

Koncepce Ústavu teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.

-

ÚTAM2018+

Bezpečné stavby a prostředí pro hodnotný život

Preambule

Od chvíle, kdy člověk opustil jeskyně, prožívá svůj společenský i vědecko-technický rozvoj v prostředí sídel a kulturní krajiny. Buduje stavby, přetváří krajinu a mění i vodní plochy a toky. Staví stavby stále směřující, překonává podmínky stále obtížnější, snaží se tvořit kvalitní a bezpečné prostředí k hodnotnému životu i podnikání. Po staletí lidská společnost chrání i své kulturní hodnoty - památky historické, technické i umělecké včetně nehmotného kulturního dědictví.

Dotvářené prostředí je **vystaveno nepříznivým vlivům a zatížením**, způsobeným přírodními i tzv. společenskými hrozbami i samotným člověkem. Změny v klimatických jevech a nové typy zatížení vyžadují přijmout nové přístupy a vyvinout opatření ke zmírnění dopadů na umělé prostředí nejen z hlediska odolnosti, ale také připravenosti společnosti k rychlému vysoce hodnotnému zotavení například po dopadu živelní pohromy. Je třeba získat nejen **nové znalosti** o působení klimatických zatížení a civilizačních dopadů nebo o účincích přírodních katastrof na stavby a lidská sídla, ale také **vyvinout nové technologie, materiály, diagnostické metody**, normativní dokumenty, které zajistí zachování životů obyvatel, stavebního i kulturního dědictví do budoucna.

Koncepce **Bezpečné stavby a prostředí pro hodnotný život** si klade za cíl propojit výzkum v mnoha oblastech, technických i humanitních, a být tak odrazem moderního trendu interdisciplinárního bádání.

Dlouhodobé cíle:

- získání nových znalostí o chování konstrukcí při extrémním namáhání klimatickým zatížením nebo činností člověka a jejich včasný transfer do praxe
- vývoj modelů a diagnostických metod pro predikci chování a životnosti staveb
- upevnění a prohloubení spolupráce oborů AV ČR ve výzkumu kulturního dědictví a zapojení mimoakademických pracovišť s přímým dopadem na udržitelnost památek
- rozvoj spolupráce oborově rozmanitých velkých výzkumných infrastruktur pro řešení vznikajících problémů globálních výzev i problémů kvality života člověka
- podpora Agendy 2030 udržitelného rozvoje a sledování národních a mezinárodních priorit výzkumu

1. Hlavní zaměření a odborná činnost pracoviště

Předmětem hlavní činnosti pracoviště je **vědecký výzkum v oblasti stavebnictví a mechaniky soustav**. Jedná se především o statistickou **dynamiku soustav** a prostředí, nelineární mechaniku soustav a jejich **stabilitu**, procesy porušování materiálů, mechaniku kompozitních materiálů, mechaniku pevné fáze, orientovanou přednostně na mikro-mechaniku, biomechaniku pevných látek, mechaniku **partikulárních prostředí**, počítačovou a numerickou mechaniku, experimentální metody v mechanice, a dále výzkum **teorie konstrukcí**, včetně metod jejich diagnostiky a zkoušení, analýzy poruch, ekonomického hodnocení staveb a **interdisciplinárního studia materiálů**, staveb a sídel, zejména v interakci s prostředím. Předmětem další společensky prospěšné činnosti ÚTAM AV ČR je **znalecká činnost v rámci oprávnění ústavu a expertní činnost**, zejména v nouzových situacích.

2. Shrnutí programu výzkumné činnosti 2012-2017

V letech 2012-2017 prošel Ústav teoretické a aplikované mechaniky (dále jen ÚTAM) významnou změnou, která se týkala modifikace výzkumné činnosti, změny vnitřní organizace ÚTAM a především prostorového zabezpečení a špičkového vybavení laboratoří. Tato změna měla návaznost na projekt Centra Excellence Telč (CET) s tématem zaměřeným na výzkum v oblasti kulturního a architektonického dědictví. V roce 2010 byl projekt v rámci prioritní osy vyhodnocen na druhém místě v České republice a uznán k financování ze strukturálních fondů EU. Centrum, které zahájilo provoz v roce 2013, bylo **organizačně začleněno do struktury ÚTAM**. Je řízené ředitelem centra ve funkci zástupce ředitele ÚTAM s řadou přenesených pravomocí.

Výzkumná činnost v minulém období byla tradičně **orientována na problémy aplikované fyziky**, na interdisciplinární témata materiálového inženýrství, biomechaniky, na experimentální metody v mechanice i na řadu směrů **orientovaného i aplikovaného výzkumu s těsnou vazbou na architekturu a stavebnictví**. Diversifikace výzkumných zaměření spolu s vysokou flexibilitou umožnila rychle reagovat na aktuální směry výzkumu i společenské potřeby. Příklady činnosti zahrnují výzkum nano-materiálů, inteligentních materiálů, bio-materiálů a bio-struktur, interdisciplinárních problémů kulturního dědictví, bezpečnosti vysokotlakých plynovodů, životnost dopravních staveb, zejména mostů a komunikačních staveb - vysokých stožárů televizních a rozhlasových vysílačů. Po dobudování CET v roce 2012 začal ústav disponovat unikátní infrastrukturou, která rozšířila kapacity laboratoří ÚTAM o **klimatický aerodynamický tunel** s mezní atmosférickou vrstvou, dále o **radiografickou laboratoř** s RTG mikro-tomografií a neutronovou tomografií, o **mobilní laboratoř** a monitorovací síť s databázemi výsledků dlouhodobých měření na významných inženýrských dílech i památkách. V poslední roce tohoto období byl rozšířen i laboratorní kapacity mateřské části ÚTAM v Praze s unikátními přístroji.

Rozvoj vnitřní laboratorní infrastruktury ÚTAM a činnost CET posílily již bohatě rozvinutou a **silnou mezinárodní spolupráci**, účast na přípravě či řešení desítek společných mezinárodních projektů, koordinační aktivitu v Evropské stavební technologické platformě a v prioritě kulturního dědictví společného programování výzkumu (JPI). Partnerství v mezinárodních i tuzemských magisterských a doktorských programech zajišťuje rozsáhlé kontakty s mladými

badateli z celého světa. Velmi významná je i rozvinutá spolupráce s průmyslem, se středně velkými podniky i veřejnou a státní správou. Výsledky práce zahrnují řadu **úspěchů převedených především do publikačních výsledků**: za jmenované období publikoval ÚTAM 151 impaktovaných článků (s rostoucím trendem), dále 60 článku recenzovaných, 17 knih a 64 kapitol v knihách. Výzkumná činnost byla determinována získanými výzkumnými grantovými projekty. Mnohé z nich pokračují i do dalších let a vyjadřují **kontinuitu výzkumných témat** do dalšího období.

3. Plán dlouhodobého koncepčního a odborného rozvoje pracoviště

Plán dlouhodobého koncepčního a odborného rozvoje je koncipován pro roky 2018-2024 s ambicí toto období přesáhnout a zhruba ukotvit činnost ÚTAM do vymezených oblastí. Ve výzkumné činnosti by nemělo dojít k významným výchylkám a ÚTAM naváže ve většině směrů na předchozí období. To plyne z **přirozené kontinuity personální i tematické** a z určení laboratorního vybavení, pořízeného v předchozích letech na základě pečlivých rozvah a s maximální zodpovědností.

Základní i aplikovaný výzkum ústavu bude zajištěn v **Úseku teoretické a aplikované mechaniky, Úseku materiálových věd a Úseku aplikovaných věd pro kulturní dědictví**. Tento výzkum, odrážející dosavadní vývoj i interdisciplinární pohled charakteristický pro ÚTAM bude podepřen činností **detašovaného pracoviště Telč**, které představuje unikátní infrastrukturu v celoevropském kontextu s ambicí zařazení na Cestovní mapu České republiky infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace.

- **Úsek teoretické a aplikované mechaniky** bude řešit a rozvíjet dynamiku konstrukcí a stochastickou mechaniku, problémy lokální a globální dynamické stability nelineárních systémů, analýzu bifurkačních, přechodových a post-kritických jevů v návaznosti na rozvoj teorie a spolehlivosti konstrukcí. Součástí výzkumného záměru bude další rozvoj dynamiky nesamoadjungovaných soustav. Plánem, determinovaným personálním složením a zájmem ze strany absolventů technických škol, je i další rozvoj numerického řešení parciální diferenciální rovnice popisující časovou evoluci pravděpodobnostní funkce rychlosti metodou MKP v mnohorozměrných oblastech a rovněž řešení ne-holonorních soustav v různých formulacích. V orientovaném výzkumu budou zkoumány zejména seismické procesy s využitím nového vybavení Centrální laboratoře a úlohy větrového inženýrství v klimatickém tunelu v CET, kde jsou připravena speciální zařízení pro experimenty, zahrnující i teplotní stratifikaci. Výzkum bude pokračovat v oblasti znalostí mechaniky kontinua a porušování materiálů, výzkumem polymerních kompozitů a využitím počítačové mechaniky. Součástí je i výzkum mechaniky konstrukcí při opakovaném namáhání v oblasti teorie spolehlivosti a životnosti potrubních systémů a výzkum únavových problémů na ocelových mostech nové generace.

- V **úseku materiálových věd** budou dále rozvíjena témata experimentálního stanovení mechanických vlastností biologických tkání a uměle vytvořených biokompatibilních struktur využívaných v regenerativní medicíně, jakož i vývoj materiálových modelů tkání a jejich implementace v numerických simulacích a aplikace inženýrských principů ve vývoji ortopedických implantátů, náhrad a tkáňových nosičů. Budou rozvíjeny diagnostické metody pro sledování a výzkum přetváření a chování materiálu pod zatížením a za koroze, stárnutí a

životnosti vlivem působení okolního prostředí. Úsek nadále bude spolupracovat s úsekem věd pro kulturní dědictví. Výsledky budou uplatňovány v oblasti datace materiálů, návrhu konzervačních a restaurátorských postupů popř. návrhu nových, památkově kompatibilních materiálů. Přístrojové vybavení, mladý tým a dosavadní výsledky dávají naději na úspěšné pokračování v analýze konstrukčních, funkčních technických a přírodních materiálů a časově závislých procesů v heterogenních materiálech a při poškozování. K tomu budou využívány a rozvíjeny především radiografické metody jako je X-ray tomografie a neutronová tomografie. Vývoj se zaměří v neposlední řadě na rozvoj a aplikace zobrazovacích metod automatizovaného zpracování obrazových dat pro analýzu degradace a přetváření materiálů, konstrukcí a modelů.

- **Úsek aplikovaných věd pro kulturní dědictví** naváže na velmi úspěšný výzkum ve světovém měřítku v oblasti dlouhodobé udržitelnosti kulturního dědictví. Jeho náplní bude vývoj materiálů (zejména kompozitů s vápennou a silikátovou matricí) z hlediska jejich chemicko-mineralogického složení, mechanicko-fyzikálních a technologicko-užitných vlastností. Výsledky budou uplatňovány v oblasti, replikace historických technologií, návrhu nových, památkově kompatibilních materiálů, poznání historických stavebních technologií a v dalších archeometrických studiích. Rozvíjena bude problematika výzkumu degradačních mechanismů u porézních stavebních materiálů a také modelování jejich poškození a pevnosti. Pro potřeby konzervace historických staveb budou zkoumány efekty nano-vápenných suspenzí a dalších nano-částic na mechanické i další charakteristiky zpevňovaných materiálů, a také efekty aditiv do malt a nátěrů. Výzkum bude pokračovat i v oblasti historických dřevěných a zděných konstrukcí, na něž bude úzce navázán rozvoj diagnostických metod a monitoringu konstrukcí např. pomocí digitální korelace obrazu.

- **Pracoviště Telč**, vybudované v rámci **1. prioritní osy strukturálních fondů OP VaVpl** infrastrukturně podpoří a tematicky dále rozšíří výzkum řešený ve všech výše uvedených úsecích. Za tímto účelem je s mateřským pracovištěm ÚTAM provázáno projektově i přístrojově. Vlastní výzkumná činnost bude zejména studovat chování historických i moderních materiálů a konstrukcí při synergickém působení povětrnostních činitelů a problémy interakcí těles s okolním prostředím. Dále bude rozvíjeno numerické i experimentální modelování působení větru na stavební objekty s uvážením vlivu ostatních povětrnostních faktorů. Součástí výzkumu bude i dlouhodobý a udržitelný monitoring včetně modelování chování reálných konstrukcí, vystavených dlouhodobým povětrnostním vlivům, které jsou náchylné ke kmitání a poškození vysoko-cyklovou únavou. Témata vědeckých projektů zahrnou i studium pohody prostředí v sídelních útvech a v okolí dopravních staveb.

4. Zajištění plánu dlouhodobého koncepčního a odborného rozvoje pracoviště

Pro zajištění plánovaných cílů výzkumné a vědecké činnosti ÚTAM je nutné nadále pokračovat v **motivační personální práci, sledování a využívání grantových výzev**, jejichž řešení musí být součástí vědeckého života ústavu jakožto instituce zapojené do mezinárodní výzkumné platformy. Tyto projekty se ukazují jako zdroj bohaté vědecké produkce, jako zdroj k zajištění udržitelnosti, ale také umožňují zlepšovat platovou situaci mladých pracovníků. Samozřejmě nelze vynechat zdroje domácí, tedy grantové agentury, či resortní programy. Důležitým segmentem výzkumu je spolupráce s aplikační sférou, která je zdrojem výzkumné inspirace,

finančně přispívá k rozvoji ÚTAM a zároveň plní úlohu zpětné vazby mnoha vědeckých výstupů.

K efektivitě výzkumu povedou i změny **Organizační struktury ústavu**, systém motivačního odměňování pracovníků a identifikace rizik. Nová **organizace plyne z dobového kontextu a zohledňuje výzkumné směry ÚTAM a portfolio výzkumných projektů** a publikovaných výsledků, jež jsou výrazně **koncentrovány do tří oblastí**. Lze očekávat, že tyto změny povedou k vyšší efektivitě využívání investic v některých laboratořích a k posílení stále velmi významné přitažlivosti ústavu jako partnera pro národní i mezinárodní granty a spolupráci s průmyslem.

Systém odměňování bude založen na diferenciaci v ohodnocení, která sebou přinese potřebnou stimulaci a motivaci. K tomu patří i **motivační odměňování výkonných vědeckých pracovníků**, pracovníků výzkumu, techniků a doktorandů. To bude v ÚTAM založeno především na **kvalitě výzkumné práce** (publikační aktivita a citovanost), **aplikovatelnost dosažených výsledků** (patenty, funkční vzorky, metodiky, finanční přínosy), účasti při přípravě a realizaci národních a mezinárodních grantů, výchově doktorandů, přínosu pro popularizaci výsledků vědy a **uznání vědeckou komunitou** (vědecké a pedagogické hodnoty). Tím by mělo být rozumně eliminováno nebezpečí odchodů kvalitních výzkumných pracovníků do zahraničí nebo z prostředí výzkumu na jiné pozice v rámci České republiky. Zároveň by mělo stimulovat české vědce k návratu ze zahraničních pracovišť a vědce ze zahraničí k pobytům u nás.

4. Závěr

ÚTAM má silné postavení na poli stavební vědy, mechaniky pevné fáze, výzkumu v teorii konstrukcí, v diagnostice konstrukcí a výzkumu materiálů. Je prvním a významným evropským centrem excelence v oblasti ochrany kulturního dědictví se zaměřením na stavby a architekturu. Koncepce by měla vést k **udržení postavení a rozvoje ÚTAM**, k plnému využití a podpoře v minulosti vybudované infrastruktury a umožnění jejího využití k řešení široké škály teoretických studií a aplikačních úloh - tradiční síle ÚTAM. **Složení týmů je vyvážené, perspektivní a kompetentní a určitě zajistí úspěšné plnění záměrů koncepce ÚTAM2018+.**