

# Aktivity CVŘ v oblasti nakládání s RAO

Ing. Jan Prehradný, Ph.D.

# Jaderný palivový cyklus

- Podpora zadní části palivového cyklu
- Analytická podpora vodního hospodářství
- Analytická podpora odpadového hospodářství
- Vývoj analytických metod na detekci izotopického složení vzorků
- Zpracování a optimalizace aktivních, toxických a nebezpečných odpadů
- Zpracování použitého paliva
- Experimentální výzkum materiálů solných reaktorů
- Experimentální výzkum těžkých havárií s tavením jaderného paliva

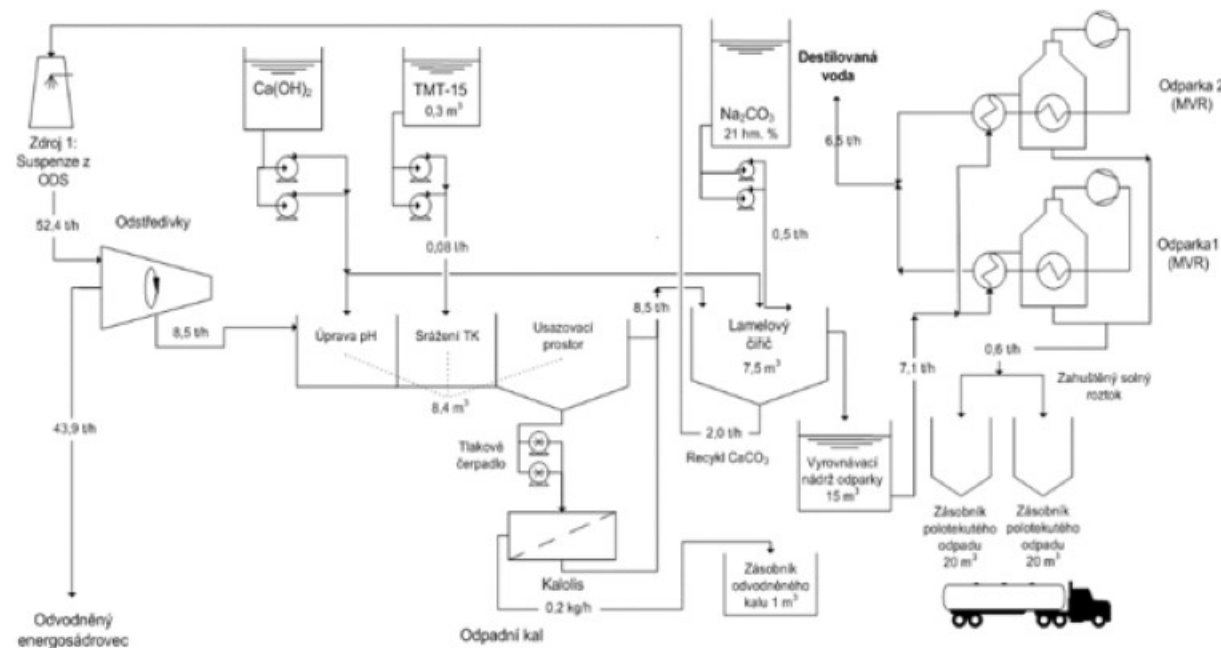
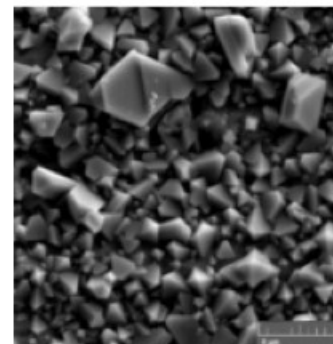
# Jaderný palivový cyklus

- Laboratoř chemie vod
- Laboratoř zpracování a optimalizace RAO
- Laboratoř prvkové a izotopové mikroanalýzy
- Laboratoř fluorové chemie
- Laboratoř ukládání RAO
- Laboratoř studeného kelímku



# CHEMICKÁ ANALÝZA ULTRAČISTÝCH A PROCESNÍCH VOD

**Chemické rozbory ultra-čistých,  
procesních a odpadních vod; poradenství  
v oblasti cirkulární ekonomiky**



# CHEMICKÁ ANALÝZA ULTRAČISTÝCH A PROCESNÍCH VOD



analýza stopových ( $\mu\text{g/l}$ )  
množství vybraných  
anorganických aniontů  
či kationtů (HPLC - IC –  
anionty či kationty)

sledování organického znečištění  
(TOC, NPOC, TIC, TC a jiné)  
ve vzorcích vod



sledování korozních produktů  
v energetických okruzích  
a nastavení vhodných  
chemických režimů  
(od rozborů vody po zhodnocení  
korozních vrstev na potrubí  
pomocí FTIR či Ramanovy  
mikroskopie)

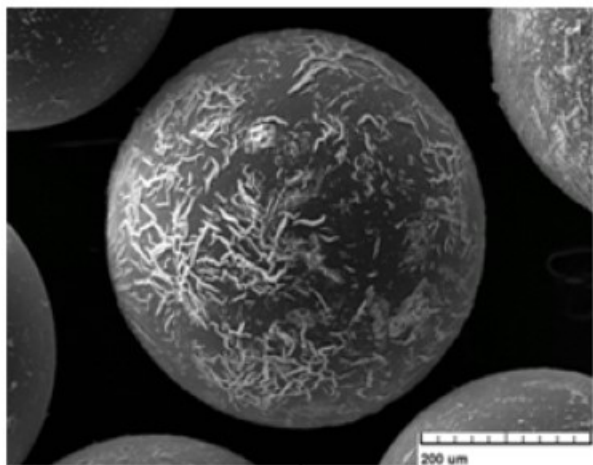


# HODNOCENÍ STAVU IONEXOVÝCH HMOT

**Nejmodernější metody pro testování  
ionexových hmot za účelem zjištění aktuální  
iontovýměnné kapacity či poškození  
sorpčních materiálů**



# HODNOCENÍ STAVU IONEXOVÝCH HMOT

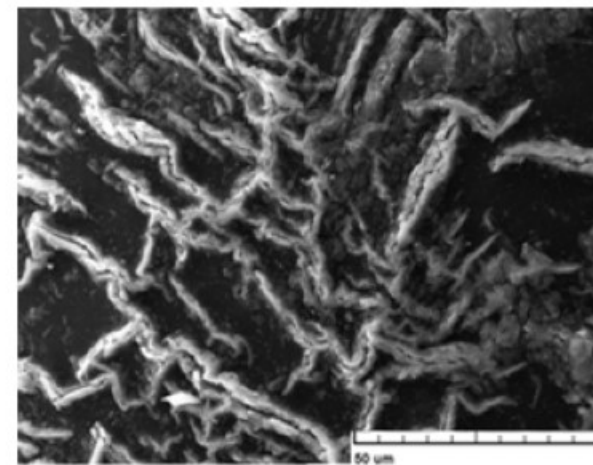
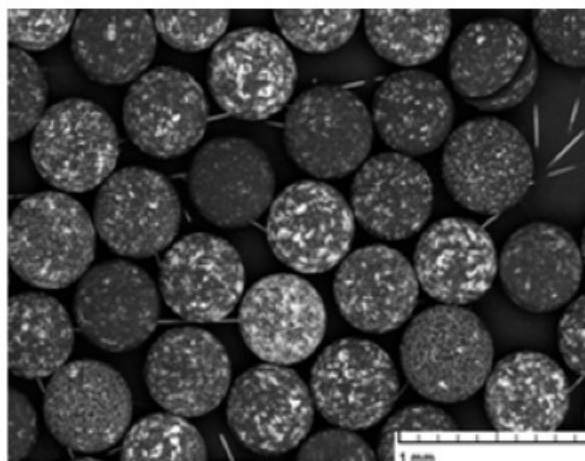


**zjišťování celkových kapacit  
ionexových hmot**

**zjišťování užitkových kapacit  
ionexových hmot  
měření průnikových křivek**

**charakterizace celistvosti  
ionexových perliček**

**měření distribuce částic  
ionexových a jiných  
sorpčních materiálů**



**měření tlakové ztráty  
sorpčních hmot**

**výzkum a vývoj v oblasti  
tvorby metodik pro provoz  
ionexových filtrů**



# OPTIMALIZACE ZPRACOVÁNÍ A LIKVIDACE NEBEZPEČNÝCH ODPADŮ

**Pokročilý výzkumný program pro podporu  
jaderného palivového cyklu zahrnující technologie  
ke zpracování a likvidaci nebezpečných odpadů;**

**soustava dvou samostatných technologických  
okruhů umožňující optimalizaci zpracování  
kapalných, pevných a semi-kapalných odpadů s  
důrazem na zahušťování, krystalizaci  
a konečnou solidifikaci v pevném produktu**





# OPTIMALIZACE ZPRACOVÁNÍ A LIKVIDACE NEBEZPEČNÝCH ODPADŮ

## Experimentální technologická linka ETL

- vývoj a výzkum vakuového zahušťování kapalných odpadů
  - odparka
  - krystalizátor
  - separační odstředivka
  - vakuová sušárna
- optimalizace procesů s nízkoteplotní krystalizací
- optimalizace separačních procesů
- vývoj matric pro solidifikaci nebezpečných a radioaktivních odpadů
- možnost simulace přítomnosti ZIZ

## Experimentální technologické zařízení MSO

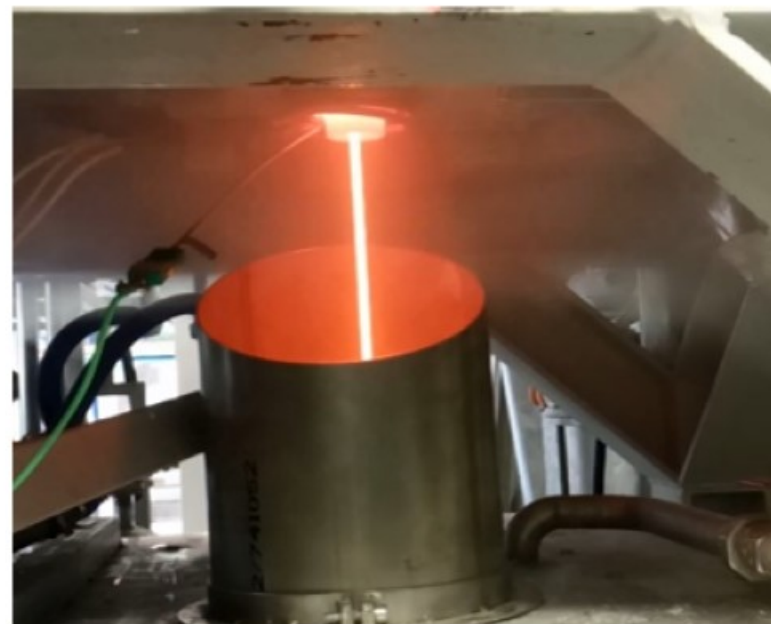
- vývoj vysokoteplotní mineralizace pevných organických odpadů
- vývoj bezplamenného spalování organických kapalných a semi-kapalných odpadů s viskozitou 1-10 000 mPa.s (20 °C)
- výzkum pyrolýzy organických látek v tavenině soli
- online analytika obsahu spalin (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>)
- analytika dalších plynných složek na GC
- možnost simulace přítomnosti ZIZ

# OPTIMALIZACE ZPRACOVÁNÍ A LIKVIDACE NEBEZPEČNÝCH ODPADŮ

## Experimentální technologická linka ETL



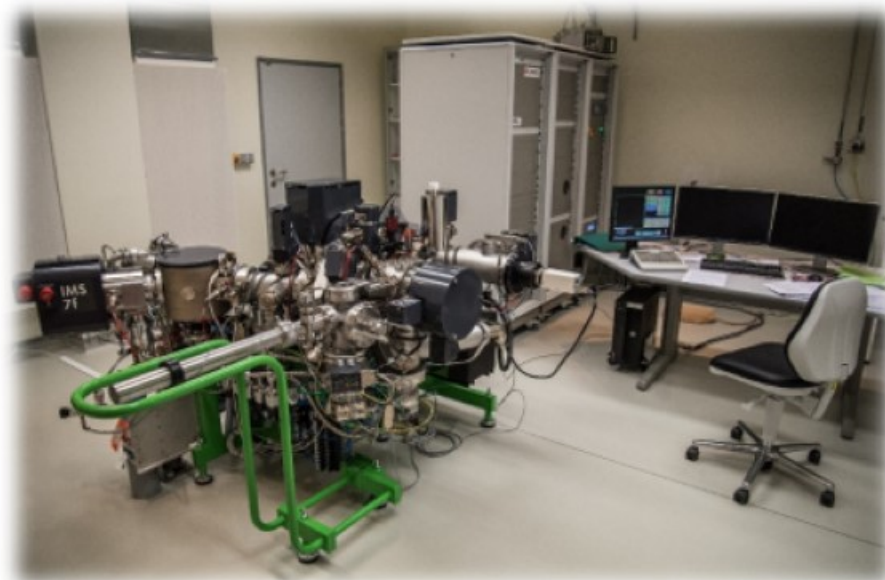
## Experimentální technologické zařízení MSO





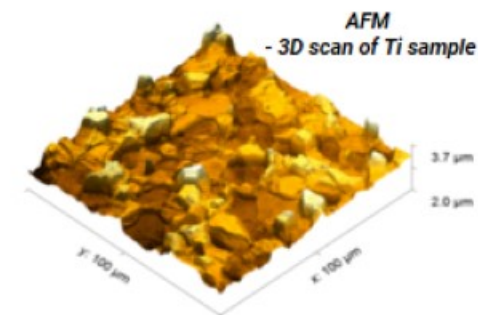
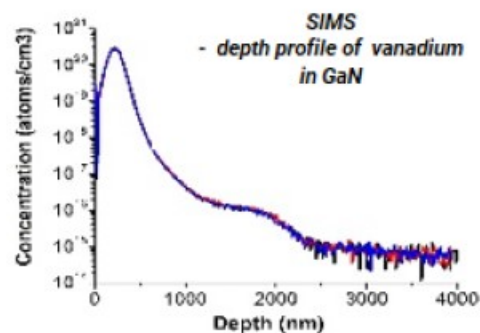
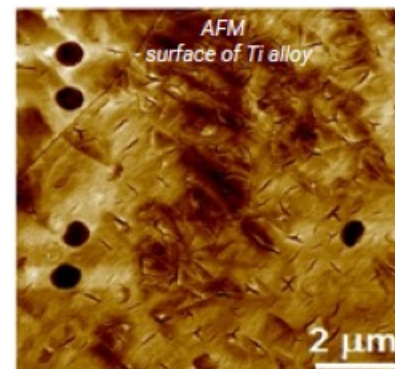
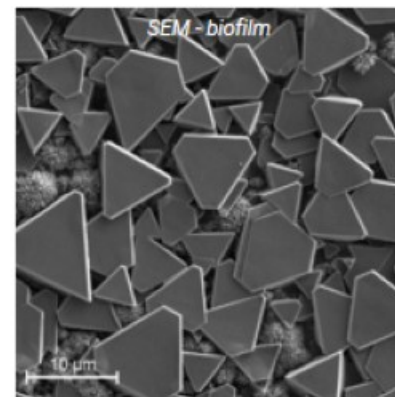
# PRVKOVÁ A IZOTOPOVÁ MIKROANALÝZA

Analytická podpora výzkumu a služeb pro  
jaderný i nejaderný průmysl, akademickou  
sféru a státní orgány



# PRVKOVÁ A IZOTOPOVÁ MIKROANALÝZA

- mikrostrukturní analýzy, analýzy chemického a izotopického složení vzorků různých materiálů pomocí pokročilých analytických metod
- analýzy pevných a kapalných vzorků různých materiálů pomocí radiometrických metod
- výzkum a vývoj metodických postupů analýz částic jaderných materiálů pro podporu jaderných záruk a jaderné forenzní analýzy a dalších typů mikroskopických částic pro monitorování životního prostředí





# POKROČILÝ KOROZNÍ VÝZKUM

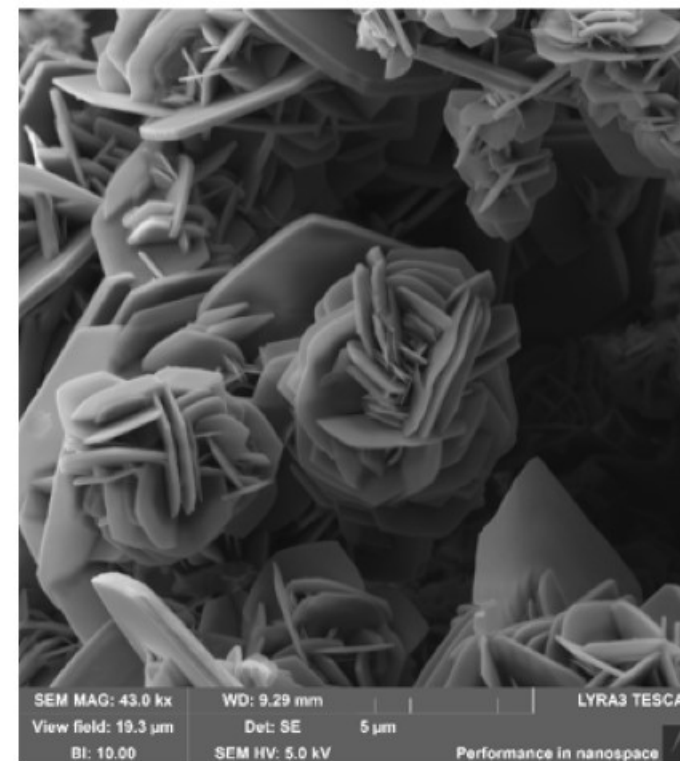
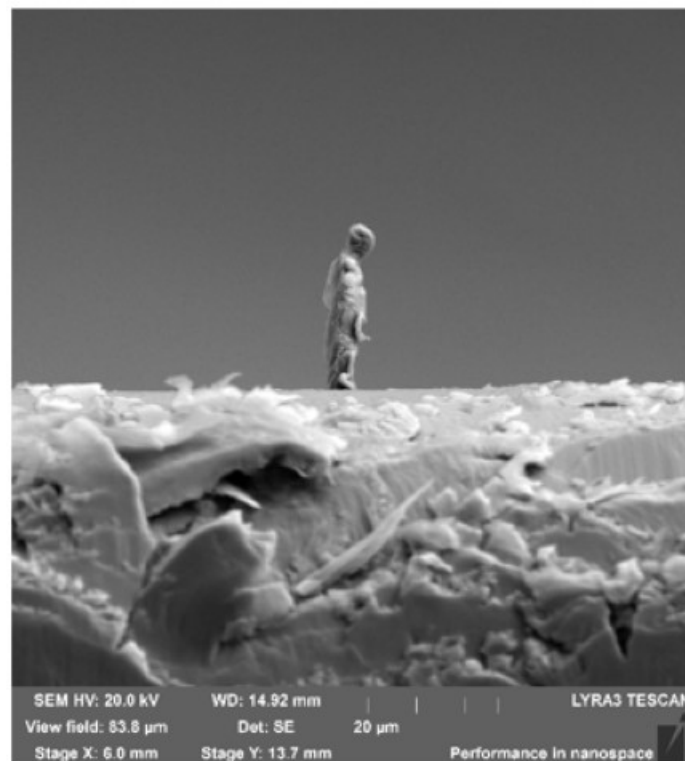
**Pokročilý korozní výzkum zaměřený na hlubinné úložiště (dlouhodobé zajištění anaerobního prostředí pro korozní experimenty), hodnocení korozních parametrů, kultivace aerobních i anaerobních organismů v bioreaktoru za konkrétních, často specifických, podmínek**



# POKROČILÝ KOROZNÍ VÝZKUM

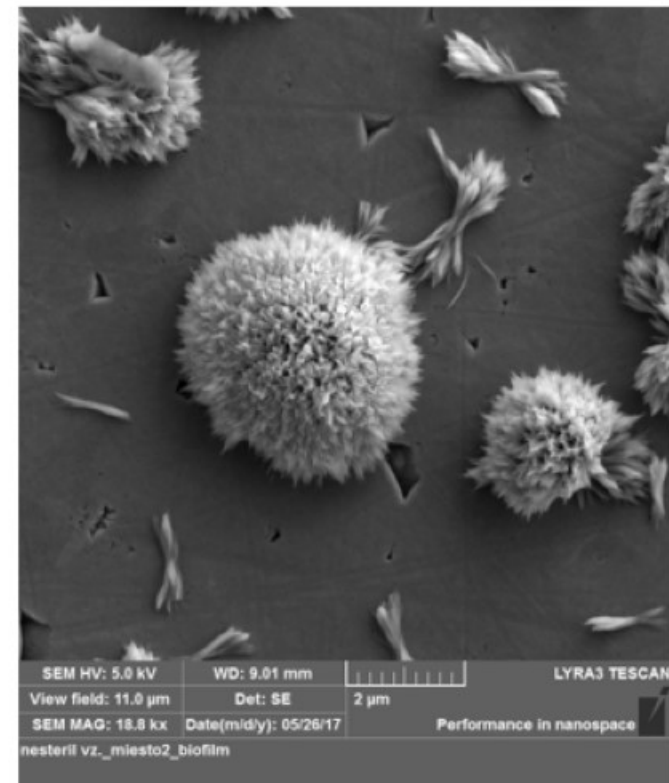
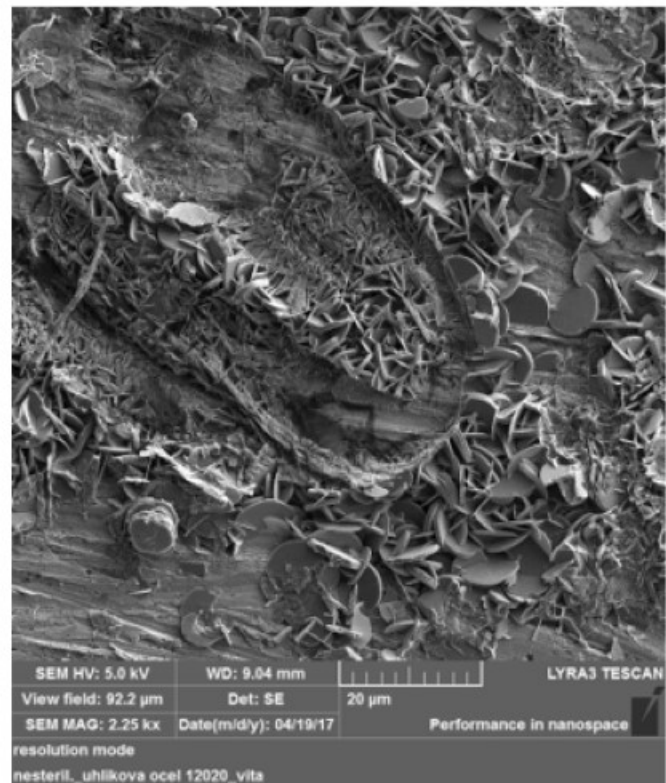
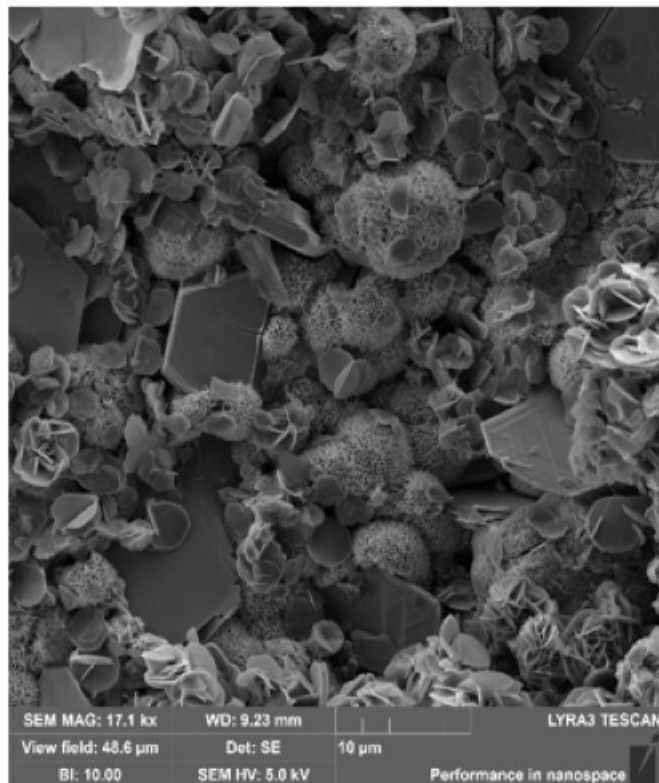
## Výzkum v anaerobních rukavicových boxech

- udržování nízké koncentrace kyslíku  $C(O_2) < 1$  ppm
- příprava vzorků v inertní atmosféře
- hodnocení korozních parametrů pomocí elektrochemických metod
- hodnocení migračních parametrů v inertním prostředí





# POKROČILÝ KOROZNÍ VÝZKUM



# POKROČILÝ MATERIÁLOVÝ VÝZKUM

**Pokročilý materiálový výzkum zaměřený na  
hlubinné úložiště, charakterizace pevných  
látek metodou sorpce plynu, mechanické  
testy geopolymerních a cementových  
materiálů**





# POKROČILÝ MATERIÁLOVÝ VÝZKUM



síťová analýza velikosti částic

zkoušky pevnosti v tlaku, v ohybu  
a v tahu pomocí hydraulického lisu  
až do 300kN

měření specifického povrchu, porozity,  
distribuce šířek pórů a jejich objemu  
pomocí sorpce plynu

popis geologického jádra

příprava vzorků na analýzu (drcení,  
mletí, řezání, chemická modifikace)

hodnocení degradace materiálů  
v různých prostředích

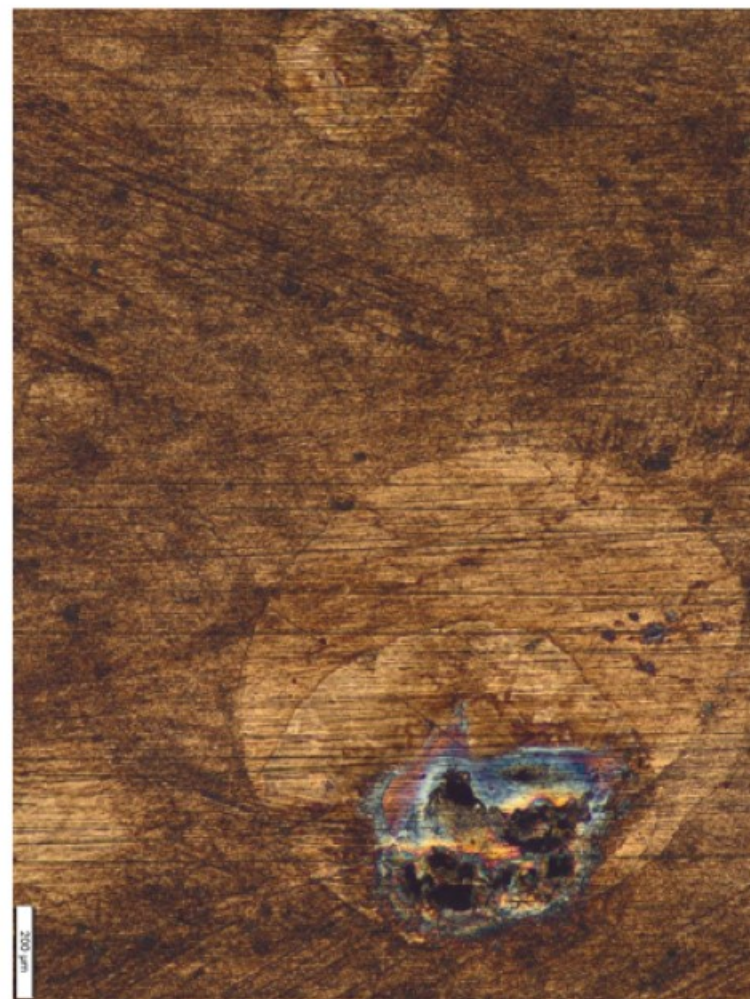


pokročilé anorganické  
materiály (geopolymery)

stínící materiály  
pro jadernou bezpečnost

# KOROZNÍ A MATERIÁLOVÉ TESTY VE FLUORIDOVÝCH TAVENINÁCH

Stacionární a dynamické korozní testy  
v roztavených fluoridových solích za různých  
podmínek se zaměřením na výzkum  
materiálů pro reaktory  
IV. generace



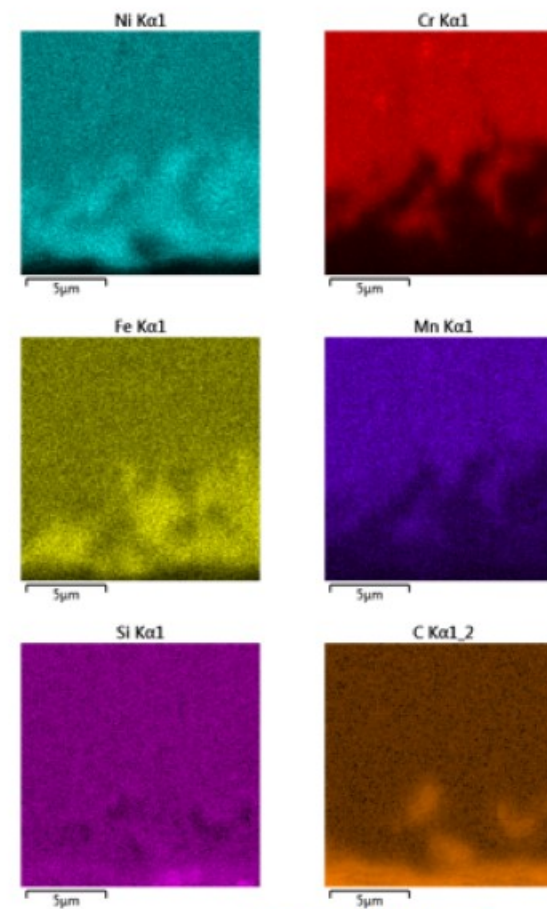


# KOROZNÍ A MATERIÁLOVÉ TESTY VE FLUORIDOVÝCH TAVENINÁCH

- speciální boxy s inertní atmosférou a smyčku  $\text{LiF-BeF}_2$  (FLIBE) pro stacionární a dynamické korozní testy
- testy a vývoj jednotlivých komponent pro roztavené fluoridové sole (těsnění, čerpadla, ventily atd.)
- moderní diagnostické a analytické metody: SIMS, FIB-SEM, EDS, WDS, optické mikroskopie
- vývoj a ověření metod přípravy speciálních fluoridů (např.  $\text{UF}_4$ ,  $\text{ThF}_4$ ) a přípravy kapalného fluoridového paliva pro ozařovací experimenty
- Dlouhodobé a krátkodobé korozní testy:
  - ve fluoridových taveninách (do  $1000^\circ\text{C}$ )
  - v průtočném systému v tavenině  $\text{LiF-BeF}_2$  (do  $800^\circ\text{C}$ )
  - vybraných komponent ve fluoridových taveninách
- příprava vybraných fluoridů



# KOROZNÍ A MATERIÁLOVÉ TESTY VE FLUORIDOVÝCH TAVENINÁCH



CVŘ

Research  
Centre Řež



# VYSOKOTEPLOTNÍ TAVENÍ MATERIÁLŮ

**Indukční tavení kovových i nekovových materiálů pomocí technologie umožňující dosažení vysoké čistoty výsledného produktu**



# VYSOKOTEPLOTNÍ TAVENÍ MATERIÁLŮ

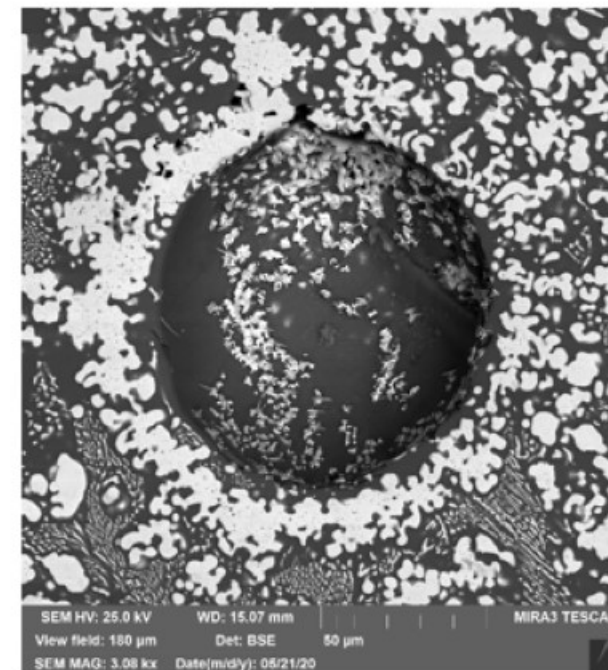
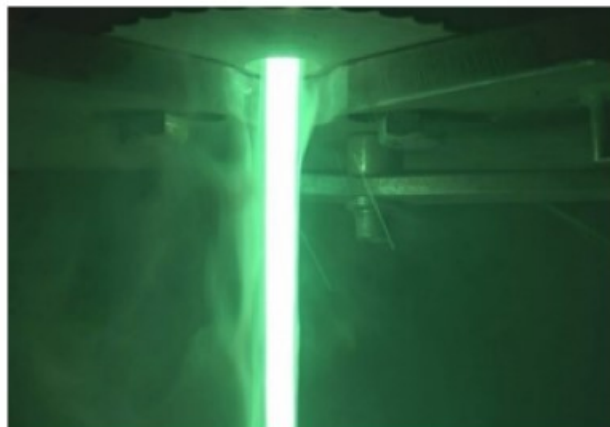


výzkum fázových diagramů:  
měření teploty likvidu, solidu

výzkum chemicko-  
fyzikálních vlastností  
roztavených materiálů  
při vysokých teplotách

modelování těžkých jaderných  
havárií: chování a vlastnosti coria,  
výzkum chování coria v průběhu  
jeho vypouštění

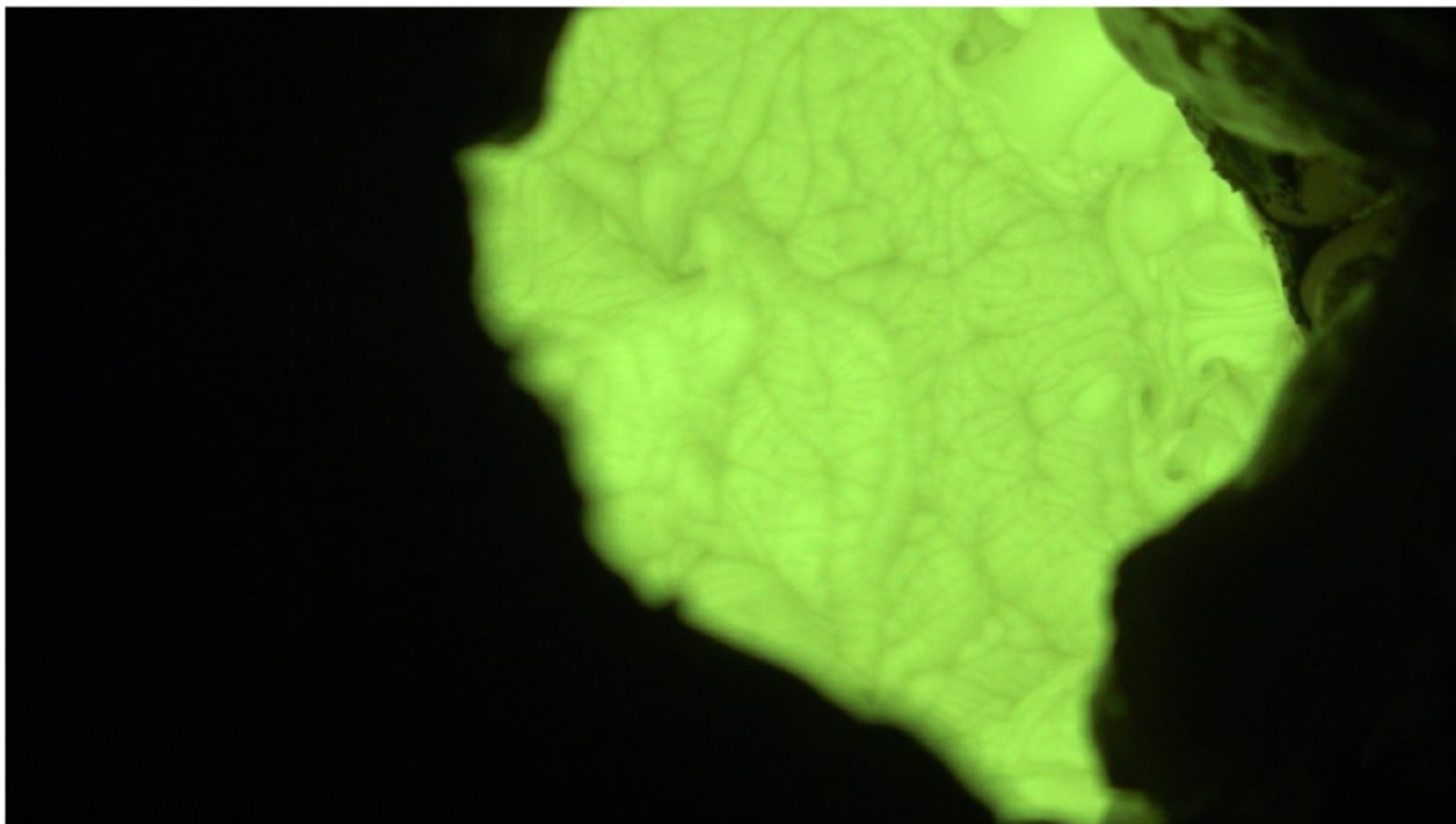
výzkum interakce mezi roztaveným  
materiálem a dalším cizím  
materiálem



růst monokrystalů  
a multikrystalů



# VYSOKOTEPLOTNÍ TAVENÍ MATERIÁLŮ



# VYSOKOTEPLOTNÍ TAVENÍ MATERIÁLŮ





# Děkuji za pozornost

jan.prehradny@cvrez.cz