

# Strojnícka fakulta STU v Bratislave



Strojnícka fakulta STU v Bratislave, Námestie slobody 17, 812 31 Bratislava 1  
tel.: (02) 572 96 111, fax: (02) 52 925 749, [www.sjf.stuba.sk](http://www.sjf.stuba.sk)

Na Strojníckej fakulte STU (SjF STU) v Bratislave možno získať univerzálne technické vzdelanie. Strojní inžinieri nachádzajú svoje uplatnenie nielen v klasickom strojárskom priemysle, ale aj v automobilovom, elektrotechnickom, potravinárskom, chemickom, v stavebníctve, energetike, hutníckom priemysle a všade tam, kde sa prevádzkujú strojnotechnologické zariadenia. Mnohí absolventi SjF STU dosiahli významné postavenie vo svetových firmách, ako sú Volkswagen, Peugeot – Citroën, Siemens, IBM, BMW, Mercedes a ďalšie.



Budova fakulty s charakteristickým znakom – vysunutými posluchárňami

Hlavná budova SjF STU sa nachádza v centre Bratislavy na Námestí slobody v tesnom susedstve so Stavebnou fakultou, Fakultou chemickej a potravinárskej technológie a Fakultou architektúry. Ďalšie pracoviská má fakulta na Pionierskej ulici vedľa Výskumného ústavu zvaračského a na uliciach Mýtnej a Vazovovej, kde je aj sídlo rektorátu STU v Bratislave.

## Štúdium na fakulte

Od akademického roka 2001/2002 je štúdium na Strojníckej fakulte trojstupňové. Všetci prijatí študenti si volia študijný odbor bakalárskeho štúdia programovaného na tri roky. Bakalárske štúdium (Bc.) zakončuje obhajoba záverečnej práce a štátna skúška. Študent môže dosiahnuť titul inžinier (Ing.) v nadväzujúcom

druhom stupni štúdia, ktoré trvá dva roky a ukončuje ho ďalšia štátna skúška a obhajoba diplomovej práce. Najvyšším stupňom štúdia je doktorandské štúdium, ktorého dĺžku v internej forme upravuje zákon na tri roky. Absolvent získava titul doktora filozofie (PhD.).

Študijné programy, ktoré možno študovať na Strojníckej fakulte STU

### BAKALÁRSKE ŠTÚDIUM (Bc.)

1. Aplikovaná mechanika a mechatronika
2. Automatizácia a informatizácia strojov a procesov
3. Automobily, lode a spaľovacie motory
4. Energetické strojárstvo

5. Procesná a environmentálna technika
6. Strojárske technológie a materiály
7. Výrobné systémy a manažérstvo kvality

### INŽINIERSKE ŠTÚDIUM (Ing.)

1. Aplikovaná mechanika
2. Automatizácia a informatizácia strojov a procesov
3. Automobily, lode a spaľovacie motory
4. Hydraulické a pneumatické stroje a zariadenia
5. Chemické a potravinárske stroje a zariadenia
6. Kvalita produkcie v strojárskych podnikoch
7. Mechatronika
8. Meranie a skúšobníctvo
9. Strojárske technológie a materiály
10. Stroje a zariadenia pre stavebníctvo, úpravníctvo a poľnohospodárstvo
11. Tepelné energetické stroje a zariadenia
12. Výrobná a environmentálna technika

### DOKTORANDSKÉ ŠTÚDIUM (PhD.)

1. Aplikovaná mechanika
2. Automatizácia a riadenie strojov a procesov
3. Časti a mechanizmy strojov
4. Dopravná technika
5. Fluidné stroje a zariadenia
6. Kvalita produkcie
7. Mechatronika
8. Metrológia
9. Procesná technika
10. Strojárske technológie a materiály
11. Tepelné a hydraulické stroje a zariadenia
12. Výrobné stroje a zariadenia

Študenti s dobrými študijnými výsledkami sa na bakalárske štúdium prijímajú bez prijímacích skúšok. Bližšie informácie uvádza webová stránka fakulty [www.sjf.stuba.sk](http://www.sjf.stuba.sk).

## Sedem dôvodov prečo študovať na Strojníckej fakulte Slovenskej technickej univerzity v Bratislave:

- 1. Tradícia a kvalita.** Strojnícka fakulta STU v Bratislave má najdlhšiu históriu vo výučbe strojárskych študijných odborov na Slovensku. Obrazom tradície je výborné postavenie v rebríčku slovenských fakúlt ([www.arra.sk](http://www.arra.sk)) a dobrý medzinárodný ohlas.
- 2. Prijímanie na štúdium je na základe študijných výsledkov na strednej škole.** Hodnotenie výsledkov je prostredníctvom bodov za študijný priemer počas celého stredoškolského štúdia, ktoré dosiahol uchádzač, za výsledok z maturity, priemernú známku z profilujúcich predmetov - matematika, fyzika, za druh strednej školy a iné aktivity. Dekan fakulty určí do akej bodovej hodnoty možno uchádzačom odpustiť prijímaciu skúšku. Ostatní uchádzači vykonajú písomnú skúšku z matematiky a fyziky, na základe ktorej môžu byť prijatí na štúdium.
- 3. Profesionálna kariéra už počas štúdia.** Fakulta spolupracuje s desiatkami významnými priemyselnými podnikmi, nevýrobnými organizáciami, univerzitami na Slovensku a v zahraničí, čím vie pomôcť naplánovať a začať osobnú kariéru.
- 4. Výučba v anglickom jazyku.** U nás môžete bezplatne absolvovať bakalárske štúdium aj v anglickom jazyku.
- 5. Časť štúdia v zahraničí.** Podporíme váš záujem študovať jeden až dva semestre v zahraničí na vami zvolenej európskej univerzite.
- 6. Internát pre každého prváka prijatého v prvom termíne prijímacieho konania.** Strojnícka

fakulta STU zabezpečuje študentom výborné ubytovanie v zrekonštruovaných študentských domovoch. Myslíme aj na voľný čas študentov: k dispozícii sú študovne, knižnice, telocvične, plavárne, štadióny (napr. športový klub Slávia STU), kiná, kluby (napr. Umelecký súbor Technik).

- 7. Absolventi so závideniahodnou budúcnosťou.** Po úspešnom ukončení štúdia máte zaistený vysoký spoločenský status. Absolventi fakulty nemajú problém so získaním lukratívneho zamestnania. Okrem strojárskych podnikov sa uplatňujú aj v iných odvetviach: - v školstve, výskume, komunálnej sfére a aj v obchode.

## Z histórie Strojníckej fakulty STU v Bratislave

Strojársky priemysel bol vždy nosnou časťou hospodárstva. Stroje prenikali do rôznych oblastí priemyslu: do chemického, stavebného, elektrotechnického, ako aj do poľnohospodárstva alebo potravinárstva. Aj z tohto dôvodu Strojnícka fakulta patrila medzi prvé súčasti vznikajúcej Slovenskej vysokej školy technickej, pričom samostatná výučba strojného inžinierstva sa datuje od roku 1940.

Na budovaní profilu a kreditu fakulty sa podieľalo mnoho významných osobností - profesori J. Čabelka, J. Gonda, F. Šujan-ský, J. Nemessányi, A. Hebký, J. Kožoušek ml., E. Hirschfeld, E. Šišolák, V. Krivánek, J. Kováč, M. Škrabák, G. Stegmann, J. Lendel, O. Puchner, E. Foit, J. Garaj, E. Škrabal a ďalší.

V akademickom roku 1941/42 vznikli prvé ústavy na oddelení strojného inžinierstva: Ústav strojníckej mechaniky a III. Ústav stavby strojov. O rok neskôr už bolo na fakulte 8 ústavov a v akademickom roku 1948/49 až 16 ústavov. V akademickom roku 1953/54 sa ústavy transformo-

vali na katedry. Z pôvodných 16 ústavov vzniklo 8 katedier. V akademickom roku 1960/61 pôsobilo na fakulte 14 katedier a o 10 rokov neskôr ich bolo už 18. S cieľom zefektívnenia fungovania fakulty a skvalitnenia poskytovaného vzdelávania sa v roku 2007 zlúčilo 18 tradičných katedier do ôsmich ústavov a troch pracovísk, ktoré zabezpečujú ďalšie vzdelávacie a servisné činnosti.

V roku 1948 bol položený základný kameň novej budovy na dnešnom Námestí slobody 17 v Bratislave. V roku 1950 sa Odbor strojného a elektrotechnického inžinierstva premenoval na základe zákona o vysokých školách na Fakultu strojného a elektrotechnického inžinierstva, ktorá sa v roku 1951 rozdelila na dve samostatné fakulty - Strojnícku fakultu a Elektrotechnickú fakultu.

Výstavba hlavnej budovy na Námestí slobody sa ukončila v roku 1963. Do tejto budovy sa presťahovala podstatná časť dnešnej Strojníckej fakulty. Fakulta neskôr získala priestory aj na Pionierskej a Vazovovej ulici.

V päťdesiatych rokoch rýchlo rástol počet študentov a učiteľov, rozvíjala sa cieľavedomá vedeckovýskumná činnosť a rozširovala sa spolupráca fakulty s priemyselnými závodmi, výskumnými ústavmi a Slovenskou akadémiou vied. V osemdesiatych rokoch nadobudlo v štruktúre výchovy strojných inžinierov významné miesto zakladanie konzultačných stredísk, predovšetkým technologického a ekonomického zamerania.

Strojnícka fakulta v Bratislave bola prvou strojnickou fakultou na Slovensku. Za obdobie svojej existencie získala významné postavenie medzi technickými fakultami na Slovensku a v zahraničí.

Tisíci absolvent Strojníckej fakulty dostal diplom v roku 1957, päťtisíci bol promo-vaný v roku 1975 a v roku 1983 ukončil



Pohľad na budovu od Kollárovo námestia z roku 1961



Vstup do budovy Strojníckej fakulty STU v r. 1963 a v súčasnosti



štúdium desiatitisíce strojní inžinier. Celkový počet absolventov inžinierskeho štúdia dosiahol v roku 2013 viac ako 22 500 a počet absolventov bakalárskeho štúdia cca 2700. V období svojej existencie udelila fakulta cca 950 diplomov kandidáta vied a philosophie doktor.

Ostatných päť rokov obdobia možno charakterizovať ako roky dynamického rozvoja:

- vzrástol záujem študentov o štúdium na fakulte a to, vo všetkých troch stupňoch. Je to najmä vďaka propagácii technického vzdelávania prostredníctvom nových foriem ako sú: Strojárska olympiáda, Inžinier v automobilovom priemysle, či Študentská formula. Potešiteľný je progresívny priebeh počtu študentov zapísaných za ostatné štyri roky na fakultu, pretože počet maturantov vykazuje za ostatných 10 rokov degresívny priebeh,
- výrazne vzrástol počet profesorov, čím sa zabezpečila spôsobilosť fakulty garantovať existujúce a nové študijné programy,
- riešila sa rekonštrukcia stavieb fakulty (od riešenia havarijného stavu až po systematickú obnovu všetkých priestorov fakulty), či už sú to:
  - nové strechy na troch budovách fakulty,
  - kompletná rekonštrukcia kanalizácií a sociálnych zariadení,
  - úplná rekonštrukcia troch posluchární a chodbového priestoru pred nimi,
  - či výmena okien na časti hlavnej budovy,
- pokročilo budovanie nových laboratórií v spolupráci s automobilkami ako Volkswagen alebo PSA Peugeot Citroën,
- prišlo sa k vytváraniu spoločných pracovísk (pre čitateľov spomeniem aspoň Spoločné pracovisko Sjf STU a SMU – Metrológia a skúšobníctvo alebo Centrum neštandardných meraní – spoločné pracovisko Sjf STU, FEI STU a Ústavu merania SAV), ktorých cieľom je spolupracovať na vzdelávaní a výskume, ale aj využívať laboratóriá spolupracujúcich organizácií, atď.

## Ústavy a pracoviská fakulty:

### Ústav aplikovanej mechaniky a mechatroniky

Ústav aplikovanej mechaniky a mechatroniky vznikol zlúčením Katedry technickej mechaniky s Katedrou pružnosti a pevnosti. Medzi známe osobnosti, ktoré na pracoviskách pôsobili patria prof. Ing. J. Gonda, DrSc. a prof. O. Puchner, DrSc. Študijný program realizuje Strojnícka fakulta STU v Bratislave od roku 1979 – vtedy ako prvá zo strojníckych fakúlt SR a ČR. Aplikovaná mechanika je kráľovskou disciplínou strojného inžinierstva, pretože je hlavnou disciplínou strojného inžinierstva, jeho teoretickým i aplikačným základom.

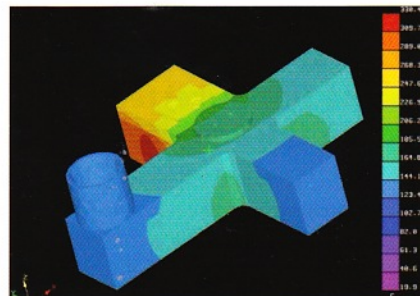


Silnou stránkou Aplikovanej mechaniky na Strojníckej fakulte je počítačová podpora výučby predmetov softvérovými balíkmi ANSYS, MSC.ADAMS, MAT-LAB/Simulink, PAM CRASH a SYSWELD. Študijný program možno študovať na inžinierskom a doktorandskom stupni štúdia.

Študenti študijných programov Mechatronika a Aplikovaná mechanika vytvorili v roku 2008 tím na súťaž konštruktérov študentských formúl – formula SAE. Cieľom tímu je reprezentovať Slovenskú technickú univerzitu na niektorej z celosvetových súťaží, ktoré sa každoročne konajú v Nemecku, Taliansku, Anglicku, USA, Japonsku a v Austrálii.

### Ústav automatizácie, merania a aplikovanej informatiky

Ústav automatizácie, merania a aplikovanej informatiky vznikol spojením Katedry automatizácie a merania s Katedrou elektrotechniky. V doterajšej histórii pôsobili na ústave profesori a docenti ako Krivánek, Nechleba, Skákala, Skokan, Chudý, Belanský, Kachaňák, Hraško, Puzjak, Kneppo. V rámci inžinierskeho štúdia ústav zabezpečuje študijný program *Automatizácia a informatizácia strojov a procesov* a časť študijného programu *Mechatronika*.



V rámci doktorandského štúdia je možné na ústave študovať odbory: *Automatizácia a riadenie, Metrológia a Mechatronika*.

V oblasti *Automatizácie a riadenia* hlavné problémy modelovania, identifikácie a riadenia systémov s rozloženými parametrami, riadenie procesov v podmienkach neurčitosti, robustné a adaptívne riadenie.

V oblasti *Meracej techniky* sú to otázky senzorky a informačných systémov strojov a robotov, plánovanie a vyhodnocovanie 3D meraní.

V oblasti *Metrológie* sú to problémy určovania neistôt pri meraniach a riadenie kvality produkcie.

### Ústav dopravnej techniky a konštruovania

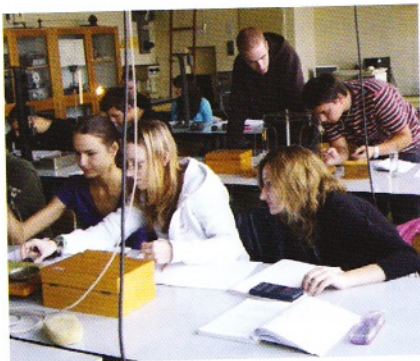
Ústav dopravnej techniky a konštruovania nadväzuje na jedno z najstarších verejdeckopedagogických pracovísk terajšej STU (SVŠT) – III. Ústav stavby strojov, kde sa v roku 1941 otvoril Odbor strojného a elektronického inžinierstva. V roku 1945 sa zriadil Ústav Častí strojov a zdvíhadiel. V roku 1951 sa premenoval na Katedru častí strojov. V roku 1946 bol zriadený Ústav spaľovacích motorov, ktorý sa v roku 1950 premenoval na Katedru spaľovacích motorov a ostatných tepelných strojov. Po osamostatnení priradených pracovísk sa táto katedra premenovala na Katedru dopravy s odborným zameraním rozšíreným o stavbu lodí. Od roku 1960 až do roku 1999 katedra mala názov Katedra spaľovacích motorov a lodí. Od je-



sene 1999 mala názov Katedra automobilov, lodí a spaľovacích motorov. Spojením Katedry automobilov, lodí a spaľovacích motorov s Katedrou častí strojov v roku 2007 vznikol Ústav dopravnej techniky a konštruovania (ÚDTK). Katedru častí strojov od jej vzniku postupne viedli profesori a docenti: J. Nemessányi, E. Šišolák, S. Labuza, L. Hlavenka, Š. Král, J. Bukovec, L. Gulán. Katedru spaľovacích motorov a lodí postupne viedli J. Fischhof, J. Kožoušek ml., J. Kožoušek st., O. Puchner, J. Urban, P. Nikl, M. Záhlava, J. Tichý, P. Hudec, V. Ferencey, M. Polóni.

### Ústav matematiky a fyziky

Korene súčasného pracoviska vo svojej podstate siahajú až do počiatkov založenia Vysoké školy technickej dr. M. R. Štefánika v roku 1938. Spočiatku to boli vedecko – pedagogické inštitúcie s celouniverzitnou pôsobnosťou, ktoré viedli významní slovenskí matematici, ako boli napríklad: profesor Juraj Hronec alebo akademik Štefan Schwarz. Samostatné pracovisko na pôde našej fakulty vzniklo až v roku 1961 pod názvom Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie. Z významných osobností možno spomenúť také mená ako profesor Jozef Eliáš alebo profesor Ján Ivan, ktorých učebnice stále patria k zlatému fondu slovenskej matematickej literatúry. V roku 2007 sa katedra začlenila do Ústavu prírodných, humanitných a spoločenských vied pod názvom Oddelenie teoretických základov strojnictva.

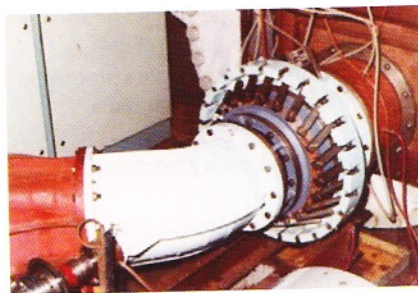


Počiatky vzniku Katedry fyziky sú spojené s vytvorením Ústavu technickej fyziky v roku 1938, ktorého prvým prednostom bol prof. J. Sahánek a v ďalších rokoch ho viedol prof. D. Ilkovič, DrSc. Katedra fyziky SJF STU vznikla v roku 1961 oddelením z Katedry fyziky na EF, ktorá pôvodne zabezpečovala výučbu fyziky na všetkých fakultách SVŠT. Jej prvým vedúcim bol prof. RNDr. J. Garaj. Od roku 1970 viedli katedru prof. Ing. J. Petráš CSc., doc. RNDr. J. Dillinger, CSc. a doc. RNDr. J. Weiss, CSc.

Od roku 2012 má názov Ústav matematiky a fyziky.

### Ústav chemických a hydraulických strojov a zariadení

Vznikol na základe schválenia novej organizačnej štruktúry v Akademickom senáte Strojníckej fakulty s účinnosťou od 15. júla 2007 z pôvodných základných pracovísk fakulty – Katedry hydraulických strojov a Katedry chemických strojov a zariadení. Organizačne sa ústav člení na dve oddelenia, ktoré kopírujú pôvodné katedry – Oddelenie fluidného inžinierstva (OFI) a Oddelenie procesného inžinierstva (OPI).



História ústavu siaha k 1. 4. 1946, kedy bol zriadený „Ústav I. Stavby strojov - vodné motory“. Prvým prednostom novovymenovaného ústavu bol menovaný suplent Ing. Dr. tech. Alois Hebký, ktorý bol v roku 1947 menovaný prvým profesorom Ústavu vodných strojov. Hlavnou pedagogickou a vedeckovýskumnou náplňou ústavu bola hydromechanika a hydraulické stroje (vodné turbíny a čerpadlá). Po roku 1950 sa v rámci samostatnej fakulty SVŠT premenováva ústav na Katedru vodných strojov, neskoršie od roku 1990 na Katedru hydraulických strojov.

Ústav je pokračovaním tradície, ktorá začala 1. októbra 1953 kedy vznikla „Katedra stavby celulózo-papierenských strojov“ vedená prof. Ing. Michalom Škrabákom, DrSc. S rozvojom chemického a potravinárskeho priemyslu v Československu sa od 1. januára 1957 zmenil aj názov katedry na „Katedra chemických strojov a zariadení“. Profil katedry sa budoval v oblasti hydromechanických separácií, mechanických, tepelných a difúzných procesov, reaktorov a bioreaktorov, konštrukcie a projekcie strojov, aparátov a celých výrobných liniek, ako aj v zariadeniach a technológiách na ochranu životného prostredia.

V rámci bakalárskeho stupňa štúdia ústav zabezpečuje študijný program Procesná a environmentálna technika, v inžinierskom stupni sú to Hydraulické a pneumatické stroje a zariadenia a Che-

mické a potravinárske stroje a zariadenia, a v doktorandskom štúdiu Procesná technika a fluidné stroje a zariadenia.

### Ústav technológií a materiálov

Po vzniku Strojárskeho technologického fakulty SVŠT sa na Strojníckej fakulte k 1.1.1986 konštitovala katedra s názvom Katedra technológií a materiálov. Bez podstatnej zmeny profilu mení v r.1990 svoj názov na Katedru materiálov a technológií. Svojím zameraním a tradíciami nadväzuje na dovtedajšie katedry Strojníckej fakulty – Katedru tvárnenia a tvárniacich strojov a Katedru fyzikálnej metalurgie, zvárania a zlievania. Ich predchodcami bol Inštitút mechanickej technológie, založený v r.1942 a Katedra mechanickej technológie, existujúca od r.1951. Dňom 1. 9. 2007 vstúpila na Strojníckej fakulte STU do platnosti organizačná zmena a zaviedla sa štruktúra ústavov, ktoré tvoria nové základné pracoviská. Z pôvodnej Katedry materiálov a technológií vznikol Ústav technológií a materiálov.



Smery činnosti ústavu sa orientujú na vedné oblasti náuka o materiáloch, strojárskych technológiách (tvárnenie, zlievanie, zvárania, spracovanie plastov) a tvárniace stroje a zariadenia. Hlavným pracoviskom ústavu je pavilón profesora Čabelku na Pionierskej ul.15, nachádzajúci sa v tesnej blízkosti najdôležitejších spolupracujúcich organizácií - Výskumného ústavu zvaračského a Ústavu materiálov a mechaniky strojov SAV. Ústav technológií a materiálov garantuje študijné programy vo všetkých stupňoch štúdia Strojárske technológie a materiály.

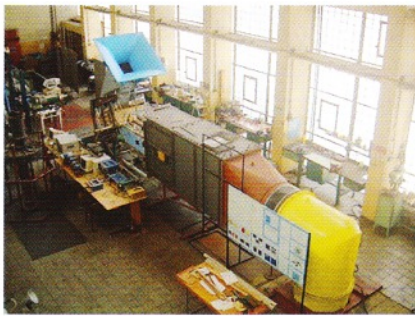
### Ústav tepelnej energetiky

Ústav tepelnej energetiky vznikol zlúčením Katedry tepelnej energetiky a Katedry tepelnej techniky. Katedra tepelnej energetiky patrí historicky medzi zakladajúce katedry fakulty. Jej vznik sa datuje od roku 1943 ako IV. Ústav stavby strojov, neskôr od roku 1948 ako Ústav parných generátorov a motorov.

V ďalšom období, po zavedení katedier na fakulte, sa názov katedry viackrát menil. Od roku 1991 až po vznik Ústavu tepelnej energetiky platil názov Katedra tepelnej energetiky.

Katedra tepelnej techniky vznikla v roku 1948 z pôvodnej „Stolice kompresorov a chladiacich strojov“, ktorá pôsobila od roku 1945. V roku 2007 sa Katedra tepelnej energetiky a Katedra tepelnej techniky združili a vytvorili Ústav tepelnej energetiky.

Ústav tepelnej energetiky zabezpečuje vzdelávanie a vedecký výskum v širokej oblasti tepelných energetických strojov a zariadení. Zaradujú sa tam stroje, zariadenia a procesy získavania, úpravy, premeny, transportu, akumulácie, distribúcie a spotreby rôznych foriem tepelnej energie na základe použitia a využitia fosílnych palív, jadrových a obnoviteľných druhov energií.



Ďalšou oblasťou je termodynamická a tepelno-energetická problematika vykurovacích, vetracích, klimatizačných a vzduchotechnických zariadení.

Ústav zabezpečuje v bakalárskom stupni štúdiá program Energetické strojárstvo, v inžinierskom stupni Tepelné energetické stroje a zariadenia a v doktorandskom stupni Tepelné a hydraulické stroje a zariadenia.

### Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality

Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality vznikol spojením Katedry výrobných systémov a Katedry výrobnej techniky. Možno povedať, že ústav sa stal následníkom Katedry obrábania a obrábacích strojov, ktorá sa v sedemdesiatych rokoch rozpadla na dve katedry, ktoré po rozdelení niesli viaceré názvy. Na oboch pracoviskách sa vystriedali mnohí špičkoví odborníci, profesori Hauser, Hirschfeld, Ondra, Békés,

Hrubec, Melčák. Vo funkciách vedúcich katedier pôsobili profesori a docenti: Lipťák, Souček, Valčuha, Javorčík, Zongor, Krsek, Tolnay, Šooš, Kolláth. Študijné programy inžinierskeho štúdia v zásade pokrývajú dva hlavné aspekty činnosti celého strojárského podniku - technický a manažérsko-ekonomický. V určitej časti problematiky sa tieto odbory prekrývajú, čo je dôsledkom úsilia vytvoriť predpoklady na bezproblémovú komunikáciu technikov s manažermi a ekonómami a naopak. Smery štúdiá:

- v bakalárskom: Výrobné systémy a manažerstvo kvality,
- v inžinierskom: Kvalita produkcie v strojárskych podnikoch a Výrobná a environmentálna technika,
- v doktorandskom: Kvalita produkcie a Výrobné stroje a zariadenia.

### Centrum jazykov a športu

Oddelenie vzniklo z Katedry jazykov a spoločenských vied Strojníckej fakulty STU. Jeho hlavnou náplňou je vyučovať cudzie jazyky so zameraním sa na odbornú komunikáciu a vyučovať spoločenské vedy.

Počiatky existencie a činnosti Katedry telesnej výchovy na Strojníckej fakulte STU sa viažu na vznik katedier na vysokých školách v roku 1952, kedy vznikla na SVŠT aj Katedra telesnej výchovy. Zabezpečovala výučbu telesnej výchovy na šiestich fakultách až do roku 1962. Vtedy sa vytvorili dve samostatné katedry na Stavebnej a Strojníckej fakulte. Tento stav trval až do roku 1964, keď vznikli katedry telesnej výchovy na jednotlivých fakultách SVŠT. V roku 1981 bola zriadená Katedra telesnej výchovy na Rektoráte SVŠT. So súhlasom jednotlivých fakúlt v roku 1990 vznikli opäť katedry telesnej výchovy na jednotlivých fakultách a teda aj Katedra telesnej výchovy Strojníckej fakulty STU.

### Centrum inovácií

Centrum inovácií (CI) vzniklo ako celkom nové pracovisko v rámci schválenej novej organizačnej štruktúry Strojníckej fakulty STU Bratislava (SjF), schválenej akademickej senátom s účinnosťou od 15. júla 2007. Za základ sa zoberala personálna a materiálna základňa tzv. vývojových dielni a laboratórií (v minulosti oddelenej od rektorátu STU).

K tomuto boli pričlenení remeselníci, technici a výskumní pracovníci z bývalých katedier SjF. V súčasnosti má centrum 17 pracovníkov. Centrum inovácií je zriadené

v rekonštruovaných priestoroch Ťažkého laboratória 1. posch. na Nám. slobody 17 a Mýtnej 36 v Bratislave.

Oddelenia CI:

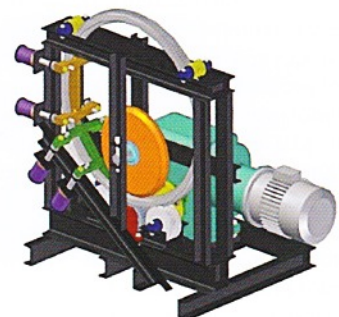
- Výrobné-vývojové dielne a laboratória (VVDL),
- Centrum technologického transferu kvality (CTTK),
- Koordináčne centrum odborného vzdelávania (KCOV).

### Výpočtové a informačné stredisko

VIS vzniklo ako celofakultné pracovisko spojením Výpočtového strediska a Knižnice a informačného strediska. Hlavným poslaním VIS je poskytovať kvalitné servisné a konzultačné služby študentom a zamestnancom SjF STU v oblasti vzdelávania a vedecko-výskumnej činnosti. Ďalej technicky zabezpečovať prevádzku fakultnej siete a informačného systému, výpožičnej, publikačnej a rešeršnej činnosti, v súlade s vedecko-výskumnou a pedagogickou činnosťou SjF STU. VIS sa člení na dve oddelenia.

Oddelenie výpočtových systémov technicky zabezpečuje prevádzku fakultnej siete a fakultného informačného systému (EIS, AIS). Ďalej zabezpečuje prevádzku učební v správe VIS na účely pedagogického procesu. Inštaluje a spravuje výučbový softvér (napr. CATIA, ANSYS, ADAMS, MATLAB a pod.).

Knižnica fakulty je akademickou knižnicou (založená v r. 1963). Jej činnosť a pôsobnosť upravuje zákon o knižniciach č. 183/2000. Hlavným poslaním Oddelenia knižnice je budovať a sprístupňovať knižničné fondy a poskytovať odborné knižnično-informačné služby z vlastných aj vonkajších informačných zdrojov k potrebám štúdiá, pedagogiky a výskumu na fakulte, budovať databázy – register publikačnej činnosti SjF STU v rámci CREPC a budovať Virtuálnu knižnicu na STU.



# Vplyv hustoty výpočtovej siete v numerickom modeli argónovo - vodného plazmatrónu s hybridnou stabilizáciou elektrického oblúka

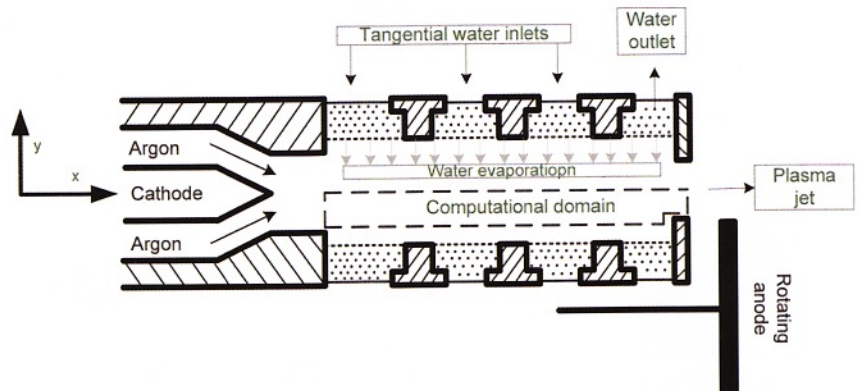
Príspevok analyzuje vplyv hustoty výpočtovej siete na výsledné rozloženie veličín charakterizujúcich termodynamické a hydrodynamické pomery vo vnútri oblúkovej komory argónovo - vodného plazmatrónu s hybridnou stabilizáciou elektrického oblúka. Pod pojmom hybridná stabilizácia sa rozumie stabilizovanie elektrického oblúka prúdom plynu (argónu) v prvej časti oblúkovej komory a následne v ďalšej časti je stabilizačný účinok zabezpečený prúdom kvapalnej vody, ktorá vykonáva helikoidný pohyb po obvode oblúkovej komory plazmatrónu. Bližšia špecifikácia funkcie plazmatrónu ako aj výhody konceptu s hybridnou stabilizáciou je napr. v prácach [1], [2], [3].

Je všeobecne známe, že hustota výpočtovej siete môže ovplyvňovať stabilitu riešenia, konvergenciu riešenia, ale aj výsledné rozloženie veličín popisujúcich prúdové pole. Obvykle platí, že so zvyšujúcim sa počtom elementov výpočtovej siete dochádza ku zmenám vo vypočítanom rozložení veličín prúdového poľa, pričom od istého počtu elementov sa výsledky numerickej analýzy stávajú nezávislými na hustote siete. Teda pri numerickom modelovaní by mal byť uplatnený istý minimálny počet elementov výpočtovej siete. Cieľom tohto príspevku je približne stanoviť minimálny počet elementov výpočtovej siete.

## Modelový plazmatrón

Výskum prebiehal na modelovom plazmatróne s hybridnou stabilizáciou elektrického oblúka WS<sup>®</sup>P. Zariadenie bolo vyvinuté na Ústave plazmy AV ČR v Prahe [4]. Obr. 1 schematicky znázorňuje vnútro oblúkovej komory plazmatrónu.

Argón do komory prúdi v axiálnom smere okolo katódy. Kvapalná voda, ktorá zabezpečuje stabilizačný účinok je vstrekaná v tangenciálnom smere cez otvory v plášti komory. V prácach [1], [4] je detailný popis fyzikálnych procesov, ktoré prebiehajú vo vnútri komory plazmatrónu. Výpočtová oblasť bola obmedzená len na tesné oko-



obr. 1 - Schéma oblúkovej komory plazmatrónu

lie elektrického oblúka a nebola uvažovaná oblasť, v ktorej sa nachádza kvapalná voda. Hranica medzi oblasťou oblúka (výpočtovou oblasťou) a oblasťou, v ktorej je voda prevažne v kvapalnej fáze, bola zjednodušená na valcovú plochu s polomerom  $R = 3,3$  mm a predpokladalo sa, že cez túto plochu prúdi v radiálnom smere para s konštantnou rýchlosťou a teplotou.

## CFD model, rovnice popisujúce prúdenie a okrajové podmienky

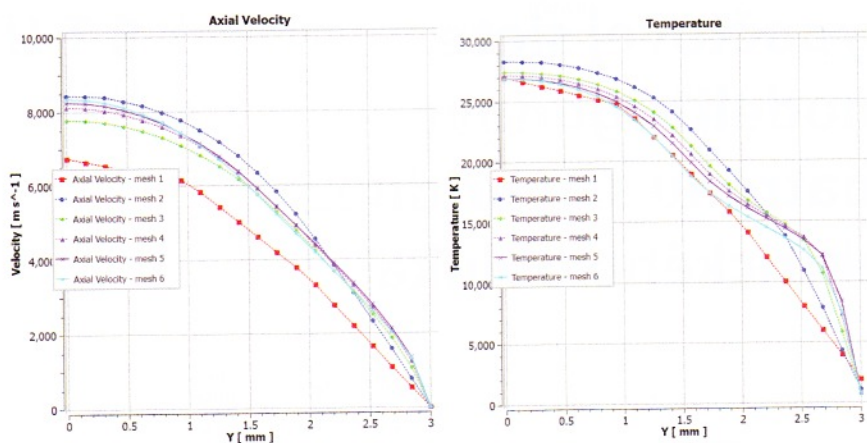
Numericke modelovanie bolo uskutočnené v programe ANSYS Fluent 12.1. Implementovaný bol štandardný osový symetrický model časovo ustáleného prúdenia. Zanedbané boli turbulentné javy a bol implementovaný laminárny model. Tiež boli zanedbané obvodové zložky rýchlosti. Opodstatnosť takéhoto prístupu je vysvetlená napr. v [1]. Ďalej sa predpokladalo, že prúdiaci argón a voda tvoria homogénnu plynnú zmes. Predpokladá sa, že tekutina je v stave lokálnej termodynamickovej rovnováhy. Z dôvodu zjednodušenia a urýchlenia výpočtu bol zanedbaný vplyv Lorentzovej sily. Dá sa dokázať, že jej vplyv na výsledné rozloženie prúdového poľa je relatívne zanedbateľný. Zanedbaný bol aj vplyv radiácie. Tá má zásadný význam na výsledné rozloženie teploty a aj na rozloženie ostatných fyzikálnych veličín a teda vypočítaná teplota je výrazne väčšia ako skutočná. Príspevok je zameraný na relatívne porovnanie, teda takéto zjednodušenie je prípustné.

Rovnice popisujúce prúdenie pozostávajú z rovnice kontinuity, pohybových rovníc a energetickej rovnice (s uvedenými zjednodušeniami) [1]. Materiálové vlastnosti argónu a vody v rozsahu teplôt od 50 do 50000K boli vypočítané na základe kinetickej teórie plynov. Prístup k výpočtu materiálových vlastností je napr. v práci [5]. Výsledné materiálové vlastnosti uvažovanej zmesi boli vypočítané na základe zmiešavacieho pravidla.

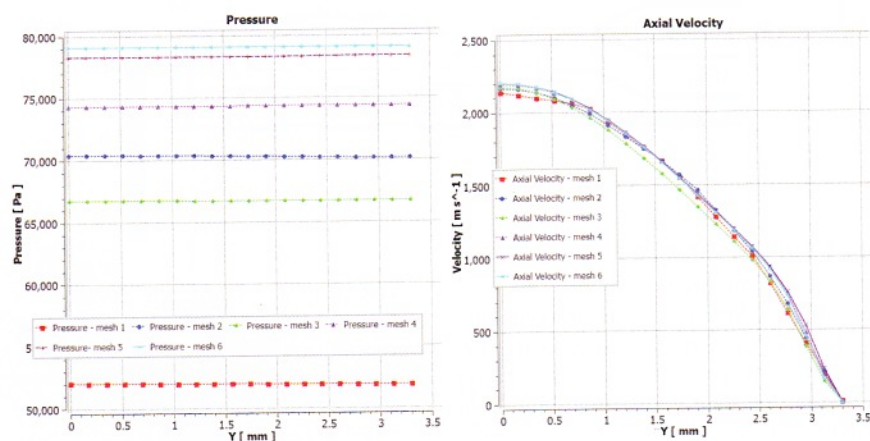
Ako okrajové podmienky boli uplatnené: hmotnostný prietok argónu v axiálnom smere, hmotnostný prietok vodnej pary v okrajovej oblasti elektrického oblúka v radiálnom smere, teplotný profil na vstupe v blízkosti katódy, predpokladaná teplota vstupujúcej vodnej pary, rozdiel elektrických potenciálov medzi vstupom a výstupom. Pozdĺž osi symetrie plazmatrórovej vložky boli uvažované nulové gradienty veličín prúdového poľa v radiálnom smere.

## Výsledky CFD simulácie

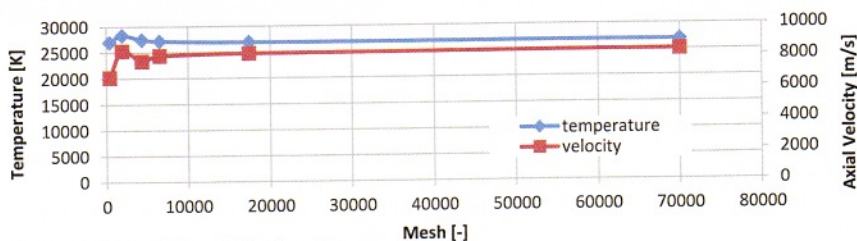
Vygenerovaných bolo celkovo šesť výpočtových sietí s rôznym počtom elementov. Sieť 1 pozostávala zo 430 elementov, sieť 2 zo 1950 elementov, sieť 3 zo 4360 elementov, sieť 4 zo 6540 elementov, sieť 5 zo 17440 elementov a posledná sieť pozostávala zo 70000 šesťstenových elementov. CFD simuláciu sme vykonali na všetkých uvažovaných sieťach s režimom prúdenia, ktorý zodpovedal rozdielu po-



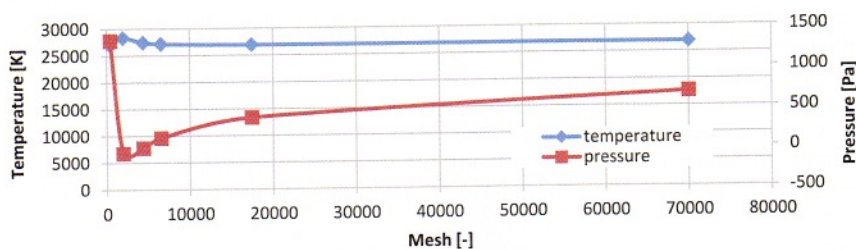
obr. 2 - Porovnanie axiálnej rýchlosti a teploty vo výstupnom priereze



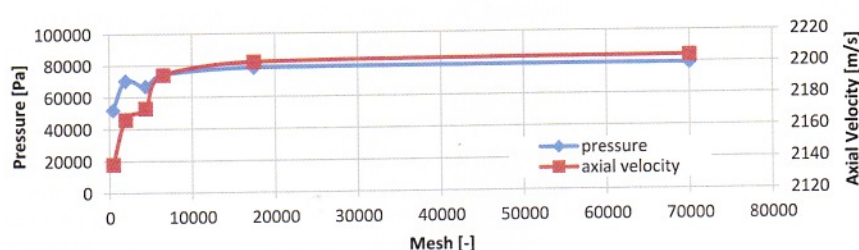
obr. 3 - Porovnanie tlaku a axiálnej rýchlosti vo vstupnom priereze



obr. 4 - Teplota a axiálna rýchlosť na výstupe



obr. 5 - Teplota a tlak na výstupe



obr. 6 - Tlak a axiálna rýchlosť na vstupe

tenciálov medzi vstupom a výstupom 146 V, elektrickému prúdu 300 A, hmotnostnému prietoku argónu  $m_{Ar} = 0,312 \text{ g/s}$  a hmotnostnému prietoku vodnej pary  $m_w = 0,286 \text{ g/s}$ .

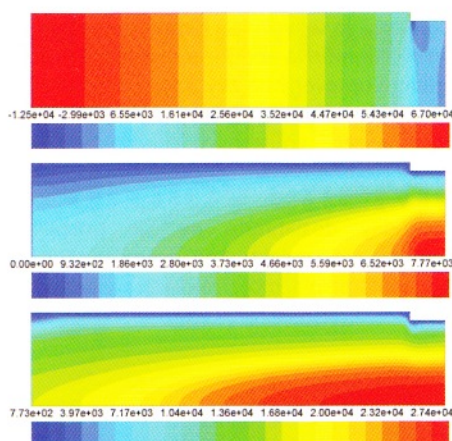
Na Obr. 2 vidno ako sa menil profil axiálnej rýchlosti a teploty v radiálnom smere (od osi k obvodu výpočtovej domény) vo výstupnom priereze oblúkovej komory plazmatrónu v prípade uplatnenia jednotlivých sietí. Obr. 3 znázorňuje porovnanie vypočítaného tlakového profilu a axiálnej rýchlosti vo vstupnom priereze výpočtovej oblasti v radiálnom smere.

Na Obr. 4 je priebeh teploty a axiálnej rýchlosti v bode blízko osi na výstupe výpočtovej domény v závislosti od počtu elementov výpočtovej siete. Na Obr. 5 je priebeh teploty a tlaku v bode blízko osi na výstupe výpočtovej domény v závislosti od počtu elementov výpočtovej siete. Na Obr. 6 tlak a axiálna rýchlosť v bode blízko osi na vstupe výpočtovej domény v závislosti od počtu elementov výpočtovej siete.

Na Obr. 7 je znázornené rozloženie statického tlaku, axiálnej rýchlosti a teploty v prípade uplatnenia siete 3. Rozloženie týchto veličín vo výpočtovej oblasti je z kvalitatívneho hľadiska veľmi podobné aj v prípade ostatných sietí, pričom dosahované hodnoty tlaku, rýchlosti a teploty sa pre jednotlivé prípady líšia.

## ZÁVER

Najmä na základe Obr. 4 až Obr. 6 možno konštatovať, že dosiahnuté výsledky (v sledovaných bodoch výpočtovej domény) sa veľmi málo odlišujú v prípade uplatnenia siete 5 a siete 6. Na základe uvedených obrázkov sa zdá, že minimálny počet elementov výpočtovej siete by mal byť cca 10000. Z Obr. 3 vyplýva, že so zvyšovaním hustoty výpočtovej siete dochádza k nárastu vypočítaného statického tlaku na vstupe výpočtovej oblasti, pričom táto tendencia je jednoznačná. Ďalej si možno všimnúť, že v prípade posledných dvoch alternatív sú vypočítané hodnoty tlaku málo odlišné. Z Obr. 2 si možno všimnúť, že pri uplatnení siete 1 sú vypočítané hodnoty rýchlosti a teploty značne sa líšiacie od vypočítaných hodnôt týchto veličín pre prípady uplatnenia iných sietí. Pri uplatnení sietí 2 až 6 nie je možné pozorovať jednoznačnú tendenciu zmeny sledovaných veličín v závislosti od hustoty výpočtovej siete, ale vypočítané hodnoty teploty aj axiálnej rýchlosti sa pohybujú približne okolo istej hodnoty a vzájomne sa prilíši



obr. 7 - Rozloženie statického tlaku, axiálnej rýchlosti a teploty pre prípad so sieťou 3

neodlišujú. V prípade rozloženia teploty v radiálnom smere na výstupe výpočtovej oblasti (Obr. 2) vidno, že v blízkosti obvodu výpočtovej oblasti dochádza k prudkému nárastu teploty smerom k osi oblasti. Potom je gradient menej prudký a zhruba okolo jednej tretiny polomeru uvažovanej výpočtovej oblasti opäť gradient narastá.

Táto tendencia je zachytená len sieťami 3 až 6. Sieťe s nízkym počtom elementov (sieťe 1 a 2) túto tendenciu nezachytili.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre dopytovo-orientovaný projekt: Aplikovaný výskum technológie plazmotermických procesov ITMS 26240220070, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

**Autori:**

*Ing. Peter Hlbočan*

peter.hlbočan@stuba.sk

*doc. Ing. Branislav Knižat, PhD.*

Branislav.knizat@stuba.sk

*Ing. Marek Mlkvik, PhD.*

marek.mlkvik@stuba.sk



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/  
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



**Európska únia**  
Európsky fond regionálneho rozvoja

# Vývoj novej technológie na hĺbkové vrtanie



Pracovníci S j F STU v Bratislave sa v rámci projektu „Aplikovaný výskum technológie plazmotermických procesov - ITMS 26240220070“ podieľajú na vývoji technologického zariadenia určeného na hĺbkové vrtanie. Zariadenie využíva na rozdiel od klasických „mechanických“ metód vodnú plazmu, čo prináša mnohé výhody.

Či si to pripustíme alebo nie, civilizácia je stále závislá na neobnovujúcich sa zdrojoch, ktoré sú uložené vo väčšej či menšej hĺbke pod povrchom zeme. Myslíme tým zdroje energie a surovín čerpaných, resp. ťažených zo stále neprístupnejších miest, uložených vo veľkých hĺbkach. Stála potreba prísunu surovín a energie majú spätný vplyv na rozvoj ťažobných postupov, ktoré sú stále sofistikovanejšie a umožňujú ťažbu nielen spod povrchu pevniny, ale dokonca aj spod povrchu dna morí a oceánov. Vývoj nových vrtacích technológií je veľkou výzvou výskumu v oblasti základnej fyziky i aplikovaných vied ako sú: strojárstvo, geológia, stavebníctvo a pod. Návratnosť investícií vložených do výskumu je v prípade úspešných výsledkov prakticky zaručená. Je to z toho dôvodu, že spoľahlivé vrtacie zariadenie schopné dosiahnuť veľké hĺbky sa uplatní v nasledovných strategických odvetviach:

## Ťažba ropy a zemného plynu

Trh s ropou a zemným plynom existuje už vyše sto rokov a stále sa zvyšuje dopyt. V súčasnosti vyše 80% energie pochádza z fosílnych palív. Vďaka rýchlosti ťažby sa dostupné zdroje blížia k hranici vyťaženia. Objavujú sa však nové zásoby, ktoré sú však uložené v značných hĺbkach: Mexický záliv (10 km), Brazília (5 km), Kaspické more (10 km) a iné lokality.

## Využitie geotermálnej energie

Tento zdroj energie je prítomný kdekoľvek na našej planéte, postačuje iba dostatočne hlboký vrt. V niektorých miestach zeme (napr. Island, Nový Zéland apod.) vyviera horúca voda na povrch v dôsledku zlomov. Bežne však teplota dosahuje hodnoty 200°C až 400°C v hĺbke približne 10 km. Využitie tejto energie má perspek-

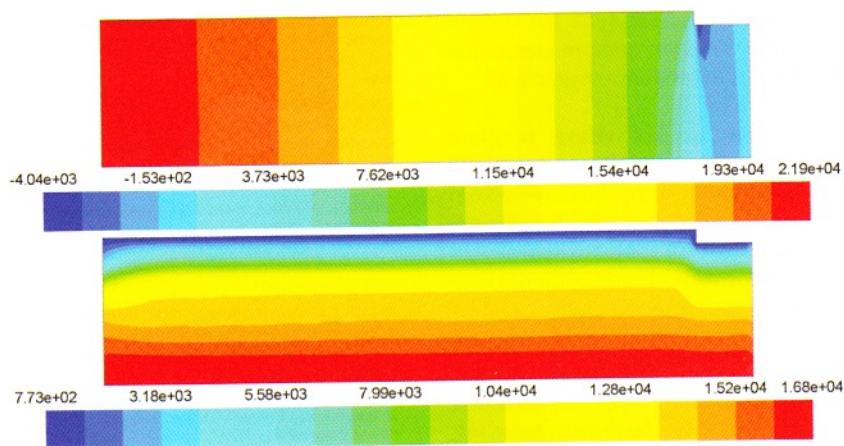
tívu najmä v dôsledku jej ekologickej čistoty. Prekážkou je však zhotovenie hlbokého vrtu.

## Banský priemysel

Vývoj nových metód schopných ťažiť dezintegrovaný materiál z veľkých hĺbok zvyšuje konkurencieschopnosť v banskom priemysle. Cieľom je posunúť hranice ťažby nerastných surovín do väčších hĺbok. Nové spôsoby umožnia využitie aj izolovaných ložísk, ktorých vyťaženie by inak bolo neefektívne.

Výskumný tím na Ústave chemických a hydraulických strojov S j F STU v Bratislave sa podieľa na vývoji technológie určenej na hĺbkové vrty v spolupráci s firmou Geothermal Anywhere v rámci projektu „Aplikovaný výskum technológie plazmotermických procesov“ financovaného





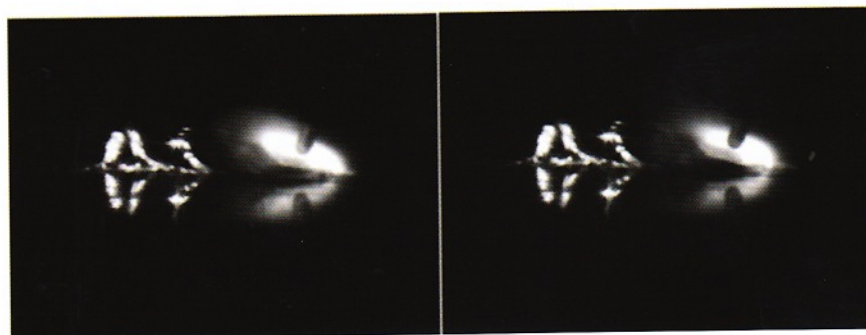
Obr. 1 – Výsledky výpočtu tlakových (hore) a teplotných (dole) polí.

z Operačného programu „Výskum a vývoj“. Zariadenie na rozrušenie horniny využíva vodnú plazmu, čo prináša viaceré výhody. Hornina sa plazmou nataví, následne sa schladí a rozdrví na čiastočky, ktoré vyplaví voda na povrch. Táto technológia dostala názov PLASMABIT a v porovnaní s klasickými mechanickými metódami poskytuje niekoľko výhod. Hlavne prináša vyššiu efektívnosť, možnosť hĺbky vrtania až do 8 km, ďalej umožňuje veľký priemer vrtu a jeho konštantný priemer po celej dĺžke.

V rámci projektu a riešenia jeho príslušných aktivít sa činnosť tímu SJF vyvíjala

modelu (napr. kvantifikáciu vplyvu Lorenzových síl) a hustoty siete, aby výpočet bol optimalizovaný aj z hľadiska rýchlosti. Na obr. 1 je ukážka výpočtu tlakových a teplotných polí vo vnútri plazmatrónu. Výsledky sme publikovali na konferenciách a v odborných časopisoch, kde sme uviedli technické podrobnosti.

Druhou vetvou výskumu bolo zhotovenie meracieho okruhu na vizualizáciu prúdenia horúcej plazmy. Tu sme tiež dosiahli relevantné výsledky, ktoré zaujali aj odbornú verejnosť. Zostavili sme experimentálny systém, ktorý pozostával z vysoko-rýchlostnej kamery Redlake Y3, objektívov



Obr. 2 – Sekvencia filmu zachytávajúceho tok plazmy (pred úpravou obrazu).

v dvoch paralelných vetvách. Prvou vetvou bol vývoj CFD riešiča prúdenia plazmy vo vnútornom priestore plazmatrónu. Tento riešič využíva CFD softvér Fluent. Pri vývoji sme úzko spolupracovali s pracoviskom Ústav fyziky plazmatu AV ČR. Dosiahnuté výsledky sme porovnali s nameranými výsledkami na existujúcom vodnom plazmatróne na tomto pracovisku.

Môžeme konštatovať, že v súčasnosti je model tak „naladený“, že chyba medzi meraním a výpočtom je menej ako 5%. Sledovali sme aj možnosti a zjednodušenia

Nikon f=50 a Avenir16-160. Scénu (tok plazmy) sme osvetlili externe. Použili sme aj prisvietenie scény kontinuálnym bielym svetlom LED, resp. kontinuálnym koherentným svetlom (pevnolátkový modrý laser 3W).

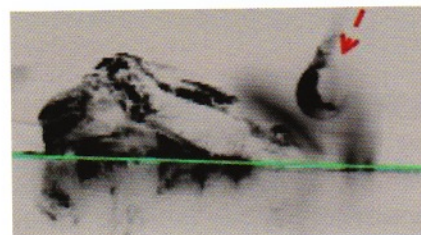


Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/  
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



Na obr. 2 je sekvencia z filmu s neupravenými dátami. Na obr. 3 je záber z filmu, digitálne upravený na zvýraznenie detailov prúdenia. Vyvinutý systém sa používa pri optimalizácii vnútorných priestorov komory plazmatrónu.

Výsledky dosiahnuté na SJF prispeli k tomu, že projekt „Aplikovaný výskum technológie plazmotermických procesov“



Obr. 3 – Zábery z prúdenia plazmy po digitálnom spracovaní obrazu.

úspešne vstúpil do záverečnej fázy svojho riešenia. V laboratóriách firmy Geothermal Anywhere sme otestovali model plazmatrórovej vrtacej hlavice, ktorý preukázal svoju funkčnosť. Potvrdilo sa, že uvedený princíp vrtania horniny má pred sebou slubnú budúcnosť.

Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre dopytovo-orientovaný projekt: Aplikovaný výskum technológie plazmotermických procesov ITMS 26240220070, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

**Autori:**

doc. Branislav Knižat, PhD.  
doc. Róbert Oľšiak, PhD.  
Ing. Peter Hlbočan