

Vybrané unikátní přístroje pořízené v projektu KvaLab

Obsah

Laboratoř spektroskopických technik - pokročilé techniky fotoluminiscenční spektroskopie.....	3
101 Ústav anorganické chemie FCHT.....	3
EFTEM Jeol 2200 FS	3
106 Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství FCHT.....	4
Výroba a zhutňování nanoprášků kombinací mechanického legování a slinování v plazmatu.....	6
106 Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství FCHT.....	6
Skenovací elektronový mikroskop s lokální strukturní a chemickou analýzou (SEM – LSCA)	7
107 Ústav skla a keramiky FCHT	7
Duální monokrystalový difraktometr s mikrofokusní lampou	9
108 Ústav chemie pevných látek FCHT	9
Vysokoteplotní SEC/GPC s infračerveným a viskozimetrickým detektorem (HT SEC/GPC-IR-η).....	10
112 Ústav polymerů FCHT	10
Ramanův spektrometr MonoVista Macro.....	11
216 Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší FTOP	11
Chromatografický systém Agilent Infinity 1290 II s DAD detektorem	12
217 Ústav technologie vody a prostředí FTOP	12

Průtokový cytometr s tříděním částic BD FACS Aria III SORP	14
319 Ústav biotechnologie FPBT	14
Modulární robotická stanice pro testování biologických aktivit	16
320 Ústav biochemie a mikrobiologie FPBT	16
3D strukturní iluminační mikroskop OMX V4 BLAZE	18
320 Ústav biochemie a mikrobiologie FPBT	18
UHPLC systém s detektorem typu QTOF.....	20
342 Ústav chemie přírodních látek FPBT.....	20
Spektroskop Nukleární Magnetické Resonance	21
402 - Ústav analytické chemie	21
Nanospektroskopické zobrazování: hrotem zesílená Ramanova spektroskopie a infračervená mikroskopie blízkého pole	22
403 Ústav fyzikální chemie FCHI	22
Rektifikační kolona.....	24
409 Ústav chemického inženýrství FCHI.....	24
Mikroskop atomárních sil (AFM) s vysokoteplotní celou	25
409 Ústav chemického inženýrství FCHI.....	25
Laboratoř elektronové mikroanalýzy (SEM/EDS)	26
444 Ústav fyziky a měřicí techniky FCHI.....	26

Laboratoř spektroskopických technik - pokročilé techniky fotoluminiscenční spektroskopie

Ústav:	101 Ústav anorganické chemie FCHT
Kontakt:	Doc. Ing. Zdenek Sofer, Ph.D.

Fluorolog 3 Extreme



Základní specifikace	analyzovat lze pevné i kapalné vzorky budící záření pomocí Xe lampy (250 – 1500 nm) a bílého laseru (500-2000 nm) dvojitý disperzní excitační monochromátor 2 disperzní emisní monochromátory pro UV-Vis a NIR-MIR oblast heliový kryostat pro měření v nízkých teplotách možnost připojení dalších laserů pomocí vláknové optiky
Hlavní součásti	TE chlazený fotonásobič (200 – 850 nm) a TE chlazená CCD kamera (200 – 1100 nm) pozlacené optika pro měření v IC oblasti s InGaAs detektorem (900 – 1600 nm) a PbSe detektorem (1000 – 3000 nm).
Výstup	excitační a emisní luminiscenční spektra v UV-Vis-NIR oblasti (200 – 3000 nm) 3D fluorescenční mapy měření teplotní závislosti luminiscence pevných vzorků měření kvantového výtěžku luminiscence

EFTEM Jeol 2200 FS

Ústav:	106 Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství FCHT
Kontakt	Ing. Alena Michalcová, Ph.D.

Transmisní elektronový mikroskop vybavený energiovým filtrem umožňuje pracovat při urychlovacích napětích do 200 kV. Přístroj je vybaven univerzálně a je proto vhodný k pozorování jak materiálových tak biologických vzorků. Přístroj umožňuje např. pozorovat strukturu v klasickém prozařovacím módu (TEM) se zvětšením do 1,2 milionkrát (atomární rozlišení). Dále je možné pozorovat strukturu ve skenovacím prozařovacím módu (STEM) ve světlém i tmavém poli (HAADF = high angle annular dark field – materiálový kontrast snímků). TEM umožňuje také difrakci elektronového svazku na vzorku a tím popis krystalické struktury vzorku. Tem je též vybaven k měření chemického složení pomocí EDS (energiově disperzní spektroskopie, vhodná pro těžší prvky) a pomocí EELS (spektroskopie energetických ztrát elektronů, vhodná pro lehké prvky) v režimu průměrného složení, bodové analýzy, liniového profilu nebo elementárního mapování.

Požadavky na vzorky pro transmisní elektronovou mikroskopii jsou poměrně přísné. Platí, že vzorek může být maximálně 100 nm tlustý pro strukturní pozorování a 10 nm v případě, je požadováno atomární rozlišení. Konkrétní možnosti pozorování a případné přípravy vzorků je nezbytné řešit s odpovědnými pracovníky.

Vybrané technické specifikace:

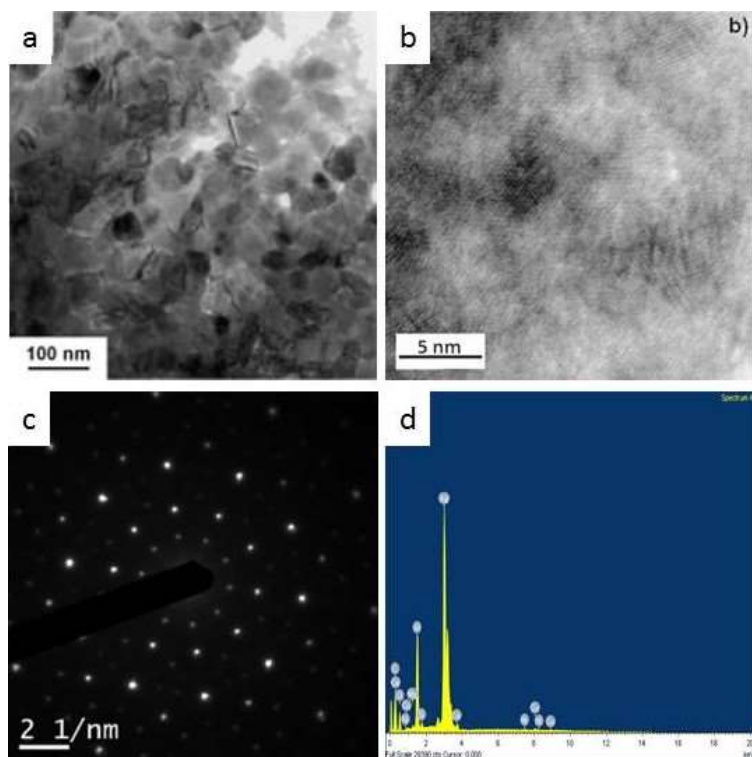
Zdroj elektronů: ZrO/W Skotského emitör (FEG)

- Bodové rozlišení: 0,23 nm
- Rozlišení EDS analýzy: 1-2,4 nm
- Zvětšení: 2000 – 1200000 (TEM mód), 50-1500 (low mag mód)
- Náklon vzorku: $\pm 30^\circ$
- Tlak v okolí vzorku: do $2 \cdot 10^{-5}$ Pa
- Držáky vzorků: single-tilt umožňující tomografii do 80° , analytický double-tilt, chladič držák
- Precese svazku

Příklady možných výsledků

- Mikrostrukturní snímek stříbra, Marek I. et al. Materials Science & Engineering A 627 (2015) 326–332
- Snímek s atomárním rozlišením pořízený na nanokrystalickém niklu, Michalcová A. et al. Materials Letters 137 (2014) 221–224
- Elektronová difrakce kvazikrystalu, Michalcová A. Chem. Listy 106, 51–71 (2012)

Příklad EDS spectra



Pohled do mikroskopovny, BS89, linka 4464



Výroba a zhutňování nanoprášků kombinací mechanického legování a slinování v plazmatu

Ústav:	106 Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství FCHT
Kontakt:	doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.

Jednou z nejefektivnějších metod přípravy nanomateriálů na bázi kovů a rovněž některých keramických materiálů a kompozitů je mechanické legování. Při tomto procesu je možné vyrobit legované slitinové prášky, prášky sloučenin nebo kompozitů z čistých prvků pouze použitím extrémně vysoce energetického mletí. Získané prášky mají zpravidla velmi jemnou vnitřní strukturu v řádu nanometrů. V rámci projektu KvaLab byl pořízen speciální kulový mlýn, umožňující rychlost otáčení mlecí nádoby až 2000 ot/min a zároveň chlazení stěny nádoby. Umožňuje tak v současné době nejefektivnější mechanické legování nebo v případě křehkých materiálů zjemňování až na nanočástice bez nežádoucího tepelného ovlivnění.

Aby bylo možné získat z nanočástic kompaktní nanomateriál, tedy materiál s vnitřní ultrajemnozrnnou strukturou, je nutné jej vhodným způsobem zhutnit - kompaktizovat. Pro zachování nanostruktury je nutné provádět kompaktizaci při co nejnižší teplotě a po co nejkratší dobu. To umožňuje pokroková technologie „spark plasma sintering“, tedy slinování v plazmatu. Jedná se o jednoosé lisování za současného průchodu elektrického proudu. Zařízení, prořízené v projektu KvaLab, slinuje proudem až 5,5 kA a umožňuje ohřívat rychlostí až 1000 °C/min do teploty max. 2200 °C. Vlastní slinování trvá nejčastěji 5 min, celý cyklus včetně chlazení pak asi 45 min.

Materiály vyrobené kombinací výše uvedených metod dosahují mnohem vyšší mechanické pevnosti a souvisejících vlastností než srovnatelné materiály získané běžnými postupy.



Mlýn na mechanické legování a výrobu nanoprášků (Retsch Emax)



Slinovací zařízení „spark plasma sintering“ (FCT HP D10)

Skenovací elektronový mikroskop s lokální strukturní a chemickou analýzou (SEM – LSCA)

Ústav:	107 Ústav skla a keramiky FCHT
Kontakt:	prof. RNDr. Ondrej Gedeon, Ph.D.

Základní idea, stojící za konfigurací přístroje, je in-situ kombinace analytických a mikroskopických metod se (sub-)mikrometrovým laterálním rozlišením. Základem je elektronový mikroskop (SEM) se Schottkyho katodou jako kompromis mezi ultimátním rozlišením (1 nm) a maximálním proudem (200 nA). Mikroskop je vybavený dvěma detektory sekundárních elektronů (SE), jeden je umístěný v komoře vzorku a druhý v koloně, a detektorem odražených elektronů (BSE). Kombinace výborného laterálního rozlišení s možností plynulého zvětšení, kompucentricého stolku a reprodukovatelnosti pohybu v komoře vzorku umožňuje dobrou orientaci na vzorku a výběr místa zájmu na základě topografického nebo fázového kontrastu. Elektronový tubus je doplněn iontovou optikou s Ga zdrojem, který dle zvoleného režimu nabízí odprašování vzorku, iontovou mikroskopii s detekcí SE nebo sekundárních iontů (SI) s rozlišením až 2,5 nm, anebo kompenzaci záporného náboje na povrchu vzorku. Mikroskopickou charakterizaci završuje jednoduchý optický mikroskop, který je součástí Ramanovy spektroskopie (RS).

Analytická část je zastoupena RS, elektronovou mikroanalýzou (EPMA), elektronovou difrakcí (EBSD), spektroskopií sekundárních iontů (TOF-SIMS) a katodoluminiscencí (CL) – pouze intenzita. Vzorek je možno plazmově očistit a kladný náboj na vzorku je možné kompenzovat pomocí nízkoenergetických elektronů. K dispozici je rovněž jednoduchý manipulátor a zařízení na vstřikování jednoho plynu (GIS) – aktuálně uhlíku.

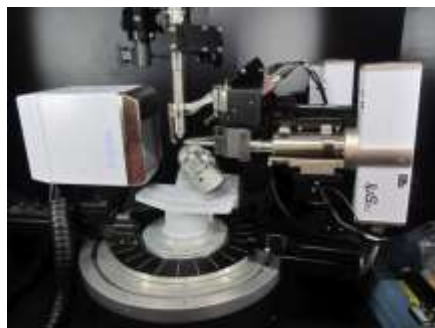


RS poskytuje konfokální signál buzený třemi lasery o vlnových délkách 488 nm, 532 nm a 784 nm. Zelený laser je navíc doplněn o bosonový filtr, umožňující detekci až do 20 cm^{-1} . RS nabízí finger-printovou chemickou analýzu, EPMA kvalitativní a kvantitativní prvkovou analýzu, EBDS fázovou analýzu

krystalických látek a TOF-SIMS hloubkové profily jednotlivých prvků. Nejdůležitější charakteristikou je pak vzájemná prostorová korelace všech analýz.

Duální monokrystalový difraktometr s mikrofokurní lampou

Ústav:	108 Ústav chemie pevných látek FCHT
Kontakt:	Ing. Jan Čejka, Ph.D.



**Bruker D8 Venture
Incoatec microfocus
Photon 100**

vstupní materiál analyzovat lze pouze monokrystaly, případně srostlice jednotek monokrystalů

velikost optimálně 0,1 mm (odpovídá cca 10^{-6} g materiálu)
minimum – pro dobře difraktující materiál méně než 10 μm
maximum – velké krystaly lze téměř vždy štípat
stabilita krystalů je zvýšena chlazením na 180 K

duální

2 vlnové délky. Optimální pro celé spektrum látek, od anorganických, přes komplexy s organickými ligandy až po lehké organické sloučeniny. Ve většině případů lze experimentálně určit absolutní konfiguraci.

Mo K α Incoatec microfocus, $\lambda = 0.71073 \text{ \AA}$
Cu K α Incoatec microfocus, $\lambda = 1.54178 \text{ \AA}$

výstup

kompletní 3D molekulová a krystalová struktura pevné fáze,
nezpochybnitelná informace o geometrii molekuly, příp. její chiralitě a jejím složení
kompletní informace o blízkém i vzdáleném okolí molekuly v krystalu
důkaz přítomnosti rozpouštědla a jeho vazby, komplexace mezimolekulární interakce

Multivrstvá optika Cu K α mikrofokurní rtg. lampy v kvalitě, jaká se používá na synchrotronu, umožňuje analyzovat mikrokristaly, které na starším difraktometru vůbec nedifraktovaly.

Vysokoteplotní SEC/GPC s infračerveným a viskozimetrickým detektorem (HT SEC/GPC-IR- η)

Ústav:	112 Ústav polymerů FCHT
Kontakt:	Ing. Jan Merna, Ph.D.



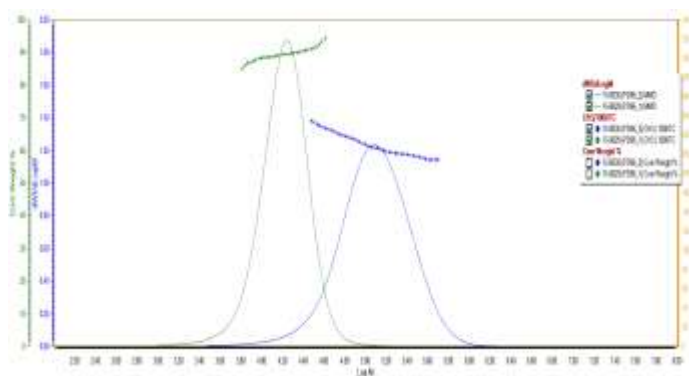
Přístroj pro stanovení molární hmotnosti a její distribuce u polymerních materiálů rozpustných při zvýšené teplotě (nad 100°C). Přístroj je určen zejména pro charakterizaci polyolefinů (HDPE, PP, LDPE, LLDPE, EPR, EPDM UHMWPE, sPS, COC) a parafinů, ale i jiných polymerů rozpustných v trichlorbenzenu. Vedle stanovení distribuce molárních hmotností umožňuje u polyolefinů i charakterizaci větvení polymeru, a to jak krátkých (SCB), tak dlouhých větví (LCB). Výrobce: Polymer Char

Parametry měření:

Max. teplota měření 180°C.

Požadavky na vzorek: rozpustný v 1,2,4-trichlorbenzenu při 160°C, obsahuje CH₂ nebo CH₃ skupin, množství 10 mg

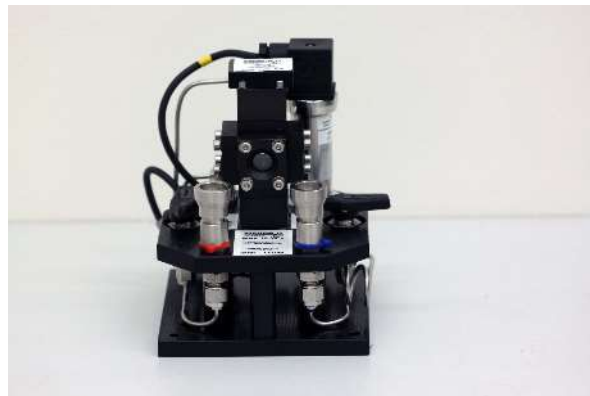
Přesnost stanovení větvení: 5-10 větví na 1000 C atomů



Ukázka výstupu: distribuční křivky molárních hmotností (plné čáry, levá osa) a větvení (tečky, pravá osa)

Ramanův spektrometr MonoVista Macro

Ústav:	216 Ústav plynárenství, koksochemie a ochrany ovzduší FTOP
Kontakt:	Ing. Tomáš Hlinčík, Ph.D.



Vysokotlaká cela

Ramanův spektrometr Monovista Macro patří mezi disperzní Ramanovy spektrometry s vysokým rozlišením. Konstrukce přístroje umožňuje kvalitativní i kvantitativní měření kapalin, pevných látek a plynů. Pro měření plynů je součástí přístroje tlaková (průtočná i uzavíratelná a přenosná) cela, která je vyrobena z vysoce pevnostního duralu a je osazena safírovými okny. Cela umožňuje měřit plyny do tlaků až 15 MPa a teplot až 50 °C.

Součástí Ramanova spektrometru jsou dva excitační diodové lasery – 532 nm a 785 nm. Výkony těchto laserů jsou 500 mW. Přístroj dále obsahuje monochromátor s fokální vzdáleností 750 mm, motorizovaným vstupem (10 μ m až 3 mm) a otočným turetem se třemi pozicemi pro mřížky – 1 800, 1 500 a 600 vrypů/mm s pracovním rozmezí 350 – 1 100 nm. Rozlišení spektroskopického CCD detektoru je 2 000 x 256 pixelů s rozsahem měření 300 – 1 050 nm. Detektoru je termoelektricky chlazen na – 80 °C.

Ramanův přístroj umožňuje měřit ve Stokesově i Antistokesově rozptylu. Pro toto měření obsahuje přístroj sadu Ultra Narrow Band Notch filtrů pro 532 nm laser s hranicí nižší než 10 cm^{-1} .

Parametrická specifikace systému

<i>Spektrální rozlišení (FWHM)</i>	<i>Dolní hranice měření vzhledem k Rayleighově linii</i>	
< 0,7 cm^{-1}	< 10 cm^{-1}	pro laser 532 nm
< 0,4 cm^{-1}	< 50 cm^{-1}	pro laser 785 nm

Chromatografický systém Agilent Infinity 1290 II s DAD detektorem a hmotnostním spektrometrem (QqQ)

Ústav:	217 Ústav technologie vody a prostředí FTOP
Kontakt:	RNDr. Štěpánka Smrčková, Ph.D., prof. Ing. Václav Janda, CSc.

Vysokoúčinná/ultrarychlá kapalinová chromatografie s detektorem diodového pole a hmotnostním spektrometrem typu trojitý kvadrupól s hyperbolickými kvadrupoly a vysokotlakou hexapolovou kolizní celou představuje univerzální analytickou instrumentaci vhodnou pro široké spektrum aplikací především v oblasti environmentální chemie. Charakteristickými vlastnostmi kapalinové chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií jsou vysoká citlivost, selektivita, rychlost a univerzálnost, jejichž kombinaci nelze dosáhnout žádnou z konvenčních detekčních technik pro kapalinovou chromatografii (např. spojením LC s DAD či FLD detektory). Technologie iontového zdroje Agilent Jet Stream (AJIS - iontový zdroj s ortogonálním uspořádáním) využívá kromě zmlžovacího plynu koaxiálně přiváděný proud přehřátého plynu okolo sprejovací kapiláry, díky tomu dochází k fokusaci termálním gradientem a efektivní desolvataci spreje. Vzniká fokusovaná zóna bohatá na ionty přímo před vstupní kapilárou do kvadrupólu Q1, což umožňuje téměř desetinásobné zvýšení citlivosti v porovnání s tradičním elektrosprejem, dále pozitivně ovlivňuje opakovatelnost a robustnost metody. Instrumentace umožňuje dosažení limitů detekce na hladinách ppt (10^{-12}), které jsou nezbytné pro kontrolu současných a plánovaných limitů pro organické polutanty ve vodách. Pro další zvýšení citlivosti o jeden až dva řády, nezbytné pro měření látek s vysokou biologickou aktivitou (typicky anti/estrogeny, anti/androgeny), je možno využít techniku on-line extrakce pevnou fází (SPE).

Trojitý kvadrupól pracuje v rozsahu m/z 5 – 3000 a umožňuje měřit cílové analyty v obou polaritách ionizace. Současné až 4000 MRM přechodů najednou je umožněno minimálním časem akvizice (dwelltime) pouhé 1 ms v kombinaci s automatickou optimalizací dwelltime podle retenčních časů jednotlivých analytů k dosažení maximální citlivosti. Pro účely analýzy metabolitů a transformačních produktů vybraných kontaminantů mohou být využity analýzy typu sken neutrálních ztrát a sken prekurzorů.

V Laboratoři analytiky vody se v tomto kontextu zabýváme analýzou různých druhů vod z hlediska identifikace a kvantifikace polutantů (v původní formě nebo ve formě některých jejich transformačních produktů) ze skupin organických látek, kterými jsou léčivé látky (nesteroidní antirevmatika, antiepileptiky, cytostatika), steroidní látky (anti/estrogeny, anti/androgeny), náhradní sladidla či jodované kontrastní

látky pro rentgenografii. Dalšími možnými cílovými analyty budou antiparkinsonika či inhibitory cholinesterázy.



HPLC systém Agilent Infinity 1290 II s DAD detektorem a hmotnostním spektrometrem (QqQ)
v Laboratoři analytiky vody Ústavu technologie vody a prostředí VŠCHT Praha

Průtokový cytometr s tříděním částic BD FACS Aria III SORP

Ústav:	319 Ústav biotechnologie FPBT
Kontakt:	Dr. Ing. Michaela Rumlová, Ing. Ivana Křížová , A K04

Průtokový cytometr s tříděním umožňuje analyzovat a izolovat jakékoli částice nebo buňky o velikostech od 0,5-100 mikrometrů na základě dvou parametrů fluorescence a morfologie. Prostřednictvím těchto parametrů je tedy možno kvantifikovat a oddělit od sebe různě velké a/nebo různě granulární částice, částice nesoucí na povrchu nebo uvnitř fluorescenční značku, fluorescenční protein či fluorescenčně označenou protilátku či jinou molekulu, charakterizující danou populaci (např. typ či diferenciaci buněk, druh nádoru atd.), nebo buňky, v nichž jsou prostřednictvím specifických fluorescenčních molekul sledovány procesy spojené s buněčnou odezvou na stres, kontaminanty životního prostředí a potravin, léky a další biologicky aktivní molekuly, nanočástice a různé typy materiálů.



BD FACS Aria III SORP je vybaven pěti monochromatickými lasery o excitačních vlnových délkách 355, 405, 488, 561 a 640 nm a umožňuje měření 15 fluorescenčních parametrů, pokrývajících spektrum fluorescence od UV do daleké červené oblasti, a dvou rozptylových parametrů, pro určení velikosti a komplexity (granularity) částic. Zařízení umožňuje kromě kvalitativní analýzy (tj. svítí-nesvítí, malý-velký) i kvantitativní analýzu – stanovení přesného počtu částic/buněk nesoucích jednu či více fluorescenčních značek. Měření probíhá v roztoku, kdy analyzované částice jsou nastříknuty do unášecí kapaliny (lze volit podle účelu; např. fyziologický roztok). Díky vhodně nastavenému tlaku a průtoku dochází k hydrodynamické fokusaci částic, které v měřící kyvetě postupně procházejí jednotlivými laserovými paprsky. Vyhodnocení emisního záření umožňuje analýzu velkého počtu analyzovaných částic, standardně desítek tisíc.

Zařízení je vybaveno tříděčem částic, umožňujícím fyzicky oddělit populaci částic, vybranou na základě morfologických či fluorescenčních parametrů, např. určitého typu fluorescenčně značených buněk. Tyto buňky je pak možno přímo analyzovat (mikroskopie, izolace RNA, detekce proteinů) nebo, v případě provedení třídění za sterilních podmínek, je možné je dále kultivovat. Třídění lze provádět do zkumavek, na mikroskopická podložní sklíčka či do celé řady kultivačních misek a destiček od 6 do 96 jamkových. Je také možné třídit buňky v režimu „single-cell“ umožňujícím získat pouze jednu „pozitivní“ buňku v jamce.

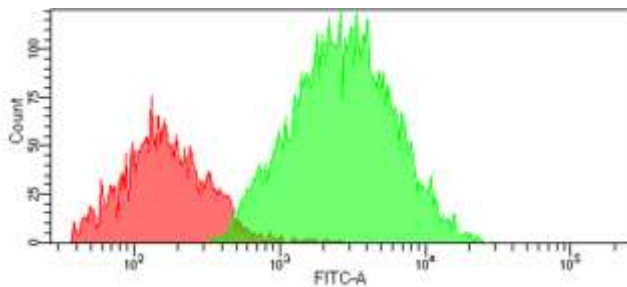
Hlavní typy analýz

- I. Komplexní mnohobarevná analýza** buněčných populací: detekce fluoroforů uvnitř či na povrchu částic a buněk, ve fixovaných či nativních preparátech. Příklady fluorescenčních značek standardně

analyzovaných: DAPI, Hoechst, PI, Pacific Blue, AmCyan, QDot 655, FITC, PE, PerCP-Cy5-5, PE-Cy7, PE-TexasRed, PE-Cy5, APC, APCAlexa700.....

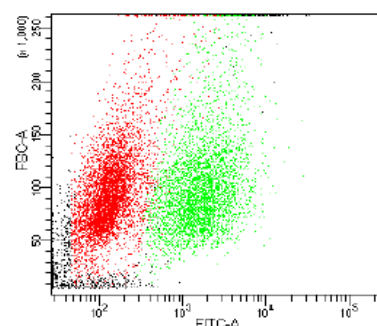
Příklady analýz:

- buněčná viabilita po ovlivnění testovanými látkami
- analýza vstupu nanočástic do buněk a buněčná odezva
- buněčná proliferace: stanovení buněčného cyklu
- buněčná smrt a její typ: různé fáze apoptosy, nekrosa
- stanovení reaktivních kyslíkových radikálů



II. třídění/sortování buněk:

- pro další analýzu
- produkujících fluorescenční proteiny jako markery pro vytvoření klonálních buněčných linií
- v „single-cell“ módu pro CRISPR/Cas9 editaci genomu



III. Analýza a třídění mikročástic

IV. Zavádění a vývoj nových cytometrických metod dle potřeb VŠCHT uživatelů

Modulární robotická stanice pro testování biologických aktivit

Ústav:	320 Ústav biochemie a mikrobiologie FPBT
Kontakt:	Ing. Jan Lipov, Ph.D.

Systém je navržen pro **testování biologických aktivit zejména na buňkách tkáňových kultur**. Hlavním využitím je tedy plně automatizované sterilní pěstování buněk tkáňových kultur v řízené atmosféře, sterilní přidávání a odsávání kapalin, promývání a případná centrifugace, zakončená kombinovanou detekcí (absorbance, fluorescence, luminiscence).

Stanice je tvořena automatickou pipetovací stanicí (Biomek FXp), CO₂ inkubátorem (Cytomat 2 C-LIN), univerzální čtečkou mikrodestiček (SpectraMax MiniMax i3x) a centrifugou (Sigma 6-16KRL), transfer mezi těmito zařízeními je řešen robotickou rukou (Scara). Systém je doplněn rozplňovacím zařízením, umožňujícím rychlou přípravu destiček s buňkami (MultiFlo), které jsou vstupním materiálem pro všechna automatizovaná měření, dále promývačkou destiček (Biotek 405 LSUVS), čtečkou čárových kódů pro automatizaci a databázování provedených testů a zásobníkem provozního plastu (Cytomat C9 Hotel). Řídící software zajišťuje simultánní řízení jednotlivých kroků biologického testování v řádu desítek hodin bez zásahu obsluhy.

Automatická pipetovací stanice je schopná jako zdroj a cíl pipetování kapalin obsluhovat různé typy laboratorního spotřebního materiálu - mikrodestičky formátu 6-384, tzv. deep-well mikrodestičky, mikrozkušavky, zkumavky typu Falcon, vialky, PCR stripky. Stanice je vybavena 8-kanálovým ramenem s nezávislým horizontálním i vertikálním pohybem špiček/jehel v rámci 8kanálového pipetovacího ramene a multikanálovým ramenem, schopným jednorázově pipetovat mikrodestičky 96-jamkového formátu. Dalším vybavením je systém pro ohřev i chlazení mikrotitračních destiček (Inheco Peltier) a systém pro třepání destiček.

Pracovní plocha systému je od okolí chráněna transparentní skříní. Součástí transparentní skříně jsou osvětlení pracovní plochy, UV zářivky pro sterilizaci celé pracovní plochy a HEPA filtrace vstupujícího vzduchu. Všechny přístroje a zařízení integrované v systému, ve kterých se pracuje s otevřenou mikrotitrační destičkou, jsou umístěny uvnitř transparentní skříně s HEPA filtrací nebo k ní těsně přiléhají pro zajištění sterility.

Čtečka mikrodestiček umožňuje měřit 6- až 384- jamkové mikrodestičky při teplotách do 45°C, umožňuje protřepávání destičky v měřeném prostoru v lineárním a orbitálním režimu. Čtečka mikrodestiček je osazena následujícími detekčními technologiemi: luminiscence (300- 850 nm), absorbance (230-1000 nm), fluorescence (shora i zdola, 250- 850 nm), umožňuje pořízení obrazu jednotlivých jamek mikrodestičky na bázi fluorescenční i brightfield mikroskopie - tzv. well imaging. Jako zdroj pro excitaci pro fluorescenční well imaging využívá čtečka mikrodestiček zdroj vlnových délek optimalizovaných pro excitaci běžných fluoroforů: excitace při 465 nm (+/- 10 nm) a 630 nm (+/- 10 nm), emise při 545 nm (+/- 10 nm) a 730 nm (+/- 20 nm). Čtečka mikrodestiček umožňuje současnou excitaci a snímání alespoň dvou fluoroforů současně pro rychlou akvizici obrazu během fluorescenčního well imagingu.

96-kanálová promývačka mikrodestiček formátu 96 i 384 jamek, vybavená speciálním módem pro šetrné promývání adherentních buněk. Promývací kapalina je připojena k promývačce prostřednictvím automatizovaného ventilu pro 4 různé kapaliny. Promývačka je vybavena automatickým systémem, bránícím zanesení promývací hlavy. Rozsah objemů 50 - 3000 uL/jamku.

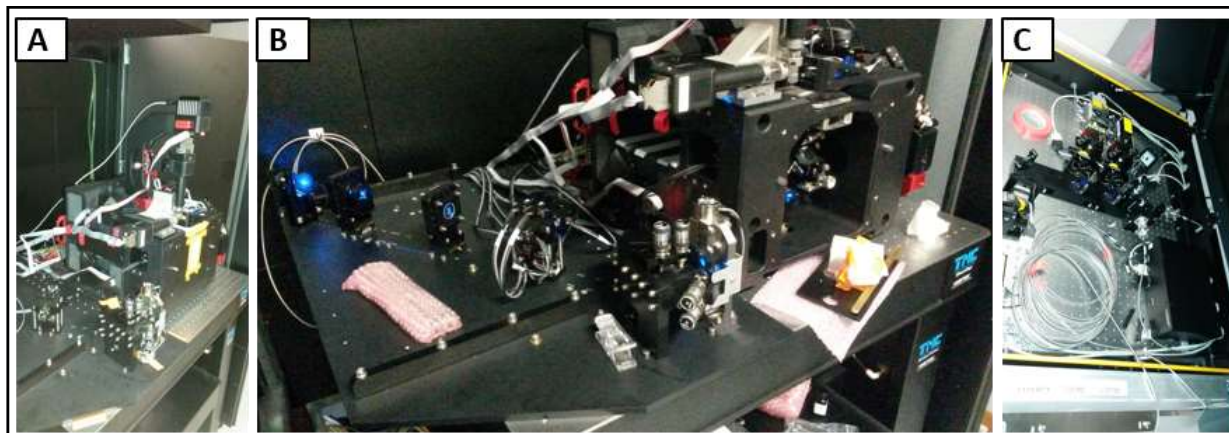


3D strukturní iluminační mikroskop OMX V4 BLAZE

Ústav:	320 Ústav biochemie a mikrobiologie FPBT
Kontakt:	Ing. Silvie Rimpelová, Ph.D.

Mnoho současných znalostí a pochopení biologických procesů vychází z možnosti detekce a přímé vizualizace studovaného objektu. Díky velké citlivosti metody je často preferována **fluorescenční mikroskopie**, a to zejména díky rozvíjejícím se možnostem specifického značení sledovaných molekul a také aplikaci na živých buňkách. Konvenční fluorescenční mikroskopické techniky jsou limitované nízkým rozlišením dosahujícího cca 200 nm (X, Y) až 500 nm (Z). Vzhledem k malé velikosti proteinů, které jsou často předmětem zájmu, je toto rozlišení nedostatečné. V posledních letech byly vyvinuty nové, tzv. „super-resoluční“ fluorescenční techniky, které překonávají difrakční bariéru a umožňují dosáhnout vyššího rozlišení, dokonce až na úrovni jednotlivých molekul.

Jednou z takových „super-resolučních“ metod je **3D strukturní iluminační mikroskopie (3D SIM)**, která představuje nový stupeň evoluce fluorescenčních technik, protože umožňuje mikroskopii s vysokým rozlišením v ultrarychlém módu, tudíž je vhodná nejen pro fixované preparáty, ale také pro živé systémy. 3D SIM umožňuje dokonalou vizualizaci tak malých útvarů, jakou jsou např. viry anebo jaderné póry. **Metoda 3D SIM** je navíc téměř nezávislá na volbě fluoroforu, tudíž je takto technika široce aplikovatelná na celou škálu různorodých vzorků. Kromě toho je přístroj doplněn TIRFM (mikroskopie s totální interní reflexí) modulem umožňujícím využití lokalizačních metod PALM/dSTORM (fotoaktivační lokalizační mikroskopie/přímá stochastická optická rekonstrukční mikroskopie) umožňujících rozlišení až 20 nm (X, Y) a 50 nm (Z).



Obr. 1: 3D strukturní iluminační mikroskop OMX V4 Blaze. A) Tělo mikroskopu na optickém stole, B) SIM dráha, C) laserová vlákna na optickém stole.

Technické parametry:

- mikroskop umožňuje snímání v 5 základních módech, a to 3D SIM, 2D SIM, 2D PALM/STORM, TIRFM, „widefield“

- tři pevnolátkové lasery o výkonu 100 mW a vlnových délkách 405, 488 a 640 nm (plánované rozšíření o 568 nm)
- super-resoluční objektivy s olejovou (100x TIRF, 60x) a silikonovou (60x) imerzí, suché objektivy 10x a 20x
- dvě kapalně chlazené „front-illuminated“ sCMOS kamery s velikostí pixelu 6.5 x 6.5 μm , 120 snímků za sekundu při 512 x 512 pixelů (1 μm Z-stack za 1 s)
- mřížka pro strukturní iluminaci
- modul „ring TIRF“ (totální interní reflexe)
- invertovaný mikroskop (výběr zorného pole pomocí tzv. mozaiky) s nanomotorizovaným stolcem
- ultrarychlé „widefield“ zobrazování pomocí SSI pro snímání fluoroforů DAPI, CFP, GFP, FITC, YFP, Alexa Fluor 568, mCherry, Cy5 anebo jiné s odpovídajícími spektrálními charakteristikami
- lokalizační mikroskopie (PALM/dSTORM) pomocí PK modulu koncentrace laserového svazku
- hardwarový ultimátní autofokus s přesností min. 25 nm a odpovědí 200 ms (785 nm laser)
- aktivní antivibrační stůl s rozlišením kroku 10 nm (X, Y) a 4 nm (Z, Z piezo)
- možnost inkubace živých buněk (37 °C, 5% CO₂) a aplikace látek pomocí perfusního systému
- software pro ovládání a analýzu obrazu: OMX control software a SoftWoRx (včetně „batch-processing“)

Využití:

Přístroj je vhodný pro mikroskopii nejen biologických vzorků, ale také nanočástic různého původu. Je možné studium lokalizace, distribuce a kinetika fluorescenčně značených molekul, přírodních látek, nukleových kyselin, aptamerů, peptidů či nanočástic, studium molekulárních mechanismů v buňkách na molekulární úrovni, interakce buněk s materiály, detekce adhezivních proteinů, apod. Dále je možné přístroj využít pro fotoaktivaci, „fotoswitching“ a fotokonverzi fluorescenčních proteinů či organických fluoroforů.

UHPLC systém s detektorem typu QTOF

Ústav:	342 Ústav chemie přírodních látek FPBT
Kontakt:	Ing. Elena Prokudina, Ph.D.

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s hmotnostním detektorem s vysokým rozlišením představuje špičkovou sestavu umožňující velmi rychlé a přesné analýzy v nejrůznějších oblastech vědy a výzkumu.

UHPLC systém Agilent Infinity 1290 zajišťuje rychlé a reprodukovatelné separace velkého množství látek v analýzách často nepřesahujících deset minut, což významně zvyšuje množství stanovení, která je možné provést. Hmotnostní spektrometr typu Kvadrupól Time-of-Flight Agilent 6550 Q-TOF představuje nejvyšší třídu LC-Q-TOF systémů firmy Agilent a zároveň se řadí mezi špičku přístrojů tohoto typu napříč portfoliem ostatních výrobců. Díky automatickému zjišťování a ověřování chemického složení analyzovaných látek na základě určení přesné hmotnosti s možností fragmentační analýzy vybraných iontů je pomocí tohoto detektoru možné stanovení obrovského množství látek s vysokou spolehlivostí a citlivostí, a to často bez nutnosti analýzy konkrétního standardu. Možnost volby ionizační techniky mezi elektrosprejem (Agilent Jet Stream ESI, AJS) a chemickou ionizací (APCI) umožňuje analýzy látek polárních i nepolárních, nízko- i vysokomolekulárních.

Součástí sestavy jsou knihovny hmotnostních spekter tisíců látek z různých oblastí (toxikologicky významné látky, veterinární léčiva, významné metabolity živočichů i rostlin), které umožňují rychlou a precizní identifikaci neznámých látek. Dále je možná například predikce metabolických drah pro nejrůznější látky a porovnání těchto výsledků s naměřenými daty, což může usnadnit identifikaci dosud příliš neprozkoumaných látek a objasnit jejich chování v organismu. Výhodnou je také možnost návrhu strukturních vzorců neznámých látek na základě jejich MS a MS/MS spekter.

V Laboratoři forenzní analýzy biologicky aktivních látek se zabýváme především analýzou toxikologicky a forenzně zajímavých látek, a to jak v neznámých vzorcích (například neidentifikované tablety, injekční roztoky a podobné přípravky), tak v biologických materiálech (moč, krev, sliny) pravděpodobných uživatelů nebezpečných látek. Jedná se například o drogy (klasické nebo nově se objevující), zneužívaná léčiva nebo jiné zakázané nebo zdraví škodlivé látky, jako jsou například anabolické steroidy nebo jiné látky zneužívané ve sportu. Protože množství těchto látek je obrovské a možnost nepřesné analýzy je velká, je porovnání přesné hmoty a fragmentačních spekter se standardem nebo s knihovnou neocenitelný nástroj, který může svou rychlou odpovědí zachránit lidské zdraví nebo život.

Další oblastí, ve které je UHPLC-Q-TOF soustava s výhodou využívána, je identifikace metabolitů v rostlinných extraktech. Často bez nutnosti analýzy standardu je možné zjistit přítomnost široké škály flavonoidů, alkaloidů, saponinů a jiných farmakologicky nebo taxonomicky významných látek.

UHPLC-Q-TOF tak nabízí velké množství možností pro analýzy nejrůznějších látek v rozmanitých matricích.

Spektroskop Nukleární Magnetické Resonance

Ústav:	402 - Ústav analytické chemie
Odpovědná osoba:	doc. Ing. Bohumil Dolenský, Ph.D.

Spektrometr NMR ECZ 500R vyrobený firmou JEOL je moderním NMR přístrojem určeným pro měření kapalných vzorků.

Aktivně stíněný supravodivý magnet s magnetickou indukcí 11,7 Tesla (500 MHz) zajišťuje měření vysoce rozlišených spekter (šířka píku v 50% výšky je < 0,5 Hz, v 0,11% výšky < 12 Hz). Přístroj je aktuálně vybaven digitální automaticky laditelnou dvoukanálovou sondou umožňující měřit ¹H a ¹⁹F na HF kanálu (455-535 MHz) a ³¹P-¹⁵N, ¹⁰⁹Ag a ³⁹K na LF kanálu (10-210 MHz), kdy Auto-Tuning Unit 2 zajišťuje automatické ladění sondy. Sonda umožňuje měřit od -100 do +150 °C. Vysoká citlivost přístroje umožňuje například rutinní měření ¹H spekter z ca. 0,1 mg vzorku v řádu desítek sekund či v kombinaci s režimem NUS (Non-Uniform Sampling) měřit 2D Inadequate (13C-13C korelace) z ca. 40 mg látky do 20 ho-din. Přístroj je vybaven zesilovačem umožňujícím gradientové pulsy až 900 mT/m, což umožňuje používat všechny soudobé techniky měření, včetně technik využívající difuze (DOSY NMR). Součástí sestavy je zařízení AirJet XR9021, které zajišťuje chlazení vzduchu až na 90 °C bez potřeby chladících médií, čímž je umožněn automatický provoz i při nízkých teplotách. Nedílnou součástí se-stavy je ASC64, který zajišťuje automatickou výměnu až 64 vzorků. Programové vybavení sestavy pak umožňuje plnou automatizaci měření a tím 24 hodinové využití přístroje.

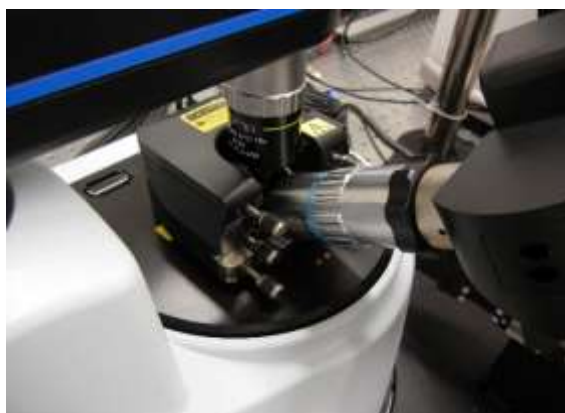


Nanospektroskopické zobrazování: hrotem zesílená Ramanova spektroskopie a infračervená mikroskopie blízkého pole

Ústav:	403 Ústav fyzikální chemie FCHI
Kontakt:	prof. Dr. RNDr. Pavel Matějka

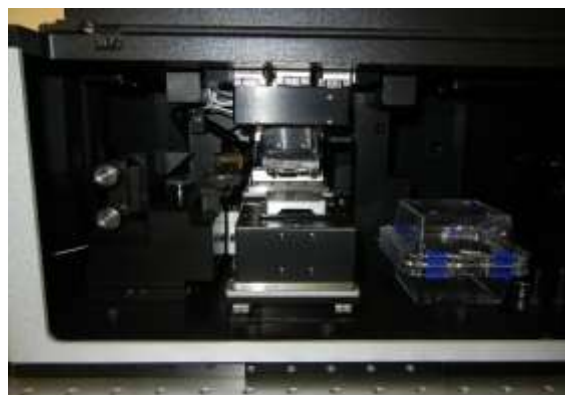
Klasické vzájemně komplementární metody infračervené a Ramanovy mikrospektroskopie jsou z hlediska prostorového rozlišení omezeny difrakční limitou, což je značně omezující z hlediska studia nanomateriálů a biologicky významných vzorků. Získat vibračně spektroskopické obrazy vzorků se submikronovým prostorovým rozlišením umožňují nově rozvíjené metody hrotem zesílené Ramanovy spektroskopie (TERS – tip-enhanced Raman spectroscopy) a infračerveného zobrazování blízkého pole (SNIM – scanning near-field infrared imaging).

Možnost měřit TERS mapy v kombinaci s mikroskopií atomárních sil resp. mikroskopií střížných sil poskytuje systém konfokálního Ramanova mikrospektrometru in Via (Renishaw) propojený s platformou Innova IRIS (Bruker) (Obr. 1). K dispozici jsou dvě excitační vlnové délky 633 a 785 nm.



Obr. 1: Propojení Ramanova spektrometru s mikroskopem se vzorkovací sondou – systém pro TERS

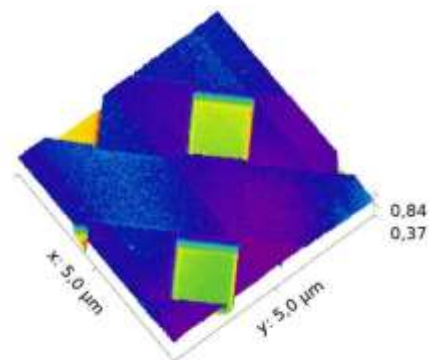
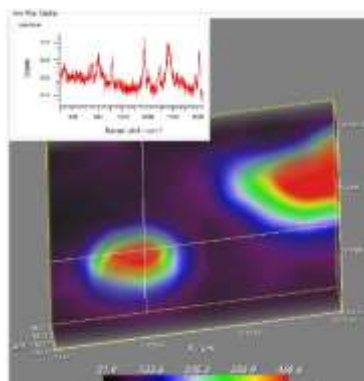
SNIM obrazy, jak ve smyslu amplitudy signálu při daném vlnočtu, tak i fázového posunu, v kombinaci s mikroskopií atomárních sil lze měřit pomocí přístroje neaSNOM (neaSpec) (Obr. 2) vybaveného blokem laditelných kvantově kaskádových laserů MIRcat.



Obr. 2: Zařízení pro infračervenou mikroskopii blízkého pole vybavené třemi kvantově kaskádovými lasery v rozsazích 885 – 1264 cm^{-1} a 1495 – 1945 cm^{-1}

Výsledkem TERS měření je jak spektrálně, tak prostorově rozlišený záznam. Výsledkem SNIM měření jsou záznamy amplitudy a fáze signálu při daném vlnočtu. Příklady výstupů obou systémů pro testovací nanomateriály jsou uvedeny na Obr. 3.

Obr. 3: TERS spektrální mapa s vloženým bodovým TERS spektrem a SNIM obraz amplitudy při 1580 cm^{-1}

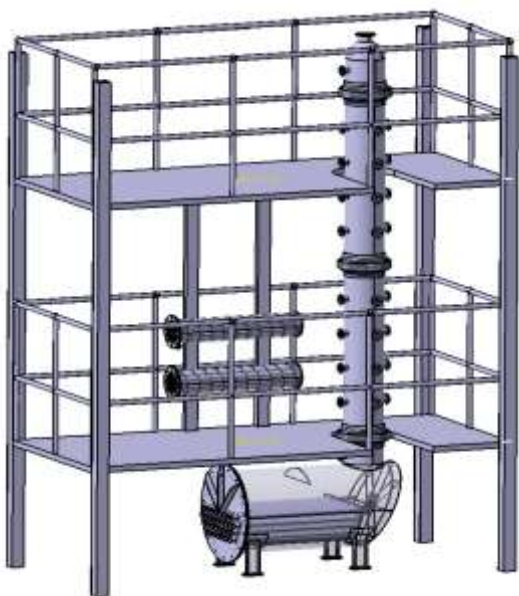


Rektifikační kolona

Ústav:	409 Ústav chemického inženýrství FCHI
Kontakt:	Ing. František Rejl, Ph.D.

Na Ústavu chemického inženýrství proběhla hluboká rekonstrukce stanice Rektifikace, používané v rámci kursu Laboratoří z chemického inženýrství, který je povinný pro všechny studenty bakalářského studia na VŠCHT. Nová stanice umožňuje provozování rektifikace v produkčním režimu, tedy při zpracování nástřiku na destilát a zbytek za proměnného poměru zpětného toku. Umožňuje tak studium vlivu širšího spektra podmínek na tento nejvýznamnější průmyslový separační proces. Nová stanice je vybavena průhledítky, které umožňují vizuální sledování dějů v koloně a bude vybavena měřicí technikou a analytikou schopnou poskytovat on-line údaje o koncentračních a teplotních profilech v zařízení – sledování těchto dat poskytuje studentům cennou představu o průbězích najíždění a odstávky větších průmyslových zařízení. Zařízení je řízeno průmyslovým řídicím systémem a je osazeno měřicí a regulační technikou v průmyslu používanou (jsou například použity pneumatické ventily) a studenti se tak mohou seznámit a provozovat zařízení s charakterem velmi blízkým průmyslové technologii.

Generálním dodavatelem díla byla firma Chemoprojekt a.s., subdodavateli pak Eurofert ENG s.r.o., Manag a.s. a Inelsev Invent s.r.o.



Dispozice celé technologie



Detail zástavby distributoru kapaliny

Mikroskop atomárních sil (AFM) s vysokoteplotní celou a elektrochemickým skenováním

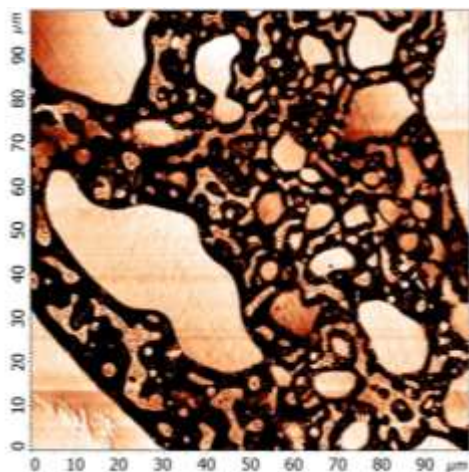
Ústav:	409 Ústav chemického inženýrství FCHI
Kontakt:	doc. Dr. Ing. Juraj Kosek, Martina Podivínská

Byl zakoupen přístroj Dimension ICON Scanning Probe Microscope, kde výrobce přístroje je firma Bruker. Vybrané technické specifikace:

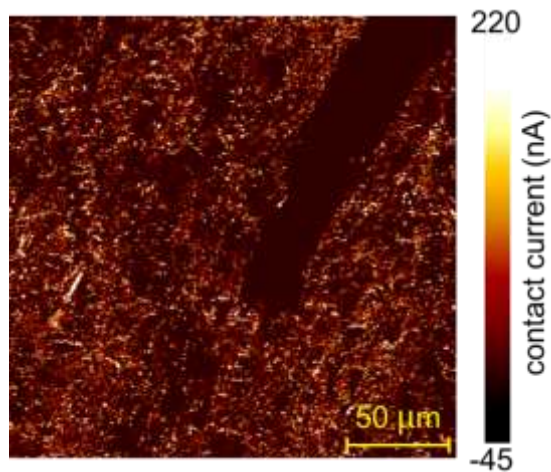
- Rozsah skeneru je 90 μm v osách XY, 10 μm v ose Z. Rozlišení závisí na módu skenování a kvalitě skenovacího hrotu – v ose XY je typické rozlišení 0.15 až 10 nm, v ose Z je to 0.04 až 1 nm.
- Přístroj měří podle použitého módu nejen topologii povrchu, ale také lokální mechanické, elektrické či magnetické vlastnosti. V některých módech je možné až atomární rozlišení.
- Měření vzorků probíhá při teplotách od -35 do 250°C za běžných podmínek (bez vakua). Lze provádět měření povrchu vzorku nejen na vzduchu, ale také v kapalině.
- Silová spektroskopie, tj. měření silových interakcí mezi vzorkem a hrotem.
- Elektrochemická měření zahrnující cyklickou voltametrii, chronoamperometrii, sweep voltametrii, elektrickou impedanční spektrometrii (vybavení bipotenciostatem).

Příklady mikroskopických analýz:

- Základním předpokladem pro měření je nízká drsnost povrchu vzorku (do několika mikronů). Biologické vzorky či jiné vzorky lze deponovat před měřením na různých substrátech (slída, grafit, kovový plech).
- Typické jsou AFM mikroskopie hetero-fázových polymerů či snímky deponované DNA na grafitu.
- Elektrochemická měření umožňují charakterizovat lokální elektrické vlastnosti i elektrochemické děje.



Fázový obrázek houževnatého polypropylénu.



Mapování lokální elektrické vodivosti bipolární desky.

Laboratoř elektronové mikroanalýzy (SEM/EDS)

Ústav:	444 Ústav fyziky a měřicí techniky FCHI
Kontakt:	Ing. Dušan Kopecký. Ph.D.

Na Ústavu fyziky a měřicí techniky Fakulty chemicko-inženýrské byla vybudována nová laboratoř pro elektronovou mikroanalýzu citlivých materiálů a struktur chemických senzorů. Laboratoř je vybavena moderním systémem využívajícím energiově disperzní spektrometr Bruker Qantax 200 s detektorem XFlash 6|10 v kombinaci se skenovacím elektronovým mikroskopem Tescan Mira 3 LMH. Přístroj umožňuje studium nano- a mikroobjektů v prostoru i v energiích. Schottkyho zdroj primárních elektronů a speciální objektivový detektor sekundárních elektronů, zajišťují rozlišení až 1 nm při studiu morfologie vzorků. Pomocí detektoru charakteristického rentgenového záření je možné provádět kvalitativní i kvantitativní analýzu prvků počínaje Beryliem a prvkové mapování povrchů s rozlišením cca 1 μm . Zařízení je primárně určeno pro výuku studentů a základní výzkum v oblasti organické elektroniky, zejména pak pro vývoj nových typů chemických senzorů. Vzhledem ke své univerzálnosti je však možné jej využít v celé řadě dalších oblastí materiálového výzkumu, chemie, biotechnologií, inženýrství apod.

