

Ústav stavebníctva a architektúry SAV

70 rokov výskumu a inovácií



1953 - 2023

Publikáciu pri príležitosti 70. výročia založenia ústavu zostavili:

Ing. Peter Matiašovský, CSc.
RNDr. Ladislav Kómar, PhD.
Ing. Richard Slávik, PhD.

1. Stručná história – štruktúra a vedenie

Ústav stavebníctva a architektúry SAV bol zriadený rozhodnutím Komisie Zboru povereníkov pre vybudovanie SAV zo dňa **20.10.1952** a dňom **18.6.1953** bol včlenený do SAV, do Sekcie technických vied. Prvým riaditeľom ústavu bol Prof. Dr. Inž. Karol **Havelka**, zástupcom riaditeľa bol Inž. Dr. Adolf **Pavlík**.

Ústav bol umiestnený na prízemí budovy na Obrancov mieru 41 (dnes Štefánikova 49), kde bolo 6 kancelárií, a na Sládkovičovej ul. 11 mal 3 kancelárie. Keďže laboratória v tom čase ešte neexistovali a bolo málo zamestnancov, ústav sa sústredil na externú spoluprácu s profesormi, ako boli Belluš, Karfík, Hruška a Wünsch.



Základným kádrom ústavu boli vedeckí a odborní pracovníci, ktorých ústav získal z rezortného Ústavu stavebných hmôt a konštrukcií v Bratislave (ÚSHK) a z Fakulty inžinierskeho staviteľstva SVŠT v Bratislave. Tvorili ho 4 vedeckí pracovníci, 1 odborný pracovník a 4 vedeckí ašpiranti. ÚSHK venoval založenému ústavu 2 skúšobné lisy a 2 rtgenové prístroje. Prof. Karfík vypracoval projekt prístavby vo dvore budovy na dnešnej Štefánikovej 49/a, ktorá bola dokončená v r. **1955**.

Koncom r. **1953** mal ústav 19 zamestnancov a pracovali v nasledujúcich oddeleniach:

- 1/ železobetónové konštrukcie
- 2/ mechanika betónu
- 3/ prefabrikácia
- 4/ pôdna mechanika
- 5/ stavebné hmoty
- 6/ architektonická tvorba
- 7/ zvláštne výrobné metódy v architektúre
- 8/ urbanizmus

V r. **1954** získal ústav 3 miestnosti na Jiráskovej ul a 1 veľkú miestnosť v budove Slovenského národného múzea na Vajanského nábreží. V ústave pracovalo 34 zamestnancov a začalo sa so zahraničnými cestami.



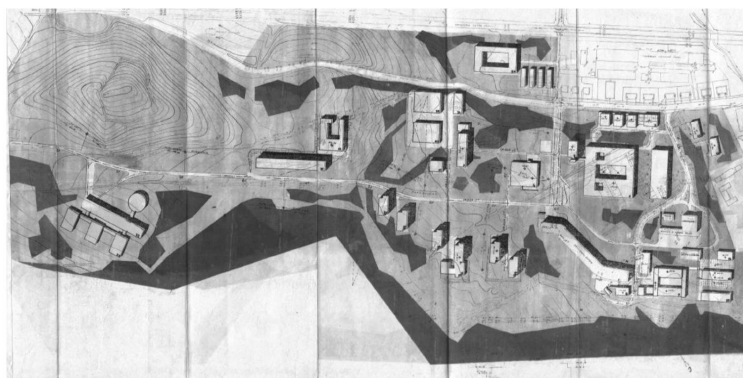
V r. **1955** sa vo dvore na Štefánikovej ul. pristavili technologické a mechanické laboratórium. Zástupcom riaditeľa bol Inž. Dr. Juraj **Stork**. V ústave pracovalo 45 zamestnancov. Vnútoraná štruktúra ústavu sa upravila na 4 skupiny:

- 1/ Architektúra
- 2/ Stavebné hmoty
- 3/ Stavebné konštrukcie
- 4/ Teoretická a experimentálna statika

a pribudlo Laboratórium stavebnej fyziky.

V r. **1956** bolo na ústave 57 zamestnancov. Pracovisko stavebnej fyziky sa rozčlenilo na teplotniku a svetlotechniku.

V r. **1958** bola dokončená nadstavba, avšak architektúra, fotolaboratórium a oceľové konštrukcie ostali mimo budovy. V tomto roku sa začala pripravovať definitívna výstavba ústavu v areáli vedeckých ústavov SAV na Patrónke.



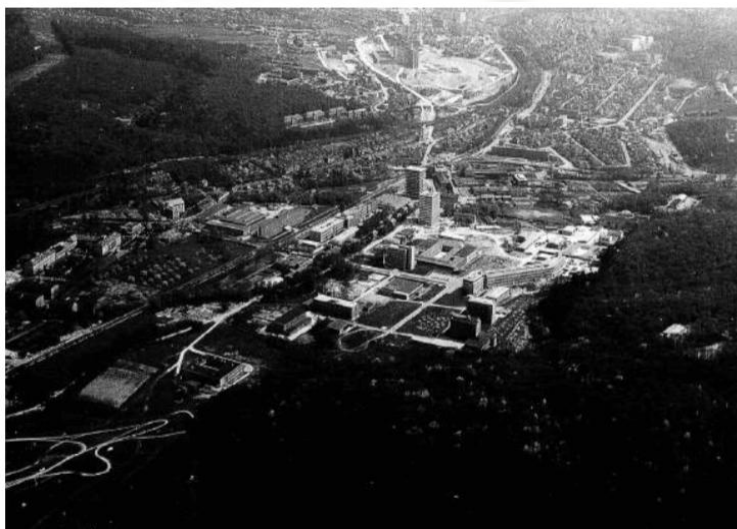
4 Generálne riešenie II. etapy SAV Bratislava Patrónka
Zdroj: Ústredný archív SAV, RVP, šk. 13

V r. **1959** je počet zamestnancov ústavu 78, priestory ústavu sú na Štefánikovej, Sládkovičovej 11 a na Vajanského nábřeží

V r. **1960** na ústave pracuje 88 zamestnancov.

V r. **1961** je vnútorná štruktúra ústavu nasledovná:

- 1/ Odd. teoretickej a aplikovanej statiky
- 2/ Odd. oceľových konštrukcií
- 3/ Odd. teórie železobetónu
- 4/ Odd. stavebných hmôt
- 5/ Odd. stavebnej fyziky
- 6/ Odd. urbanizmu



6 Areál SAV okolo roku 1968
Zdroj: Osobný archív Mariána Marcinku

V r. **1962** je riaditeľom Rudolf **Skrúcaný**, zástupcom riaditeľa J. **Stork**, v ústave pracuje 111 osôb.

V r. 1966 sa pracovníci ústavu nasťahovali do novej budovy na Patrónke. Zástupcami riaditeľa sú J. **Stork** a Ing. Arch. Tibor **Zalčík**, V ústave je 35 aspirantov.

V r. 1969 je zástupcom riaditeľa T. **Zalčík**.

V r. 1970 je zástupcom riaditeľa pre veci hospodárske a správne J. **Babulík**, vedeckým tajomníkom je Ing. S. **Lichardus**

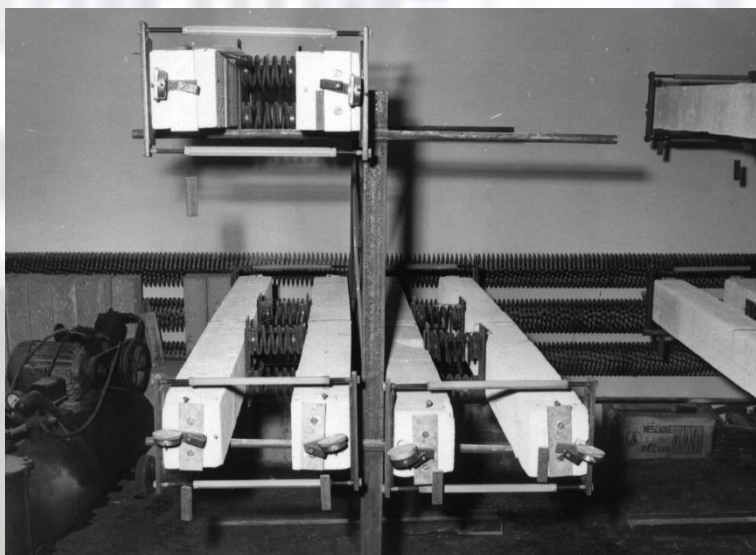


5 Ústav stavebníctva a architektúry

Zdroj: archív oA ÚSTARCH SAV

Ústav sa člení na 10 vedeckých oddelení:

- 1/ Odd. teoretickej a experimentálnej mechaniky
- 2/ Odd. teoretickej a experimentálnej dynamiky
- 3/ Odd. teórie konštrukcií z heterogénnych materiálov
- 4/ Odd. mechanických sústav z homogénnych materiálov
- 5/ Odd. reológie heterogénnych látok
- 6/ Odd. fyzikálno-chemickej mechaniky
- 7/ Odd. stavebnej teplotniky
- 8/ Odd. stavebnej svetlotechniky
- 9/ Odd. teórie urbanizmu
- 10/ Odd. výskumu spoločenských faktorov vo výstavbe



A tiež 5 laboratórnych a technicko-hospodárskych úsekov:

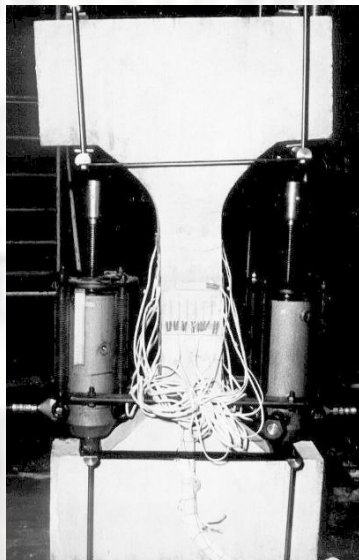
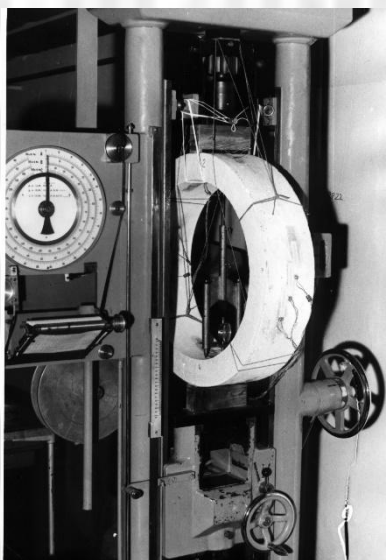
1/ Odd. VTI

2/ Mechanické a technologické laboratórium

3/ Laboratórium dynamickej pevnosti konštrukcií

4/ Technický úsek

5/ Technicko-hospodársky úsek



V r. 1973 mal ústav 157 pracovníkov, z toho 32 vedeckých.

V r. 1976 je zástupcom riaditeľa J. Balaš, vedeckým tajomníkom S. Lichardus

V r. 1979 je vedeckým tajomníkom P. Juhás.

V r. **1984** je zástupcom riaditeľa **P. Juhás** a vedeckým tajomníkom **M. Dulla**

Do r. **1989** je riaditeľom **R. Skrúcaný**, zástupcami riaditeľa sú **P. Juhás** a **S. Lichardus**. V r. **1988** má ústav **19** vedúcich funkcií.



V r. **1990** je riaditeľom **R. Kittler**, zástupcom riaditeľa **Š. Hanečka**, vedeckým tajomníkom **M. Mašek**. V tomto roku mal ústav **53** vedeckých pracovníkov, **11** interných a **12** externých aspirantov.

V roku **1992** sa z bývalých **10** vedeckých oddelení ústavu spojením príbuzných dvojíc vytvorila nová organizačná štruktúra s nasledujúcimi vedeckými oddeleniami:

- 1/ Mechaniky
- 2/ Konštrukcií
- 3/ Hmôt a reológie
- 4/ Stavebnej fyziky
- 5/ Teórie a sociológie
urbanizmu





V r. 1992 je riaditeľom **Š. Hanečka**, zástupcom riaditeľa je **Ľ. Macák**. Ústav má 128 zamestnancov a 11 aspirantov. Po prvej akreditácii rozhodlo vedenie ústavu ponechať doterajšiu štruktúru ústavu s potrebnou redukciou pracovníkov pri požiadavke udržania súčasnej produktivity ústavu.

V r. 1993 je vedeckým tajomníkom **H. Moravčíková**. Ústav má 92 zamestnancov a 11 aspirantov.

V r. 1994 je zástupcom riaditeľa **J. Sládek**. Ústav má 87 zamestnancov a 8 aspirantov. Ústav prešiel z rozpočtovej na príspevkovú formu hospodárenia.



V r. **1997** je riaditeľom **J. Sládek**, zástupcom riaditeľa je **Š. Hanečka**.

V r. **2000** je zástupcom riaditeľa **P. Matiašovský**.



V r. **2006** sa stal riaditeľom **P. Matiašovský**, zástupcom riaditeľa **V. Sládek** a vedeckým tajomníkom **J. Kriváček**.
V r. **2018** sa zástupcom riaditeľa stal **M.-T. Palou**, vedeckým tajomníkom sa stal **L. Kómar**.

V r. **2018** sa Oddelenie architektúry a urbanizmu presunulo na Historický ústav SAV. Ústav mal v tom čase 43 zamestnancov, z toho 17 vedeckých pracovníkov.

V **januári 2022** došlo k transformácii ústavov SAV na Verejné výskumné inštitúcie (v.v.i.). Organizačná

štruktúra pracoviska sa zmenila, oddelenia sa združili do troch vedeckých celkov:

1/ Aplikovaná mechanika

2/ Materiály a konštrukcie

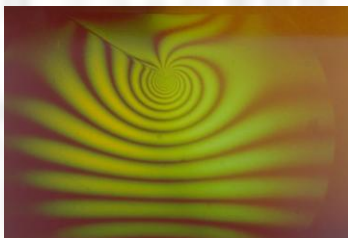
3/ Optika a termofyzika

2. Výskumné zameranie v minulosti

Za 70 rokov existencie Ústav stavebníctva a architektúry ponúkol širokú paletu významných výsledkov pre rozvoj viacerých vedných disciplín a tiež pre inžiniersku prax.

Experimentálna a teoretická mechanika

V oblasti experimentálnej mechaniky si ústav drží niektoré prvenstvá a dosiahli sa významné a originálne výsledky s vyústením do patentov. Významným príspevkom pracovníkov ústavu k rozvoju fotoelasticimetrie v 60-tych



rokoch bolo vyvinutie interferometra so šesťpalcovým zorným poľom. Po období využívania fotoelasticimetrie na účely experimentálnej analýzy napätí začiatkom 70-tych rokov bolo vybudované laboratórium umožňujúce

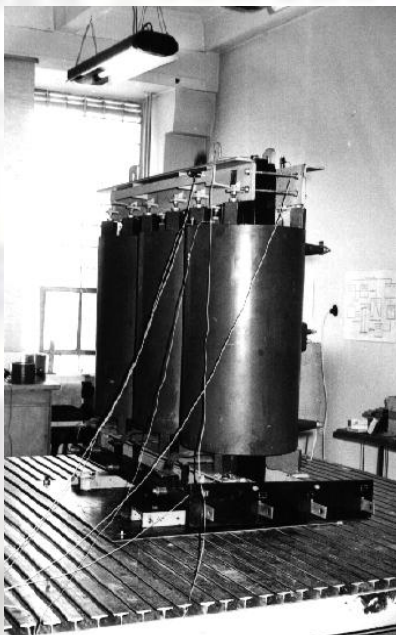


uskutočňovať holografické experimenty. Postupne bolo realizovaných viacero metód a postupov holografickej interferometrie, ktorá umožňovala deformačnú analýzu telies konštrukčných prvkov pri ich zaťažení.

HI sa využívala predovšetkým v oblasti lomovej mechaniky

za účelom štúdia deformácie a napäťových stavov v okolí špičky trhliny, vrátane štúdia dynamických dejov, keď sa trhlina šírila rýchlosťou až 500 m/s. Bolo vyvinutých niekoľko postupov vyhodnotenia informácie najmä s ohľadom na určenie koeficientov intenzity napätí. Po objave holograficko-interferenčnej metódy sa jej princíp dal využiť aj na snímanie deformácie na reálnych vzorkách. Prvé hologramy na Slovensku vznikli v roku 1970 práve v laboratóriu ústavu (**Ján Balaš a Vendelín Szabo**).

K ďalším úspechom experimentálnej mechaniky patrí vývoj techniky záznamov hologramov v obrazovej rovine šošovky, využitie impulzných laserov na holografické záznamy dynamických javov, vývoj zdvihového interferometra neskôr používaného aj v zahraničí, vývoj speckle interferometrických metód, pričom optický princíp interferometra bol patentovaný, rovnako



ako aj spôsob snímania interferogramov pomocou modulačnej mriežky využívajúci systém CCD kamera - PC (**Milan Držík**).



Nie menej významné výsledky dosiahli pracovníci ústavu vypracovaním metód použiteľných pri tvorbe technických noriem a pri návrhu rôznych stavebných konštrukcií vrátane vozoviek (**Bohuslav Novotný, Alexander**



Hanuška, Gustáv Martinček) a seizmických účinkov na stavby (**Emília Juhásová**).

Spomedzi výsledkov spomenieme významné príspevky celosvetovo akceptované vedeckou komunitou na poli rozvoja moderných numerických metód. Ide o príspevky pracovníkov



ústavu **Jána Sládeka a Vladimíra Sládeka** k rozvoju metódy hraničných integrálnych rovníc, k rozpracovaniu regularizačných techník výpočtu primárnych a sekundárnych polí, k vývoju formulácií riešení

okrajových úloh pomocou lokálnych integrálnych rovníc spolu s bezprvkovými aproximáciami, vypracovanie metodík výpočtu koeficientov intenzity singulárneho správania určitých fyzikálnych polí v okolí koncentrátorov napätí. Dosiahnuté výsledky majú univerzálnu platnosť a významne pomohli pri riešení komplikovaných úloh s uvažovaním interakcie

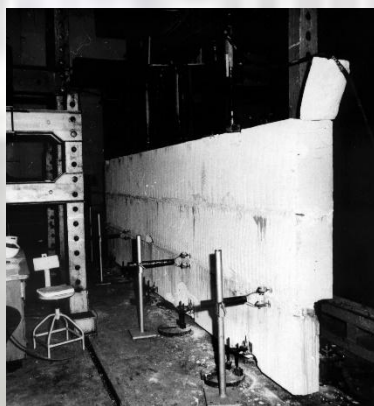


mechanických, tepelných a elektromagnetických polí v inteligentných materiáloch a konštrukciách s rozmanitými inžinierkymi aplikáciami. V prvej polovici existencie ústavu významnými predstaviteľmi rozvoja

numerických metód na riešenie inžinierskych úloh boli **Jozef Brilla, Alexander Hanuška, Jozef Sumec** a iní.

Betónové konštrukcie

Do konca sedemdesiatych rokov 20. storočia boli nosnou témou základné otázky stanovenia materiálových charakteristík betonárskej výstuže a jej následnej sortimentácie – napr. výstuže s periodickým povrchom ROXOR, TOROS, hladkej výstuže, predpínacej výstuže, hlavne konštrukčnej výstuže vo forme sietí. Výsledky sa uplatnili v celoštátnom rozsahu, dotýkali sa hlavne racionalizácie práce pri vystužovaní a tiež úspore dominantného materiálu. Pozornosť pracovníkov sa sústredila na spresnenie výpočtu únosnosti, pretvorení



a charakteristík procesu rozvoja trhlin konštrukcií pri špecifickom namáhaní. Pre projektantov boli známe najmä aktivity pracovníkov oddelenia v oblasti zavádzania stropných panelov typu NKS do občianskej výstavby, resp. overovanie

použitelnosti stropných dosiek vytvorených kombináciou plechu a betónu.

V oblasti konštrukcií z ľahkých betónov, hlavne konštrukcií z pórobetónu, sa vyriešili základné otázky účinného spôsobu vystužovania, čo v praxi umožnilo výrobu veľkorozmerných, resp. veľkorozmerných spínaných dielcov (**Karol Hanečka**). Výsledky výskumu v oblasti predpätého betónu a predpínacej výstuže umožnili v praxi používať tlakové betónové rúry veľkých priemerov.

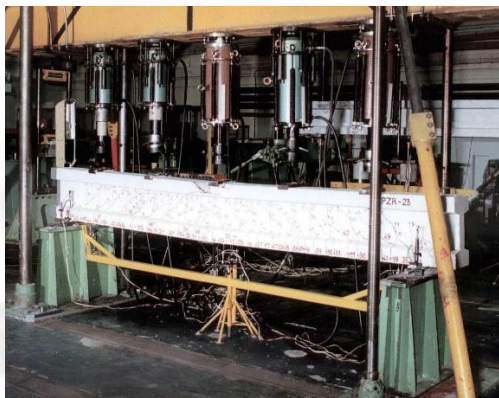


Ďalší výskum v oblasti betónových konštrukcií bol zameraný na verifikáciu charakteristík spoľahlivosti so zameraním hlavne na medzné stavy použiteľnosti konštrukčných prvkov zhotovených z materiálov s progresívnymi charakteristikami, zdokonaľovanie metód posudzovania stavebných konštrukcií vzhľadom na enviromentálne faktory.



V sedemdesiatych až osemdesiatych rokoch 20 storočia bol teoretický, najmä však experimentálny výskum ovplyvnený okrem iného tvorbou podkladov pre prechod navrhovania stavebných konštrukcií podľa

stupňa bezpečnosti na metódu navrhovania podľa medzných stavov. V odbornej verejnosti sú známe



krátkodobé
a dlhodobé
skúšky
betónových
dosiek, ktoré
tvorili podklady
pre STN (ČSN)
731201

Navrhovanie
betónových

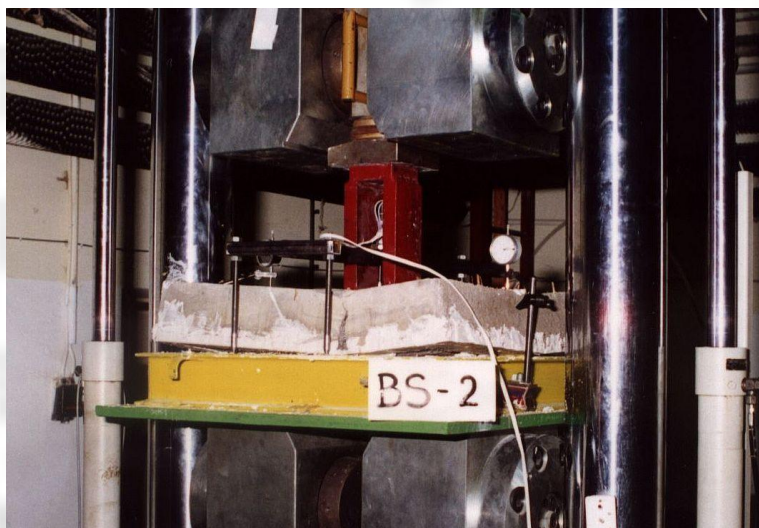
konštrukcií – časť „Medzný stav pretvorenia“, STN (ČSN) 731221-Navrhovanie pórobetónových konštrukcií a STN (ČSN) 731352-5, Stanovenie mechanických vlastností pórobetónu (**Ján Hájek, Terézia Nürnbergerová, Štefan Hanečka a Martin Križma**). V nadväznosti na predchádzajúce roky sa ďalej pokračovalo na výskume efektívneho vystužovania tlačných prvkov.

Bola vyvinutá metóda prenosových matíc pre riešenie statického a tiež dynamického pôsobenia stavebných konštrukcií a mostov (**Alexander Tesár a Ľudovít Fillo**).



Publikovaná bola nová technická ohybovo-torzná-distorčná teória riešenia tenkostenných konštrukcií

s otvoreným a uzavretým prierezom. Bol realizovaný vývoj progresívnych typov škrupinových dopravníkových mostov na báze sendvičového spolupôsobenia tenkostenných tubosiderových a trapézových plechov s polyuretánom, vývoj lineárnych a nelineárnych škrupinových teórií pre riešenie medzného dynamického pôsobenia štíhlych tenkostenných a škrupinových konštrukcií. Navrhnuté boli nové typy tlmičov kmitania



kotvených stožiarov. Bola rozpracovaná metóda FETM, ako kombinácia metódy konečných prvkov a metódy prenosových matic, pre riešenie kritického a pokritického statického a dynamického pôsobenia tenkostenných a škrupinových konštrukcií. Bol vyvinutý a realizovaný aerodynamický tunel, rozpracovaná teória aeroelastického medzného pôsobenia vetrom zaťažených stavebných konštrukcií vo flutteri, vortex sheddingu a gallopingu. Vývoj neurálnych a kryštalických simulačných modelov

pre riešenie medzného pôsobenia stavebných konštrukcií. Zdokonaľovanie numerického riešenia únavového medzného pôsobenia dynamicky zaťažovaných konštrukcií a mostov.

Výskumná činnosť bola v ďalšom období značne ovplyvnená novými spoločenskými a ekonomickými podmienkami. V týchto podmienkach sa dôraz kládol jednak na rozvoj moderných a ekonomicky progresívnych konštrukcií pri zohľadnení interaktívneho pôsobenia "stavebná konštrukcia/životné prostredie" a tiež na využitie tradičných materiálov pri aplikácii nových technológií.

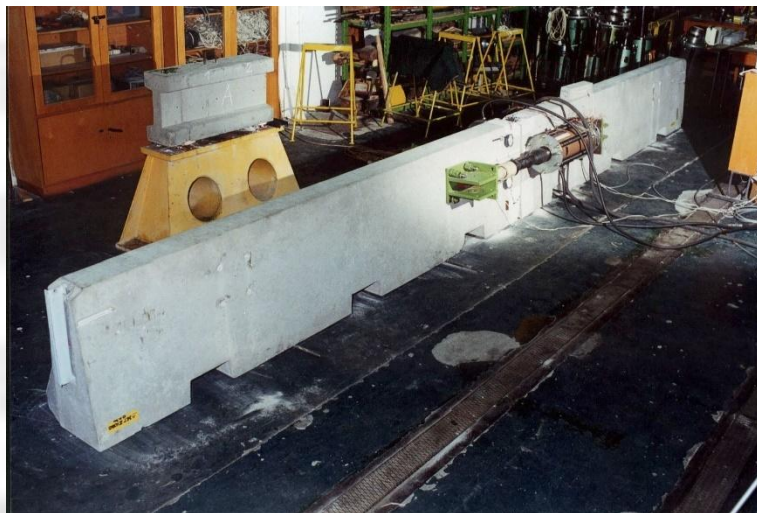
Uskutočnil sa rozsiahly teoreticko-experimentálny výskum vplyvu oxidu uhličitého na degradáciu pracovných charakteristík základných stavebných materiálov. Výsledky urýchlených skúšok tvoria vstupné údaje pre predikciu životnosti niektorých existujúcich objektov.



V nadväznosti na predchádzajúce obdobie sa riešila problematika efektívneho využitia rozptýlenej výstuže ako alternatívneho spôsobu vystuženia hlavne betónových rúr. Odbornej verejnosti sú známe výsledky rozsiahleho výskumu lineárnych betónových a čiastočne predpätých prvkov pri cyklickom, simulovanom pohyblivom a

dlhodobom namáhaní. Skúšky verifikovali predpoklady v konštrukčných predpisov, ktoré sa dotýkali najmä MS používateľnosti. Výsledky boli odovzdané predmetným pracovným skupinám medzinárodnej betonárskej organizácie *fib*.

Od polovice deväťdesiatych rokov oddelenie nadviazalo na dlhodobý výskum pórobetónových konštrukcií, zamerali sme sa hlavne na prútové nosné prvky. Vyriešili



sa otázky použitia jednak pôvodných celistvých prvkov a tiež nových progresívnych zložených prvkov. Výsledky tvorili certifikačné podklady pre ich uvedenie v stavebnej praxi.

Výsledky výskumu vzťahu medzi procesmi hydratácie cementov, druhom a množstvom produkovaných hydratačných produktov a od nich závislého charakteru kľúčovej pórovej štruktúry vytvrdenej cementovej matrice umožnili vývoj nových progresívnych technológií betónov

s programovanými kvalitatívnymi parametrami a poskytli možnosti širšieho využitia priemyselných odpadov ako zložiek betónov. To vytváralo podmienky pre znižovanie materiálovej a energetickej náročnosti a zvýšenie kvality týchto materiálov.

Zvlášť sa vo výskume venoval pozornosť veľmi aktuálnej odolnosti betónov proti zvyšujúcej sa agresivite vzdušnej atmosféry, ale aj agresívnym roztokom a materiálным možnostiam zvýšenia koróznej odolnosti betónov a tým aj zaistenia ekonomicky významnej životnosti betónových konštrukcií. Spoľahlivé hodnotenie agresivity prostredia voči betónu a jej degradačných účinkov predstavuje základný predpoklad pre efektívne riešenie problematiky. Získali sa nové poznatky o chemizme a mechanizme pôsobenia agresívnych prostredí na betón. Keďže, spoľahlivé hodnotenie agresivity prostredia voči betónu a jej degradačných účinkov predstavuje základný predpoklad pre efektívne riešenie problematiky venovala sa pozornosť možnostiam prognózy rýchlosti korózie a metódam jej diagnostike. Výsledkom bolo vyvinutie matematickej metódy prognózy rýchlosti korózie a funkčnej životnosti betónu ako aj oceľou vystuženého betónu. Bola tiež vyvinutá metóda prognózovania rýchlosti korózie oceľovej výstuže. Výsledky výskumu hydratácie a vývoja



a chemickej degradácie fyzikálno-mechanických vlastností cementových kompozitov prispeli k vývoju nových progresívnych technológií výroby a hodnoteniu agresivity prostredia a vývoju protikorózných opatrení. Metóda na sledovanie stavu ocelevej výstuže vyvinutá Vladimírom Živicom predstavuje významný prínos pre rozvoj výskumu ako aj pre možnosť monitorovania stavu ocelevej výstuže v praxi.

Drevené a oceľové konštrukcie

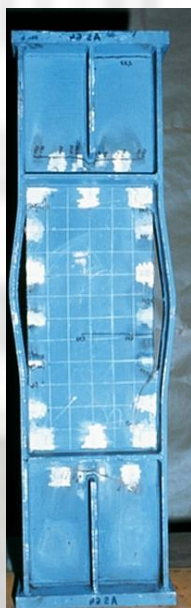
Výsledkom výskumu bolo posudzovanie moderných konštrukčných systémov na báze kevlaru, sklenených vlákien, laminovaného dreva a plastov a ich interakčných kombinácií s tradičnými stavebnými materiálmi. Boli vyvinuté nové teoretické a experimentálne mechanizmy pre monitorovanie a automatizované riadenie konštrukcií v medzných režimoch ich pôsobenia - inteligentné konštrukčné nosné systémy.

V tomto období boli vyvíjané progresívne nosné konštrukcie na báze kevlarových kompozitov. Prebiehal výskum prvkov pre spriahnutie drevených a železobetónových konštrukcií. Boli vyvinuté mikromechanické simulačné modely pre riešenie



medzného statického, dynamického a únavového pôsobenia konštrukcií na báze sklenených a uhlíkových vlákien pri zvýšenej teplote.

V oblasti oceľových konštrukcií sa spočiatku sa riešili otázky stability prútov a prútových sústav. Neskoršie sa začala rozpracúvať aj problematika veľkých priehybov plošných konštrukcií - stien a škrupín. Získané výsledky viedli k sformovaniu tzv. česko-slovenskej stabilitej školy



a k uplatneniu pri návrhu štíhlych stien nosníkov a prútov po prekročení



kritického zaťaženia v ČSN norme (1966). Výskum pokračoval analýzou oceľových nosníkov, ktorých štíhla stena postupne plastizovala. V 80-tych rokoch minulého storočia sa realizoval rozsiahly teoreticko-experimentálny výskum pôsobenie týchto nosníkov pri namáhaní ohybom alebo šmykom a ich kombináciou. Charakter namáhania bol stály i opakovaný.

V polovici 80-tych rokoch boli uskutočnené prvé pokusy numericky simulovať reálne pôsobenie tenkostenných konštrukcií, v 90-tych rokoch sa už realizovali úplné numerické simulácie pôsobenia konštrukcií pri stálom a opakovanom zaťažení.

V 90-tych rokoch bola obdobná problematika skúmaná aj



na oceľových kombinovaných stĺpoch so štíhlymi stenami vystavených účinkom stálemu i opakovanému tlaku.

V oblasti bezpečnosti oceľových konštrukcií sa oddelenie zameralo na prípravu, zavádzanie a rozvoj metódy navrhovania konštrukcií podľa medzných stavov založenej na teórii pravdepodobnosti a matematickej štatistiky. Veľká pozornosť bola venovaná aj testovaniu a štatistickému vyhodnocovaniu vlastností ocelí. Na problematike využitia vlastností rôznych druhov ocelí boli zamerané práce z oblasti krehkého porušovania

a plastických deformácií. Krehké porušovanie prvkou oceľových konštrukcií sa vyšetrovalo experimentálne, statickým a opakovaným zaťažením pri znížených a normálnych teplotách. Výskum využitia plastických deformácií ocelí pri navrhovaní oceľových konštrukcií sa spočiatku zacielen na prípravu normy. Ďalšie práce sa venovali experimentálnemu výskumu prvkov oceľových konštrukcií v pružnoplastickej oblasti namáhania pri stálom, opakovanom a pohyblivom zaťažení. Analyzovali sa statické dôsledky plastických deformácií na porušovanie staticky určitých a staticky neurčitých oceľových nosníkov. Vyšetroval sa vplyv pomalého opakovania zaťaženia, vplyv vlastných napätí po



valcovaní a zvaraní, ako aj vplyv preťažovania. Riešenie tejto problematiky viedlo k vyšetrovaniu vplyvu rôznych konštrukčných detailov na nízkokycklovú únavu

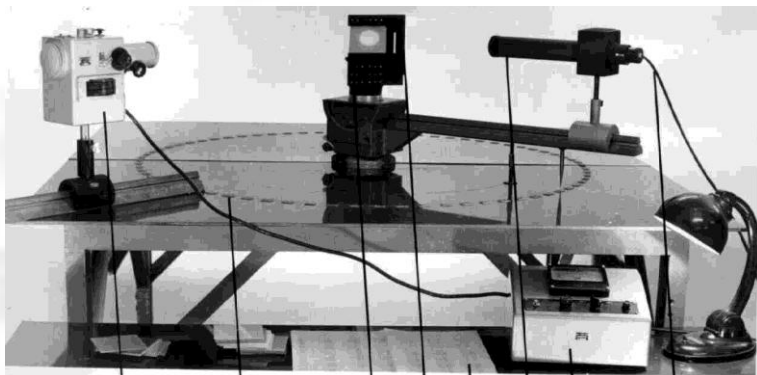
Stavebná fyzika

Prvé výskumy v oblasti stavebnej fyziky sa začali už v roku 1953 a boli publikované v knižkách „Slnko a svetlo v architektúre“, SNTL, 1956 a „Teplototechnika konštrukcií kravínov“, Veda, 1959. Pokroky v oblasti stavebnej svetlotechniky prišli s vývojom výpočtových metód pre CIE normu zamračenej oblohy s gradáciou jasov 1:3 s využitím klasickej integrácie v priestorovom uhle ľubovoľne sklonených okien. Tie sa odovzdali praxi v knihe „Návrh a hodnotenie denného osvetlenia“, ktorá vyšla v dvoch vydaniach v SNTL 1968 a Alfa 1975.



Priekopníkom v tejto oblasti bol **Richard Kittler**. Zo všetkých výsledkov dlhoročnej činnosti Richarda Kittlera v oblasti stavebnej fyziky stačí spomenúť ním odvodený CIE (Medzinárodná komisia pre osvetľovanie) štandard

rozloženia oblohových jasov jasnej oblohy v roku 1972 a neskôr model všeobecných oblôh, ktorý sa stal ISO normou a predstavuje normalizované hlavné zdroje



denného svetla. Výskum sa tiež sústreďoval na charakteristiku plošných zdrojov svetla, optických vlastností materiálov a povrchov a osvetlenie počne osvetľovaných pracovísk.



Súčasne s výstavbou budov ústavu sa vybuďovalo aj laboratórne zariadenie umelej oblohy, v ktorej sa okrem zamračenej a uniformnej jednotkovej (Lambertovskej) zamračenej oblohy podarilo modelovať aj rozloženie jasov na jasnej oblohe s rovnobežnými slnečnými lúčmi (parabolického zdroja tzv. „umelého slnka“).

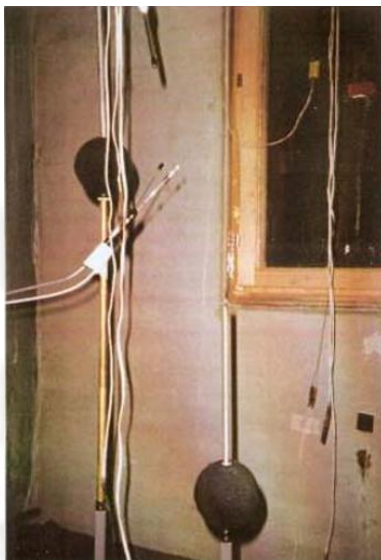
V prvých desaťročiach sa výskum v oblasti stavebnej fyziky zameriaval aj na tepelnotechnické vlastnosti

stavebných materiálov, netradičných vonkajších konštrukcií budov a na výskum a hodnotenie optimálnej klímy interiérov. Dosiahnuté výsledky tvorili v danej dobe podklady pre navrhovanie a posudzovanie nových systémov obvodových a strešných plášťov. Práce v laboratóriách oddelenia sa uberali štyrmi základnými smermi: skúmaním vlastností stavebných materiálov a konštrukcií, testovaním stavebných konštrukcií v klimatizačných komorách, numerickým modelovaním prenosu tepla, modelovaním tepelných javov na základe analógií a meraním tepelnotechnických vlastností existujúcich stavieb.



V sedemdesiatych a osemdesiatych rokoch sa v laboratóriách skúmala vhodnosť použitia stavebných materiálov a konštrukcií na základe stanovenia základných charakteristík prenosu tepla, vlhkosti a tiež ich trvanlivosti. Na komplexné tepelnotechnické posúdenie novovyvinutých vonkajších konštrukcií bola vybudovaná

veľká klimatizačná komora, ktorá umožňovala simulovanie trojrozmerného šírenia tepla, vlhkosti a vzduchu v charakteristických segmentoch skúšaného objektu pri okrajových podmienkach reálnej vonkajšej a vnútornej klímy. Bola vypracovaná metodika overovania budov odovzdaných do prevádzky in situ v extrémnych zimných a letných podmienkach.



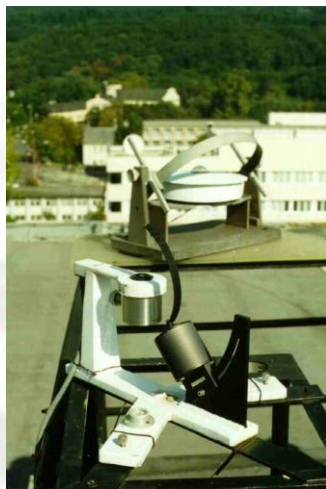
Medzi najvýznamnejšie praktické výsledky oddelenia v tomto období patria: riešenia optimálnych materiálových skladieb poloťažkých a ľahkých viacvrstvových veľkorozmerných prefabrikovaných plášťov, tvorba databázy teplotných parametrov pre tepelnotechnické posudzovanie budov a pre navrhovanie



v tej dobe technicky progresívnych budov a ich vnútornej klímy, osobitne pre oblasť poľnohospodárskych stavieb.

Tiež sa riešili otázky využívania slnečného

žiarenia s difúznym svetlom z oblohy, ktoré boli publikované v dvoch knižkách vydavateľstva VEDA „Základy využívania slnečného žiarenia“ v roku 1986 a



„Základy využívania prírodného svetla“ v roku 1988. V medzinárodnej spolupráci v rámci EU grantu sa podarilo zaviesť pravidelne merania prírodného osvetlenia, ktoré v minútových krokoch registruje ožiarenosť a osvetlenosť v podmienkach Bratislavy od roku 1994. Výsledky podrobných meraní sa vyhodnotili a porovnávali v rámci medzinárodných

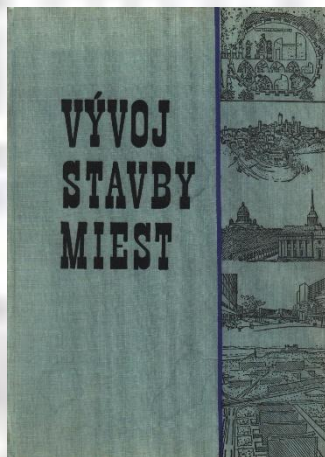
grantov s USA a Gréckom. Hlavným výsledkom SK – USA spolupráce je štandard ISO 15469 „Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky“, ktorými sa umožňuje stanoviť obecné platné štandardné zdroje denného osvetlenia (R. Kittler, S. Darula). **Stanislav Darula** okrem iného v spolupráci s Českou republikou riešil problémy nových typov osvetľovacích sústav svetlovodov, ktoré boli uverejnené v knihe „Osvětlování světlovody“ vo vydavateľstve Grada, Praha, 2009.



Vzhľadom na medzinárodné postavenie svetelnotechnického tímu nášho ústavu vydalo vydavateľstvo vedeckej literatúry Springer knihu fundamentálneho významu „Daylight science and daylighting technology“ v roku 2012 (Kittler, Darula Kocifaj).

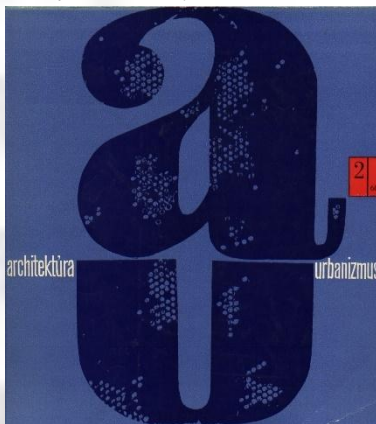
Architektúra a urbanizmus

Už v čase vzniku ústavu sa architektonický výskum orientoval dvoma základnými smermi na skúmanie urbanizmu slovenských miest a výskum architektúry 20. storočia. V rámci týchto dvoch smerov vznikli na ústave základné syntetické diela, ktoré spracovali históriu aj aktuálne otázky oboch disciplín. Na tento výskum nadviazali v osemdesiatych rokoch práce **Tibora Zalčíka, Matúša Dulla** a neskôr v deväťdesiatych rokoch Henriety Moravčíkovej, ktoré sa venovali dominantne výskumu architektúry 20. storočia. V rámci tejto výskumnej línie vznikli ťažiskové diela modernej slovenskej architektonickej historiografie *Architektúra Slovenska v 20. storočí* (**M. Dulla, H. Moravčíková**), *Architektúra Slovenska: stručné dejiny* (**H. Moravčíková**) alebo monografia *Architekt Emil Belluš* (**M. Dulla**).



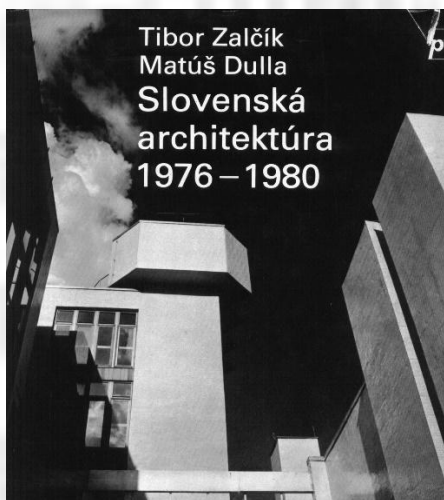
V prvej polovici 50. rokov, v počiatkoch slovenskej architektonickej a urbanistickej vedy, sa výskum spájal s tzv. rajónovým plánovaním. Nahradzoval sa tak vtedajší nedostatok špecializovaných projektových organizácií. Tak vznikol prvý ucelený výstup práce architektonickej sekcie ÚSTARCH SAV – *rajónový plán Žitného ostrova* (autori E. Hruška, T. Zalčík a kol.).

Zakladateľskú funkciu vtedy mali tri významné česko-slovenské vedecké konferencie v Smoleniciach, ktoré koncipoval a viedol akademik Emil Belluš. Venovali sa *obnove historických miest* (1955), *rajónovému plánovaniu* (obe 1955) a *vedeckým problémom v architektúre* (1958). Najmä na poslednej z nich sa vytýčili hlavné línie, ktorými sa dlho uberal základný výskum v oblasti architektúry a urbanizmu na Slovensku. Urbanistický výskum dosiahol jeden z historických úspechov, keď sa synteticky spracovala história a súčasné otázky urbanizmu.



V 60. rokoch bol založený časopis *Architektúra a urbanizmus* (1967), ktorý dodnes úspešne vychádza ako jediný slovensko-český vedecký časopis vo svojej oblasti. Ešte predtým vyšli z ústavu podnety k formulovaniu široko poňatej problematiky životného prostredia v Komisi pre tvorbu a ochranu životného prostredia pri SAV. Vtedy (1965) sa založil aj ďalší úspešný akademický časopis *Životné prostredie*.

V tomto období sa vedeckí pracovníci ústavu, podieľali aj na vzniku prvého a dodnes jediného slovníkového diela z oblasti stavebníctva a architektúry *Stavebnícke náučného slovníka* (obzvlášť na časti *Architektúra*, 1966), ktoré kodifikovalo slovenskú odbornú terminológiu v tejto oblasti.



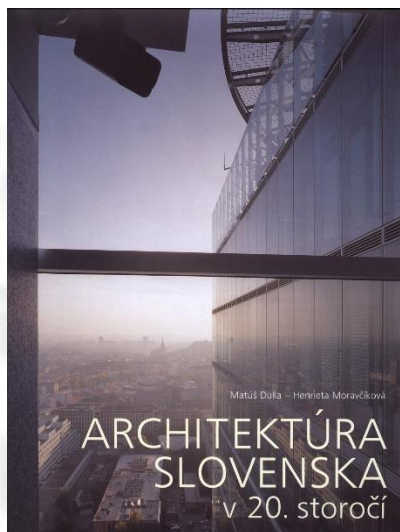
Po liberalizácii 60. rokov sa samostatné oddelenie ústavu mohlo začať venovať dovedy zaznávanej sociológii urbanizmu. Koncom 80. rokov sa podarilo výstupy výskumov v tejto oblasti koncentrovať do kritickej alternatívy vtedajšieho územného plánovania, ktorá

vyústila do spoluúčasti viacerých pracovníkov ústavu na prelomovom diele *Bratislava/nahlas* (1987).

V osemdesiatych rokoch rozvinul popri urbanistickom výskume aj výskum súčasnej architektúry, ktorému sa od 90. rokov Oddelenie architektúry ústavu zaoberalo dominantne. V rámci toho sa venovala pozornosť aj výskumu diela kľúčových domácich architektonických osobností a výskumu histórie slovenskej architektúry.

Od prelomu storočí sa Oddelenie architektúry orientovalo viac na problematiku pamiatkovej ochrany diel modernej

a neskôr povojnovej architektúry a vznikol *Národný register diel modernej architektúry*.



zakladateľov a k výskumu diel, ktoré vznikali v časoch, keď mladý architektonický a urbanistický výskum na Slovensku začínal svoju existenciu.

V roku 2011 sa na prvotné urbanistické výskumy nadviazalo ojedinelým dielom *Bratislava – atlas sídlisk* (**H. Moravčíková, M. Topolčanská, P. Szalay** a i.). Svojím spôsobom sa tak tretia generácia vedcov kontinuálne pracujúcich na problematike architektúry a urbanizmu vrátila k témam otcov

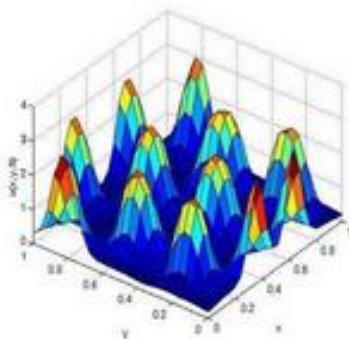
3. Súčasný vedecký zameranie

V r. 2023 je ústav členený na tri vedecké oddelenia, ktorých zameranie je čiastočne odlišné od toho v minulosti. Zachoval sa výskum betónových konštrukcií, avšak so zameraním na chemizmus a s väčším dôrazom na ekologické aspekty výroby a použitia stavebných hmôt. Oblasť teoretickej a experimentálnej mechaniky sa prirodzeným vývojom transformovala na aplikovanú mechaniku, ktorá sa na čisto teoretickej úrovni venuje riešeniu hraničných integrálnych rovníc, regularizačným technikám výpočtu primárnych a sekundárnych polí, riešeniu okrajových úloh pomocou lokálnych integrálnych rovníc spolu s bezprvkovými aproximáciami. Oblasť stavebnej fyziky sa v rámci svetlotechniky špecializuje na štúdium optických javov v dennej a nočnej atmosfére a tepelná technika sa ústreduje na fotovoltické panely, ich pasívne chladenie a integráciu do obvodových plášťov budov.

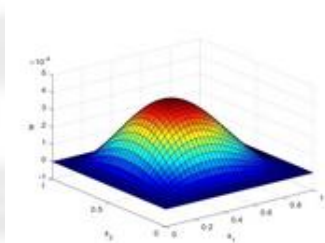
Aplikovaná mechanika

V súčasnosti sa veľké úsilie venuje efektívnemu využívaniu a získavaniu čistej energie z obnoviteľných zdrojov, aby sa nahradila energia z fosílnych palív. Termoelektrické materiály majú potenciál na premenu odpadového tepla na elektrickú energiu pomocou takzvaného Seebeckovho efektu, ale ich využitiu bráni nízka účinnosť. Pre čo najefektívnejšiu premenu energie je

potrebné, aby mal materiál čo najvyššiu elektrickú vodivosť a čo najnižšiu tepelnú vodivosť. S využitím rôznych nanotechnológií a nanokompozitov je možné zvýšiť účinnosť termoelektrických materiálov. Výskum sa



preto sústreďuje na numerické modelovanie, aby sme poznali správanie nano materiálov v nanoštruktúrach.



Preto je potrebné aplikovať alebo vyvinúť nové teórie kontinua, ktoré veľkostný efekt zohľadňujú.

Cieľom je vytvoriť pokročilý model k ontinua pre prenos tepla v nanoštruktúrach s

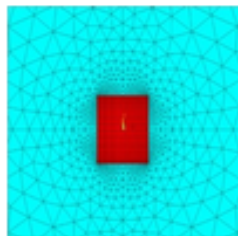
ohľadom na veľkostný efekt s využitím gradientovej teórie prenosu tepla.

Ďalšou oblasťou výskumu sú piezoelektrické a flexoelektrické javy, ktoré sú však pozorovateľné len v telesách s rozmermi blízkymi charakteristickým dĺžkam mikroštruktúry materiálu. Skúmajú sa pokročilé výpočtové prístupy na analýzu flexoelektrických javov v dynamicky zaťažovaných piezoelektrických telesách a určili sme vplyv parametra mikroinerciálnej dĺžkovej škály

na mechanickú a elektrickú odozvu piezoelektrických komponentov, ako sú nosníky alebo dosky s trhlami.

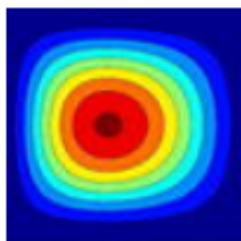
Tepelné napätia, najmä ich diskontinuita na rozhraní dvoch rôznych materiálov, často predstavujú významný faktor poškodenia laminovaných kompozitných štruktúr.

Preto existuje potreba spoľahlivej predikcie tepelných napätí v kompozitných konštrukciách a je tiež silnou motiváciou nahradiť laminované doskové konštrukcie za FGM, ak je to možné. Preto je prirodzenou snahou riešiť všetky tieto problémy pomocou



jednotného teoretického základu a rovnakej numerickej výpočtovej metódy, ktorá umožňuje porovnávať výsledky

získané rôznymi teóriami medzi sebou, ale aj s inými dostupnými výsledkami. Ďalšou aktuálnou témou termoelasticity je diskusia o rýchlosti šírenia teplotných zmien vedením tepla. Tejto problematike sa venovalo veľké úsilie a dnes



existujú rôzne zovšeobecnené teórie termoelasticity.

Nepretržitým cieľom je vývoj progresívnych modelov pre mnohé multifyzikálne problémy: premena tepelnej a elektrickej energie, fototermoelastická analýza polovodičového mikro/nano lúčového rezonátora, modelovanie funkčne odstupňovaných mikro/nano platní, problémy s prasklinami v kvázikryštáloch a

thermoelastické materiály, modelovanie piezoelektrických a flexoelektrických javov. Boli vyvinuté a implementované tri progresívne výpočtové metódy (zmiešaná metóda konečných prvkov, metóda aproximácie pohybujúcich sa konečných prvkov, bezsieťová metóda s aproximáciou MLS) na numerické riešenie problémov s deriváciami premenných poľa vyšších rádov. Navrhnuté výpočtové techniky boli overené v mnohých numerických experimentoch a numerické simulácie poskytli užitočné vysvetlenia javov v mikro/nano štruktúrach.

Materiály a konštrukcie

Cieľom súčasného výskumu je vývoj viaczožkových ekologických spojív a moderných stavebných materiálov ohľaduplných k životnému prostrediu. K cieľom vývoja ekologických spojivových zmesí patrí zníženie produkcie CO_2 , vznikajúceho pri výrobe bežného spojiva – cementu. V ekologických



spojivových zmesiach sa časť obsahu cementu nahrádza už existujúcimi vedľajšími produktami napr. hutníckeho a elektrárenského priemyslu. Ďalším riešením problematiky dekarbonizácie je absorpcia CO_2 materiálom, ktorý je možné dopovať plynom už počas výroby.



Prírodnou súčasťou výskumu sú pevnostné skúšky v zmysle Európskych noriem, a síce meranie pevnosti v ťahu a v tlaku.

Na ústave sa realizuje tiež výskum pórovej štruktúry materiálov technikami ortuťovej porozimetrie a adsorpcie plynov, zisťovanie vlastností sypkých materiálov plynovým pyknometrom, meranie hĺbky karbonatácie vzoriek betónu pomocou fenolftaleínového indikátora, rovnako aj kontrola vlastností materiálov optickým mikroskopom.



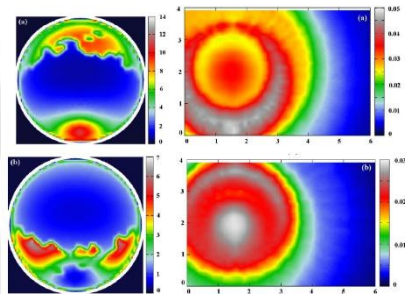
Výstuž v železobetónových konštrukciách je charakteristická možnou koróziou vplyvom vonkajšieho prostredia. Štúdium vývoja korózie poskytuje možnosť prevencie pred statickými poruchami, ktoré môžu ohroziť funkciu konštrukcie.



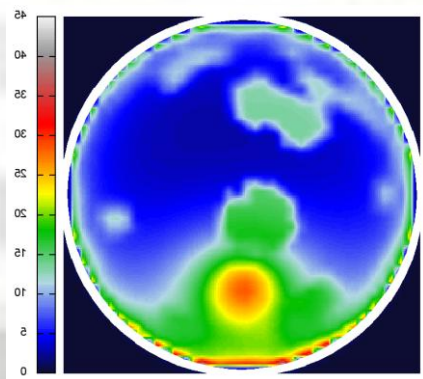
Špeciálna pozornosť sa venuje výskumu geopolymérov, ako materiálu 21. storočia, nakoľko tieto materiály šetria nerastné suroviny a pretože sú bez vápenatých zložiek, uvoľňujú sa len malé objemy emisií CO_2 do životného prostredia pri ich výrobe.

Optika a termofyzika

Výskum v oblasti stavebnej svetlotechniky sa naďalej opiera o modelovanie rozloženia oblohových jasov, pričom dôraz sa tentoraz kladie aj na zovšeobecnené princípy rozptylu žiarenia v atmosfére a numerické simulovanie reálnych



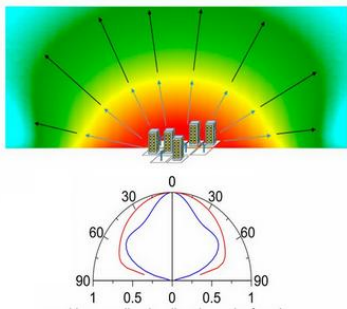
oblohových stavov. Oblohu je náročné simulovať najmä pokiaľ na nej „plávajú“ oblaky. Riešime to metódou rozkladu na jednotlivé rády rozptylu s oddeleným vplyvom oblakov a okolitej atmosféry. Oblaky simulujeme buď pomocou pravidelnej mriežky, alebo ich náhodného



Rozloženia. Takýto prístup následne slúži na precíznejšiu analýzu pasívnych systémov na prenos denného svetla do interiérov budov, ako sú svetlovody, ktorých výskum na ústave prebiehal pod

vedením R. Kittlera a S. Darulu.

Bádanie v oblasti optiky sa ďalej sústreďuje na rozptyl žiarenia v nočnej atmosfére, teda tzv. svetelné znečistenie. Dôležitým aspektom je charakterizácia atmosférického aerosólu v mestskom prostredí, ktorý je dominantným



faktorom pri rozptyle ako denného, tak aj nočného svetla v atmosfére.

Antropogénna žiara je v súčasnosti vážnou hrozbou nielen pre prírodné prostredie v blízkosti ľudských sídiel, ale aj vo

väčších vzdialenostiach od zdroja. Šírenie svetla do veľkých vzdialeností je však ťažké predpovedať kvôli neistotám v emisnej funkcii mesta (CEF).

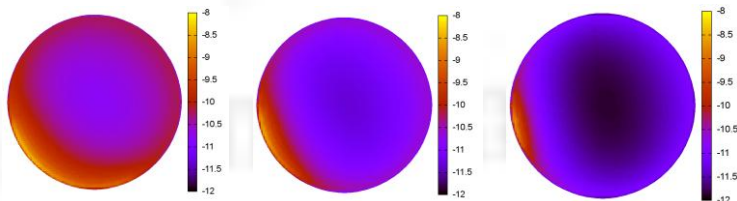
Funkcia mestského vyžarovania (CEF), ktorá popisuje uhlové vyžarovanie z celého mesta, je jedným z kľúčových prvkov modelov vyžarovania nočnej oblohy. CEF je nevyhnutná pri akejkolvek predpovedi šírenia svetelného znečistenia do nočného prostredia. Napriek tomu CEF zostáva prakticky nepreskúmaný, pretože vhodné nástroje na meranie neboli donedávna dostupné. Databáza



CEF by mohla začať úplne novú fázu výskumu svetelného znečistenia s výraznou hospodárnosťou a pokročilou presnosťou predpovedí jasu nočnej oblohy.

Na ústave bol zdokonalený prenosný celooblohový spektrálny skener, ktorý slúži na meranie rozloženia žiary na oblohe a je lacným, avšak rovnako presným

konkurentom mnoho drahších prístrojov renomovaných výrobcov. Jeho použitie na spektrálne meranie denného svetla umožňuje získať rozloženie



oblohovej žiary na rôznych vlnových dĺžkach a charakterizovať tým obsah aerosólov v atmosfére. Jeho hlavným prínosom je však meranie veľmi nízkyh jasov nočnej oblohy pomocou fotonásobiča s farebnými a polarizačnými filterami. Oblohový skener slúži aj na verifikáciu modelov pre šírenie elektromagnetického žiarenia, ktoré sa na pracovisku neustále zdokonaľujú.

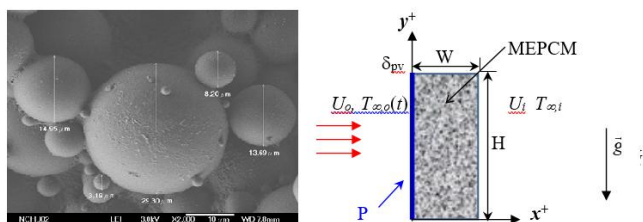
Na modelovanie šírenia svetla v nočnom prostredí bol na pracovisku vytvorený numerický výpočtový program Skyglow, ktorý dokáže predpovedať mieru svetelného znečistenia v ľubovoľnom mieste pozorovateľa vzhľadom na svetelný zdroj.



Fotovoltika integrovaná do budov (BIPV) označuje architektonický dizajnový prístup, ktorý kombinuje fotovoltaické (FV) panely so systémom konštrukcie budovy. Táto kombinácia umožňuje BIPV nielen využívať funkciu výroby energie, ale stať sa aj súčasťou fasády budovy. Zníženie celkovej

energie spotrebovanej budovou je možné dosiahnuť, ak je BIPV integrovaný s tieniacimi zariadeniami a denným osvetlením. BIPV teda premieňa budovy zo spotrebiteľov energie na aktívne generátory energie a je dôležitá pre podporu trvalo udržateľného rozvoja v stavebnom sektore.

Vo všeobecnosti je výstupný výkon z FV systému zhruba



SEM image of the used MEPCM
Schematics of heat transfer in a BIPV integrated with an MEPCM layer.

úmerný ploche FV článku a slnečnému žiareniu na povrchu FV článku. Teplota FV článku je spojená s efektívnosťou výroby energie slnečného žiarenia, ktorá sa premieňa na elektrickú energiu. Účinnosť vo FV module klesá so zvyšujúcou sa teplotou modulu. Preto vždy, keď je to možné, je potrebné zvýšiť odvod tepla FV modulom. Výskum na pracovisku sa zameriava na teoretickú a experimentálnu kvantifikáciu procesov tavenia alebo tuhnutia PCM (materiálov s fázovou zmenou), ktoré môžu slúžiť na pasívne chladenie FV panelov. Takéto materiály dokážu účinne uvoľniť alebo akumulovať veľké množstvo latentného tepla, čím pasívne menia teplotu FV panelu.