

# **Ústav anorganické chemie AV ČR, v. v. i.**

IČ: 61388980

Sídlo: Husinec-Řež

## **Výroční zpráva o činnosti a hospodaření za rok 2019**

Dozorčí radou pracoviště projednána dne: 3. 6. 2020

Radou pracoviště schválena dne: 11. 6. 2020

V Praze dne 20. 3. 2020

## I. Informace o složení orgánů veřejné výzkumné instituce a o jejich činnosti či o jejich změnách

### a) Výchozí složení orgánů pracoviště

Ředitel pracoviště: **Ing. Kamil Lang, CSc, DSc., ÚACH AV ČR**

jmenován s účinností od: 1. 8. 2018

Rada pracoviště zvolena dne 7. 12. 2016 ve složení:

předseda: **Dr. Michael Londesborough, PhD., ÚACH AV ČR**

místopředseda: Mgr. David Hradil, PhD., ÚACH AV ČR

členové:

Mgr. Tomáš Baše, PhD., ÚACH AV ČR

RNDr. Dr. Petr Bezdička, ÚACH AV ČR

Ing. Jana Bludská, CSc., ÚACH AV ČR

RNDr. Michal Dušek, CSc., FzÚ AV ČR

Ing. Petra Ecorchard, PhD., ÚACH AV ČR

Ing. Kamil Lang, CSc, DSc., ÚACH AV ČR

Prof. RNDr. Viktor Kanický, DrSc., Masarykova univerzita, Brno

Ing. Oldřich Schneeweiss, DrSc., ÚFM AV ČR

Ing. Jan Šubrt, CSc., ÚACH AV ČR

Dozorčí rada jmenována dne 1. 5. 2017 ve složení:

předseda: **Ing. Karel Aim, CSc., ÚCHP AV ČR**

místopředseda: RNDr. Bohumír Grüner, CSc., ÚACH AV ČR

členové:

Ing. Petr Bobák, CSc., ÚŽFG AV ČR

Prof. Dr. Ing. Karel Bouzek, VŠCHT Praha

Ing. Jiří Kotek, Dr., ÚMCH AV ČR

## **b) Změny ve složení orgánů:**

V roce 2019 nebyly realizovány žádné změny ve složení orgánů ústavu.

## **c) Informace o činnosti orgánů:**

### **Ředitel:**

V r. 2019 byly zajišťovány především následující agendy:

- plnění výzkumných úkolů a postupů řešení grantových projektů včetně prezenčních kontrol aktivit a personálního zabezpečení v jednotlivých odděleních a laboratořích,
- kontrola naplňování koncepce výzkumné činnosti Ústavu pro roky 2017-2022,
- řádné vedení účetnictví,
- vypracování návrhů žádostí o podporu nákladných přístrojů v r. 2020,
- výběrová přijímací řízení vysokoškolsky vzdělaných pracovníků,
- periodická činnost a kontrola na úseku bezpečnosti práce, prevence rizik a ochrany zdraví při práci,
- účast na zasedáních Rady ústavu a zasedání Dozorčí rady.

V průběhu r. 2019 byly vydány dva interní předpisy (IP): IP č. 102 – Komise pro transfer technologií, zohledňující personální změnu ve složení komise a IP č. 103 – Opatření k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Byl vydán jeden příkaz ředitele k provedení inventarizace hospodářských prostředků v r. 2019 a dále byly vydány tři směrnice s názvy Pro účely poskytování cestovních náhrad v roce 2019, Metodika vykazování skutečných nepřímých nákladů projektů výzkumu a vývoje v r. 2019 a O využití prostředků Sociálního fondu v roce 2019.

V závěru roku byla vyhodnocena a individuálně oceněna publikační aktivita pracovníků. Byla rovněž provedena analýza věkové struktury pracovníků ústavu, posouzeno personální zabezpečení řešení jednotlivých výzkumných úkolů a přijata příslušná opatření pro r. 2020.

Přístrojové vybavení ústavu bylo v r. 2019 doplněno o integrovaný detektor pro skenovací elektronový mikroskop a o UV-VIS-NIR spektrofotometr.

V součinnosti s Technickou komisí a s přihlédnutím k požadavkům jednotlivých oddělení a laboratoří byl vypracován plán nákladných oprav a akvizicí přístrojového vybavení pro další období.

V r. 2019 bylo řešeno 34 projektů VaV v programech GA ČR (18), MPO (3), TA ČR (8), MŠMT (3), MK (1) a Horizont 2020 (1). Účelové prostředky plynoucí z podpory zmíněných poskytovatelů do rozpočtu představovaly cca 36 % neinvestičních nákladů ústavu. Mzdové prostředky vyplacené z účelových dotací činily cca 31 %.

### **Rada pracoviště:**

V r. 2019 se uskutečnila 4 jednání Rady ÚACH AV ČR:

94. jednání, 26. 3. – 1. 4. 2019, *per rollam*

- Rada projednala 10 přihlášek do veřejných grantových soutěží pro rok 2019 a doporučila je k podání.

95. jednání, 15. 5. 2019

- Rada projednala a schválila Výroční zprávu o činnosti a hospodaření ústavu za r. 2018, seznámila se se zprávou auditora o ověření účetní závěrky za r. 2018, projednala a schválila rozpočet výnosů a nákladů na r. 2019 a střednědobý výhled 2020-2021. Rada dále schválila přesun hospodářského výsledku za r. 2018 do Fondu reprodukce majetku a do Rezervního fondu.

96. jednání, 26. – 29. 7. 2019, *per rollam*

- Rada projednala 3 přihlášky do veřejné grantové soutěže v rámci programu INTER-EXCELLENCE/INTERACTION pro rok 2019 a doporučila je k podání.

97. jednání, 28. 8. – 3. 9. 2019

- Rada projednala návrh na udělení čestné medaile Akademie věd ČR *De scientia et humanitate optime meritis* Ing. Bohumilu Štíbrovi, DrSc. a doporučila jej k podání.

### **Dozorčí rada:**

V r. 2019 se uskutečnila 4 jednání Dozorčí rady ÚACH AV ČR

*Per rollam* 1/2019; usnesení bylo schváleno 17. 5. 2019.

Dozorčí rada projednala a schválila záměr účasti ústavu v konkurzu zřizovatele na pořízení nákladného přístroje - monokrystalového RTG difraktometru.

*Per rollam* 2/2019; usnesení bylo schváleno 25. 6. 2019.

Dozorčí rada provedla hodnocení manažerských schopností ředitele ústavu.

*Per rollam* 3/2019; usnesení bylo schváleno 30. 8. 2019

Dozorčí rada projednala návrh Smlouvy o dodávce a implementaci ekonomického informačního systému a návrh Smlouvy o poskytování provozní podpory, údržby a rozvoje ekonomického informačního systému a vydala předchozí písemný souhlas k jejich uzavření.

18. zasedání, 17. dubna 2019

Dozorčí rada

- vyslovila souhlas s Výroční zprávou o činnosti a hospodaření ÚACH AV ČR, v r. 2018,
- vzala na vědomí zprávu nezávislého auditora o ověření účetní závěrky za r. 2018,
- vyslovila souhlas s návrhem rozpočtu nákladů a výnosů na rok 2019 a vzala na vědomí výhled rozpočtu do r. 2021,
- určila firmu Efekt DC, s.r.o. (IČO 62243292) auditorem na rok 2019.

## II. Informace o změnách zřizovací listiny:

V r. 2019 nedošlo ke změně zřizovací listiny.

## III. Hodnocení hlavní činnosti:

### 1. Vědecká činnost ústavu a uplatnění jejích výsledků

#### 1a) Stručná charakteristika vědecké činnosti

V roce 2019 byla výzkumná činnost ústavu zaměřena na následující oblasti:

- Fotoaktivní anorganické molekuly a materiály
- Chemie boranových sloučenin
- Nové materiály pro udržitelné životní prostředí
- Ochrana kulturního dědictví
- Geochemická analýza sedimentů
- Aplikovaný výzkum

#### Fotoaktivní anorganické molekuly a materiály

Výzkum se zaměřuje na syntézu a charakterizaci nových molekul, nanostrukturních materiálů a (nano)materiálů s luminiscenčními (např. fluorescence, fosforescence, teplotně závislé luminiscenční vlastnosti) a fotosensitizačními vlastnosti. Hlavní důraz je kladen na jejich stabilitu, fotostabilitu, nízkou toxicitu, fototoxicitu, biokompatibilitu s ohledem na jejich využití jako stabilních luminiscenčních materiálů nebo v biologii.

Zejména jsou studovány následující systémy:

- Molekulové klastry přechodných kovů, např. Mo, W, Re a Cu, s cílem vyvinout nové biomateriály s fotodynamickými a radiosensitizačními vlastnostmi pro fotodynamickou léčbu a kontrastní materiály pro rentgenové záření.
- Materiály na bázi porfyrinových molekul s organizovanou strukturou jako kovalentní organické sítě a anorganické polymery. Základním záměrem je získat stabilní struktury s luminiscenčními vlastnostmi a schopností produkovat po excitaci singletový kyslík pro fotodynamické aplikace (antibakteriální vrstvy, fotodynamická terapie, detekce kyslíku).
- Luminiscentní boranové molekuly, které mají účinnou a stabilní laserovou emisi jako alternativa v současných laserových zařízeních. Proto je pozornost zaměřena na přípravu nových klastrů a popis jejich fotofyzikálních vlastností v součinnosti s využitím predikčního potenciálu kvantově chemických výpočetních metod, a dále tenkých filmů luminiscentních boranů v polymerních maticích pro luminiscenční solární koncentrátoři.

## Chemie boranových sloučenin

Výzkum boranů je zaměřen na studium boranových klastrů s využitím v biomedicíně, optice, při ochraně povrchů. Předmětem studia byla zejména tato témata:

- Systematická syntetická chemie karboranů a metallaboranů orientovaná na design nových biologicky aktivních sloučenin a materiálů.
- Biologicky aktivní borany jako selektivní inhibitory pro protinádorovou terapii; pokračovala optimalizace struktur inhibitorů enzymu CA-IX a syntéza nových typů klastrových inhibitorů kináz; probíhalo studium faktorů, které jsou zodpovědné za přestup přes gastrointestinální a hematoencefalickou bariéru a studium cytotoxicity na panelu nízkomolekulárních a bis(dichlorethyl)aminovou skupinou značených látek.
- Vývoj heterosubstituovaných boranových klastrů a zcela nových metod pro jejich propojení s organickými fragmenty a sledování interakcí s cyklodextriny, jako biomimetiky.
- Boranové nebo karboranové klastry jako dvourozměrné struktury samoorganizované na površích pro ochranu povrchů kovů a pro design funkčních nanosystémů (např. molekulární rozpoznávání, elektronika).
- Teoretická chemie polyhedrálních boranů využívající paramagnetická  $^{11}\text{B}$  NMR spektra s vysokým rozlišením a elektronovou difrakci ke stanovení elektronických struktur heteroboranů a predikci vhodných míst k možné substituci.
- Chemie (poly)heterocyklických sloučenin zaměřená na syntézu nových heterocyklických sloučenin obsahujících bór, křemík, germanium, cín, kyslík, síru a dusík v různých kombinacích s potenciálním využitím v molekulární elektronice.
- Chemie nových karboranů, heteroboranů a jejich komplexů s přechodnými kovy.

## Nové materiály pro udržitelné životní prostředí

Výzkumné úsilí je směřováno na vývoj nových materiálů pro environmentální aplikace při čištění kontaminovaného vzduchu, povrchových vod a půdy v reálných podmínkách a snížení energetické náročnosti. Studovány byly především

- Fotokatalytické nanostrukturní materiály na bázi jedno- a vícesložkových oxidů přechodných kovů a jejich kompozity s vrstevnatými 2D strukturami (zejména grafenoxid,  $\text{C}_3\text{N}_4$ ) a jinými perspektivními nanomateriály (např. nanodiamanty); výzkum těchto materiálů je zaměřen na studium adsorpce vybraných polutantů a jejich degradačních mechanismů.
- Reaktivní sorbenty na bázi dopovaných oxidů kovů s vysokým měrným povrchem pro rozklad organofosforečných bojových látek a pesticidů: příprava nových kompozitních sorbentů, zvětšování měřítka jejich přípravy, detailní popis jejich interakce s vybranými polutanty.
- Vrstevnaté materiály (grafen, vrstevnaté hydroxidy, MAX a MXene nanolamináty) – jejich syntézy, delaminace, příprava kompozitů s vysokou sorpční kapacitou pro radionuklidy a těžké kovy, jejich bariérové vlastnosti, modifikace iontovými kapalinami a využití jako plniva pro polymerní matrice.

- Porézní koordinační polymery (organokovové sítě - MOF): jejich stabilita ve vodném prostředí a vývoj nových MOFů založených na bisfosfinátových ligandech a trojvazných kovech ( $\text{Fe}^{3+}$  nebo  $\text{Al}^{3+}$ ), které mají velkou variabilitu ve velikosti pórů a mohou být nosiči různých funkčních skupin; kromě laditelné funkcionality tyto materiály vykazují zvýšenou stabilitu ve vodném prostředí a biokompatibilitu a jsou také testovány pro separaci plynů a jako sorbenty.
- Multiferroické a termoelektrické materiály na bázi oxidů Fe(III) ve formě orientovaných tenkých vrstev a keramik.

### **Ochrana kulturního dědictví**

Příspěvkem ke snaze o zachování kulturního dědictví je interdisciplinární výzkum využívající poznatků moderní anorganické chemie v materiálové mikroanalýze. Jeho cílem je z materiálových (např. složení barev) a technologických znaků určit stáří a provenienci výtvarného díla, a také popsat příčiny a mechanismy jeho degradace, projevující se například změnou barevnosti nebo mechanickými poruchami. To všechno vede ke zhodnocení díla a návrhu jeho další ochrany či restaurování. Pozornost byla věnována zejména

- Studiu mikrovzorků z děl předních italských mistrů (Caravaggio, Mattia Preti) s cílem prokázat regionální specifitu podkladových vrstev podle místa, kde tito malíři obraz vytvořili; zároveň byly studovány i surovinové zdroje hrnčířských jílu v Itálii, vápenců a alunitů na Maltě.
- Sledování vlivu vnějších faktorů, zejména vlhkosti, na počáteční stadia tvorby olovnatých mýdel v olejomalbě a také pochopení příčin vzniku mravenčanů jako dosud málo známých meziproduktů těchto interakcí; to vše s cílem zjistit, proč malby stejného složení degradují různým způsobem i tempem.

### **Geochemická analýza sedimentů**

Geochemická analýza sedimentů je interdisciplinární věda kombinující poznatky a metody chemické analýzy, anorganické chemie, geochemie, geomorfologie a geologie. Výzkum byl zaměřen na dvě hlavní oblasti, kterými jsou

- Geochemická analýza říčních a přehradních sedimentů poskytující informaci o příčinách a vývoji znečištění říčních systémů včetně posouzení vlivu člověka v těchto procesech.
- Analýza sedimentů mostecké pánve sloužící k rekonstrukci důsledků klimatických změn v mostecké pánvi v období miocénu.

### **Aplikovaný výzkum**

Ve spolupráci s průmyslovými partnery probíhal vývoj v oblasti konstrukčních materiálů a speciálních boranů. Jedná se zejména o:

- Fotokatalytické  $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$  kompozity a nanosoly ZnO se samočisticími vlastnostmi pro sanace povrchů budov kontaminovaných řasami nebo plísněmi.
- Kombinované materiály pro radiační stínění a stínění sekundárního ionizujícího záření.

- Speciální betony včetně anorganických materiálů na bázi původních matric určených pro jaderný průmysl.
- Nátěrové systémy pro nové technologie sanace betonů v jaderném průmyslu.
- Anorganické systémy pro technologii 3 D tisku.
- Kompozitní (nano)materiály s vysokou sorpční schopností pro radionuklidy a těžké kovy.
- Materiály na bázi grafenu s vysokou odolností vůči UV záření a teplotě.

### **1b) Výčet nejdůležitějších výsledků vědecké činnosti a jejich aplikací**

Nejvýznamnější výsledky byly v r. 2019 získány především v oblastech materiálové chemie a chemie boranových sloučenin.

- Nové oktaedrické molekulové klastrové komplexy  $\text{Mo}_6$ ,  $\text{W}_6$  a  $\text{Re}_6$  s netradičními apikálními ligandy byly studovány se zaměřením na jejich vlastnosti jako luminiscence, produkce singletového kyslíku, toxicita, fototoxicita, záchyt buňkami a stabilita ve vodných prostředích. Klastry a od nich odvozené nanomateriály byly využity ve fotodynamické terapii rakovinových buněk, fotodynamické terapii indukované rentgenových záření a při antimikrobiální fotodynamické terapii. Vůbec poprvé byl připraven  $\text{Mo}_6$  komplex koncentrující se v mitochondriích a nejvíce stabilní  $\text{Mo}_6$  komplex ve vodném prostředí. Průkopnickým činem bylo také využití těchto komplexů ve fotodynamické terapii indukované rentgenovým zářením, což umožňuje snížení dávky ionizujícího záření nezbytné k destrukci nádorových buněk.

- Rozšíření skupiny fosfinátových MOFů (ICR, tj. Inorganic Chemistry Rez) a nové informace o stabilitě MOFů ve vodných prostředích: Jednak byly úspěšně zvětšeny póry pomocí prodlouženého bisfosfinátového linkeru a dále také připraveny fosfinátové MOFy nesoucí funkční skupiny. Tyto MOFy byly dále studovány pro konkrétní aplikace – např. bylo prokázáno, že fosfinátové MOFy jsou vhodné pro odstraňování emergentních polutantů jako je bisfenol A (BPA). Dále byla zahájena systematická studie koordinačních vlastností bisfosfinátových linkerů s dvojmocnými kovy. Studována byla stabilita některých MOFů ve vodném prostředí s poukazem na jejich limity. Byly definovány oblasti stability některých MOFů, o kterých se doposud předpokládalo, že jsou stabilní. Nová měření potvrzují, že tomu tak není. Byla vypracována nová metodika, která byla následně použita ke stanovení stability zirkoničitého MOFu UiO-66 v běžně používaných pufrech.

- Byly nalezeny vysoce účinné reaktivní sorbenty a fotokatalyzátory na bázi  $\text{TiO}_2$  s uhlíkatými nanomateriály (grafenoxid a nanodiamanty) pro rychlou adsorpci a rozklad organofosfátových pesticidů a nervově paralytických látek (Soman, VX, pesticidy).

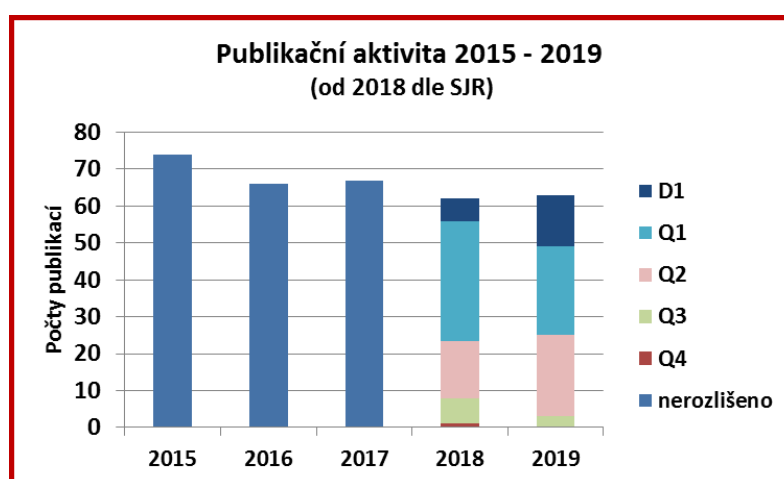
- Byly popsány tenké vrstvy hexagonálních feritů typu W vykazující jev spinové reorientace a spinový Seebeckův efekt.

- Byl vyvinut nový čtvrtprovozní způsob přípravy materiálů stínících ionizační záření a upřesněno jejich chemické složení. Pro vysokoteplotní aplikace byl vyvinut systém pojiva pro přípravu steatitových materiálů technologií 3D tisku a byla úspěšně ověřena složení nátěrů kovů na bázi nových anorganických matric.



- Nanostrukturních oxidů a jejich kompozity byly využity pro ochranu zateplených fasád před plísněmi a řasami. Stále probíhá zkouška sanace fasád napadených řasami a plísněmi prostředky na bázi Zn (20 testovacích fasádních míst) a investoři (Pragotherm, Malpex) vyhodnocují jejich stav.
- Byly připraveny nové, unikátní exo-chalogenované karborany, jejichž struktury byly stanoveny elektronovou difrakcí a výpočty.
- Byla popsána nová sekvence reakcí, probíhající na polyhalogenovaných boranových klastrových systémech, která umožnila dosud nedostupné připojení organického fragmentu ke skeletu; výsledek je využitelný při vývoji materiálů a léčiv.
- Byla popsána série metallakarboranových inhibitorů karbonické anhydrázy CA-IX se sulfamidovou skupinou, jejich subnanomolární hodnoty  $K_i$ , struktury jejich komplexů s enzymem a in-vitro redukce nádorů na myším modelu.
- Poprvé byly u klastrových hydridů bóru popsány skeletální transformace, které mají vlastnosti molekulárního přepínače a popsán jejich mechanismus. To umožňuje další optimalizace struktury.
- Bylo prostudováno samoskladné uspořádání isomerních karboranových thiolů a dithiolů na povrchu zlata. Byla vysvětlena role dipolárních interakcí na molekulární orientaci na povrchu. Výsledek má relevanci pro vývoj kapalných krystalů.
- Byl prostudován efekt jodace na fotofyzikální vlastnosti laserového barviva  $anti-B_{18}H_{22}$  a chování látek jako fotosenzitizátorů singletového kyslíku.
- Dále byla připravena série nových alkyl-derivátů  $B_{18}H_{22}$  a byly určeny jejich struktury a fotofyzikální vlastnosti. Nové molekuly vykázaly 100 % kvantový výtěžek fluorescence.

Získané výsledky byly v roce 2019 zveřejněny v 62 publikacích v mezinárodních časopisech, jejichž kvalita odpovídá většinou prvnímu decilu D1 (14 článků), a prvnímu kvartilu Q1 (24 článků) v oboru (dle JRC). Na následujícím obrázku je znázorněn vývoj počtu publikací pracovníků ústavu v období 2015 – 2019.

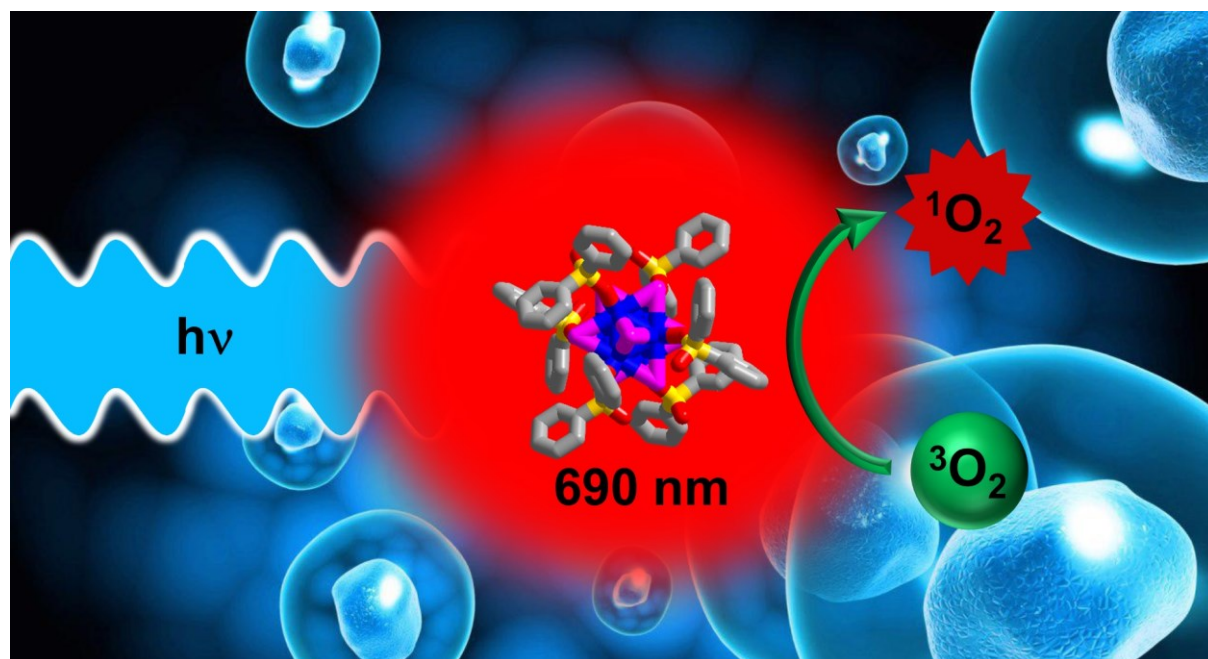


Ve více než polovině prací kvality D1 a Q1 jsou autoři ÚACH také autory korespondujícími.

## Významné výsledky s uvedením citací:

### (1) Molybdenové klastry pro fotodynamickou terapii rakoviny

Námi vyvinuté klastrové komplexy molybdenu mohou být využity pro fotodynamickou terapii rakoviny po ozáření modrým světlem, popřípadě rentgenovým zářením. Klastry procházejí do buněk a po ozáření produkují singletový kyslík, který tyto buňky ničí. Nejvíce účinné jsou klastry, které se koncentrují v mitochondriích. Jsme průkopníky ve využití klastrů ve fotodynamické terapii indukované rentgenovým zářením, což umožňuje snížení dávky ionizujícího záření nezbytné k destrukci nádorových buněk.



**Klastry a jejich funkce.**

Schématické znázornění molekuly klastru (uprostřed, modře jsou znázorněny atomy molybdenu) absorbující modré světlo ( $h\nu$ ), které se takto transformuje na červené světlo a singletový kyslík ( $^1\text{O}_2$ ) s vysokým obsahem energie. Singletový kyslík poté zničí rakovinovou buňku nebo nebezpečné bakterie.

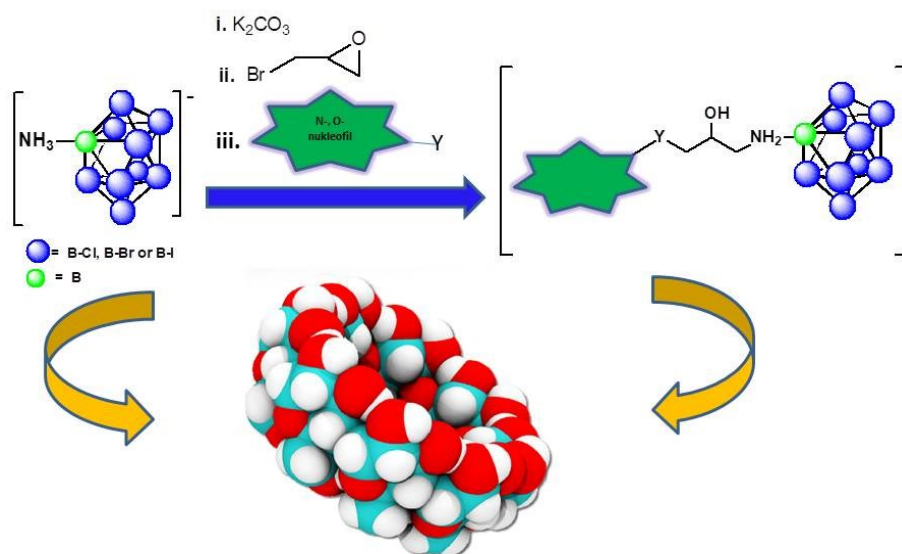
Kirakci, K.\*, Zelenka, J., Rumlová, M., Cvačka, J., Ruml, T., Lang, K.\*:  
Cationic octahedral molybdenum cluster complexes functionalized with mitochondria-targeting ligands: photodynamic anticancer and antibacterial activity.  
Biomaterials Science (2019), 7, 1386 – 1392; JRC/Q1.

Kirakci, K.\*, Demel, J., Hynek, J., Zelenka, J., Rumlová, M., Ruml, T., Lang, K.\*:  
Phosphinate Apical Ligands – a Route to a Water-Stable Octahedral Molybdenum Cluster Complex.  
Inorganic Chemistry (2019), 58, 16546-16552; JRC/D1.

Spolupracující subjekt: Fakulta potravinářské a biochemické technologie, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6.

## (2) Inovativní postup pro propojení polyhalogenovaných klastrů 2-ammonio-dekaboratových iontů s organickými molekulami

Chemie halogenovaných polyhedrálních aniontů zažívá renesanci díky jejich využití v nových funkčních molekulách, pokročilých materiálech a v návrhu léčiv jako netradiční typy farmakoforů. Nicméně, vzhledem ke komplexnímu chemickému chování, dosud chyběly syntetické metody pro zavedení těchto aniontů do podobných pokročilých systémů kovalentní vazbou. Výsledkem našeho studia je metoda, která umožňuje kovalentní propojení nonahalogenovaných klastrů s řadou organických struktur pomocí snadné reakční sekvence. Následně byly popsány interakce výchozích látek i produktů s  $\gamma$ -cyklodextrinem ( $\gamma$ -CD) jako modelovým systémem pro biomolekuly.



### Schématické znázornění principu chemické metody a interakčních studií s $\gamma$ -CD.

Chemický princip propojení polyhalogenovaných 2-ammonio-dekaboratových iontů s organickými molekulami pomocí vnesení epoxidového kruhu na skelet a jeho následným štěpením nukleofilním činidlem. Studium interakcí produktů i výchozích látek s  $\gamma$ -CD (v dolní části) prokázalo tvorbu velmi silných komplexů.

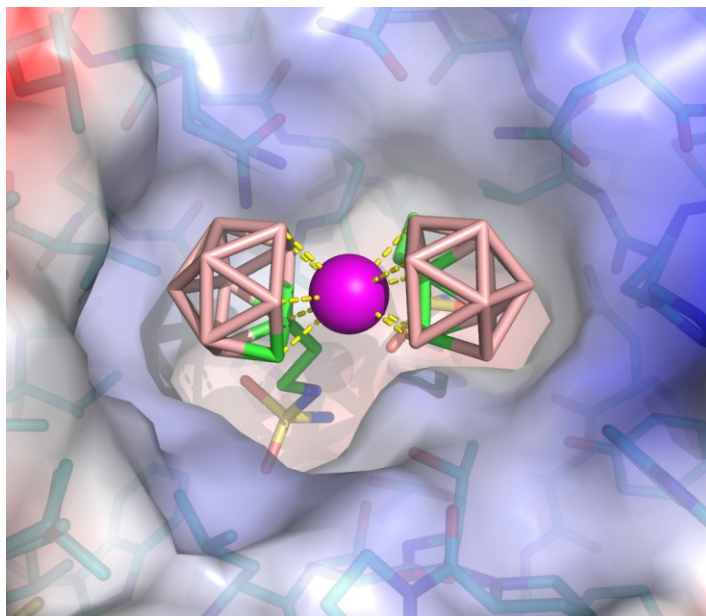
El Anwar, S., Assaf, K., Begaj, B., Samsonov, M. A., Růžičková, Z., Holub, J., Bavol, D., Nau, W. M., Gabel, D., Grüner, B.\*:

Versatile, one-pot introduction of nonahalogenated 2-ammonio-decaborate ions as boron cluster scaffolds into organic molecules; host-guest complexation with  $\gamma$ -cyclodextrin. *Chemical Communications* (2019), **55**, 13669-13672; JRC/Q1.

Spolupráce: Jacobs University, Bremen, SRN (spolupráce na komplexačních studiích v rámci projektu AV-ČR-DAAD, No. DAAD-1722), Fakulta chemické technologie University Pardubice (krystalografie).

### (3) Nekonvenční inhibitory enzymu Karbonická anhydráza IX pro léčbu nádorů

Karbonická anhydráza IX (CAIX) je transmembránový metalloenzym, který reguluje pH v nádorech a pomáhá nádorovým buňkám přežít v tkáních s nedostatkem kyslíku. Její výskyt je spojen s tvorbou metastáz a u pacientů, včetně těch léčených konvenční chemoterapií, je obvykle spojen se špatnou prognózou. Tento enzym tudíž reprezentuje vhodný cíl pro protinádorovou léčbu a diagnostiku. Na základě nově vyvinutých originálních metod byla na ÚACH AV ČR navržena a připravena série derivátů kobalt bis(dicarbollidu)(1-), které byly substituovány jednou či dvěma alkylsulfamidovými skupinami, a to buď na atomech uhlíku, nebo bóru. Tato skupina látek je schopna působit jako specifické a selektivní inhibitory v aktivním místě enzymu CAIX, což bylo prokázáno pomocí proteinové krystalografie. Sloučeniny vybrané pro podrobné testy vykazovaly inhibiční konstanty v subnanomolárním řádu či dokonce v desítkách pM. U dvou sloučenin testovaných na myším modelu byla pak prokázána nízká toxicita, nadějná farmakokinetika a výrazný inhibiční efekt na růst karcinomu prsu a tlustého střeva na nádorových xenotransplantech (linie 4T1 a HT-29). Tento strukturální typ látek tudíž reprezentuje atraktivní možnost pro další vývoj nových protinádorových léčiv pro humánní medicínu.



#### Vazba metallakarboránového inhibitoru v aktivním místě proteinu.

Obrázek ukazuje strukturu komplexu metallakarboránového inhibitoru CB-30 s enzymem CA-29 (CA-IX mimic).

Grüner B.,\* Brynda J., Das V., Šícha V., Štěpánková J., Nekvinda J., Holub J., Pospíšilova K., Fábry M., Pachtl P., Král V., Kugler M., Mašek V., Medvedíková M., Matějková S., Nová A., Lišková B., Gurská S., Džubák P., Hajdůch M.,\* Řezáčová P.\*:

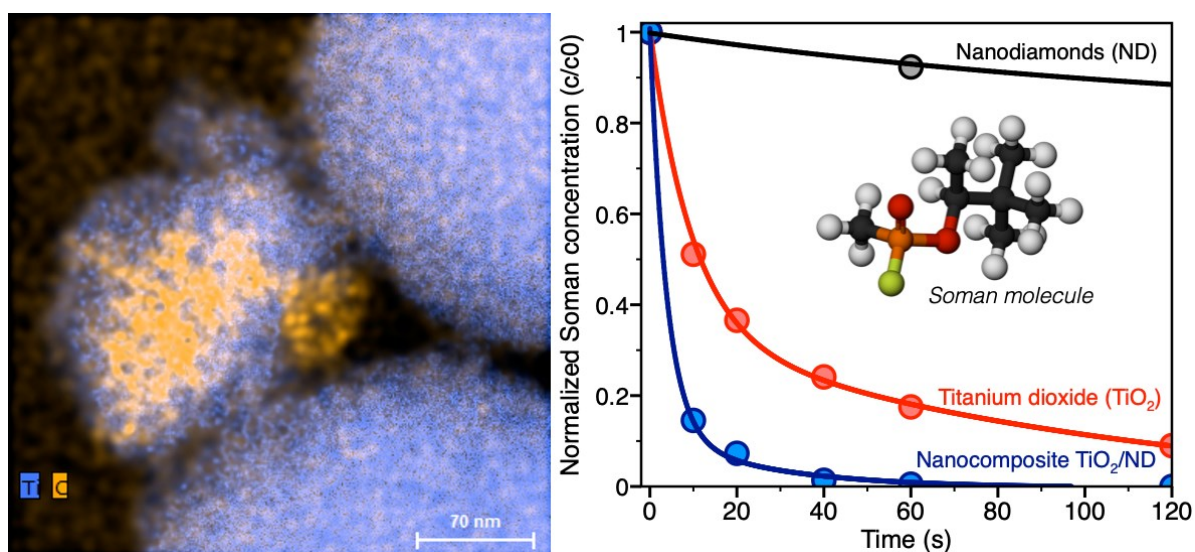
Metallacarborane sulfamides: unconventional, specific, and highly selective inhibitors of carbonic anhydrase.

Journal of Medicinal Chemistry (2019), **62**, 9560-9575; JCR/D1.

Spolupráce: ÚMG AV ČR a ÚOCHB AV ČR (*in vitro* testy a struktury), ÚMTM při LF ÚPOL (buněčné a *in vivo* testy).

#### (4) Vysoce účinný reaktivní adsorbent na bázi nanokompozitu oxidu titaničitého s nanodiamanty pro rozklad organofosforečnanů

Jednoduchou a průmyslově využitelnou metodou byl připraven nanokompozit na bázi oxidu titaničitého a nanodiamantů s vysokou účinností rozkladu organofosforečnanů. Experimentálně bylo prokázáno, že přidavkem nanodiamantů lze na povrchu práškového sorbentu přibližně třikrát účinněji navázat a rozložit bojovou chemickou látku Soman a jiné toxické organofosforečnany (např. některé pesticidy). Dále bylo popsáno, jak lze zvýšit účinnost celého rozkladného procesu pomocí osvětlení simulovaným slunečním zářením, a jaké je role nanodiamantů v tomto procesu.



**Snímek nanokompozitu TiO<sub>2</sub> s nanodiamanty (vlevo) a degradační účinnost připravených vzorků vůči Somanu (vpravo).**

Vlevo: Snímek z elektronového mikroskopu s vizualizací nanodiamantů (oranžová) rozprostřených na povrchu oxidu titaničitého (modrá) v připraveném nanokompozitu. Vpravo: Rozklad bojové chemické látky Somanu pomocí čistého oxidu titaničitého, nanodiamantů (ND) a jejich společného nanokompozitu, který byl nejúčinnější.

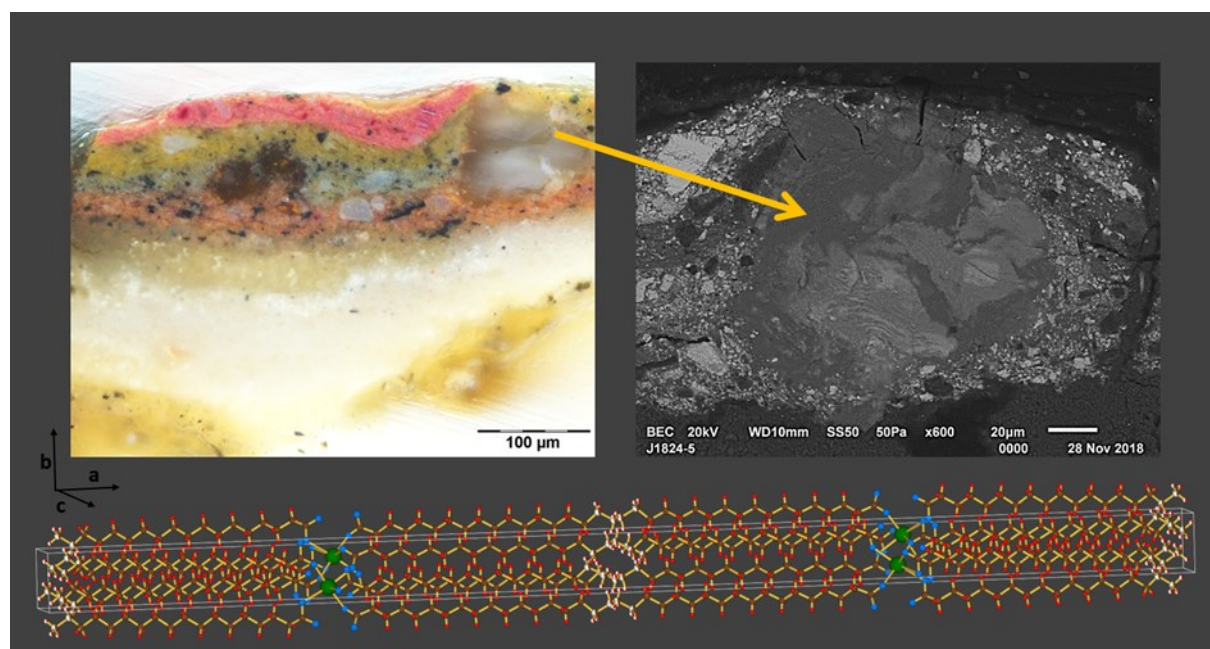
Henych, J.\*, Stehlík, S., Mazanec, K., Tolasz, J., Čermák, J., Rezek, B., Mattsson, A., Österlund, L.: Reactive adsorption and photodegradation of soman and dimethyl methylphosphonate on TiO<sub>2</sub>/nanodiamond composites. Applied Catalysis B-Environmental (2019), **259**, Article number 118097; JRC/D1.

Spolupráce:

Fyzikální ústav AV ČR, Uppsala University (Švédsko), Vojenský výzkumný ústav Brno s.p., ČVUT Praha, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem.

### (5) Jak poznat směsné karboxyláty v degradované malbě

Karboxyláty odvozené od nasycených mastných kyselin (palmitové a stearové) vznikají v malbách jako důsledek interakce některých pigmentů (např. Pb nebo Zn) s mastným pojivem na bázi oleje nebo žloutku. Na jejich tvorbě se podílejí i vnější faktory. Dodnes není jasné, jak tento proces, známý jako saponifikace – zmydelnění, predikovat, kontrolovat, omezit nebo zastavit. Přitom v řadě případů postupně vede k závažnému poškození maleb. Popis mechanismu je komplikován i tím, že identifikace nově tvořených fází naráží na nedostatek referenčních dat. Dosud nejsou popsány některé struktury vznikajících karboxylátů například proto, že nelze vyrobit dostatečně velké a pravidelné monokrystaly. Nám se podařilo blíže specifikovat tzv. směsné karboxyláty, které kombinují dva typy C řetězců, a to pomocí práškové rtg. difrakce a ssNMR. Díky vytvořenému strukturnímu modelu bude nyní možné směsné karboxyláty rozlišovat i v reálných malbách. Způsob strukturního uspořádání mýdel umožní lépe pochopit příčiny jejich vzniku a bude dalším kamínkem do mozaiky popisu celého komplexního děje.



Na příčném řezu olejomalbou (levý snímek z optického mikroskopu) je patrná prorůstající inkluze olovnatého mýdla, která narušuje původní vrstvy. Na detailním snímku vpravo pořízeném skenovacím elektronovým mikroskopem je místy patrné vrstevnaté uspořádání karboxylátů, které odráží i jejich krystalovou strukturu. Na obrázku dole je pak znázorněn model struktury směsného karboxylátu odpovídající složení Pb(C16)(C18); C16 = palmitát, C18 = stearát).

Kočí E., Rohlíček J., Kobera L., Plocek J., Švarcová S.\*, Bezdička P.:

Mixed lead carboxylates relevant to soap formation in oil and tempera paintings: the study of the crystal structure by complementary XRPD and ssNMR.

Dalton Transactions (2019), **48**, 12531 – 12540; JRC/Q1.

Spolupráce: ÚMCH AV ČR, Fyzikální ústav AV ČR, Akademie výtvarných umění v Praze

## (6) Geochemické proxy paleoklimatu z nadloží uhelné sloje v mostecké pánvi

Nadloží uhelných slojí v podkrušnohorských dolech obsahuje skoro 2 milióny let dlouhý sedimentární záznam vývoje klimatu od ukončení uhlotvorby (asi 17,7 miliónů let před současností). Čtením tohoto záznamu jsme se zabývali 10 let a za tu dobu jsme nashromáždili dostatek dat, abychom na jejich základu navrhli nový postup k získání chemických charakteristik, které odrážejí změnu intenzity chemického zvětrávání v povodí pánve. Klima totiž ovlivnilo chemické složení jílovitých sedimentů, především pak obsah K a poměr jeho koncentrace ke koncentraci Al. Poměr K/Al tak může sloužit jako klimatické proxy, tj. číselné vyjádření vlivu klimatu na chemické složení sedimentu. Aby byl tento poměr použitelný, je třeba vyloučit jeho ovlivnění velikostí částic sedimentů (zrnitostí), charakterem zdrojových hornin sedimentů (proveniencí), a změnami chemického sedimentu po jejich uložení (diagenese). Záznam z mostecké pánve umožnil vývoj k tomu potřebných postupů, které vědě dosud chyběly nebo byly v náznacích rozptýlené v jednotlivých publikacích. Tyto nástroje mohou být využity pro monotónní sedimentární vrstvy uložené v mírném nebo subtropickém klimatu kdekoli ve světě, které dosud nebylo možné zkoumat.



Vlevo: vrtná souprava; uprostřed: bedny s vrtným jádrem; vpravo: orbitální signál (klimatické cykly) v geochemickém záznamu z mostecké pánve.

Matys Grygar, T., Mach, K., Martinez, M.:

Checklist for the use of potassium concentrations in siliciclastic sediments as paleoenvironmental archives.

Sedimentary Geology (2019), 382, 75-84; JRC/D1.

Spolupráce: Severočeské doły, a.s.; Université Rennes, CNRS, Géosciences Rennes; IMCCE, Observatoire de Paris, PSL Research University, CNRS, Sorbonne Universités, UPMC Université Paris 06, Université Lille, Paris, 75014, Francie.

## **2. Pedagogická spolupráce s vysokými školami**

Spolupráce s vysokými školami probíhá při uskutečňování bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů.

### Bakalářské a magisterské studijní programy:

Pracovníci ústavu se v r. 2019 podíleli na zajištění přednášek, seminářů a vedení prací v pregraduálních programech Chemie (PřF UK v Praze), Geologie (PřF UK v Praze), Chemie a technická chemie (FCHT Univerzita Pardubice), Ekologie a ochrana prostředí (FŽP UJEP v Ústí nad Labem), Chemie a analytická chemie životního prostředí a toxikologie (PřF UJEP v Ústí nad Labem). Působí rovněž ve zkušebních komisích.

V průběhu letního semestru 2018/2019 a zimního semestru 2019/2020 přednášeli pracovníci ústavu v uvedených programech více než 400 hodin.

### Doktorské studijní programy:

V rámci společných akreditací s:

VŠCHT v DSP Chemie a chemické technologie,

PřF UK v DSP Chemie,

PřF Ostravské univerzity v DSP Analytická chemie heterogenních procesů

a FŽP Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem v DSP Environmentální analytická chemie

se pracovníci ústavu podíleli na výuce a vedení doktorských prací a působili v oborových radách a zkušebních komisích těchto DSP. Mimo uvedené akreditace se pracovníci ústavu podílejí na výuce a vedení prací v DSP Geologie (PřF UK) a v DSP Chemie (Masarykova univerzita)

V r. 2019 pracovalo pod supervizí ústavních školitelů 16 studentů DSP, z nichž 6 ukončilo studium úspěšnou obhajobou disertační práce. Na řešení výzkumných projektů se účastnili rovněž 3 studenti magisterských programů.

## **3. Spolupráce pracoviště s dalšími institucemi a s podnikatelskou sférou**

### **3a) Společné projekty VaV podporované z veřejných prostředků**

#### 3a-1) Nové kompozitní nanomateriály na bázi recyklovatelného tuhého odpadu

Partner: ÚJV Řež, a.s.

Poskytovatel: TA ČR (projekt TH02020110, program EPSILON)

Dosažený výsledek: Byl vyvinut a ověřen postup syntézy směsných nanomateriálů na bázi metatitaničitanu sodného a odpadů (žíhané dřevěné štěpky). Byla stanovena jejich sorpční schopnost pro radionuklidy (Cs, Sr, Eu, Co, U). Materiály jsou vyvíjeny jako sorbenty pro čištění odpadů z jaderných zařízení a odstraňování těžkých kovů z životního prostředí.

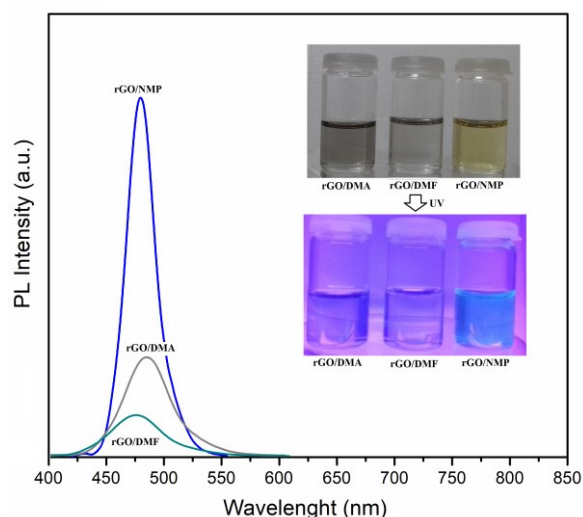


### 3a-2) Transparentní nanohybridní systémy s mimořádnou odolností proti UV záření a extrémním teplotám

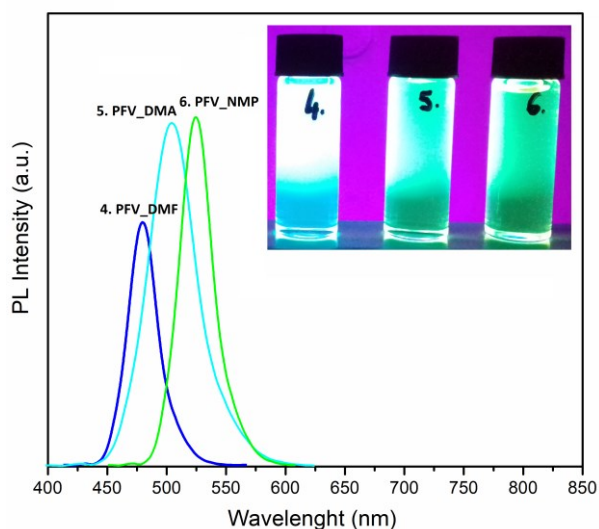
Partner: TOSEDA, s.r.o.

Poskytovatel: MPO (projekt FV10480, program TRIO)

Dosažený výsledek: Byly připraveny kvantové tečky na bázi grafenu (GQDs) a redukovaného grafen oxidu (rGO-QDs) s vysokou absorpcí v UV oblasti. V laboratorním měřítku byla ověřena příprava grafenu a redukovaného grafenoxidu (rGO) v požadovaných rozpouštědlech (DMA, DMF a NMP), které jsou kompatibilní s hydrofobním prostředím polymeru. Mimo grafenu byly připraveny a otestovány materiály na bázi nanostrukturálních konjugovaných polymerních kvantových teček (P-Dots). Uplatnění připravených materiálů se předpokládá v zařízeních, která mají odolávat agresivním kosmickým podmínkám panujícím na nízkém orbitu Země.



Luminiscenční spektra vzorků rGO-QDs ( $\lambda_{\text{exc}} = 365 \text{ nm}$ ).



Luminiscenční spektra vzorků P-Dots ( $\lambda_{\text{exc}} = 365 \text{ nm}$ ).

### 3a-3) Inovativní fotokatalytické stěrky a přísady do betonu

Partneři: Betosan, ÚFCHJH AV ČR, Technická univerzita Liberec

Poskytovatel: MPO (projekt FV20234, program TRIO)

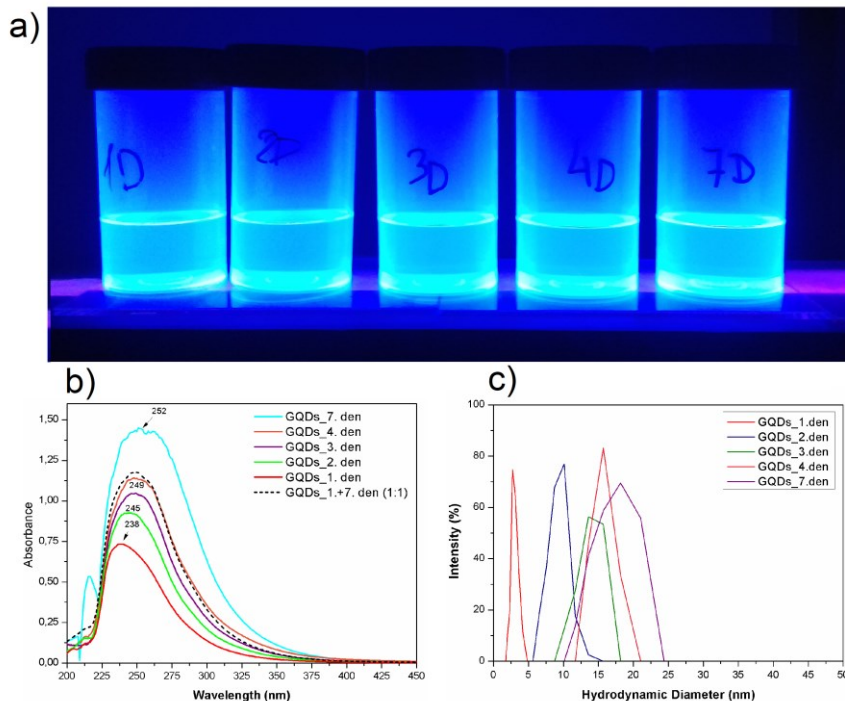
Dosažený výsledek: Byl vyvinut postup aplikace fotokatalyticky upravených vzorků křemenného písku pomocí kompozitu na bázi  $\text{SiO}_2 - \text{TiO}_2$  a stanovena fotokatalytická aktivita. Cílem projektu je vývoj a výroba fotoaktivních stěrek ve firmě Betosan a jejich aplikace při fotoaktivní úpravě betonových povrchů.

### 3a-4) Polymerní kompozitní vrstvy s grafenovými kvantovými tečkami

Partner: ROKOSPOL, a.s.

Poskytovatel: MPO (projekt FV10027, program TRIO)

Dosažený výsledek: Byly připraveny grafénové a grafen oxidové kvantové tečky (QDs) absorbující intenzivně UV záření pro následnou aplikaci do polymerních vrstev. Metodami „top-down“ byly připraveny fotoluminiscenční QDs na bázi grafenu a redukováného grafen oxidu (rGO). Nově vyvinuté technologie přípravy QDs vycházejí z exfoliace grafitu v přítomnosti rozpouštědla Dowanolu DPM. Produktem jsou grafénové a grafen oxidové QDs s rozdílnou distribucí velikosti částic v závislosti na době refluxu. Laboratorní příprava QDs byla úspěšně přenesena do čtvrtprovozního měřítka ve spolupráci s firmou ROKOSPOL. Uplatnění těchto pokročilých materiálů se předpokládá v oboru nátěrových hmot. Připravené materiály mají umožnit vytvoření funkční UV ochranné bariéry při zachování transparentnosti nátěrového ochranného filmu.



(a) QDs pod UV světlem (1. až 7. den), (b) UV-Vis absorpční spektra QDs a jejich změna s časem, (c) distribuce velikosti částic měřená DLS a jejich změna s časem.

3a-5) Vývoj transparentního nátěru s UV-stabilizátorem; výrobní postup pasty s UV stabilizátorem

Partner: PREFA KOMPOZITY, a.s.

Poskytovatel: TAČR (projekt TH03020066, program EPSILON)

Dosažený výsledek: Byla popsána výrobní technologie jak transparentního nátěru s UV-stabilizátorem, tak pasty s UV-stabilizátorem na základě výsledků z předchozích experimentů. Transparentní nátěr s UV-stabilizátorem je určen k ochraně povrchů citlivých na UV-degradaci. Pasta s UV-stabilizátorem je určena pro výrobky, u kterých je vhodné ať už z hlediska technologie výroby nebo použití výrobku rozptýlit UV-stabilizátor v celé mase hmoty výrobku.

3a-6) Nové anorganické materiály pro „core catcher“

Partner: Centrum výzkumu Řež, s.r.o.

Poskytovatel: TA ČR (projekt TK01030130)

Dosažený výsledek: Byl vypracován postup syntézy materiálů na bázi geopolymérů s vysokými obsahy vybraných funkčních plniv. Materiály jsou vyvíjeny pro sanace jaderných havárií.

3a-7) Fotoaktivní nanokompozitní systémy pro zlepšení životního prostředí

Partneři: Barvy a laky Teluria, s.r.o., Pragothem, servis fasád, s.r.o., Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, Technická univerzita v Liberci

Poskytovatel: TA ČR (projekt TH04030090)

Dosažený výsledek: V roce 2019 probíhaly práce na optimalizaci složení a postupu aplikace transparentního nanokompozitního systému na bázi nanočástic  $\text{SiO}_2$  a  $\text{TiO}_2$  pro samočisticí úpravu povrchů historicky cenných objektů. Podařilo se dosáhnout významného pokroku zejména z hlediska tzv. bělení nátěrů v průběhu času, které dosud komplikovalo, až bránilo rozsáhlejšímu využití těchto jinak funkčně bezchybných materiálů. Cílem projektu je zavedení výroby fotokatalytických nátěrových hmot v podniku BaL Teluria Letovice.

3a-8) Inovativní sorbenty na bázi zeolitu modifikovaného iontovou kapalinou pro sorpci a detekci uranu a těžkých kovů

Partner: UJV, a.s.

Poskytovatel: TA ČR (projekt TH04030285)

Dosažený výsledek: Projekt je zaměřen na vývoj sorbentů pro odstraňování radionuklidů (Cs, Sr, U aj.) a těžkých kovů (Pb, Cd) z kontaminovaných vod. V r. 2019 byl připraven set vybraných zeolitů, které byly testovány na sorpci radionuklidů. Nejlepší zeolity byly dále vybrány pro přípravu kompozitů jak s exfoliovaným grafitem, tak grafen oxidem a opět testovány na sorpční aktivitu. Vybrané systémy byly použity jako směs na přípravu elektrody, která bude sloužit na detekci uranu.

### 3a-9) Cementové kompozity k imobilizaci radionuklidů

Partner: ČVUT – Fakulta stavební

Poskytovatel: GA ČR (projekt 17-11635S)

Dosažený výsledek: Bylo popsáno chování mosazí pokryté ocelové výztuhy při vysokoteplotním namáhání betonu.

Scheinherrová, L., Vejmelková, E., Keppert, M., Bezdička, P. et al: Effect of Cu-Zn coated steel fibers on high temperature resistance of reactive powder concrete. Cement and Concrete Research 2019, 117, 45-57.

### **3b) Výsledky VaV dosažené na základě hospodářských smluv a smluvního výzkumu**

V r. 2019 byly uzavřeny hospodářské smlouvy se 30 odběrateli a byly řešeny 3 projekty smluvního výzkumu.

Nejvýznamnější výsledky:

#### 3b – 1) Materiály pro jaderný průmysl

Zadavatel: Škoda JS a.s., Plzeň

Anotace: Předmětem smlouvy byl vývoj funkčních materiálů s definovanými vlastnostmi, které umožňují bezpečnější zpracování jaderných odpadů a zaručují splnění náročných požadavků současné legislativy v této oblasti.

Uplatnění: Jedná se o speciální vysokopevnostní materiály, které mají uplatnění výhradně v jaderném průmyslu.

#### 3b – 2) Materiály pro stínění ionizujícího záření

Zadavatel: PRAGO-ANORG s.r.o., Praha

Anotace: Byly vyvinuty sestavy materiálů na bázi geopolymerů s vysokými obsahy vybraných prvků, které zajišťují současnou moderaci a účinnou absorpci neutronů. Kompletní sestavy zároveň obsahují materiály zajišťující stínění sekundárního gama záření z radionuklidů, které vznikají absorpcí neutronů.

Uplatnění: Aplikace materiálů se předpokládá v obraném a jaderném průmyslu, zároveň je lze použít i k civilním účelům.

#### 3b – 3) Vzorky pro testování účinnosti degradace bojových chemických látek

Zadavatel: Vojenský výzkumný ústav Brno, s.p.

Anotace: Byly připraveny účinné práškové sorbenty na bázi nanostrukturních oxidů, které jsou schopny degradovat vybrané bojové chemické látky a byla předána technická zpráva popisující jejich základní charakteristiky. Jejich vývoj je know-how ÚACH vycházející z předešlého několikaletého výzkumu.

Uplatnění: Potenciální využití vybraných sorbentů jako ochranných prostředků pro armádu ČR.

### 3b – 4) Optimalizace technologie výroby oxidu zinečnatého

Zadavatel: Bochemie, a.s.

Anotace: Metodou adsorpce a desorpce plynného dusíku byly stanoveny hodnoty velikosti povrchu a porozity pro zaslané vzorky nanočásticového oxidu zinečnatého vyráběného ve firmě Bochemie a.s.

Uplatnění: Výsledky budou využity na optimalizaci unikátní technologie výroby oxidu zinečnatého s vysokým povrchem.

### 3b – 5) Mikroskopická charakterizace odpadů z výroby TiO<sub>2</sub>

Zadavatel: Precheza, a.s.

Anotace: Metodami elektronové mikroskopie a lokální EDS analýzy byly charakterizovány složky dvou typů odpadů z výroby titanové běloby v podniku Precheza, a.s.

Uplatnění: Výsledky budou využity pro řešení odpadového hospodářství v podniku z hlediska ekologické bezpečnosti.

### 3b – 6) Posouzení vlastností a interakcí speciálních přísad do stavebních materiálů

Zadavatel: ČVUT, Fakulta stavební

Anotace: Předmětem smlouvy byla analýza různých aditiv stavebních materiálů jejich směsí pomocí rentgenové práškové difrakce pro posouzení změn mineralogického složení, které probíhají při zrání stavebních materiálů obsahujících tato aditiva.

Uplatnění:

Jerman, M., Scheinherrová, L., Medveď, I., Krejsová, J., Doleželová, M., Bezdička, P., Černý, R.: Cement and Concrete Composites 2019, 104, 103411.

### 3b – 7) Interakce biokompatibilních sklokeramických materiálů

Zadavatel: VŠCHT v Praze, Fakulta chemické technologie

Anotace: Pro posouzení stability kloubních náhrad byly analyzovány vzorky biokompatibilních scaffoldů a sledovány změny mineralogického složení, které probíhají při expozici scaffoldů ve fyziologických roztocích a za působení přídavek pufrů.

Uplatnění:

Horkavcová, D., Rohanová, D., Stříbný, A., Schuhladen, K., Boccaccini, A., Bezdička, P.: J. Biomed. Mater. Res. 2019, 1–9; DOI: 10.1002/jbm.b.34530.

## **3c) Patenty, užité vzory, vynálezy**

V r. 2019 byly ústavu uděleny dva patenty.

### 3c – 1) Způsob zpracování síranu hlinitoamonného

Kategorie: E

Zapsán pod číslem: 307858

Popis: Technologie zpracování odpadního kamence vzniklého při hydrochemické těžbě uranu spočívající v předložení vhodných Al(OH)<sub>3</sub> substrátů do suspenze, v níž

hydrolýza kamence probíhá.

Využití: Produkt hydrolýzy kamence hlinitoamonného ve formě čistého krystalického hydroxidu hlinitého je využitelný v keramickém průmyslu.

### 3c- 2) Způsob přípravy až jednovrstvých plátkových nanočástic

Kategorie: E

Zapsán pod číslem: 308150

Popis: Technologie výroby nano-plátkových vodných disperzí z vrstevnatých prekurzorů, kterými jsou přírodní nebo syntetické vrstevnaté materiály

Využití: Nano-materiály mohou být využity jako plniva do polymerních kompozitů, pro přípravu průhledných polymerních vrstev a dále v elektronice a spintronice.

## 4. Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště

### 4a) Projekty řešené v rámci mezinárodních vědeckých programů

4a-1) GEN IV Integrated Oxide Fuels Recycling Strategies (GENIORS, H2020 Euratom Research and Innovation Programme, 24 spoluřešitelů, 10 účastnických států)

Projekt je zaměřen na separaci aktinoidů z jaderných odpadů na základě postupů, navržených a schválených pro vývoj technologického procesu. ÚACH se účastní provádění a vyhodnocování testů radiační stability selektivních organických ligandů. Provádí analýzy vzorků po jejich vystavení ionizujícímu záření a izolaci a charakterizaci degradačních produktů z jejich směsí.

### 4b) Konference s mezinárodní účastí, které ÚACH spolupřádal

4b-1) 7. mezioborová konference ALMA „Téma barvy“

Místo a datum konání: Bratislava, Slovensko; 16. – 18. 10. 2019

Hlavní pořadatel: Akademie výtvarných umění v Praze; ÚACH AV ČR

Spolupřadatelé: Slovenská technická univerzita Bratislava; Univerzitní knihovna Bratislava; Vysoká škola výtvarných umění v Bratislave

Počet účastníků: 110, z toho ze zahraničí: 72.

4b-2) Interakce anorganických klastrů, klecových a kontejnerových struktur se světlem

Místo a datum konání: Liblice; 4 - 6. 12. 2019

Hlavní pořadatel: ÚACH AV ČR

Počet účastníků: 35, z toho ze zahraničí: 13.

### 4c) Aktuální dvoustranné dohody se zahraničními pracovišti

4c-1) Téma: Klecové molekuly v samo-organizovaných monomolekulárních vrstvách; partner University of California in Los Angeles / California NanoSystems Institute, USA,

4c-2) Téma: Nové anorganické materiály pro 3D tisk; partner Bern University of Applied Sciences, Švýcarsko,

4c-3) Téma: Využití samo-organizovaných monomolekulárních vrstev ve smart

textiles; partner Albstadt-Sigmaringen University, Department of Engineering, Textile Product Technology, Německo,

4c-4) Téma: Výzkum v oblasti luminiscenčních materiálů; partner Instituto de Ciencia de Materials de Sevilla, Španělsko.

#### **4d) Další vědecké spolupráce**

Uppsala University, Ångströmlaboratoriet, Uppsala, Švédsko (výzkum fotokatalyzátorů a látek pro stechiometrický rozklad polutantů),

Institute of Chemical Physics, CSIC, Madrid, Španělsko (chemické výpočty karboranových klastrů, studium jejich interakcí s biomolekulami pomocí výpočtů a hmotnostní spektrometrie),

University Bielefeld, Německo (chemické výpočty karboranových klastrů, stanovení struktur karboranů pomocí elektronové difrakce),

Inst. Química-Física "Rocasolano", CSIC, Madrid, Španělsko (laserová fotofyzika týkající se nových boranů),

Institute of Medicinal Biology, PAN, Polsko (syntéza modifikovaných karboranových a metallakarboranových klastrů pro využití pro borovou neutronovou terapii a paramagnetických metallakarboranů pro značení sekvencí DNA).

#### **5. Vzdělávací činnost pracovníků ústavu**

Účast pracovníků ústavu při uskutečňování bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů je popsána v kapitole 2. Pozornost byla věnována rovněž studentům středních škol, např. v programu AV ČR Otevřená věda, během Týdne vědy a techniky a rovněž cílenými popularizačními přednáškami.

#### **IV. Hodnocení další a jiné činnosti:**

V rámci jiné činnosti byly v r. 2019 uzavřeny smlouvy v hodnotě 836 tis. Kč.

#### **V. Informace o opatřeních k odstranění nedostatků v hospodaření a zpráva, jak byla splněna opatření k odstranění nedostatků uložená v předchozím roce:**

V r. 2019 ani v předchozím roce nebyly zjištěny nedostatky v hospodaření.

## **VI. Finanční informace o skutečnostech, které jsou významné z hlediska posouzení hospodářského postavení instituce a mohou mít vliv na její vývoj:**

Ústav hospodařil v r. 2019 s vyrovnaným rozpočtem.

Výše institucionální neinvestiční dotace poskytnuté z rozhodnutí zřizovatele v r. 2019 byla přibližně o 4,5 % vyšší než v r. 2018. Vedle institucionální dotace byla v r. 2019 část rozpočtu ústavu (cca 40 % neinvestičních nákladů) tvořena účelovými prostředky (Horizont 2020, MŠMT, MPO, GA ČR, TA ČR, MK).

Vedení ústavu důsledně dbá na vyhledávání možností aplikací výsledků badatelského výzkumu a uplatňování práv duševního vlastnictví v oblasti aplikovaných výsledků. Kromě smluv o dílo v rámci jiné činnosti (836 tis. Kč, viz výše) byl v r. 2019 v rámci hlavní činnosti realizován smluvní výzkum ve výši 1252 tis. Kč. Výnosy z uzavřených licenčních smluv činily 15 tis. Kč. Příjmy ze smluv a licencí doplňují rozpočet ústavu tvořený převážně dotacemi ze státních prostředků.

## **VII. Předpokládaný vývoj činnosti pracoviště:**

Vývoj činnosti pracoviště bude v souladu s jeho posláním a vývojem oboru anorganické chemie v mezinárodním kontextu směřován na výzkum nových sloučenin s potenciálními aplikacemi cílenými na zlepšení kvality života společnosti. Bude reflektovat společenskou poptávku po sloučeninách pro biomedicínské aplikace, (nano)materiálech se specifickými fotokatalytickými, optickými, fotochemickými a baktericidními vlastnostmi a po progresivních keramických materiálech využívajících domácí zdroje surovin. Pozornost bude věnována též řešení environmentálních problémů včetně ochrany a zlepšení životního prostředí, rychlé a účinné degradaci extrémně toxických látek, využití námi vyvinutých sorbentů a jaderné bezpečnosti. Současné vědecké zaměření ústavu sleduje uvedené trendy a svými výsledky spoluurčuje jejich rozvoj. Na badatelský výzkum v řadě případů navazuje výzkum a vývoj s cílem využití výsledků při inovacích stávajících technologických postupů a zavádění nových vyspělých technologií. Hlavní směry výzkumu v roce 2020 vycházejí ze záměrů a výsledků národních a mezinárodních projektů z předchozích let, které mají přesah do roku 2020 a dále.

V oblasti fotoaktivních anorganických molekul a (nano)materiálů budeme pokračovat v designu, přípravě, charakterizaci a ladění jejich fyzikálně chemických, optických, fotofyzikálních, fotochemických a fotobiologických vlastností.

- Plánujeme rozvoj chemie oktaedrických klastrových komplexů  $Mo_6$ ,  $W_6$  a  $Re_6$  (i jiných přechodných kovů) s netradičními apikálními ligandy, abychom specifikovali jejich optimální složení a vlastnosti pro biologické aplikace. Mnohé z těchto komplexů (biomateriálů) jsou luminiscenční a produkují vysoké výtěžky singletového kyslíku. Budeme je využívat v souvislosti s fotodynamickou terapií rakovinových buněk (PDT), antimikrobiální fotodynamickou terapií a jako senzorů kyslíku. V této souvislosti se zaměříme



na:

- Cílená PDT s využitím biokompatibilních kopolymerních nosičů, respektive připojených aptamerů.
- Fotoantimikrobiální povrchy na povrchu skla a polymerních fólií.
- Vývoj biomateriálů hlavně na bázi oktaedrických komplexů (resp. komplexů Ir, etc.) pro fotodynamickou terapii indukovanou rentgenových záření a jejich testování *in vitro* a *in vivo* na myších. Proto budeme vyvíjet nové biomateriály (molekulární forma, nanočástice) s cílem vyladit jejich vlastnosti, pochopit jejich stabilitu, (foto)toxicitu a *in vitro* aktivitu. Budeme studovat, jak tyto biomateriály umožní snížení radiačních dávek potřebných pro odstranění tumorových buněk během radioterapie a tím zvýšit účinnost radioterapie při léčbě rakoviny.
- Budeme studovat polymerní nanočástice a povrchy s obsahem fotosenzitizátorů produkujících singletový kyslík po ozáření viditelným světlem a světlem indukované antimikrobiální a antivirové vlastnosti těchto (nano)materiálů.

V roce 2019 byla navázána nová spolupráce s FzÚ AVČR na jednom z klíčových environmentálních témat ÚACH - vývoji nových reaktivních sorbentů a fotokatalytických materiálů pro rychlou a účinnou degradaci extrémně toxických látek (pesticidů a bojových chemických látek s nervově paralytickým účinkem). Kompozitní materiály na bázi oxidů přechodných kovů s uhlíkatými nanomateriály (zejména nanodiamanty) vyvinuté ve spolupráci s FzÚ se jeví jako velmi účinné, a proto se jimi budeme detailněji zabývat i v nadcházejících letech. Společné konsorcium partnerů ÚACH, Univerzity J. E. Purkyně v Ústí n. Labem (UJEP), Vojenského výzkumného ústavu Brno (VVÚ Brno) a zahraničních partnerů ze Švédska (Uppsala University) a z Bulharska (Bulharská akademie věd; BAV) tak bude významně posíleno. Díky spolupráci s FzÚ budeme moci studovat základní mechanizmy a jevy při tvorbě nových nanokompozitů, které budeme testovat při rozkladu environmentálních polutantů, jako jsou pesticidy ve vodách (ve spolupráci s UJEP), VOC a simulanty bojových chemických látek v plynné fázi (Uppsalská univerzita, BAV) i reálné bojové chemické látky (VVÚ Brno). Předpokládáme tak efektivní základní výzkum a vývoj nových materiálů s následným testováním jejich aplikačního potenciálu vůči reálným environmentálním hrozbám. Kromě kompozitních materiálů oxidů s novými uhlíkatými strukturami se budeme zabývat i kompozity s komerčně dostupnými komponenty (např. jílovitými materiály s vysokou adsorpční schopností), jež lze snadno a levně připravit ve větším měřítku a mají tak reálnou šanci při vývoji účinného dekontaminačního prostředku s aplikačním potenciálem.

Budeme rozšiřovat skupinu fosfinátových MOFů, studovat možnosti jejich post syntetické modifikace a aplikační potenciál. Soustředíme na syntézu nových linkerů, například molekul, které ponosou dvě fosfinátové a dvě fosfonátové skupiny a studium možnosti přípravy porézních struktur. Dále budeme rozvíjet studium stability MOFů ve vodných roztocích a pufrech nejen o další běžně používané MOFy, ale budeme také zkoumat možné mechanismy hydrolyzy MOFů a možnosti zpomalování těchto pochodů tak, aby se zvýšila aplikovatelnost MOFů ve vodných prostředích.

Metodami „soft chemie“ budeme připravovat kompozitní materiály a tenké vrstvy na bázi oxidů železa, a studovat spinový Seebeckův (SSE) a magnetoelektrický (ME) jev. Budeme pokračovat ve studiu dielektrických, magnetických a

magnetoelektrických vlastností těch hexagonálních feritů (ve formě orientovaných keramik a vrstev), které mají potenciál dosažení ME a SSE jevu při pokojové teplotě.

V rámci aplikačních aktivit bude pokračovat vývoj pokročilých anorganických materiálů pro potřeby jaderného průmyslu, zejména materiálů stabilních v prostředí ionizující radiace, materiálů stínících ionizující záření, a speciálních nízkoalkalických betonů na bázi původních anorganických matic pro řešení ukládání jaderných odpadů. Bude pokračovat i vývoj „obětních“ materiálů pro havarijní situace reaktorů vyšších generací. Dále pokročí vývoj v oblasti systémů pro 3D tisk, zejména pro jejich vysokoteplotní aplikace, budou vyvíjena upravená kapalná pojiva pro možnost jejich digitálního dávkování. Budou ověřovány nátěry kovů na bázi nových anorganických matic pro vysokoteplotní aplikace.

Vzhledem k novým výsledkům využití vrstevnatých materiálů (grafen, podvojně vrstevnaté hydroxidy) modifikovaných iontovými kapalinami pro polymerní matrice či jako katalyzátory polymerizačního procesu, bude toto téma dále rozvíjeno. Zeolity jako vynikající sorpční materiál budou dále studovány a modifikovány (iontovými kapalinami a nanočásticemi oxidu kovů) pro účelnou sorpci uranu, respektive dalších radionuklidů a těžkých kovů. Naším postupem připravené nanostrukturní metatitanáty prokázaly vynikající účinnost pro odstranění polutantů (radionuklidy, těžké kovy, atd.) a vzhledem k vysokým sorpčním kapacitám a rychlé kinetice se jeví jako perspektivní materiály pro čištění vody. Ve spolupráci s průmyslovými partnery (ÚJV a.s. a Precheza a.s.) je syntetický postup převeden do velkovýroby a nyní pokračuje stanovení afinity tohoto materiálu pro jednotlivé prvky. V současné době se výzkum orientuje na přípravu sorbentů použitelných v úpravnictví pitné vody, jejich selektivitě vůči např. manganatým iontům nebo mikropolutantům. Budeme také studovat MXene/grafen a MXene/fuleren nanolamináty pro přeměnu a skladování energie.

Aktivita v oblasti základního výzkumu sloučenin boru bude nadále zaměřena na vývoj nových typů (poly)substituce na strukturně odlišných borátových aniontech, heteroboranových a karboranových klastrech a pochopení její stereochemie a vnesených fyzikálně-chemických vlastností. Aktivity budou dále směřovány k pokračování ve vývoji (poly)substituovaných metallakarboranových sendvičových strukturních bloků, které lze využít jako stavební jednotky v nanochemii a farmakologii. Budou prováděny strukturní studie známých i nových typů látek založené na kvantově-chemických výpočtech a difrakčních metodách.

V oblasti fotoaktivních molekul a materiálů budeme pokračovat v designu, přípravě, charakterizaci a ladění jejich fyzikálně chemických, fotofyzikálních a fotochemických vlastností.

Bude nadále probíhat studium fyzikálně chemických dějů, ke kterým dosází při tvorbě monomolekulárních vrstev substituovaných (kar)boranů na povrchu kovu.

V oblasti potenciálních aplikací boranových sloučenin bude pokračovat vývoj syntézy biologicky aktivních klastrových sloučenin a studium farmakologických vlastností s ohledem na nadějný potenciál pro vývoj léčiv proti multirezistentním a/ nebo mozkovým nádorům. Pozornost bude nadále zaměřena na nízkomolekulární a fluorescenčně značené deriváty (metala)(kar)boranů, které jsou vhodné pro transport léčiv přes gastrointestinální a hematoencefalickou bariéru. Bude nadále pokračovat vývoj nových typů inhibitorů kináz a budou dokončeny a zveřejněny výsledky z

vývoje inhibitorů enzymu CA-IX.

Bude probíhat systematická elektrochemická charakterizace substituovaných klastrových sloučenin boru a studium jejich biokonjugací s biomolekulami s cílem jejich rychlé a snadné elektrochemické detekce.

Dále se zaměříme na studium polycyklických helicénových struktur, které obsahují křemík a bór.

V rámci studia kulturního dědictví se výzkum zaměří zejména na systematickou neinvazivní mikroanalýzu a imaging portrétních miniatur 18. a 19. století, malovaných na slonovinové podložce. Ve výzkumu se uplatní jednak upravené postupy laboratorní, například prášková rtg. mikrodifrakce uzpůsobená pro studium větších objektů, mobilní analytické přístroje (FTIR, Raman, XRF) a velkoplošné skenery (např. MA-XRF). Tato drobná dílka, jichž je v českých sbírkách značné množství, skrývají totiž celou řadu úskalí při interpretaci jejich původu. I bravurně provedená malba může být malována podle přenesené předlohy nebo fotografie. Jednou z otázek tedy bude, jak rozlišit různé druhy kopií či přímo falza, a to způsobem nevyžadující odběr vzorků – ten je v případě subtilních detailních maleb většinou vyloučen. S pomocí difrakčních a spektroskopických metod budou studovány i degradace pigmentů na portrétních miniaturách vlivem světla, vlhkosti, solí. I když se jedná ve většině případů o díla malovaná vodorozpustným pojivem, existují i olejomalby, kde lze dokumentovat nežádoucí procesy saponifikace – ty budou monitorovány s využitím výsledků experimentálního výzkumu v této oblasti.

V oboru environmentální geochemie budou pokračovat výzkumné aktivity zaměřené na chemické reakce polutantů ve znečištěných říčních systémech, a to především na ohniska znečištění těžkými kovy v nivách a jejich vstup do potravního řetězce. Pozornost bude věnována především znečištění rtutí na horní Ohři, kadmíem a olovem na Litavce a uranem na Ploučnici. Samostatným tématem bude ověřování pokročilých statistických metod na zpracování kompozičních dat pro separaci geochemických signálů. Bude pokračovat studium vývoje sedimentace v mostecké pánvi v souvislosti s nástupem miocenního klimatického optima. Poznání příčin změn chemického složení těchto sedimentů bude využíváno k návrhům nových výzkumných metod.

## **VIII. Aktivity v oblasti ochrany životního prostředí:**

Pracovníci ústavu se dlouhodobě podílejí na vývoji technologických procesů zaměřených na řešení problému nakládání s vysoce aktivním jaderným odpadem, který vzniká při zpracování vyhořelých jaderných paliv. Optimálním řešením se zdá přepracování paliva v uzavřeném cyklu, který by vedl k důsledné eliminaci nejvíce radiotoxických štěpných produktů (minoritních aktinoidů, především Am) a výrazně (až tisíckrát s ohledem na dobu nezbytného uložení a šedesátkrát z hlediska objemu) snížil objem radioaktivních odpadů ukládaných v povrchových i hlubinných úložištích. Od června 2017 jsme členy konsorcia nově vytvořeného projektu GENIORS (EURATOM, Horizon 2020), jehož cílem je prohloubení znalosti o separaci minoritních aktinoidů za použití řady vybraných činidel, pochopení stability ligandů, komplexů a rozpouštědel přítomných v systému vůči ionizujícímu záření a hlediska spojená vývojem procesu a jeho bezpečností. Úkolem našeho týmu je detailní

analýza, izolace a charakterizace degradačních produktů, které vznikají působením ionizujícího záření na systémy založené na selektivních extrakčních činidlech, a to za použití chromatografických separačních metod kombinovaných s hmotnostní spektrometrií a metodami NMR spektroskopie.

Několik pracovních týmů ústavu se věnuje výzkumu materiálů pro odbourávání nežádoucích a vysoce toxických látek z životního prostředí a plísní pomocí (foto)katalytických a povrchově chemických reakcí. Díky nově zaváděným technikám budeme dále rozšiřovat možnosti detailního studia mechanismů rozkladu (především pomocí *in situ/operando* metod). Budeme dále zvyšovat důraz na dodržování principů tzv. zelené chemie. Při přípravě nových materiálů je snahou nalézat a využívat vstupní suroviny a procesy s nižším dopadem na životní prostředí. To splňují např. vyvíjené syntézní postupy na „mokrém cestě“, které využívají vodu, jako nejméně zatěžující rozpouštědlo a nízké teploty snižující energetickou náročnost příprav.

Budeme pokračovat ve vývoji anorganických matic pro přípravu „obětních“ materiálů. „Obětní“ materiály slouží k sanaci roztaveného jaderného paliva při havarijních situacích a jsou tak dalším potenciálním příspěvkem pro zvýšení bezpečnosti jaderné energetiky, zejména u reaktorů vyšších generací, jejichž vývoj probíhá i v ČR.

Ústav reflektuje i výhledové potřeby ČR k jejím závazkům při snižování emisí skleníkových plynů a intenzivně se věnuje vývoji nových systémů nahrazujících portlandské cementy. Výroba portlandských cementů patří ke třetím největším "producentům" CO<sub>2</sub>. Námi vyvíjené nové ekologické betony budou využívat zejména odpadní suroviny nebo suroviny, které jsou energeticky méně náročné.

Podílíme se rovněž na dalším vývoji a optimalizaci vlastností kompozitního fotokatalytického materiálu na bázi SiO<sub>2</sub> – TiO<sub>2</sub>, který pod názvem Balclean zařadila do vyráběného sortimentu firma BARVY A LAKY TELURIA, s.r.o. Materiál je v současné době používán pro zamezení růstu řas a samočisticí úpravu povrchu zateplených panelových domů. Na toto úspěšné téma plynule navázal další projekt zabývající se fotoaktivními nanokompozitními systémy pro zlepšení životního prostředí se zaměřením na ošetření historických objektů, který je opět řešen ve spolupráci s firmou BARVY A LAKY TELURIA, s.r.o., dále s firmou PRAGOTHERM, servis fasád s.r.o. a několika dalšími vědeckými institucemi.

V rámci vývoje prostředků pro sanaci fasád a omítek napadených řasami a plísněmi na bázi nanosolů Zn, byla vyvinuta jejich původní, zcela bezodpadová příprava. V současné době probíhá zkouška sanace fasád na 20 testovacích fasádních místech a investoři (Pragotherm, Malpex) vyhodnocují jejich stav.

Nové MOFy připravené a charakterizované na ÚACH jsou vysoce hydrofobní. Proto jsme navrhli jejich využití jako sorbentů hydrofobních polutantů ze znečištěných vod. Ukazuje se, že mají větší účinnost pro odstraňování jedovatého bisfenolu A, než standardní sorbenty používané doposud. Tuto tematiku budeme dále rozvíjet.

Námi připravené materiály, vykazující spinový Seebeckův jev, lze perspektivně použít ke konstrukci zařízení na konverzi tepelné energie, tj. ztrátového tepla jiným způsobem nevyužitelného, na elektrickou energii.

Budeme pokračovat ve studiu (*hotspots*) znečištění rtuť v nivě přítoků Ohře z Německa, kadmíem a olovem v nivě Litavky a uranem v nivě Ploučnice. Víme, jak

vznik ohnisek znečištění vysvětlit pomocí geochemického mapování a využitím geografických informačních systémů a znalostí o vývoji říčních systémů (geomorfologie a sedimentologie). Monitorování historických zátěží se podle současné legislativy prakticky neprovádí nebo z nich nevznikají dohledatelné výstupy. Tuto špatnou situaci budeme nadále zlepšovat.

K ochraně životního prostředí přispíváme i při vlastní experimentální činnosti a provozu ústavu. Důsledně dbáme na technické zajištění prevence znečištění ovzduší a vod chemickými látkami, třídění odpadu a jeho ekologickou likvidaci profesionálními firmami.

## IX. Aktivity v oblasti pracovněprávních vztahů: \*)

Základní personální údaje:

k 31. 12. 2019 bylo v ústavu zaměstnáno 81 fyzických osob (FO).

### Struktura zaměstnanců ústavu

Počet zaměstnanců (FTE)		celkem	z toho muži	z toho ženy
		68,4	37,5	30,9
v tom	pracovníci ve výzkumných týmech	55,8	35,1	20,7
	administrativní pracovníci	11,2	1	10,2
	techničtí a další pracovníci	1,4	1,4	0

Z uvedené tabulky vyplývá, že cca 81 % pracovní kapacity zaměstnanců ústavu tvořili pracovníci ve výzkumných týmech. Z těchto pracovníků (FTE) mělo 93 % ukončené VŠ vzdělání a z nich bylo 67 % vědeckých pracovníků (získali Ph.D. titul nebo jeho ekvivalent) a 11 % studentů doktorského studia.

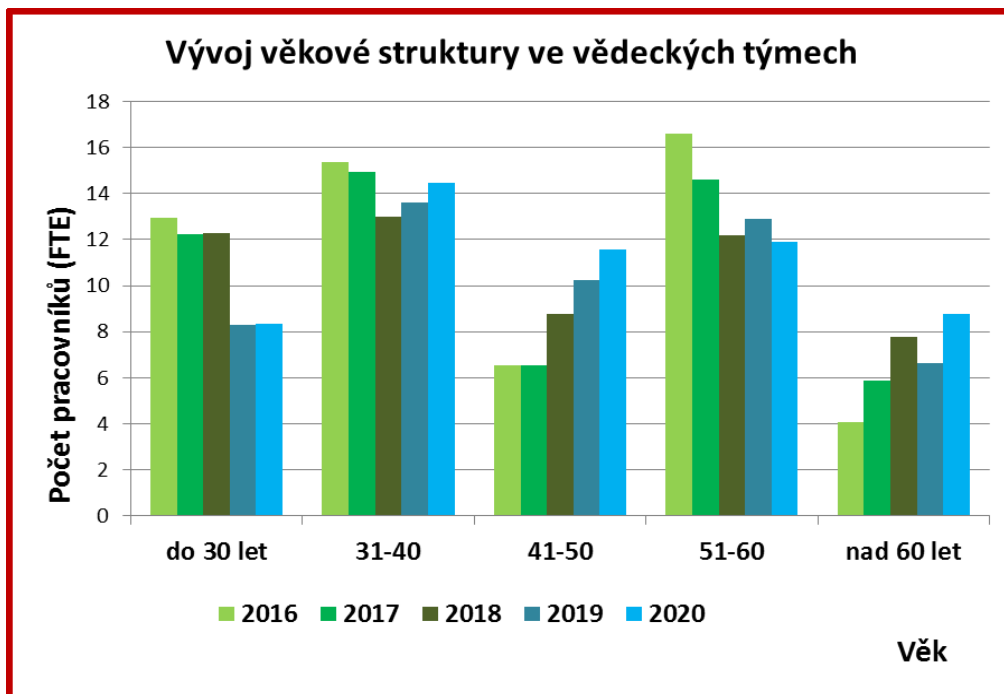
V roce 2019 pracovní poměr ukončili 4 pracovníci, z toho 2 senioři. Bylo přijato 6 pracovníků, kteří byli zařazeni do výzkumných týmů, z nich 3 postdoktorandi. Při přijímání nových pracovníků je kladen důraz především na odbornost, vědeckou úroveň a perspektivu pracovníka.

Vedení ústavu věnuje setrvalou pozornost studentům DSP i pregraduálním studentům, jejichž práce probíhá pod supervizí ústavních školitelů. Studenti spolupracují při řešení výzkumných projektů a aktivně se účastní prezentace výsledků včetně účasti na mezinárodních konferencích. Po úspěšné obhajobě diplomové práce nebo disertace mají ti nejschopnější možnost zahájit vlastní vědeckou kariéru na ústavu.

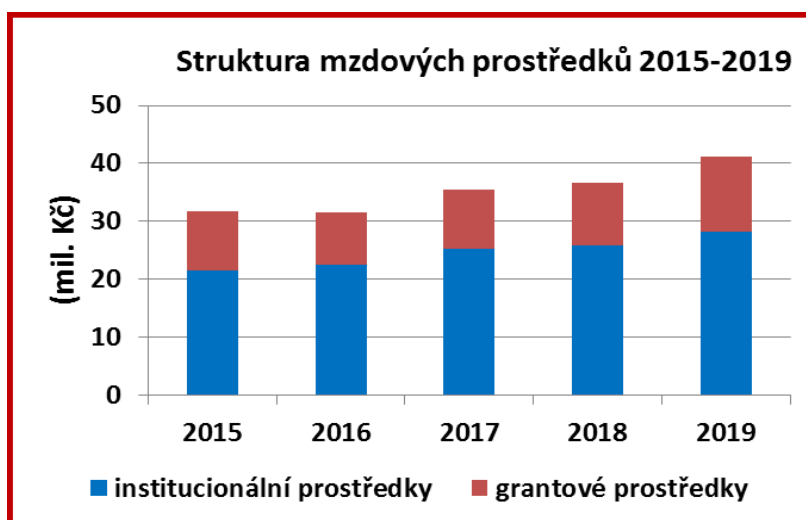
Věková struktura výzkumných pracovníků ústavu je příznivá. V následujícím obrázku je zobrazen vývoj věkové struktury výzkumných pracovníků v letech 2016 – 2019

\*) Údaje požadované dle § 21 zákona 563/1991 Sb., o účetnictví, ve znění pozdějších předpisů.

s výhledem na r. 2020. Počet fyzických osob v nejnižší věkové kategorii je ve skutečnosti výrazně vyšší, protože významný podíl těchto pracovníků tvoří studenti pracující na částečný pracovní úvazek. Průměrný věk pracovníků ve vědeckých útvarech zůstává ve srovnání s předchozím rokem přibližně stejný, 45 let.



Mzdové prostředky z dotace zřizovatele v r. 2019 činily cca 70 % z celkem vyplacených mzdových prostředků. Průměrná mzda ve výši 51 296 Kč s meziročním nárůstem ve výši 13 % přesahuje celoakademický průměr o cca 7 000 Kč.



Úsilí vedení ústavu je zaměřeno na rozvoj ústavu a dosažení excelence v oboru. Periodické sledování a hodnocení produktivity a kvality výsledků pracovních týmů, které je prováděno od r. 1990 umožňuje stanovit nejen současný stav, ale i trendy. Motivační opatření spočívají v individuálním finančním ohodnocení a podpoře

nejlepších týmů a jednotlivců přístrojovým vybavením a personálním posílením.

## Poskytování informací podle zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím<sup>\*)</sup>



### Výroční zpráva o poskytování informací za rok 2019

Ústav anorganické chemie AV ČR, v. v. i.  
250 68 Husinec-Řež

Výroční zpráva o poskytování informací je zpracována na základě § 18 zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“), který stanovuje Ústavu anorganické chemie AV ČR, v. v. i. (dále jen „ÚACH“) povinnost každoročně zveřejnit údaje o této činnosti vždy do 1. března za předcházející kalendářní rok.

1. Počet podaných žádostí o informace

0

2. Počet vydaných rozhodnutí o odmítnutí žádosti

0

3. Počet podaných odvolání proti rozhodnutí

0

4. Opis podstatných částí každého rozsudku soudu ve věci přezkoumání zákonnosti rozhodnutí povinného subjektu o odmítnutí žádosti o poskytnutí informace a přehled všech výdajů, které povinný subjekt vynaložil v souvislosti se soudními řízeními o právech a povinnostech podle tohoto zákona, a to včetně nákladů na své vlastní zaměstnance a nákladů na právní zastoupení

**Nebyl vydán žádný rozsudek soudu.**

5. Výsledky řízení o sankcích za nedodržení zákona bez uvádění osobních údajů

<sup>\*\*) Údaje požadované dle §18 odst. 2 zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím, ve znění pozdějších předpisů.</sup>

**Nebylo vedeno žádné sankční řízení**

6. Výčet poskytnutých výhradních licencí včetně odůvodnění nezbytností poskytnutí výhradní licence

**Nebyla podána žádná žádost, která by byla předmětem ochrany autorského práva a vyžadovala poskytnutí licence.**

7. Počet stížností podaných podle § 16a zákona č. 106/1999 Sb., důvody jejich podání a stručný popis způsobu jejich vyřízení

**Nebyla podána žádná stížnost.**

8. Další informace vztahující se k uplatňování tohoto zákona

0

Výroční zpráva ÚACH AV ČR o poskytování informací podle zákona bude začleněna do Výroční zprávy o činnosti a hospodaření ÚACH AV ČR za rok 2019 jako její samostatná část s názvem „Poskytování informací podle zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím“.

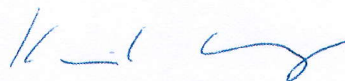
15. ledna 2020



Ing. Kamil Lang, CSc., DSc.  
Ředitel ústavu

razítko

ÚSTAV ANORGANICKÉ CHEMIE AV ČR, v.v.i.  
250 68 Husinec-Řež, č.p. 1001  
IČO: 61388980, DIČ: CZ61388980  
-2-



Ing. Kamil Lang, CSc., DSc.  
Ředitel ústavu



**Přílohou výroční zprávy je účetní závěrka a zpráva o jejím auditu.**