composites (ECC). He is the author and co-author of more than 100 international and more than 200 national publications. Since 2010 he has been a member of the international organizations fib, RILEM and WTA*

## Electrically isolated tendons allowing corrosion monitoring

### Elektricky izolovaná předpjatá lana umožňující korozní monitoring

Corrosion of prestressing and post-tensioning steel presents a major risk to concrete structures. Corrosion of the high-strength steel strands may be triggered due to ingress of corrosive species such as chlorides through the concrete cover. Metallic ducts may corrode and get increasingly permeable. Alternatively, chlorides may penetrate plastic ducts through defects. Another possible cause for corrosion of tendons is stray currents. To prevent the tendons from corrosion, the technology of “electrically isolated tendons” (EIT) was developed in Switzerland in the late 1990s. The key idea is to electrically separate the post-tensioning steel from the reinforcing steel and all other metallic components in a concrete structure. This allows for monitoring of the condition over time and effectively mitigates stray current-induced corrosion. Most importantly, however, the EIT technology contributed to raising the quality of the construction work on-site considerably, which, by itself, improved the durability of post-tensioned structures. This contribution presents the history of EIT, the working principle, and experiences from the last 20 years.

Koroze předpínací oceli představuje velké riziko pro betonové konstrukce. Může dojít ke korozi vysokopevnostních ocelových lan v důsledku průniku stimulantů koroze, především chloridů, krycí vrstvou. Kovové kanály transportu chloridů brání, ale samy mohou být korozi poškozeny. V případě plastových kanálů mohou chloridy pronikat defekty. Další možnou příčinou koroze lan jsou bludné proudy. S cílem ochránit ocelová lana před korozi byla na konci 90. let ve Švýcarsku vyvinuta technologie „elektricky izolovaných lan“ (EIT). Klíčovou myšlenkou je elektricky oddělit dodatečně předpjatou ocel od výztužné oceli a všech ostatních kovových součástí v betonové konstrukci. To umožňuje sledování stavu v čase a účinně zmírňuje korozi způsobenou bludným proudem. Nejdůležitější však je, že technologie EIT významně přispěla ke zvýšení kvality stavebních prací na místě, což samo o sobě zlepšilo trvanlivost dodatečně předpjatých konstrukcí. Tento příspěvek představuje historii EIT, pracovní princip a zkušenosti z posledních 20 let.



**Prof. Dr. Ueli Angst** obtained his degrees in civil engineering from ETH Zurich in Switzerland (MSc) and from the Norwegian University of Science and Technology, NTNU, in Trondheim, Norway (PhD, 2011). From 2011 to 2016, he held a part-time position as Postdoc at the Institute for Building Materials at ETH Zurich, and simultaneously he held a part-time position as a corrosion consultant at the Swiss Society for Corrosion Protection, which is the leading agency in the field of corrosion in Switzerland. His combined professional experience as scientist and consultant gave him many opportunities to see the relevant problems in engineering and to identify the related scientific questions that need to be addressed. Since January 2017, he is an assistant professor at ETH Zurich, establishing his own research group. They use experimental and computational methods covering corrosion science, electrochemistry, materials science, porous media and reactive mass transport, and civil engineering. They are committed to provide mechanistic insight into corrosion mechanisms and its effects on structural behavior, develop methods and sensors for monitoring purposes, robot-assisted inspection methods, and corrosion mitigation strategies.

**Prof. Dr. Ueli Angst** vystudoval stavební inženýrství na ETH Curych ve Švýcarsku (MSc) a na NTNU v norském Trondheimu (PhD, 2011). V letech 2011 až 2016 působil na částečný úvazek jako postdoc v Institutu stavebních materiálů na ETH Curych a současně na částečný úvazek jako korozní konzultant ve Švýcarské společnosti pro protikorozní ochranu, která je přední agenturou v oblasti koroze ve Švýcarsku. Jeho společné profesionální zkušenosti jako vědec a konzultant mu poskytly mnoho příležitostí vidět relevantní problémy ve strojírenství a identifikovat související vědecké otázky, které je třeba řešit. Od ledna 2017 je odborným asistentem na ETH Curych, kde založil vlastní výzkumnou skupinu. Používají experimentální a výpočetní metody zahrnující korozní a materiálovou vědu, elektrochemii, porézní média a reaktivní transport hmoty a stavební inženýrství. Usilují o mechanický pohled na korozní mechanismy a jejich účinky na chování konstrukce, o vývoj metod a senzorů pro korozní monitoring, inspekční metody s pomocí robotů a strategie potlačování koroze.

## Multikriteriální hodnocení stavu předpjatých konstrukcí se zaměřením na východiska trvalé ochrany, rozptyl aktuálního stavu pozorovaného poškození a aktuálnost soustavného monitoringu předpínací výztuže

### Multi-criteria assessment of the condition of prestressed structures with a focus on the basis of permanent protection, the variance of the current state of observed damage

Příspěvek se věnuje hodnocení předpjatých konstrukcí vycházejících z více kritérií, z nichž jedním z klíčových je působení navrženého předpětí a jeho deformační projevy. Deformace a trhliny předpjaté konstrukce jsou signifikantní pro její aktuální hodnocení, i když některé vedlejší vlastnosti konstrukce a předpínací výztuže (chemismus betonu, stav předpínacích drátů a stav injektáže) mohou poskytovat varovné příznaky. Ty jsou naopak rozhodující pro další predikci korozivního vývoje.

The paper deals with the evaluation of prestressed structures based on several criteria, one of the key ones being the action of the designed prestress and its deformation effects. The deformations and cracks of a prestressed structure are significant for its actual evaluation, although some secondary properties of the structure and prestressing reinforcement (concrete chemistry, condition of prestressing wires and condition of grouting) may provide warning signs. These in turn are crucial for further prediction of corrosive development.



*doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc. absolvoval Fakultu stavební VUT v Brně, obor Konstrukce a dopravní stavby. V současné době je proděkanem FAST VUT v Brně, zástupcem vedoucího Ústavu betonových a zděných konstrukcí a je členem vědecké rady. Dlouhodobě se zabývá zesilováním zděných a betonových konstrukcí vč. mostů a zastřešení z předpjatého betonu. Je autorem několika českých a evropských patentů, spoluautorem licencovaných technologií.*

*Assoc. prof. Dr. Ladislav Klusáček graduated from the Faculty of Civil Engineering at Brno University of Technology, majoring in Construction and Transportation Engineering. He is currently the Vice Dean of the Faculty of Civil Engineering at Brno University of Technology, Deputy Head of the Institute of Concrete and Masonry Structures and a member of the Scientific Council. He has long been involved in strengthening of masonry and concrete structures, including bridges and roofs made of prestressed concrete. He is the author of several Czech and European patents, co-author of licensed technologies.*

## Kotevní délka kabelů z patentovaných drátů předpjatých mostních nosníků

### Anchorage length of patented prestressing wires in bridge prestressed girders

V příspěvku je stručně popsána metodika, realizace a dosažené výsledky unikátních experimentů, které byly provedeny na původních mostních prefabrikovaných nosnících typu I-73. Hlavním cílem provedených experimentů bylo stanovení reálné kotevní délky překorodované plně zainjektované předpínací výztuže (předpínací dráty), která je důležitá pro určení zbytkové únosnosti předpjatých konstrukcí. Na vybraných částech nosníků byly zhotoveny po délce předpínací výztuže pozorovací sondážní otvory až k předpínacím drátům, u kterých byly následně instalovány optické přístroje pro snímání obrazu. Následně došlo k řízenému porušení patentovaných drátů (simulace porušení korozí) a sledování změn, ke kterým u předpínacích drátů došlo po uvolnění napětí. Vyhodnocení experimentů poté probíhalo na základě rozboru získaných obrazů před a po porušení předpínací výztuže.

The paper briefly describes the methodology, implementation and results of unique experiments carried out on I-73 type of prestressed precast bridge girders. The main objective of the experiments was to determine the real anchorage length of the corroded fully grouted prestressing reinforcement (patented wires), which is important for determining the residual capacity of prestressed structures. Drilled probes were made on selected sections of the girders along the entire length of the prestressing reinforcement up to the prestressing wires, on which optical image acquisition devices were installed. Subsequently, controlled failure of the patented wires (corrosion failure simulation) was performed and the changes that occurred on the prestressing wires after stress relief were investigated. Evaluation of the experiments was then performed by analyzing the images obtained before and after the failure of the prestressing reinforcement



**Ing. Adam Svoboda** vystudoval obor Konstrukce a dopravní stavby se zaměřením na betonové konstrukce na Fakultě stavební Vysokého učení technického v Brně, kde také aktuálně působí jako Ph.D. student, odborný asistent a vědecko-výzkumný pracovník. Věnuje se zejména výzkumné činnosti v oblasti zesilování a diagnostiky betonových mostů.

**Ing. Adam Svoboda** graduated from the Faculty of Civil Engineering of the Brno University of Technology with a degree in Constructions and Traffic Structures with a focus on concrete structures. He is currently a Ph.D. student, assistant professor and researcher at Brno University of Technology. He is especially interested in research activities in the field of strengthening, assessment and diagnostics of concrete bridges.

## Diagnostika předpjatých mostních konstrukcí - příklady z praxe

### Diagnostics of prestressed bridge structures – case studies

Koroze předpínací výztuže a její celkový stav je zásadní problematikou diagnostiky předpjatých mostních konstrukcí. V současné době stále neexistuje spolehlivá metodika globálního nedestruktivního stanovení stavu předpínací výztuže v konstrukci. Je tedy nutné využít semidestruktivních sond, endoskopické kontroly či jiných destruktivních zásahů do konstrukce v kombinaci s například poločlávkovou metodou a skenováním konstrukce pomocí elektromagnetických metod pro spolehlivé zhodnocení stavu předpínací výztuže a návrhu případného sanačního postupu. Součástí přednášky bude popsání reálných zkušeností a metod využívaných pracovníky Kloknerova ústavu při diagnostice mostních konstrukcí společně s ukázkou realizovaných průzkumů a nejzávažnějších poruch.

Corrosion of prestressing reinforcement and its overall condition is a fundamental issue in the diagnosis of prestressed bridge structures. At present, there is still no reliable methodology for global non-destructive determination of the state of prestressing reinforcement in the structure. It is therefore necessary to use semi-destructive probes, endoscopic inspection or other destructive interventions in the structure in combination with, for example, a half-cell method and scanning the structure using electromagnetic methods to reliably evaluate the condition of prestressing reinforcement and design a possible remediation procedure. The lecture will include a description of real experiences and methods used by the staff of the Klokner Institute in the diagnosis of bridge structures, together with a demonstration of surveys and the most serious faults.



**Ing. David Čítek, Ph.D.** je absolvent oboru Konstrukce a dopravní stavby na Fakultě stavební ČVUT v Praze. V letech 2006 – 2012 působil v projekční kanceláři SUDOP Praha a.s. Od roku 2011 pracuje jako vědecko-výzkumný pracovník v Kloknerově ústavu ČVUT v Praze. Od roku 2014 je vedoucím laboratoře technologie betonu. Zabývá se především zkušebnictvím betonu a stavebních materiálů v laboratoři a měřením a zkoušením vlastností konstrukcí in-situ, diagnostikou pozemních a inženýrských staveb, zatěžovacími zkouškami mostů a vývojem a zkoušením cementokompozitních materiálů se zaměřením na vysokohodnotné betony.

**Ing. David Čítek, Ph.D.** is a graduate of the field of Construction and Traffic Engineering at the Faculty of Civil Engineering CTU in Prague. In the years 2006 - 2012 he worked in the project company SUDOP Praha a.s. Since 2011 he has been working as a researcher at the Klokner Institute of the Czech Technical University in Prague. Since 2014, he has been the head of the concrete technology laboratory. He mainly deals with testing of concrete and building materials in the laboratory and measuring and testing the properties of in-situ structures, diagnostics of buildings and civil engineering, load tests of bridges and development and testing of cement composite materials with a focus on high-performance concrete.

## Zkušenosti z hodnocení stavu předpínací výztuže u konstrukcí typu Trojská lávka

### Experience from the evaluation prestressing reinforcement condition in structures of Troja footbridge type

Visutá mostovka, nesená předpínací výztuží ve formě plně taženého pásu, umožňuje realizovat vcelku lehkou subtilní konstrukci lávky na poměrně velká rozpětí. Tento typ konstrukcí se u nás začal v kontextu světového vývoje navrhovat a stavět počátkem sedmdesátých let minulého století. Hlavním konstrukčním prvkem je za daného uspořádání předpínací výztuž, jejíž dlouhodobá kondice je zásadním parametrem bezpečnosti a spolehlivosti takové lávky. Za nejvýraznější riziko je považována koroze oceli, proti níž má být předpínací výztuž dlouhodobě účinně ochráněna. Míra rizika koroze souvisí mj. také s

použitou technologií výstavby, spjatou s rizikem vzniku vad, četností a charakterem kritických míst konstrukce z korozního hlediska. Havárie Trojské lávky v roce 2017 mj. vyvolala zvýšený zájem o technický stav podobných, zejména starších konstrukcí. Pracovníci Kloknerova ústavu ČVUT v Praze měli v rámci své odborné činnosti možnost zkoumat řadu z nich a mohou tedy na tomto základě prezentovat svá zajímavá zjištění.

The suspended bridge deck, carried by prestressing reinforcement in the form of a fully drawn belt, makes it possible to realize a relatively light subtle construction of the footbridge over relatively large spans. This type of construction began to be designed and built in our country in the context of world development in the early 1970s. The main structural element is, for a given arrangement, prestressing reinforcement whose long-term condition is a fundamental parameter of the safety and reliability of such a footbridge. The most significant risk is considered to be corrosion of the steel, against which the prestressing reinforcement is to be effectively protected in the long term. The degree of corrosion risk is also related to the construction technology used, associated with the risk of defects, the frequency and nature of critical points of the structure from a corrosion point of view. The Troja footbridge collapse in 2017, among other things, raised increased interest in the technical condition of similar, especially older structures. Employees of the Klokner Institute of the Czech Technical University in Prague had the opportunity to examine a number of them as part of their professional activities and can therefore present their interesting findings on this basis.



**Ing. Vítězslav Vacek, CSc.** je absolventem stavební fakulty ČVUT v Praze, oboru Pozemní stavby. Disertační práci v oboru Nauka o nekovových materiálech a stavebních hmotách obhájil na VUT v Brně. Po odchodu z Kloknerova ústavu ČVUT v Praze pracoval v oboru sanace chladicích věží u společnosti CHV Praha a.s. Dále byl postupně technickým ředitelem několika společností (Gemite, Saman servis, a CSI Saman a.s.) zabývajících se nejprve dovozem a postupně i aplikací speciálních materiálů pro sanace betonových konstrukcí, hydroizolace a průmyslové podlahy až po výstavbu nových železobetonových konstrukcí a mostů. Před návratem do Kloknerova ústavu byl senior technologem divize pozemního stavitelství společnosti Skanska a.s. V současné době pracuje v oddělení stavebních hmot Kloknerova ústavu.

**Ing. Vítězslav Vacek, CSc.** is a graduate of the Faculty of Civil Engineering of the Czech Technical University in Prague, specialization in Structural Engineering. He defended his dissertation in the field of Science of Nonmetallic Materials and Building Materials at Brno TU. After leaving the Klokner Institute of the Czech Technical University in Prague, he worked in the field of renovation of cooling towers at the company CHV Praha a.s. He was also the technical director of several companies (Gemite, Saman servis, and CSI Saman a.s.) dealing first with the import and gradually the application of special materials for the rehabilitation of concrete structures, waterproofing and industrial floors to the construction of new reinforced concrete structures and bridges. Prior to returning to the CTU, he was a senior technologist in the building construction division of Skanska a.s. He currently works in the building materials department of Klokner Institute.

## **Zjištěné souvislosti mezi složením korozních produktů a použité injektážní malty na míru korozního poškození předpínací výztuže**

### **Identified relations between the composition of corrosion products and the used grout to the extent of corrosion damage of prestressing reinforcement**

Kloknerův ústav ČVUT bývá velmi často přizván k diagnostikám mostních konstrukcí zahrnující i zkoumání stavu předpínací výztuže. V několika případech došlo ke zkoumání předpínací výztuže i z konstrukcí po zhroutilí nebo demolici. Konvenční hodnocení míry korozního poškození zahrnuje stanovení zbytkové tloušťky a pevnosti v tahu výztuže, případně mikroskopické studium lomové plochy. Složení použité injektážní malty bývá hodnoceno pouze s ohledem na případnou kontaminaci chloridovými anionty (použití posypových solí při zimní údržbě komunikací). Fázové složení injektáže ovšem ovlivňuje nejen propustnost pro chloridové anionty, ale také míru poskytované alkalické rezervy a dokonce i její reologické vlastnosti (hodnocení pravděpodobnosti kanálkových nespojitostí). Rovněž skladba korozních produktů, především s ohledem na vzájemné zastoupení bazických polymorfních modifikací oxidu železitého případně magnetitu, může poskytnout parciální informace o korozním mechanismu a míře korozního poškození povrchu předpínací výztuže.

The Klokner Institute of the Czech Technical University is very often invited to diagnose bridge structures, including an examination of the condition of the prestressing reinforcement. In several cases, the prestressing reinforcement was also examined from structures after collapse or demolition. The conventional evaluation of the degree of corrosion damage includes the determination of the residual thickness and tensile strength of the reinforcement, or a microscopic study of the fracture surface. The composition of the used grout is evaluated only with regard to possible contamination with chloride anions

(use of deicing salts in winter maintenance of roads). However, the phase composition of the injection affects not only the permeability to chloride anions, but also the degree of alkaline reserve provided and even its rheological properties (assessment of the probability of channel discontinuities). The composition of corrosion products, especially with regard to the mutual representation of basic polymorphic modifications of iron oxide or magnetite, can also provide partial information about the corrosion mechanism and the degree of corrosion damage to the surface of the prestressing reinforcement.



**Ing. Petr Pokorný, Ph.D.** je absolventem Vysoké školy chemicko-technologické v Praze. V magisterském studijním programu vystudoval obor Speciální anorganické technologie se zaměřením na povrchové úpravy kovů a v doktorském studijním programu pak obor Metalurgie se zaměřením na korozní inženýrství. Po absolvované praxi ve společnosti Pragochema Praha, spol. s.r.o. (oddělení výzkumu přípravků pro povrchové úpravy kovů) je od roku 2015 zaměstnancem Kloknerova ústavu ČVUT. Svoji výzkumnou činnost realizuje v Oddělení stavebních materiálů se zaměřením na problematiku protikorozní ochrany kovů povlaky, koroze výztuže betonu a koroze kovových materiálů v atmosférických podmínkách.

**Ing. Petr Pokorný, Ph.D.** is a graduate of the University of Chemistry and Technology, Prague. In the master study program he studied Special Inorganic Technologies with a focus on surface treatment of metals and in the doctoral study program Metallurgy with a focus on corrosion engineering. After practice at Pragochema Praha, spol. s.r.o. (Department of Research on Preparations for Surface Treatment of Metals) he has been an employee of the Klokner Institute of the Czech Technical University since 2015. It carries out its research activities in the Department of Building Materials with a focus on the issue of corrosion protection of metals by coatings, corrosion of concrete reinforcement and corrosion of metals in atmospheric conditions.

## Zmírňování koroze vyvolané chloridy v železobetonových konstrukcích a jeho modelování

### Mitigation of chloride induced corrosion in reinforced concrete structures and its modeling

Zmírnění účinků koroze vyvolané chloridy v železobetonu lze provést několika destruktivními nebo nedestruktivními způsoby. V tomto příspěvku je představena iniciace koroze v důsledku difúze chloridů k výztuži a nedestruktivní elektromigrační techniky pro extrakci chloridů nebo ošetření migrací inhibitorů koroze nebo nanočástic. Jsou uvedeny experimentální i numerické výsledky.

Mitigation of chloride induced corrosion in reinforced concrete can be performed via several destructive or non-destructive ways. In this contribution, initiation of the corrosion due to diffusion of chlorides to the reinforcement and non-destructive electromigration techniques for chloride extraction or healing by migration of corrosion inhibitors or nanoparticles is presented. Both experimental and numerical results are shown.



**doc. Ing. Jiří Němeček Ph.D., DSc.** získal titul Ph.D. v oboru Konstrukce a dopravní stavby na ČVUT v Praze v roce 2000. Je autorem 76 publikací registrovaných ve WoS, získal Fulbrightovo stipendium (2013/14) a působil jako mimořádný profesor na University of Colorado, Boulder, USA (2016)/17) V roce 2019 se stal doktorem technických věd (titul DSc. udělováný Akademií věd České republiky). Nyní působí jako docent na Katedře mechaniky Fakulty stavební ČVUT v Praze. Zájmy Dr. Němečka zahrnují charakterizaci materiálů (zejména cementu, popílku, vláknových kompozitů, nových kovových struktur) s využitím pokročilých experimentálních technik, souvisejícího popisu mikrostruktury, víceúrovňového modelování a aplikací modifikací na nano/mikroúrovni ke zvýšení integrity materiálu a jeho trvanlivosti. Mezi jeho zájmy patří také chloridy indukovaná koroze výztuže v betonu a její zmírnění pomocí elektromigrace iontů v porézní struktuře betonu či injekcí nanočástic.

**Assoc. prof. Dr. Jiří Němeček** received his Ph.D. in Structures and Transportation Engineering at the Czech Technical University in Prague in 2000. He is the author of 76 publications registered in WoS, received a Fulbright scholarship (2013/14) and worked as an Adjunct Professor at the University of Colorado, Boulder, USA (2016)/17) In 2019, he became a doctor of technical sciences (DSc. degree awarded by the Academy of Sciences of the Czech Republic). He currently works as an associate professor at the Department of Mechanics, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague. Interests of Dr. Němeček include characterization of materials (especially cement, fly ash, fiber composites, new metal structures) using advanced experimental techniques, related microstructure description, multiscale modeling, and the application of nano / micro level modifications to increase material integrity and durability. His interests also include chloride-induced corrosion of reinforcement in concrete and its mitigation by ion electromigration in the porous structure of concrete or injection of nanoparticles.

