

Vědecké kapacity se spojují, aby byly silnější. Němci to pochopili už před první světovou válkou, když vznikla Společnost Maxe Plancka. **V Česku vědecké klastry a interdisciplinární instituce začaly vznikat teprve nedávno, ale výsledky se už dostávají.**

# CATRIN:

**S**voje interdisciplinární instituce má už každé významnější město, například Praha, Brno, Ostrava. Před devíti lety myšlenka spojit tři vědecká centra pod jednu střechu rezono-

## Nová dimenze v české vědě

### CATRIN



**Český institut výzkumu a pokročilých technologií** (Czech Advanced Technology and Research Institute) je součástí **Univerzity Palackého v Olomouci**. Zabývá se výzkumem v oblasti nanotechnologií, biotechnologií a biomedicíny se zaměřením na celosvětové výzvy, zahrnující nové technologie pro zlepšení kvality života a lidského zdraví, udržitelnou energii a čisté životní prostředí.

Vznikl v roce 2020 spojením tří univerzitních vědeckých institucí (CRH, RCPTM a ÚMTM), zakladatelé se inspirovali německou Společností Maxe Plancka.

V institutu pracuje přes **220 zaměstnanců, z toho jedna třetina zahraničních**. Úspěšný výzkum zde realizují také studenti, kteří se následně dokážou prosadit na prestižních zahraničních ústavech. Například fyzikální chemička **Veronika Šedajová**,



kteří v roce 2022 získala Cenu Jana-Marie Lehna za chemii, nyní pracuje na jednom z nejvýznamnějších vědeckých pracovišť v Cambridgi. ■

FOTO: CATRIN A UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

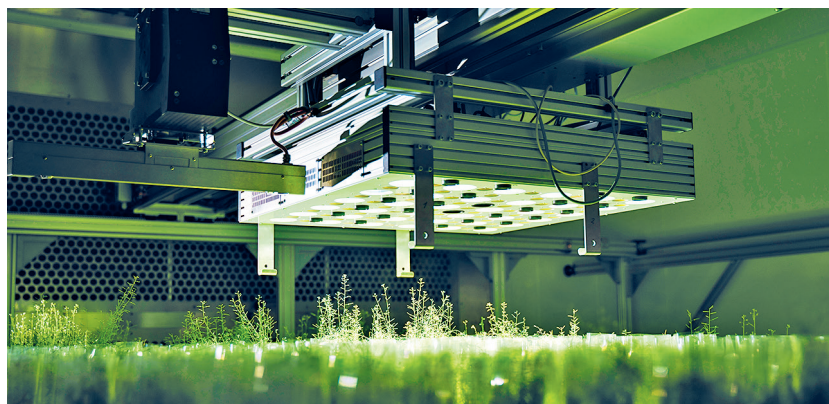


FOTO: CATRIN

■ K výzkumu rostlin neodmyslitelně patří sledování jejich vlastností v závislosti na vnějších podmínkách, k čemuž vědci využívají automatizované neinvazivní fenotypizační linky.

vala i na Univerzitě Palackého v Olomouci. Každé přitom spadalo pod jinou fakultu a každé z nich mělo trochu odlišný způsob řízení a jiné pracovní postupy. Trvalo pět let, než vznikl CATRIN – špičkový vědecký interdisciplinární institut.

Cílem CATRIN bylo a je dosáhnout zásadních vědeckých objevů, které mají šanci dostat se na přední strany věhlasných odborných periodik a které často vedou k úspěšnému uvedení do praxe.

### PROČ ČESKÁ VĚDA POKULHÁVÁ ZA EVROPOU

V českém prostředí se s vysoce multiborovým výzkumem zatím setkáváme jen vzácně. Univerzitní výzkum je obvykle atomizován na malé týmy, které

nepřesahují hranice svých kateder, nijak aktivně nespolupracují a plýtvají silami na zjištění toho, co už zjistili na univerzitě v sousedním městě. „Česká věda tak nemá šanci konkurovat tempu asijských draků, jako je Singapur, Jižní Korea nebo Čína. Museli jsme se spojit, abychom jejich náskok v některých oborech alespoň částečně snížili,“ vysvětluje profesor **Radek Zbořil**, fyzikální chemik a mezinárodně nejcitovanější český vědec v oblasti materiálového výzkumu.

Jedinečnost institutu spočívá také v širší aplikačnímu zásahu, kdy technologie



■ Významným směrem výzkumu vědeckého centra je příprava nanomateriálů pro biomedicínské využití.



FOTO: CATRIN

■ **Ve fytotronech vědci studují rostliny v kontrolovaných podmínkách.**

vyvinuté primárně pro medicínu, průmysl nebo životní prostředí lze uplatnit i v udržitelném zemědělství nebo při výrobě kvalitních potravin. Příkladem je výzkum v oblasti chytrých senzorů: „Představte si senzory nositelné na těle, které nepřetržitě monitorují váš zdravotní stav. Když je napojíte na rostlinu, získáte natolik přesné informace o jejích potřebách, že jí snadno nastavíte teplotní, světelné a výživové podmínky přímo na míru. Už žádné plýtvání zdroji, míra poškozování životního prostředí je navíc snížena na minimum,“ vysvětluje biolog **Lukáš Spíchal**.

**SVĚT RŮZNÝCH ROZMĚRŮ**

V roce 2010 získali fyzici **Alexander Geim** a **Konstantin Novoselov** Nobelovu cenu za objev grafenu, průhledné dvojrozměrné formy uhlíku. Profesor Zbořil v té době v Olomouci přemýšlel, kam nasměrovat materiálový výzkum na Univerzitě Palackého. A dobře odhadl, že budoucnost bude patřit právě grafenu s jeho úžasnou vodivostí, pevností, vysokou ukládací kapacitou a tloušťkou pouze jediného atomu.

„Už na konci milénia, s objevem nula-dimenzionálního fullerenu, jiného nobelovského materiálu tvořeného pouhými šedesáti atomy uhlíku, přestalo platit to, co se naše generace učila ve škole,“ pousmívá se Zbořil. Totiž to, že pevné látky jsou tvořeny výhradně trojrozměrnou krystalovou mřížkou. A tak se olomoučtí vědci rozhodli, že do království nových nízkodimenzionálních materiálů se vypraví i oni. „A zjistili jsme, že se tam děje úplně jiná chemie, ve které již neplatí pravidla 3D světa. To nás uchvátilo. Začali jsme připravovat sourozence těchto nobelovských materiálů a studovat jejich využití,“ objasňuje profesor Zbořil. Přelomové výsledky na sebe nenechal dlouho čekat. Pomo-

ci unikátní 2D chemie tak byly v Olomouci připraveny první nekovové magnety, první dvojrozměrná karboxylová kyselina, materiály s rekordní kapacitou pro ukládání elektrické energie (tzv. uhlíkové superkondenzátory) nebo materiály se schopností přeměňovat odpadní látky z chemických výrob na vysoce užitečné produkty, použitelné v zelené energetice.

**MULTIOBOROVÝ A GLOBÁLNÍ KONTEXT**

Podstatou úspěchů vědců z CATRIN je umění propojovat zdánlivě vzdálené světy. Příkladem může být jejich dlouholetý výzkum v oblasti antibakteriálních technologií. Všichni víme, že jedním z největších problémů současné medicíny je bakteriální rezistence. V Evropě se

každoročně nakazí tzv. nemocniční infekcí, související s bakteriální rezistencí, přibližně čtyři miliony pacientů. Podle predikcí WHO tak mohou být kolem roku 2050 bakteriální infekce nejčastější příčinou úmrtí. Prozatím neumíme s bakteriemi rezistentními vůči antibiotikům účinně bojovat. Abychom uspěli, potřebujeme propojit chemiky, mikrobiology, lékaře, ale třeba i materiálové vědce. „Společně s kolegy z přírodovědecké a lékařské fakulty jsme si kladli otázku, zda si bakterie, nejstarší organismy na naší planetě, dokážou vytvořit rezistenci vůči nanostříbru, podobně jako to dokázaly vůči antibiotikům. Prokázali jsme, že bohužel dokážou,“ vrací se Zbořil ke článku, který se objevil na úvodní straně časopisu *Nature Nanotechnology*, nejvýznamnějšího světového časopisu v oboru nanotechnologií. „Ovšem přibližně rok po tomto objevu jsme s využitím nízkodimenzionální chemie dokázali ukotvit částice stříbra na grafen, a docílili tím toho, že bakterie si už rezistenci vyvinout nedokázaly. V neustálém koloběhu výzev a propojování světa je věda úžasná,“ uvádí Zbořil příklad využití poznatků ze zdánlivě nesouvisejících výzkumů.

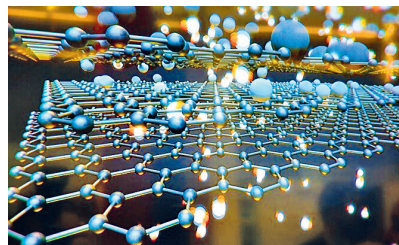
**JAK VYTĚŽIT A PŘEDAT MULTIOBOROVÉ ZNALOSTI?**

Docent **Pavel Banáš**, špičkový fyzikální chemik a ředitel CATRIN, dodává:

**GRAFEN**

Všichni známe dřevěnou tužku. Ta obsahuje trojrozměrnou krystalickou formu uhlíku, známou pod mineralogickým názvem **grafit, český tuha**. Tento vrstevnatý materiál se skládá z tenkých šupinek, **dvourozměrných lístků, a to jsou grafeny**. Každý lístek je tenký tak, že ho na výšku tvoří jen jedna řada atomů, grafen má tedy vlastně pouze dva rozměry. **Je jedním z nejpevnějších materiálů současnosti, 300krát pevnější než ocel, přitom je tak lehký a tenký, že jeden gram stačí na pokrytí**

**plochy čtyř volejbalových hřišť. Elektrický proud vede lépe než měď** a jeho deriváty se používají v elektronice,



optice, medicíně, ochraně životního prostředí, v technologiích ukládání energie nebo v chemii při urychlování chemických reakcí.

**Profesor Otyepka** se svými kolegy vytvořil kolem grafenu celou novou chemii. Jako je-

**diný evropský vědec získal na svůj výzkum grafenové chemie podporu hned čtyř grantů Evropské výzkumné ra-**

**dy (ERC)**. Podílel se s profesorem Zbořilem na objevu fluorografenu, nejtenčího izolantu na světě a nadějného nástupce teflonu. Zkoumá využití grafenu při uklá-

dání energie v tzv. superkondenzátorech a speciálních bateriích. V rámci jednoho z ERC grantů **připravuje i výrobu grafenového inkoustu do biosenzorů, detekujících mikroby, antibiotika, pesticidy a další látky znečišťující vodu.** ■

FOTO: PIXABAY

„To, co se u nás snažíme vědcům poskytnout, je globální kontext. Zabýváme se celospolečenskými potřebami, například jak překlenout potravinovou a energetickou krizi. Nemáme ambici společnost měnit, ale pomoci jí tím, že se staneme nejlepším vědeckým centrem ve střední Evropě a co nejefektivněji budeme pracovat na řešení současných problémů s využitím multioborových znalostí.“ To je také jeden z důvodů, proč je struktura CATRIN na české poměry tak nezvykle otevřená, že vědci kromě výzkumu ve svých oborech pracují současně i na projektech jiných, odlišně zaměřených skupin, do kterých přináší nejnovější interdisciplinární pohled. Vědecká práce v CATRIN tudíž vyžaduje týmové hráče.

Interdisciplinární výzkum, tedy použití přístupů, myšlení a metod z různých vědeckých oborů na jednom výzkumném projektu, znamená i zapojení společenských věd, jako jsou ekonomie, sociologie nebo psychologie. „Dobře se to ukázalo během koronavirové pandemie – můžeme mít účinnou vakcínu nebo jinou skvělou technologii, ale pokud ji společnost odmítne používat, protože jí nerozumí a má z ní obavy, k čemu nám pak je?“ uzavírá ředitel Banáš.

### GENETICKÉ NŮŽKY

Zdravé pivo s preventivními účinky proti rakovině. Ječmen, jehož listy umějí pohlcovat přízemní ozon, a tím zmírňovat znečištění v ovzduší během velkých veder. Sláma, která ve stavebnictví nahradí neekologické a zbytečně drahé materiály. Kdo by je nechtěl? Takových vlastností však u rostlin nelze dosáhnout jinak



■ Ječmen využívají odborníci v CATRIN i k molekulárnímu farmaření. Mimo jiné ho naučili „vyrábět“ katelicidin, jeden z nejznámějších antimikrobiálních peptidů lidské kůže, který je součástí její obranné funkce před infekčními mikroorganismy.



■ V oblasti udržitelné energie vsázejí v CATRIN na vodík coby palivo budoucnosti. Vědci se zaměřují na jeho produkci s využitím světla a katalyzátoru – vhodného materiálu ve formě tenké vrstvy.

než zásahem do DNA. Celých 10 000 let vybírali zemědělci z úrody ta nejlepší semena plodin a schovávali je na příští jaro ve snaze vyšlechtit co nejodolnější a nejvýnosnější odrůdu. V CATRIN dělají to samé, jen mnohem rychleji. Umožňuje jim to CRISPR/Cas9, metoda genetického inženýrství oceněná Nobelovou cenou za chemii. Představte si nůžky, kterými přesně, levně a snadno „prostháté“ geny ječmene tak, aby lépe odolával suchu a škůdcům. Bojíte se GMO? V tomto případě je to zbytečné. Metoda neupravuje vlastnosti ječmene přidáním cizích genů, pracuje jen s těmi, které už má. Změny, které by mohly v přírodě nastat samovolně, lze vyvolat cíleně, a výsledná rostlina se tak neliší od té přirozeně vyšlechtěné. Není však potřeba investovat mnoho let a energie do šlechtění a čekat na tu správnou odrůdu.

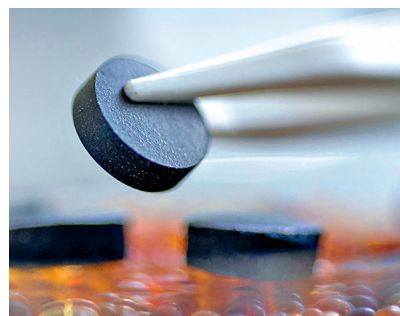
Genovou technologii lze použít i pro molekulární farmaření, v CATRIN například vyvíjejí vakcínu pro jednodruhové chovy ryb, které jsou náchylné k různým nemocem. Vakcína vyroste přímo v ječmeni, stačí ho jen posekat, vyrobít z něj krmivo a ryby jím nakrmit.

### CO JE NEJVYŠŠÍ METOU?

V CATRIN pracují nejcitovanější světoví vědci, ověření řadou cen. Za poslední dva roky získali přibližně 20 prestižních evropských grantů. Jejich práce se pravidelně objevují v nejvýznamnějších

časopisech skupiny Nature. Je to ve vědě nejvyšší meta?

„Podle mého názoru je nejcenějším badatelským výsledkem nová technologie, zakončená prodejem licence a uplatněná na trhu. Většina renomovaných vědců vám řekne, že to je pro ně víc než tisíc citací nebo publikace v časopisech Nature či Science,“ říká Zbořil. Jeho tým například vyvinul a patentoval

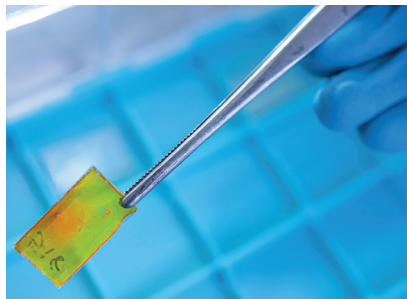


■ Speciální šumivé tablety s nanočásticemi železa dokážou v rekordním čase vyčistit kontaminovanou vodu.

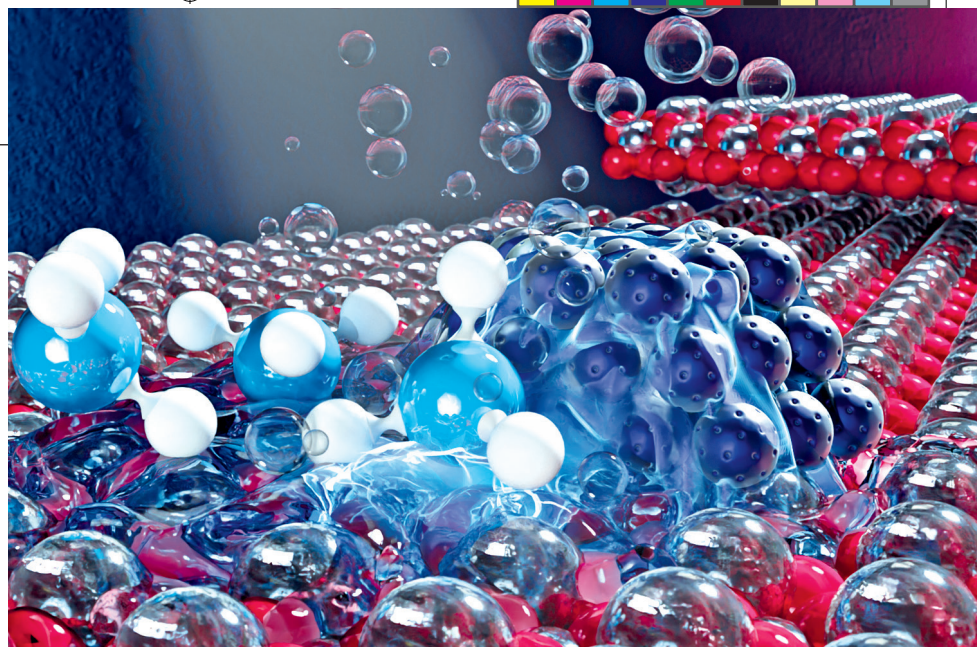
technologii na zachycování laktoferinu v kravském mléce. Evropský patent koupila velká polská společnost. Laktoferin je antivirální a antibakteriální protein s vysokým obsahem železa, který podle některých výzkumů brání vzniku nádorových onemocnění. Nejvíce je ho obsaženo v mateřském mléce, ale když nás matky přestanou kojit, již se nám do těla nedostává, v kupovaném mléce je totiž zničen pasterizací. V CATRIN vyvinuli

technologii magnetických částic se speciální povrchovou úpravou, mezi nimiž volně proudí kravské mléko. Laktoferin se během procesu odděluje a usazuje na částicích. Mléko zbavené laktoferinu jde na pasterizaci a samotný laktoferin si ve formě doplňku stravy koupíme v lékárně. Celý proces komercializace od prvního objevu až po uplatnění technologie na trhu trval čtyři roky.

„Laická veřejnost si často představuje, že ve výzkumných centrech vzniká něco,



■ Perovskity jsou revoluční materiály v solární energetice. Vědci v CATRIN je využívají pro luminiscenční solární koncentrátoři. Jedná se o zařízení, která jsou schopna absorbovat sluneční záření a koncentrovat je na svých okrajích, kde následně dochází k jeho přeměně na elektrickou energii.



■ Vědci našli novou „zelenou“ cestu pro výrobu hematenu, dvoudimenzionálního materiálu odvozeného od železitého minerálu hematitu s velkým potenciálem pro využití v oblasti čisté energie a v environmentálních aplikacích. Grafické znázornění využití hematenu pro fotokatalytický rozklad amoniaku při výrobě vodíku pronikl i na titulní stránku odborného časopisu *Applied Materials Today*.

co se dá okamžitě použít. Že do výkladní skříně vystavíme vyzkoumané materiály, kolem chodí lidi z velkých firem, vyberou si, co chtějí, a pak to zaplatí u kasy,“ říká Lukáš Spíchal. Ve skutečnosti je cesta z laboratoře do výroby nesmírně zdoluhavým procesem a hodně v něm záleží na schopnosti vědců komunikovat s komer-

ním sektorem. „Nestačí jen ukazovat, že máme výborné výsledky, a čekat, že za námi budou firmy samy přicházet s připraveným zadáním.“

Další ukázkou úspěšné technologie, na které pracovali výzkumníci z CATRIN a jež se dostala do praxe, je výroba nanočástic železa pro čišťení



INZERCE

# ČASOPIS PRO DĚTI, které chtějí vědět víc

**MODERNÍ, POUTAVÝ  
A ZÁBAVNÝ**

Co jim  
můžete dát  
cennějšího  
než touhu po  
vědění?

Předplatné lze objednat  
na e-mailu [send@send.cz](mailto:send@send.cz)  
nebo na telefonním čísle  
**225 985 225, 777 333 370.**  
Také je možné objednat v elektronické  
podobě na [www.digiport.cz](http://www.digiport.cz).

## EFEKT SNĚHOVÉ KOULE

Úspěch generuje další úspěch, slavná jména přitahují nové talenty, z nichž se časem stanou další slavná jména. Koncentrace vědeckých superstars, které působily či působí v CATRIN, je pozoruhodná.



prof. RNDr. **MICHAL OTYEPKA**, Ph.D., fyzikální chemik,

v CATRIN vede Regionální centrum pokročilých technologií a materiálů (RCPTM). Je držitelem čtyř prestižních grantů, udělených Evropskou výzkumnou radou. Několik jeho výzkumů (např. grafenového inkoustu) míří do průmyslové praxe.

prof. Ing. **PAVEL HOBZA**, DrSc., výpočetní chemik, podílel se na průlomovém objevu nepravé vodíkové



vazby či na pozorování tzv. sigma díry, nerovnoměrného rozložení elek-

tronového náboje kolem atomu halogenu (práce vyšla v časopise *Science*). Je držitelem národního ocenění Česká hlava a prestižní Schrödingerovy medaile.



doc. MUDr. **MARIÁN HAJDÚCH**, Ph.D., ředitel Ústavu molekula-

ární a translační medicíny (ÚMTM). Specializuje se na výzkum v oblasti translační medicíny zejména se zaměřením na léčbu onkologických a infekčních onemocnění. Je členem Rady pro výzkum, vývoj a inovace při Úřadu vlády ČR. V roce 2020 byl národním koordinátorem testování na covid-19.



prof. RNDr. **IVO FRÉBORT CSc.**, Ph.D., biochemik a molekulární biolog se

zaměřením na enzymy metabolismu rostlinných hormonů, zakladatel a ředitel Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum (CRH). Je viceprezidentem Evropské biotechnologické federace.



prof. RNDr. **RADEK ZBOŘIL**, Ph.D., fyzikální chemik, zakládající

ředitel RCPTM a vědecký ředitel CATRIN-RCPTM. Věnuje se výzkumu nanomateriálů a jejich aplikacím. Byl opakovaně zařazen na seznam nejcitovanějších vědců světa americkou společností Clarivate Analytics. Je členem hodnotícího panelu grantů Evropské

výzkumné rady a držitelem Ceny Ministra školství, mládeže a tělovýchovy.



doc. Mgr. **PAVEL BANÁŠ**, Ph.D., fyzikální chemik, ředitel CATRIN, zabývá

se teoretickým studiem struktur a dynamiky nukleových kyselin a vývojem metod pro popis konformačního chování biomolekul. Je koordinátorem významného evropského projektu ERA Chair.



prof. Dr. **ALEXANDER DÖMLING**, světově uznávaný chemik,

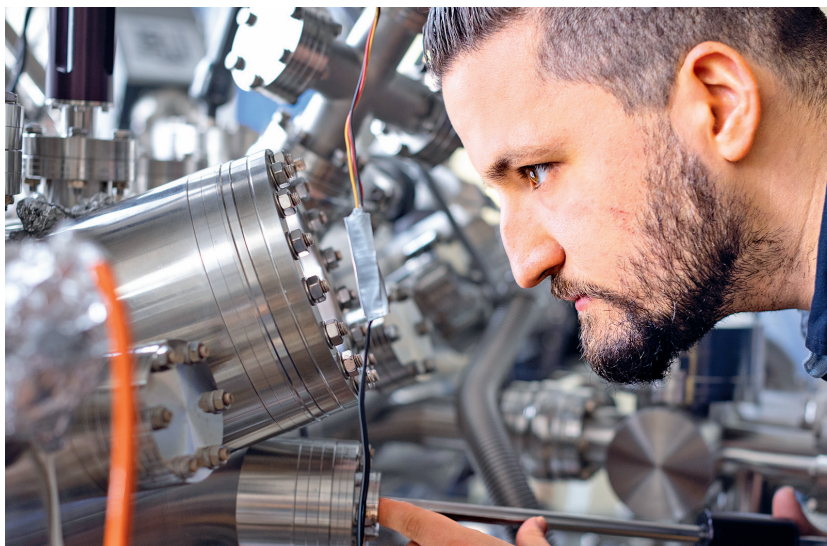
v CATRIN vede výzkumnou skupinu zabývající se miniaturizací a zrychlením syntetické chemie. Získal mimo jiné prestižní grant Evropské výzkumné rady – ERC Advanced. ■

FOTO: CATRIN, ČRP, UNIVERZITA PALACKÉHO A TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

kontaminovaných podzemních vod, kterou popisuje profesor Zbořil: „V nanosvětě má železo zcela jiné vlastnosti než ty, které známe z běžného života. Například na vzduchu při styku s kyslíkem okamžitě shoří. Je to děj chemicky analogický korozi železa, jak ji všichni dobře známe, v nanosvětě však probíhá v řádu zlomků sekundy.“ Když se toto nanoželezo vhodně stabilizuje, může se jeho prudká reaktivita využít k čištění podzemních vod. Je to elegantní technologie, představující velké finanční úspory, protože na to, abychom vyčistili podzemní vodu, ji už nemusíme čerpat na povrch a stavět pro ni čističky. Stačí do podzemí injektovat nanočástice železa, které odbourávají celou řadu toxických látek jako chlorované uhlovodíky nebo těžké kovy. „Nanočástice se přitom promění v neškodný a v přírodě běžně se vyskytující oxid železitý,“ dodává profesor Zbořil.

## JEDIOVÉ VĚDY

V desetimilionové ČR máme přes 50 ústavů Akademie věd a zhruba 60 vysokých škol. Počet vědeckých pracovišť na jednoho obyvatele je tak v celoevropském kontextu vysoce nadprůměrný. Přesto máme pouze dva nositele Nobelovy ceny, básníka **Jaroslava Seiferta**



■ Posouvat hranice poznání mohou vědci i díky stále se zlepšujícím rozlišovacím schopnostem špičkových mikroskopů.

a chemika **Jaroslav Heyrovského**. Pokud se dočkáme někoho dalšího, velmi pravděpodobně vzejde z CATRIN nebo jiné, podobně ambiciózně nastavené výzkumné organizace s velkým důrazem na mezioborovou spolupráci.

Interdisciplinarita ve vědecké praxi přináší znamenité výsledky, nicméně vyžaduje odvahu. Vědci se nesmějí bát sdílet své tvrdě vydřené výsledky, ale současně je musejí umět patentově chránit, aby tím neposkytlí výhodu konkuru-

renci. Nesmějí se ani bát přijmout nabídku spolupráce, která přesahuje jejich obor. A jak říká **Marián Hajdúch** z CATRIN, nesmějí se bát položit si otázku, nakolik bude jejich geniální myšlenka uplatnitelná celospolečensky. S trochou nadsázky můžeme říct, že v CATRIN pracují vědečtí rytíři, podobní Jediům ze *Star Wars*, kteří respektují sílu týmové spolupráce a chtějí vyvíjet technologie pro lepší svět. ■

YASMINA OVERSTREET, JIŘÍ LUKŠA