

# CHEMAGAZÍN

## CHEMAGAZÍN

# 6

ROČNÍK XXX (2020)

TÉMA VYDÁNÍ: **KONTROLA A OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

### **Možnosti separace**

obtížně odbouratelných  
kyselých kontaminantů z vod

### **EDTA v odpadních vodách**

a možnosti jejího odstraňování

### **Měření stopových plynů**

pomocí spektrometrů Picarro

### **Nanočástice a toxicita**

### **Infračervená spektroskopie**

pro měření toxicity kouře

### **CHNS analýza**

s využitím technologie APT

### **Extrakce vzorků ž.p.**

pro stanovení PAU

### **Přesné stanovení**

izotopu  $^{129}\text{I}$  ve vzorcích ž.p.

## PICARRO

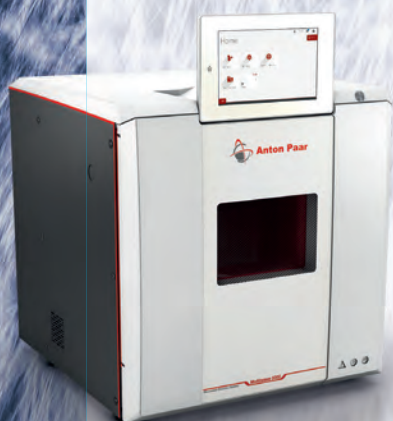
The World's Leading Instruments for Carbon and Water Cycle Measurements



Picarro je předním světovým výrobcem analyzátorů pro měření emisí skleníkových plynů (GHG), stopových plynů a stabilních izotopů ve vzduchu, vodě a půdě. Patentovaná technologie CRDS - Cavity Ring-Down Spektrometry je srdcem všech analyzátorů Picarro. Umožňuje detekci koncentrace plynů a stabilních izotopů na úrovni ppb.







## JEDEN SYSTÉM, NEKONEČNÉ MOŽNOSTI: MIKROVLNNÝ ROZKLADNÝ SYSTÉM Multiwave 5000

- Vysoce praktický a uživatelsky nejpřívětivější mikrovlnný systém, který byl kdy vytvořen
- Univerzální: Nakonfigurujte si Multiwave 5000 podle vašich představ
- Pokročilá technologie nádobek a senzorů: Záruka spolehlivých výsledků
- Moderní uživatelské rozhraní s rozsáhlou knihovnou více než 500 předinstalovaných metod





**analytika®**  
Výrobce referenčních materiálů



PRÉMIOVÁ ŘADA

## BLUE LINE

CRM nově balené v bariérových obalech pro zlepšení stability

vhodné pro ICP a IC

navázané na referenční materiály NIST

nízký obsah nečistot a nízká nejistota certifikované hodnoty

sady menších balení prodlužující použitelnost CRM za výhodnou cenu



PRODUKTOVÁ ŘADA

## RED LINE

Nová ekonomická řada CRM

vhodné pro AAS a některé další spektroskopické metody

standards pro měření pH a elektrické vodivosti

osvědčené kalibrační roztoky řady ANS nyní jako CRM



PRODUKTOVÁ ŘADA

## METRANAL®-CRM SE ROZŠIŘUJE

CRM rostlinné matrice

certifikovaný obsah kovů v jahodovém listí

CRM odpadního kalu

certifikovaný obsah PCB, PAU a některých kovů podle odpadové vyhlášky

certifikovaný obsah PCDD, PCDF, PCB

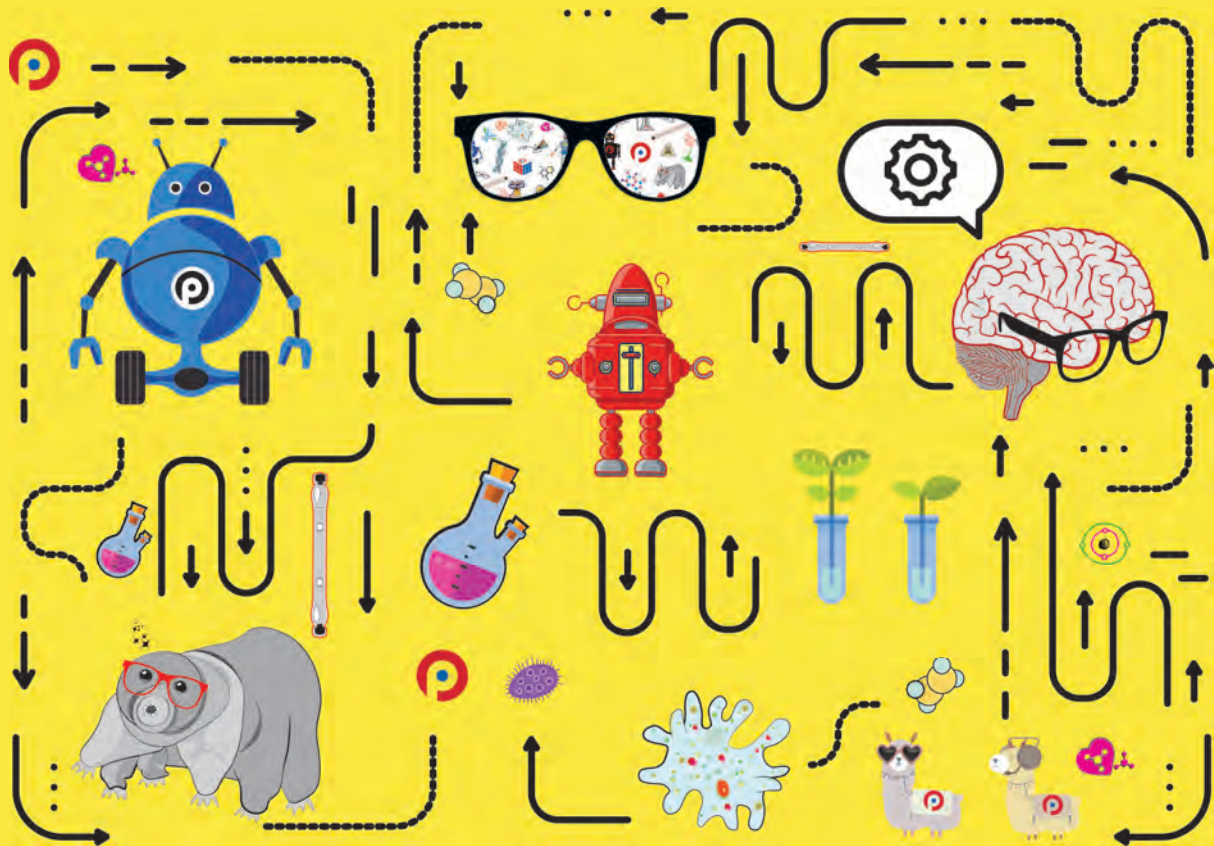
certifikovaný obsah AOX

# Navštivte náš nový e-shop

# [www.analytika.net](http://www.analytika.net)

# Vítejte do rodiny Phenomenex!

Nyní otevřeno v České republice a na Slovensku



Exkluzivní slevy přímo od výrobce

**SLEVA 20%**  
na produkty Phenomenex

Platnost nabídek vyprší: 16. prosince 2020  
Kód nabídky: WLCCZE20CM

 **KINETEX**  
Core-Shell Technology

 **bioZen**  
the bio series

explore **LUNA**

 **Gemini**  
pH Flexible LC

 **synergi**  
Full Range Selectivity LC Columns

 **B-Gone**  
β-Glucuronidase Removal Products

 **AERIS**  
Bio Core-Shell Technology

 **REZEX**  
Carbohydrate and Organic Acid LC

 **LUX**  
Chiral LC Columns

 **Yarra**  
Ultra-High Efficiency GPC/SEC

 **Phenogel**  
Organic GPC/SEC

 **Zebron**  
GC Columns

 **SecurityGuard**  
Column Protection

 **strata**  
Solid Phase Extraction

 **strata X**  
Polymeric SPE

 **novum**  
simplified liquid extraction

 **Phree**  
Phospholipid Removal Solutions

 **roQ**  
QuEChERS Kits

Prosím kontaktujte nás pro více informací:

Murmannská 1475/4

10000 Praha 10

Česká republika

Tel: +420 272 017 077

Fax: +420 274 021 210

Email: Česká republika: [cz-info@phenomenex.com](mailto:cz-info@phenomenex.com)

Slovensko: [sk-info@phenomenex.com](mailto:sk-info@phenomenex.com)

 **phenomenex**  
...breaking with tradition<sup>SM</sup>



## CHEMAGAZÍN

Číslo 6, ročník XXX (2020)

Vol. XXX (2020), 6

ISSN 1210 – 7409

Registrováno MK ČR E 11499

© CHEMAGAZÍN s.r.o., 2020

Dvuměsíčník přinášející informace o chemických výrobních zařízeních a technologiích, výsledcích výzkumu a vývoje, laboratorních přístrojích a vybavení laboratoří.

**Zasílaný ZDARMA v ČR a SR.**

Zařazený do Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR, Chemical Abstract a dalších rešeršních databází.

**Vydavatel:****CHEMAGAZÍN s.r.o.**

Gorkého 2573, 530 02 Pardubice

Tel.: +420 603 211 803

info@chemagazin.cz

www.chemagazin.cz

**Šéfredaktor:**

Dr. Ing. Petr Antoš Ph.D.

T: +420 725 500 826

petr.antos@chemagazin.cz

**Redakce, výroba, inzertce:**

Tomáš Rotrekl

T: +420 603 211 803

tom@chemagazin.cz

**Odborná redakční rada:**

Cakl J., Čmelík J., Kalendová A.,

Kuráň P., Lederer J., Rotrekl M.,

Rovnaníková P., Šimánek V.

**Tisk:**

Triangl, a.s., Praha

Dáno do tisku 29.11.2020

Náklad: 3 300 výtisků

**Distributor časopisu pro SR:**

INTERTEC s.r.o.,

ČSA 6, 974 01 Banská Bystrica, SK

www.laboratornepristroje.sk

**Uzávěrky dalších vydání:**

1/2021 – Tepelné procesy

(uzávěrka: 22.1.2021)

2/2021 – Kapaliny

(uzávěrka: 24.3.2021)

**CHEMAGAZÍN – organizátor veletrhu LABOREXPO, Konference pigmenty a pojiva a mediální partner Svazu chemického průmyslu ČR**

**Možnosti separace obtížně odbouratelných kyselých kontaminantů z vod produkovaných lokálními zdroji znečištění ..... 8**

Byla vyvinuta technika účinné separace kyselých biologicky obtížně odbouratelných organických sloučenin, která je v tomto článku demonstrována na odstraňování tří různých solí halogenovaných aromatických kyselin z kontaminovaných vod.

**EDTA v odpadních vodách a možnosti jejího odstraňování ..... 12**

V této práci bylo provedeno experimentální ověření použitelnosti procesu pokročilé oxidace se systémem  $H_2O_2/UVC$  za použití reálné odpadní vody z výroby papíru. Dle dosažených výsledků lze konstatovat, že odstranění kyseliny etylendiamintetraoctové je přímo úměrné dávce  $H_2O_2$ .

**Intenzifikace ČOV s minimální investicí ..... 16**

Tento článek má blíže představit nejvýznamnější aplikaci společnosti Messer Technogas v oblasti čištění odpadních vod, kterou je intenzifikace aerobní části průmyslových a komunálních ČOV využitím čistého kyslíku.

**Vliv podílu biosložky na laboratorně měřené emise vozidel s benzínovými motory ..... 18**

V článku byl sledován vliv navýšení podílu biosložky (etanolu) na emise osobních automobilů a lehkých užitkových vozidel.

**Infračervená spektroskopie pro měření toxicity kouře ..... 22**

Na příkladu měření uvolňování kyseliny fluorovodíkové během spalování lithium-iontových baterií byla ukázána užitečnost metody FT-IR i pro testování bezpečnosti moderních elektrických dopravních prostředků.

**Informace o vývoji a stavu CLH klasifikace  $TiO_2$  ..... 28**

Vysvětlení, jaké jsou hlavní problémy ve znění klasifikace  $TiO_2$ , jak by měla být provedena a co musí být ještě vyřešeno.

**Nanočástice a toxicita – stanovení detailnějšího protokolu pro vyhodnocení rizik ..... 30**

V tomto článku je demonstrováno, jak může být přístroj Turbiscan® použit pro přesnou charakterizaci disperzí před jejich použitím při toxikologických studiích..

**Extrakce vzorků z životního prostředí pro stanovení polycyklických aromatických uhlovodíků ..... 32**

V článku jsou popsány možnosti a výsledky využití kombinace rychlé a účinné mikrovlnné extrakce a citlivé metody GC-MS pro stanovení PAU.

**Ultrazvuk zefektivňuje recyklaci lithium-iontových baterií ..... 38**

Metoda sonikace je vysoce účinná, energeticky efektivní a je snadno dostupná pro instalaci do plně komerčních recyklačních zařízení.

**Přesné stanovení izotopu  $^{129}I$  ve vzorcích životního prostředí pomocí ICP-MS s trojitým kvadrupólem ..... 40**

Modelový experiment s použitím přístroje Thermo Scientific™ iCAP TQ™ ICP-MS.

**Zajišťování a skladování vzorků živočišného materiálu pro následnou analýzu DNA ..... 47**

Technický manuál.

HILGER – Spektrometry .....	1	NICOLET CZ – Spektrometry .....	24
ANTON PAAR – Mikrovlnný rozkladný systém .....	2	CHROMSPEC – Multiparametrické SPR .....	25
ANALYTIKA – Referenční materiály .....	3	INTERTEC – Laboratorní přístroje .....	25
PHENOMENEX – Slevy na produkty .....	4	UNI-EXPORT – Disperzní analyzátor .....	31
ANAMET – Analyzátor TOC .....	15	PRAGOLAB – Servisní programy .....	34–35
MESSER TECHNOGAS – Technologie pro ČOV .....	17	MERCI – Bezpečnostní skříně .....	39
SKALAR – Kontinuální průtokový analyzátor .....	17	DNA SERVIS – AMPLICON - DNA/RNA Shield .....	45
HELAGO-CZ – Hlubokomrazicí boxy a testovací komory .....	20	TECHNOPROCUR – Analyzátor a procesní technika .....	53
HPST – LC/MS/MS systém .....	21	METROHM – Spektrometr .....	67
		MERCK – Systém pro vysoce čistou vodu .....	68

## INZERTNÍ SEZNAM

# 30 LET ČASOPISU CHEMAGAZÍN

Dovolte mi, abych se pokusil slíznout trochu smetany z pocitu zadostiučnění, že můžeme společně oslavit 30. narozeniny Chemmagazínu. Byl jsem tím, kdo vydal první číslo časopisu, výtiskového na kopírce, a s pocitem rozchevňování jej v počtu několika desítek kusů vložených do papírových obálek vyrobených z pytlíků na rohlíky, odnesl v lednu roku 1991 na poštu. Vydal jsem se na neznámou cestu, kterou si musí prokázat každý průkopník. Nikdy jsem svého rozhodnutí nelitoval. Mé rozhodnutí vydávat chemický časopis bylo pro mnohé bláznivým nápadem, ale pro několik dalších dost šílené na to, aby mi vyšli vstříc a pomohli mi. Těm bych rád z celého srdce poděkoval. Byli to oni, kteří mi dali sílu a odhodlání vytrvat. Ze břehu mi fandili a ještě dnes mi piší vánoční blahopřání.

Pozvánka na šálek anglického čaje

Když bylo Chemmagazínu zhruba deset let, účastnili jsme se v Budapešti jedné chemické výstavy. Mezi vystavovateli byli zástupci redakce renomovaného britského časopisu *Manufacturing Chemist*, který vycházel již více jak čtyřicet let. Dali jsme s nimi řeč (či spíše můj syn Tomáš), ukázali jsme jim náš Chemmagazín a pochlubili se, že jej vydáváme deset let. Oni se na nás znalecky pousmáli, vysekli nám poklonu a pozvali nás na šálek čaje – až budeme vycházet třicet let. Ten den se nyní naplnil a my nevíme, jestli ještě o nás ti pánové vědí a vzpomněli by si. My jsme si to vzali k srdci a ten šálek si dáme s radostí i bez nich. Oni stále vycházejí, mají jiné vydavatele, ale jsou stále naším vzorem. Je mnoho zahraničních a jeden český více jak stoletý chemický časopis, s nimiž máme společné již to, že i oni měli svůj Třicátý ročník.

Zdroje úspěchu

Na počátku bylo třeba najít světlo v tunelu, neztratit naději a využít dvacetileté zkušenosti nabyté mým působením na mnoha různých pracovních postech v pardubické Synthesii. Po prvních pěti letech podnikání jsem mohl alespoň trochu vydechnout a ohlédnout se. Spolu se svým synem jsme se stali vydavateli plnobarevného odborného chemického časopisu, na který se začali se svou inzercí obracet přední hráči oboru a strhávali sebou řadu dalších renomovaných firem, čímž zajistili časopisu tolik potřebnou výši příjmů, aby se mohl dále rozvíjet. Bylo totiž třeba dále zvyšovat nejen polygrafickou kvalitu, ale i tu obsahovou. Přilákat autory vědeckých a technických článků a využívat všech možností, jak se přiblížit čtenářům formou i obsahem. Časopis nyní dosahuje průměrného nákladu 3 500 výtisků a celý je distribuován 6x do roka do Čech i na Slovensko, a navíc v plné míře zdarma.

Internet a jak dál

Velkou výzvou byl nástup internetu a nových médií. Přirozeným lákadlem pro tuto formu vydavatelství je minimalizace tiskových a distribučních nákladů, které tvoří u tradiční

papírové formy tiskoviny podstatnou výši nákladů. Bylo tudíž nutné se rozhodnout, zda redakce vydávající jeden titul zvládně tlak internetového publishingu a setrvává v papírové formě nebo přejde na virtuální provoz. Rozhodovací proces měl naštěstí delší časový průběh, než se na začátku zdálo, a měl několik fází, během kterých se ukázaly přednosti i strasti obou forem. Nakonec se ukázalo, že „papír“ má stále co nabídnout a především, neztratí se v nepřehledném množství newsletterů a internetových portálů všeho druhu. Navíc, vzít si časopis do rukou, sednout si a najít si trochu klidu a prostoru si ho prohlédnout a přečíst si to nezajímavější z jeho obsahu, je nakonec člověku příjemnější než obrazovka počítače nebo tabletu. Chemmagazín tedy odolal a zůstal u papírové formy s podporou internetových stránek, které mají význam především v překlenutí dvouměsíční periody vydávání časopisu.

Synergické aktivity – LABOREXPO a Konference pigmenty a pojiva

Chemmagazín vycházel již bezmála patnáct let, když za námi přišla majitelka firmy P-LAB paní Příkrylová s myšlenkou, která zněla jednoduše a logicky: „My, dodavatelé laboratorního vybavení, si sice navzájem konkurujeme, ale máme přitom zájem na vlastním veletrhu. Ani jeden z nás ho tím pádem udělat nemůže, ale vy jste ti, kteří mohou takovou akci zprostředkovat a zajistit, protože jsme zároveň i vašimi klienty – inzerenty časopisu“. Byla to sice velká výzva, ale přijali jsme ji a v roce 2005 uspořádali první ročník veletrhu LABOREXPO. Na veletrhu se od té doby pravidelně prezentuje téměř stovka nejvýznamnějších domácích a zahraničních firem vyrábějících nebo dodávajících laboratorní a analytickou techniku. Velmi pestrá, oborově, manažersky i věkově vyvážená skupina návštěvníků má v komorním prostředí Kongresového centra Praha jednou za dva roky k dispozici příležitost k příjemnému strávení užitečného času při výběru špičkové laboratorní techniky. Příští ročník, pokud to Covidemie dovolí, se uskuteční již po desáté.

V souvislosti s mým odchodem do důchodu v roce 2014 a se změnou na pozici šéfredaktora, kterým se stal Dr. Petr Antoš, se naskytl příležitost navázat na tradici „lakařských kongresů“ a pod hlavičkou Chemmagazínu pořádát Konferenci pigmenty a pojiva. Její náplní je možnost seznámit se s novými materiály a postupy při vývoji, výrobě a aplikacích nejmodernějších nátěrových hmot. Každoročně lze na ní vyslechnout řadu přednášek a seznámit se mnoha postery. Akce se účastní kolem dvou stovek účastníků a je organizována v těsné spolupráci s prof. Andréou Kalendovou



z Ústavu chemie a technologie makromolekulárních látek, Fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice.

Vize

Chemmagazín se stal za třicet let vyhledávaným odborným časopisem zaměřeným na technické a aplikační otázky chemické výroby a laboratorní praxe. Pravidelně publikuje významné technické stati, novinky a trendy z laboratorní, provozní i environmentální problematiky. Jeho obsah je recenzován redakční radou a je abstrahován v *Chemical Abstract Services*. Je mediálním partnerem významných světových a evropských chemických veletrhů a kongresů. Spolupracuje s řadou chemických spolků, asociací a vědecko-výzkumných institucí a podporuje aktivity Udržitelného podnikání v chemii. Jeho publikačním cílem je i nadále podporovat úsilí o rozumné a vyvážené využití lidského znalostního potenciálu pro užitečnou chemii. Věříme na originalitu a podporujeme vyzkoušené principy analytiky, matematiky, fyziky a chemického inženýrství. Chemmagazín bude i nadále stavět své renomé na kreditu a znalostech autorů a překladatelů. Bude stále dbát na solidnost inzerentů a snažit se o vyváženost inzerce a odborné stránky textů, které lze označit za „public relation“.

Poděkování

Za redakci Chemmagazínu děkuji všem, kteří měli a mají podíl na jeho vydávání, autorům textů, inzerentům a především pak vám čtenářům za laskavou podporu během uplynulých třiceti let. Bez této spolupráce a součinnosti by nebylo možné dosáhnout toho, že lze časopis Chemmagazín najít položený na nejednom pracovním stole či pod lavicí poslucháren.

S přáním všeho dobrého,

Miloslav ROTREKL – zakladatel  
vydavatelství časopisu CHEMAGAZÍN,  
imr@chemmagazin.cz



## AUTOMATICKÁ SPEKTROFOTOMETRICKÁ STANOVENÍ VODY, PŮDY, POTRAVIN ATD. POMOCÍ SEGMENTOVANÉ PRŮTOKOVÉ ANALÝZY

Flexibilní analyzátoři **Skalar** nabízejí spolehlivou analýzu 24/7 mnoha komplexních parametrů.

Kontinuální průtokové analyzátoři řady San mohou nepřetržitě analyzovat vzorky automaticky a spolehlivě. Analyzátoři jsou modulární a lze je konfigurovat tak, aby vyhovovaly potřebám jakékoli laboratoře, včetně různých in-line kroků přípravy vzorků, jako je UV-digestce, destilace, extrakce, dialýza a iontová výměna. Využívají se v environmentálních a průmyslových laboratořích s aplikacemi pro vzorky vod, půdy a rostlin, potravin, hnojiv, piva, sladu a tabáku. Díky implementaci široké škály detekčních technik splňuje řada San analytické požadavky více než tisíce chemických aplikací, a to od jednoduchých stanovení, jako je amoniak, chlorid, dusitan, až po složitější, jako jsou celkové/volné kyanidy, fenoly, celkový dusík, celkový fosfor a mnoho dalších.

Analýzátor San<sup>++</sup> pojme až 5 chemických modulů a může stanovovat až 16 parametrů současně.

**Obr.: Automatický chemický analyzátor San<sup>++</sup>**



Tři největší výhody analyzátoru San<sup>++</sup>:

- vysoká průchodnost vzorku systémem, až 140 stanovení za hodinu,
- kompletní automatizace stanovení od nízkých (desetin ppb) po vysoké koncentrace,
- analytické metody podle standardních norem ČSN, ISO, DIN, EPA, AOAC, Coresta, EBC, ASBC a mnoho dalších.

Analýzátor San compact byl pak speciálně vyvinut pro menší laboratoře. Moderní a kompaktní design šetří místo na laboratorním stole, a přitom poskytuje úplnou automatizaci a možnost rozšíření v budoucnu.

Analýzátoři San dodává SKALAR s.r.o.

» [www.skalar.cz](http://www.skalar.cz)

## KOMORY NA TESTOVÁNÍ BATERIÍ, BINDER

Nové testovací komory s označením LIT MK 240 a LIT MK 720 od německého výrobce testovacích a klimatických komor **Binder GmbH**. prošly úspěšně zkouškami, které provedl nezávislý

certifikační orgán TÜV SÜD AG. Jejich výsledkem je získání certifikátu, že jsou komory LIT MK 240 a LIT MK 720 vhodné pro testování baterií pro úroveň nebezpečí specifikovanou EUCAR 6. Komory jsou komplexně zabezpečeny a je možné je použít pro zátěžové testy s lithium-iontovými bateriemi.

Přístroje zajišťují současně ochranu obsluhujících osob, vlastní komory i jejího okolí před poškozením. Dlouhodobý vývoj všech prvků měl jediný cíl, poskytnout zákazníkům nejlepší možnou bezpečnostní ochranu. Bezpečnostní koncepce zahrnuje například nezávislou teplotní ochranu aktivovanou při teplotě nad 120°C, zesílené přídavné panty dveří a nerezovou klapku pro uvolnění tlaku.

**Obr.: Komora na testování baterií Binder LIT MK 240**



Dalším významným bezpečnostním prvkem jsou integrované senzory, které měří koncentraci CO, H<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> v testovacím prostoru. Pokud je překročena mezní hodnota koncentrace jednotlivých plynů, dojde k automatickému proplachu pracovní komory CO<sub>2</sub>. Systém hašení komory pomocí CO<sub>2</sub> je připraven kdykoliv zasáhnout. V případě pochybností nebo zhoršujícího se průběhu testu, může obsluha spustit tento hasicí systém také sama. Testovací komory lze přizpůsobit konkrétním požadavkům uživatele, výrobce nabízí v rámci programu Binder Individual širokou škálu možností přizpůsobení.

Přístroje Binder dodává **HELAGO-CZ s.r.o.**

» [www.helago-cz.cz](http://www.helago-cz.cz)

## STANOVENÍ OBSAHU VODY V ROZSAHU 1 PPM AŽ 100 % V KAPALINÁCH, PEVNÝCH LÁTKÁCH A PLYNECH

Stanovení obsahu vody v rozsahu 1 ppm až 100 % v kapalinách, pevných látkách a plynech umožňují titrátoři Karl Fischer od společnosti **ECH Elektrochemie Halle GmbH**. K sušení a oplachování nepotřebují žádné další vybavení a žádný pomocný plyn. Komerčně jsou dostupná vhodná činidla Karl Fischer a lze je využít pro celý rozsah měření. Příprava vzorku a kalibrace nejsou nutné. Zařízení se snadno používají. Měření jsou prováděna rychle a lze je snadno automatizovat (v závislosti na modelu).

**Obr.: Flexibilní titrátor AQUA 40.00 Vario**



Flexibilní AQUA 40.00 Vario analyzuje všechny typy vzorků přímo v headspace prostoru vialky. Přístroj má variabilní topné programy a automatický vzorkovač ve verzi PLUS. Malý a mobilní Aquamax KF Plus určuje obsah vody přímým nástřikem snadno a přesně. Aquamax KF PRO LPG měří obsah vody v plynech podle ASTM D 7995-19 s až 250 měřeními během 48 hodin. Aquamax KF PRO OIL je nejlepší volbou pro stanovení vody v olejích podle ASTM D 6304.

» [www.ech.de](http://www.ech.de)

## LABORATORNÍ SYSTÉM ČIŠTĚNÍ KYSELIN BEZ OBSAHU KOVŮ

Použití vysoce čistých kyselin je základním a nepostradatelným požadavkem při ultra stopové analýze. Pořízení ultra čistých kyselin je však často spojeno s vysokými náklady. Se systémem čištění kyselin APS-2000 od **AHF** je možno v laboratoři z levnějších kyselin nižší čistoty snadno vyrábět ultra čisté kyseliny v kvalitě ppt (<10 ppt). Kromě úspory nákladů to má tu výhodu, že se sníží riziko kontaminace při odběru z velkých skladovacích lahví.

**Obr.: Systém čištění kyselin APS-2000**



Systém APS-2000 neobsahuje kovy a je vhodný pro běžné kyseliny, jako je HNO<sub>3</sub> a HCl, stejně jako pro čištění HF a H<sub>2</sub>O. Všechny smáčené části systému jsou vyrobeny z vysoce čistého perfluoralkoxy polymeru (PFA). Systém pracuje s temperovanou topnou deskou a čistí na principu podvaru, tj. kyselina, která se má čistit, se lehce zahřívá těsně pod bodem varu. Tak vznikají ultra čisté kyselé páry, které kondenzují na extra velkém povrchu odpařovací nádoby. Výsledným destilátem je ultra čistá kyselina. Nečistoty zůstávají v odpařovací nádobě, která slouží jako jímka.

» [www.ahf.de](http://www.ahf.de)

# MOŽNOSTI SEPARACE OBTÍŽNĚ ODBOURATELNÝCH KYSELÝCH KONTAMINANTŮ Z VOD PRODUKOVANÝCH LOKÁLNÍMI ZDROJI ZNEČIŠŤOVÁNÍ

WEIDLICH T.<sup>1</sup>, KAMENICKÁ B.<sup>1</sup>, VALENTA L.<sup>1,2</sup>, ČERMÁK J.<sup>2</sup>, BARTOŠ M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Ústav environmentálního a chemického inženýrství, Skupina chemických technologií, Pardubice, tomas.weidlich@upce.cz  
<sup>2</sup> VUOS, a.s., Rybitví

*Problematika levného a účinného odstraňování obtížně biologicky odbouratelných kyselých kontaminantů z odpadních vod produkovaných u zdroje znečišťování (při výrobě a použití léčiv a dalších biocidů) je intenzivně studována, protože obtížně odbouratelné polární sloučeniny procházejí komunálními čistírnami odpadních vod téměř nezměněny a podílejí se na nárůstu kontaminace vodních toků. Výsledkem čištění vod kontaminovaných léčivy a pesticidy, ale i barvivy a jejich meziprodukty často bývá voda, která sice může splňovat požadavky dané kanalizačním řádem, ale její znečištění nízkými koncentracemi biologicky účinných látek (léčiv, pesticidů, apod.) bývá téměř nezměněno. Univerzita Pardubice ve spolupráci s firmou VUOS, a.s., vyvinula levnou metodu účinného odstraňování zmiňovaných kontaminantů sorpcí na impregnované uhlíkaté sorbenty. Výhodou tohoto postupu je jak účinný záchyt polárních, a proto i vysoce mobilních kontaminantů, tak i možnost opakovaného použití sorbentu po regeneraci.*

## 1 Problematika výskytu polárních kontaminantů ve vodách a možnosti jejich odstraňování

Aktuálním problémem chemických a farmaceutických výroby, ale i zdravotnických zařízení v ČR jsou nadměrné emise biologicky obtížně odbouratelných, především polárních sloučenin, které se běžně vyrábějí a používají jako léčiva (např. Ibuprofen, Diklofenak, flufenamová kyselina), pesticidy (chlorované fenoxycetové kyseliny (2,4-D, MCPA), chlorované pyridinkarboxylové kyseliny (Clopuralid, Picloram), aminometylfosfonová kyselina (metabolit Glyphosátu), apod. Soli těchto kyselin díky své vysoké polaritě a biocidním vlastnostem nejsou v biologických čistítkách odpadních vod účinně metabolizovány, ani sorbovány na aktivovaný kal, odcházejí tedy jako tzv. mikropolutanty s vypouštěnými vodami do okolních vodních toků [1], čímž také zvyšují chemickou spotřebu kyslíku těchto vod  $CHSK_{Cr}$  (chemická spotřeba kyslíku stanovovaná chromanovou metodou) a pokud se jedná o halogenované kontaminanty, tak i parametr AOX (adsorbovatelné organicky vázané halogeny) [2].

Možným řešením je buď dobudování následného stupně čištění vod založeném na adsorpci v centralizovaných čistírnách odpadních vod, což je poměrně nákladná záležitost kvůli nutnosti čištění velkého objemu vod, nebo využití účinného způsobu odstraňování zmiňovaných biocidů z vod u zdroje kontaminace. Tato technika čištění vod u zdroje je v současné době upřednostňována, protože její účinnost může být optimalizována pro konkrétní polutanty, které se typicky při chemických výrobcích z dané technologie do vod emitují [2].

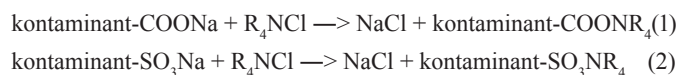
Vedle účinného čištění technologických vod, kterého lze principiálně dosáhnout i prostým použitím velké násady aktivního uhlí jako poměrně univerzálního sorbentu [3], je pro zlepšení ekonomiky takového dekontaminačního procesu žádoucí řešit jak optimalizaci účinku používaného sorbentu [4], tak i možnost opakovaného využití sorbentu v duchu oběhového hospodářství (cirkulární ekonomiky) [3–6].

Reálná aplikace adsorpčních kolon využívajících granulované aktivní uhlí pro odstraňování AOX v duchu cirkulární ekonomiky v podniku Synthesia ukazuje slabinu tohoto jinak velmi účinného postupu, kterou je vysoká ekonomická náročnost tohoto řešení kvůli špatné afinitě separovaných polárních (kyselých) chlorovaných sloučenin na používaném aktivním uhlí (a jeho vysoké spotřebě). Aplikace zmiňovaných adsorpčních kolon zahrnuje jak komplexní dodávku adsorpčních kolon se sorbentem, tak i jeho recyklaci, což je v souladu s principy cirkulární ekonomiky. Reaktivace nasyceného sorbentu je prováděna v rakouském Pischelsdorfu postupem vysokoteplotní desorpce/pyrolýzy [3], náklady na tyto služby ale významně ovlivňují ziskovost výroby založených na použití halogenovaných organických chemických specialit.

## 2 Využití techniky chemisorpce pro separaci kyselých kontaminantů z vod

Na rozvíjení principu účinné dekontaminace technologických vod z výroby organických chemických specialit u zdroje je založena dlouhodobá spolupráce mezi Výzkumným ústavem organických syntéz a Skupinou chemických technologií, Fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice. Výsledkem práce Skupiny chemických technologií ve zmiňované oblasti separace obtížně biologicky odbouratelných sloučenin z vod je několik patentů Univerzity Pardubice, které jednak řeší efektivní možnost jednoduché separace kyselých (i halogenovaných a/nebo reaktivních) barviv a jejich meziproductů (solí aromatických sulfonových kyselin) z kontaminovaných vod [7,8], dále pak i možnost účinného srážení a separace aromatických a heterocyklických karboxylových kyselin a jejich solí z kontaminovaných vod [9].

Námi patentované postupy jsou založeny na tvorbě ve vodě velmi omezené rozpustných (málo polárních) iontových párů „kyselý kontaminant-objemný organický kation“ (kontaminant- $SO_3^-Q^+$  nebo kontaminant- $COO^-Q^+$ ) a na jejich následném odstraňování z vod jednoduchou separační technikou. Zdrojem objemného organického kationtu bývají obvykle kvartérní amoniové soli, s výhodou nízkotající sloučeniny, které bývají v literatuře též označovány jako iontové kapaliny [10,11]. Způsob přeměny mobilních kontaminantů na bázi solí organických kyselin na ve vodě málo rozpustné iontové páry kontaminant- $SO_3^-Q^+$  nebo kontaminant- $COO^-Q^+$  znázorňují následující rovnice (1) a (2):



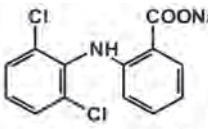
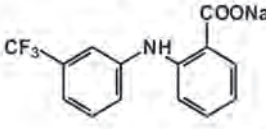
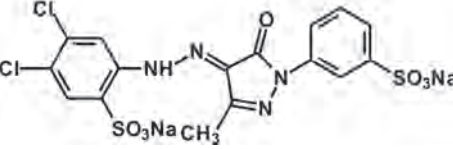
Pro jednoduchou separaci vznikajících málo rozpustných iontových párů jsme ověřovali řadu činidel. Pro separaci iontových párů barviva- $-SO_3NR_4$  se nám osvědčily anorganické koagulanty, jakými jsou hlinité a železité soli [8] nebo levné materiály na bázi uhlíku, jakým je dřevěné uhlí (moderně též označované jako biochar nebo biouhel) [9,11].

Zatímco metoda založená na separaci pomocí koagulace a flokulace neumožňuje kolonové uspořádání, metoda využívající levného uhlíkatého nosiče impregnovaného vhodnou kvartérní amoniovou solí nabízí využití i v adsorpčních kolonách.

Možnost použití biocharu v kombinaci s kvartérní amoniovými solemi byla ověřována na dvou solích karboxylových kyselin (strukturně podobná léčiva Diklofenak (NaDCF) a flufenamová kyselina (NaFLUFA)) a soli sulfonové kyseliny (barviva Mordant Blue 9 (MB9)), struktury modelových kontaminantů jsou uvedeny v tabulce 1.



Tab. 1: Struktury modelových obtížně biologicky odbouratelných halogenovaných kontaminantů

Testovaný kontaminant (mol. hmotnost)	Chemická struktura
Diklofenak, sodná sůl (304,1 g/mol)	
Sodná sůl flufenamové kyseliny (303,2 g/mol)	
Kyselé barvivo Mordant Blue 9 (551,3 g/mol)	

Rozdíl mezi použitím dřevěného uhlí (biocharu) a biocharu v kombinaci s kvartérními amoniími solemi dokumentují následující obrázky (obr. 1–7).

Jak je patrné z obr. 1, biochar není nijak zvlášť účinným sorbentem testovaných polárních halogenovaných sloučenin, při násadě 20 g/litr je schopen odstranit cca 4,5–6,5 mmol testovaného kontaminantu (tj. cca 68 mg/g protizánětlivého léčiva nebo 165 mg/g barviva MB9) po více jak 30 minutách kontaktu.

Správný výběr iontopárového činidla (kvartérní amoniové soli) rozhoduje o účinnosti a ceně separace, testovali jsme komerční produkty benzalkonium chlorid (AlkBzMe<sub>2</sub>NCl) a Aliquat 336, v jednom případě (NaFLUFA) bylo prováděno srovnání s cetyltrimethylamoniem chloridem (AlkMe<sub>3</sub>NCl).

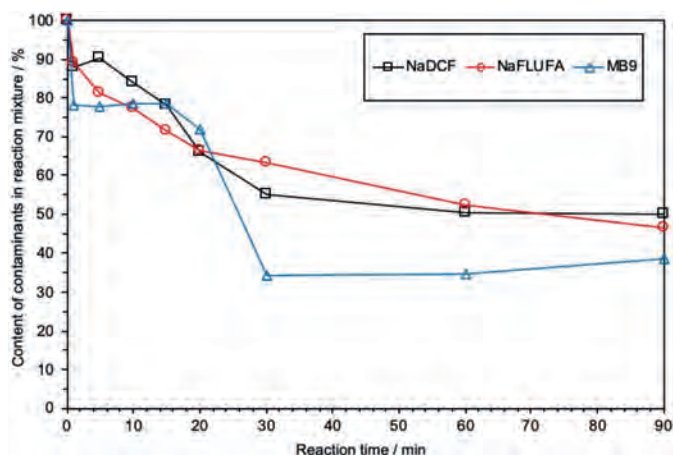
Jak je vidět z obrázků 1–4, popisujících závislosti účinnosti odstraňování studovaných kontaminantů na čase, přidavek kvartérní amoniové soli k biocharu vždy výrazně zvýšil účinnost odstranění kontaminantů. Navíc jsme prokázali, že nejlepší výsledky je dosahováno při užití směsi vodného roztoku benzalkonium chloridu s Aliquatem 336 ve hmotnostním poměru AlkBzMe<sub>2</sub>NCl k Aliquat 336 = 2:3.

Jak je patrné ze srovnání sorpční schopnosti testovaných kontaminantů v obr. 5–7, samotný biochar je nejhorším sorbentem, což je v souladu se skutečností, že se jedná o neaktivované dřevěné uhlí, jehož specifický povrch je řádově menší než specifický povrch aktivního uhlí.

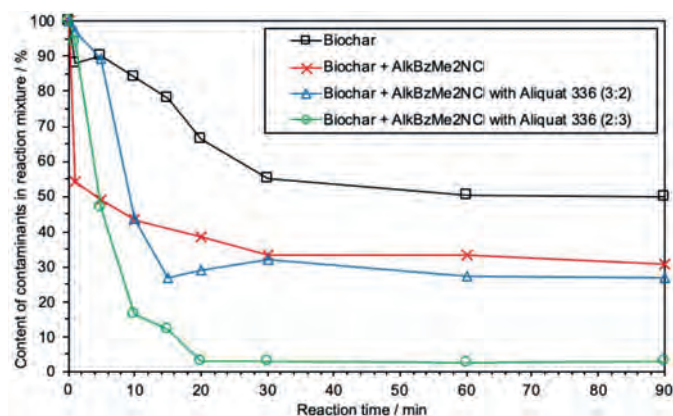
Podle očekávání poskytuje práškové aktivní uhlí Silcarbon CW20 (PAC) nejlepších výsledků separace všech tří kontaminantů ze všech testovaných sorbentů bez spolupůsobení kvartérních amoniových solí (obr. 5–7). Granulované aktivní uhlí Hydraffin (GAC), které se standardně používá pro plnění adsorpčních kolon, poskytuje průměrné výsledky sorpční kapacity. V případě, kdy byly ke kontaminované vodě kromě biocharu aplikovány i iontopárová činidla (na obr. 5–7 jsou uvedeny výsledky dosažené s použitím nejučinnější kombinace kvartérních amoniových solí v hmotnostním poměru AlkBzMe<sub>2</sub>NCl k Aliquat 336 = 2:3), je sorpční kapacita takové směsi v případě odstraňování Diklofenaku a barviva Mordant Blue 9 dokonce lepší než sorpční kapacita práškového aktivního uhlí, přičemž pevná fáze (biochar/iontový pár kontaminant-SO<sub>3</sub><sup>-</sup>Q<sup>+</sup> či kontaminant-COO<sup>-</sup>Q<sup>+</sup>) se od dekontaminované vodné fáze snadno odstraňuje sedimentací, případně následnou filtrací. Podrobnosti k provedeným experimentům jsou uvedeny on-line ve volně dostupné publikaci [12].

Pro účely širšího využití metody iontového párování, která je běžně používána v kapalinové chromatografii, ale v oblasti čištění vod úplně běžná není, bylo nutné vyvinout postup umožňující regeneraci použité kvartérních amoniových solí v duchu cirkulární ekonomiky tak, aby se snížily náklady na její nákup a díky možnosti opakovaného použití se i zlepšila využitelnost použitých srážecích činidel. Ve spolupráci s týmem specialistů firmy VUOS, a.s., jsme vyvinuli postup reduk-

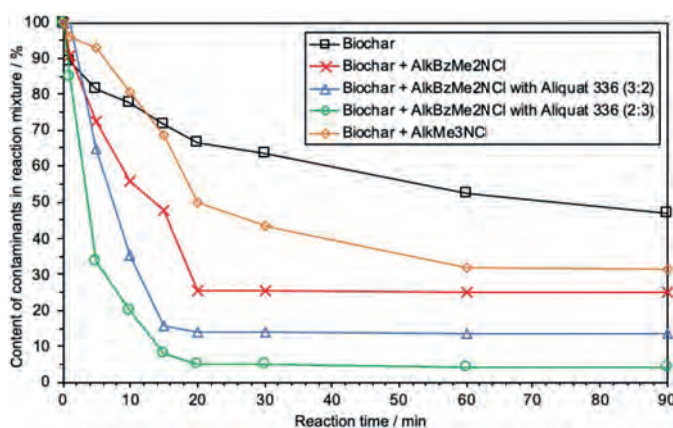
Obr. 1: Rozdíly v účinnosti sorpce tří testovaných halogenovaných kontaminantů na biochar při násadě 20 g biocharu na litr 10 mM roztoku studovaného kontaminantu



Obr. 2: Srovnání účinnosti odstranění protizánětlivého léčiva Diklofenaku (NaDCF) z vodného roztoku v závislosti na době kontaktu a použitím separačním činidlem



Obr. 3: Srovnání účinnosti odstranění protizánětlivého léčiva flufenamové kyseliny (NaFLUFA) z vodných roztoků v závislosti na době kontaktu a použitím separačním činidlem



ktivního odbourávání chlorovaných aromatických kyselin vázaných v iontových párech s možností následného opětovného použití reaktivovaných kvartérních amoniových solí v procesu separace kyselých kontaminantů s tím, že dehalogenované produkty redukce přecházejí do čištěných vod, které jsou vedeny na biologickou čistírnu odpadních vod, kde dochází k biologickému odbourání redukcí degradovaných biocidů, viz obr. 8 [13].

## 2 Experimentální část

K experimentům byly použity tyto chemikálie a materiál: Mordant Blue 9 (obsah 50 %, Sigma-Aldrich, USA), Diklofenak sodná sůl (Sigma-Aldrich, USA), Flufenamová kyselina (p.a., Sigma-Aldrich,

Dokončení na další str.

USA), granulované aktivní uhlí Hydriffin CC 8X30 (Donauchem s.r.o.), práškové aktivní uhlí SilCarbon CW20, biochar (vyroběný v ČR ve zplyňovacích generátorech [12]), Aliquat 336 (dodavatel Brenntag s.r.o., Praha, výrobce AkzoNobel), Benzalkonium chlorid (Sigma-Aldrich, USA).

## 2.1 Separace halogenovaných kyselých kontaminantů z vodných roztoků

Experimenty zaměřené na adsorpční kinetiku byly prováděny v 1 000 ml Erlenmeyerově baňce umístěné na elektromagnetickém míchadle. K 500 ml koncentrovaného roztoku kontaminantu (25 mM NaDCF, 10 mM NaFLUFA, 10 mM MB9) byla přidána dávka biocharu 20 g/l, případně 1 g/l iontopárového činidla. V průběhu adsorpce byly ve zvolených intervalech (1, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 90, 120 min.) odebrány vzorky pomocí jednorázové injekční stříkačky, vzorky byly následně zfiltrány a v nich stanovena koncentrace daného kontaminantu.

Srovnávací experimenty pro stanovení adsorpčních izoterm byly prováděny v 250ml kulatých baňkách umístěných na speciálním nástavci (typ „Starfish“, Radleys Discovery Technologies, UK) opatřených magnetickými míchadly. Pro stanovení jedné adsorpční izotermy bylo vždy provedeno 10 experimentů – 10 g/l uhlíkatého sorbentu, popř. 1 g/l  $R_4NCl$  a 100 ml roztoku kontaminantu o rozdílných počátečních koncentracích (0,25–7 g/l NaFLUFA; 0,25–8 g/l NaDCF; 0,25–5,5 g/l MB9). Reakční směsi byly míchány při 400 otáčkách do dosažení rovnovážného stavu přes noc za laboratorní teploty a atmosferického tlaku, poté byly zfiltrány a následně byla v těchto vzorcích stanovena koncentrace halogenovaného kyselého kontaminantu. Obsah barviva MB9 ve filtrátech byl stanoven spektrofotometricky s využitím Lambert-Beerova zákona. Koncentrace soli Diklofenaku (NaDCF) nebo flufenamové kyseliny (NaFLUFA) byla stanovena voltametricky pomocí diferenční pulzní voltametrie (DPV) dle navržené metodiky z naší předchozí studie [14]. Oba kontaminanty byly stanovovány na CPE, jenž byla modifikována cetyltrimethylamonium bromidem (CTAB), který fungoval jako modifikátor in situ. Povrch pracovní uhlíkové pastové elektrody (CPE) byl obnovován otěrem tenké vrstvy po každém měření. Experimentální podmínky stanovení: DPV; 0,1 M fosfátový pufr +  $1 \times 10^{-4}$  M CTAB; scan: + 0,2 až 1,2 V vs. ref.; 100 mV.s<sup>-1</sup> [14].

## 2.2 Recyklace použité iontové kapaliny chemickou redukcí

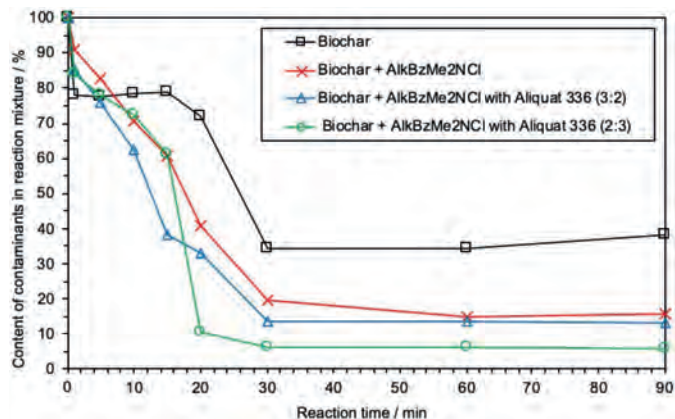
V prvním kroku experimentu byla provedena iontová výměna přidávkem 10 mmol  $R_4NCl$  (např. Aliquat 336) k 5 mmol barviva MB9. Takto vzniklý iontový pár byl separován a tato organická fáze byla rozpuštěna v metanolu (100 ml). Následná redukce (Aliquat 336)2MB9 byla prováděna v heterogenní fázi slitinou Al-Ni (1,72 g/l mmol iontového páru) v alkalickém prostředí (za přidavku vodného roztoku NaOH), popřípadě byla redukce provedena v homogenní fázi pomocí  $NaBH_4$  (25 mmol/l mmol iontového páru) v roztoku alkoholu. Po chemické redukcí iontového páru byl oddestilován veškerý metanol ze směsi a iontopárové činidlo získané popsanou redukcí bylo použito k další iontové výměně s barvivem MB9 (5 mmol). Tento sled kroků (separace kontaminantu MB9 přidávkem iontopárového činidla + následná recyklace iontopárového činidla chemickou redukcí) byl opakován čtyřikrát.

## 3 Závěr

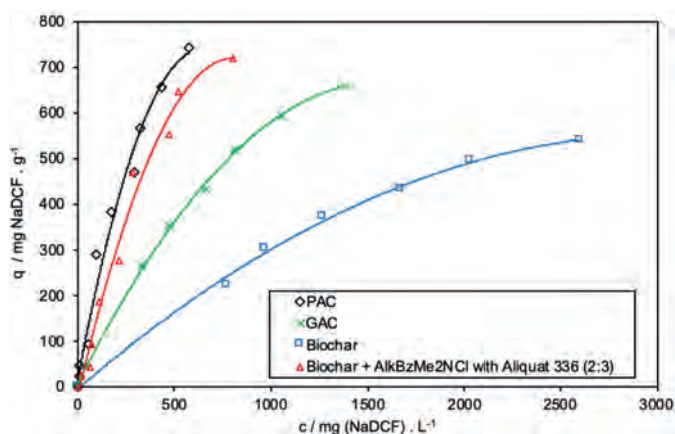
Byla vyvinuta technika účinné separace kyselých biologicky obtížně odbouratelných organických sloučenin, která je v tomto článku demonstrována na odstraňování tří různých solí halogenovaných aromatických kyselin z kontaminovaných vod. Vyvinutá technika zahrnuje tvorbu iontových párů obecné struktury kontaminant- $SO_3^-Q^+$  nebo kontaminant-COO $^-Q^+$ , které jsou při správné volbě iontopárového činidla dostatečně hydrofobní pro účinné odstranění z kontaminovaných vod s pomocí levného uhlíkatého sorbentu.

V rámci spolupráce s výzkumným týmem firmy VUOS, a.s., při řešení projektu TA ČR programu Epsilon TH02030200 „Efektivní odstraňování aromatických halogenderivátů (AOX) z lokálních průmyslových zdrojů“ byla popisovaná separační technika doplněna o nově vyvinutý postup recyklace iontopárových činidel chemickou redukcí vznikajících iontových párů kontaminant- $SO_3^-Q^+$  nebo kontaminant-COO $^-Q^+$ , která vede k rozkladu halogenovaných kontaminantů na jednoduché

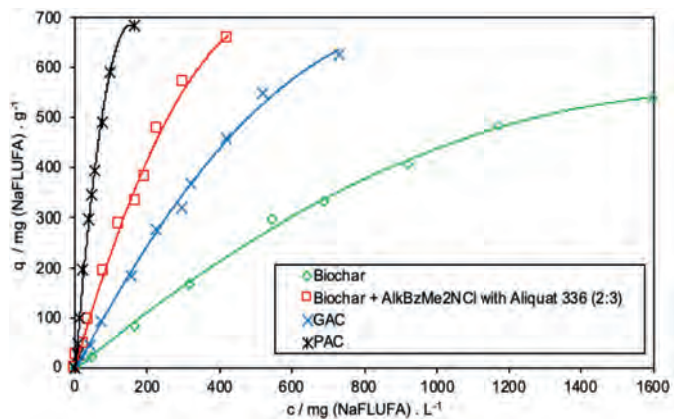
Obr. 4: Srovnání účinnosti odstranění kyselého barviva Mordant Blue 9 z vodných roztoků v závislosti na době kontaktu a použitým separačním činidlem



Obr. 5: Srovnání sorpční kapacity použitých sorbentů při odstraňování protizánětlivého léčiva Diklofenaku (NaDCF) z vodných roztoků (podrobnosti jsou uvedeny v Exp.části)



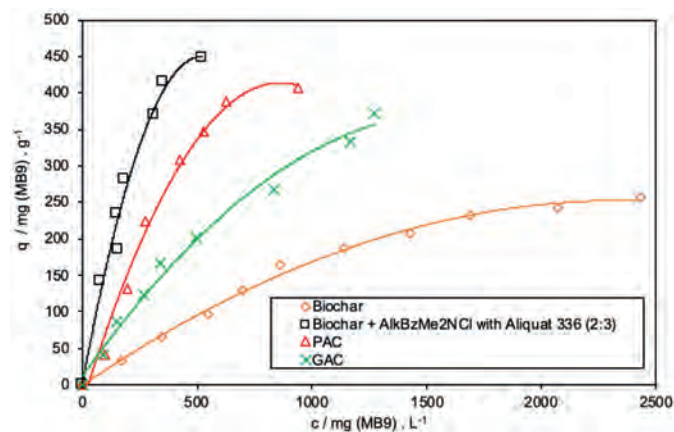
Obr. 6: Srovnání sorpční kapacity použitých sorbentů při odstraňování protizánětlivého léčiva flufenamová kyselina (NaFLUFA) z vodných roztoků (podrobnosti jsou uvedeny v Exp.části)



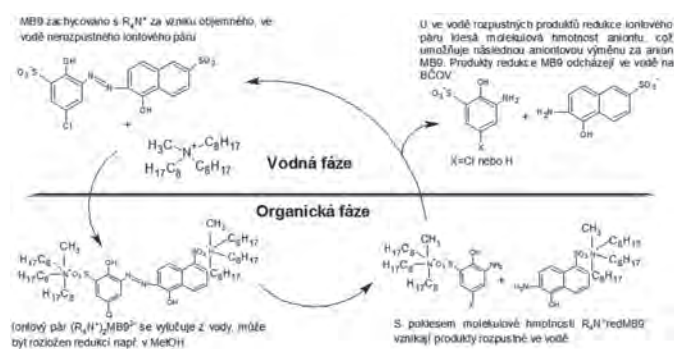
nehalozenované produkty. Následně opakované použití redukováných iontových párů v procesu odstraňování kontaminantů z technologických vod vede k podobné iontovýmenné reakci s halogenovaným kontaminantem jako v případě originálních kvartérních amoniových solí, přičemž do vod zbavených halogenovaných kontaminantů, které jsou následně vedeny na biologickou čistírnu odpadních vod, přecházejí dehalogenované anionty produktů redukce iontových párů, které jsou dobře biologicky odbouratelné. Tento postup byl úspěšně technologicky ověřen s použitím adsorpční kolony plněné iontopárovými činidly impregnovaným sorbentem. V rámci řešení výše zmíněného projektu jsme ve spolupráci s firmou Dekonta, a.s., ověřili, že po několika opakovaných cyklů sorpce/regenerace deaktivovaný uhlíkatý sorbent lze pyrolyticky regenerovat stejně účinně (tj. s dosažením srovnatelného specifického povrchu), jako v průmyslových adsorpčních kolonách běžně používané granulované aktivní uhlí Hydriffin CC 8X30.



Obr. 7: Srovnání sorpční kapacity použitých sorbentů při odstraňování kyselého barviva Mordant Blue 9 (MB9) z vodných roztoků (podrobnosti jsou uvedeny v Exp. části)



Obr. 8: Schéma separace barviva MB9 iontovou výměnou působením iontové kapaliny metyltrioktylamonium chloridu s následnou recyklací použitého iontopárového činidla chemickou redukcí



Poděkování: Děkujeme za finanční podporu excelentního týmu Skupiny chemických technologií Fakultou chemicko-technologickou, Univerzity Pardubice (projektu VA390013).

## Literatura

- [1] SANTOZ L.H.M.L.M., ARAÚJO A.N., FACHINI A., PENA A., DELERUE-MATOS C., MONTENEGRO M.C.B.S.M.: Ecotoxicological Aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment. *J. Hazard. Mater.* 2010, 175, 45–95.
- [2] Dokument BREF Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC) Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách Čištění odpadních vod a odpadních plynů; Systémy managementu v chemickém průmyslu, únor 2003. Dostupné na: [www.ipcc.cz](http://www.ipcc.cz) [citováno 19. listopadu 2020].
- [3] <https://www.donauchem.cz/Products-Solutions/Range-of-goods/Activated-Carbon> [citováno 19. listopadu 2020].
- [4] WEIDLICH T., VÁCLAVÍKOVÁ J., JAŠŮREK B., SOCHA F.: Alternativní postupy čištění technologických vod z výroby barviv. *Chemmagazín*, 2015, XXV(2), 8–10.

- [5] STAHEL W.R.: Circular Economy. *Nature*, 2016, 531, 435–438.
- [6] OLEJNÍK R., WEIDLICH T.: Izolace barviv z odpadních vod z barvení bavlny a možnosti jejich dalšího využití v drogistických výrobcích. *Chemmagazín*, 2018, XXVIII(6), 2–4.
- [7] WEIDLICH T., SOCHA F.: *Flokulant, způsob jeho přípravy a jeho použití*. CZ2012669 (A3), 2013.
- [8] WEIDLICH T., MARTINKOVÁ J.: *Způsob srážení barviv z vodných roztoků*. CZ303942 (B6), 2013.
- [9] WEIDLICH T.: *Způsob odstraňování adsorbovatelných organických halogenů na bázi halogenovaných aromatických a heterocyklických kyselin a jejich solí z vodných roztoků*. CZ2016578 (A3), 2018.
- [10] PADRTOVÁ T., MARVANOVÁ P., MOKRÝ P.: Quaternary Ammonium Salts -Synthesis and Use. *Chemické Listy*, 2017, 111(3), 197–205.
- [11] HANUSEK J.: Iontové kapaliny – nový směr v „zelené“ chemii. *Chemické Listy*, 2005, 99, 263–294.
- [12] KAMENICKÁ B., MATĚJČEK P., WEIDLICH T., POHOŘELÝ M.: *Application of Biochar for Treating the Water Contaminated with Polar Halogenated Organic Pollutants*. 241–263, Kapitola 15 v knize: ABDELFAHEZ A.A., ABBAS H.H. (Editors) Application of Biochar for Environmental Safety. IntechOpen, 2020, ISBN: 978-1-78985-896-9. Dostupné na: <https://www.intechopen.com/books/applications-of-biochar-for-environmental-safety>
- [13] WEIDLICH T., KAMENICKÁ B., BARTOŠ M., ČERMÁK J.: *Způsob odstranění halogenovaných organických kyselin z vod*. CZ2019194 (A4), 2020.
- [14] KAMENICKÁ B., BARTÁŠKOVÁ A., ŠVANCARA I., WEIDLICH T.: Applicability of voltammetric determination of diclofenac at carbon paste electrodes to the analysis of aqueous solutions purified by adsorption and/or ionic liquid-based ion exchange. *Monatsh. Chem.*, 2019, 150, 429–437.

## Abstract

### POSSIBILITIES FOR SEPARATION OF NON-BIODEGRADABLE ACIDIC CONTAMINANTS FROM LOCAL SOURCES OF POLLUTION

**Summary:** The issue of the inexpensive and effective removal of acidic biocides (remedies, pesticides, etc. from contaminated technological water streams is intensively studied due to the negative effect of these mentioned non-biodegradable pollutants on quality of water streams. The usual result of treatment of non-biodegradable pollutants containing water streams in biological treatment plant is treated (partially purified) water contaminated with mentioned recalcitrant mobile pollutants. University of Pardubice, in cooperation with Research Institute for Organic Synthesis Company (VUOS) developed low-cost and very effective method for removal of non-biodegradable polar organic compounds (organic acids and their salts) based on sorption using impregnated carbonaceous sorbents. The advantages of this method are efficient sorption of mobile pollutants from aqueous effluent and possibility of repeated utilization of above mentioned sorbent.

**Key words:** quaternary ammonium salts, Diclofenac, Flufenamic acid, arenesulfonic acid, aromatic acid

## NOVÉ ŘEŠENÍ PRO VYSOCE EFEKTIVNÍ REGENERACI ROZPOUŠTĚDEL

Díky chlazeným odlučovačům CT50 Single OLÉ a CT50 Twin OLÉ od německé společnosti **Peter Huber Kältemaschinenbau AG** je nyní odpařování v laboratoři ještě jednodušší a levnější. Kondenzátory byly vyvinuty speciálně pro vysoce efektivní regeneraci rozpouštědel v laboratoři. Odlučovače CT50 lze připojit k rotačním výparníkům nebo k aplikacím, kde jsou vyžadovány nízké teploty pro zpětné získávání rozpouštědel a nebo možnost kontinuálního proudění.

### Obr.: Chlazený odlučovač CT50 Single OLÉ



Zařízení přesvědčují přímým a rychlým chlazením i nízkými provozními náklady. Kompaktní konstrukce vyžaduje na laboratorním stole jen

malý prostor. Odlučovače CT50 pracují ekologicky s přírodním chladičem. Ovládání je snadné a pohodlné pomocí moderního ovládače OLÉ. Řadič má řadu funkcí, které usnadní každodenní práci. Patří mezi ně jasný OLED displej s navigací v nabídce a připojení USB a RS232 pro datovou komunikaci.

Chladiče CT50 mají vysokou kvalitu, tj. robustní, odolnou konstrukci a vysoce kvalitní materiály. Výparníky jsou vyrobeny z nerezové oceli, je možný povlak z odolného polytetrafluorethylenu, keramických polymerů atd.

Další modely pro nižší teploty a s větší chladicí kapacitou jsou k dispozici na vyžádání.

» [www.huber.com](http://www.huber.com)

# EDTA V ODPADNÍCH VODÁCH A MOŽNOSTI JEJÍHO ODSTRAŇOVÁNÍ

KEPRTOVÁ K.

Ústav chemie ochrany prostředí, Fakulta technologie ochrany prostředí, VŠCHT Praha, keprtovk@vscht.cz

*Voda je základní složkou životního prostředí a nezbytně nutným stavebním kamenem pro existenci života na zemi. Vlivem lidské činnosti dochází k emisím do vodního prostředí. Ačkoliv je průmysl zdrojem znečištění povrchových vod, nezanedbatelně se na znečišťování podílí i komunální čistírny odpadních vod. Během posledních 25 let došlo k zlepšení kvality vod, nicméně se stále vyskytují úseky vodních toků zařazené do V. třídy kvality povrchové vody (dle ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod). Nejvíce vodních toků spadá podle základní klasifikace do III. třídy – znečištěná voda. Postupně však přibývá úseků hodnocených jako I. a II. třída kvality [1]. Kromě základní klasifikace je kvalita povrchových vod hodnocena i na základě specifických ukazatelů, jako je například kyselina etylendiamintetraoctová (EDTA) [2]. EDTA patří mezi antropogenní látky s nejvyšší koncentrací ve vnitrozemských evropských vodách [3]. V České republice je platnou legislativou stanovena norma environmentální kvality pro EDTA 5 µg/l. [4] Avšak tato norma je v současnosti často překračována, v některých povodích na všech sledovaných profilech [5].*

## 1 Úvod

EDTA byla patentována v Německu v roce 1935 Ferdinandem Munzem. Molekula EDTA (viz obr. 1) je substituovaný diamin obvykle uváděný na trh jako sodné soli. Je to silné chelatační (komplexační) činidlo kovů a vysoce stabilní molekula. Chelatační činidla mají potenciál narušit přirozenou speciální kovů a ovlivnit biologickou dostupnost kovů a jejich přítomnost ve vysokých koncentracích může vést k remobilizaci kovů ze sedimentů a vodonosných vrstev, které následně představují riziko pro podzemní vody a pitnou vodu. Největším rizikem pro složky životního prostředí je však skutečnost, že je EDTA jen pomalu biologicky odbouratelná a je proto v prostředí poměrně perzistentní. Silná chelatační činidla se vyskytují v přírodních vodách převážně ve formě kovových komplexů [6].

EDTA patří mezi nejpoužívanější chelatační činidla a je pro své výhodné vlastnosti a nízkou cenu používána v procesech, kde je přítomnost kovů nežádoucí jako například při úpravě kotelní a chemické procesní vody, v procesech bělení textilu a papíru, ve fotografických vývojkách i při dokončovacích a pokovovacích operacích. V prostředcích denní potřeby je EDTA používána k izolaci stopových kovů, aby bylo zabráněno katalytickým reakcím vedoucím ke žloutnutí, ztrátě chuti a změnám barvy potravinářských výrobků (označována jako umělý antioxidant E 385), vitamínů a ke kontrole kovů, které destabilizují kosmetické přípravky. Svě místo má EDTA v lékařství, kde je používána jako antidotum otrav toxickými kovy (např. otrava olovem u dětí) a při zubních zákrocích [6]. V poslední době se lékařské použití rozšířilo o léčbu onemocnění srdce a léčbu vysokého krevního tlaku. EDTA je také používána v zemědělství za účelem zvýšení dostupnosti a přepravy výživných kovů, včetně Fe, Zn a Cu. V ochraně životního prostředí je EDTA aplikována pro extrakci kovů z kontaminovaných půd, pro mobilizaci kontaminujících kovů za účelem zvýšení účinnosti fytořemesiace na místech kontaminovaných kovy [7].

Zásadní vlastností, která je důvodem pro monitorování EDTA a její limitaci normou environmentální kvality v povrchových vodách, je, jak již bylo výše popsáno, její nesnadná biologická rozložitelnost. Běžné způsoby biologického čištění odpadních vod nejsou při odstraňování EDTA v odpadní vodě účinné [8,9]. EDTA tedy prochází čistícím procesem nezměněna. Biodegradace EDTA závisí na specifických podmínkách, jako je relativně vysoká hydraulická doba zadržení a vysoká doba zdržení kalu, alkalická hodnota pH odpadní vody, a v neposlední řadě záleží na kovu, s nímž tvoří EDTA komplex. V běžných čistírnách komunálních odpadních vod nejsou tyto podmínky obvykle dosahovány [10]. V laboratorním měřítku byly pro odstranění EDTA nebo zvýšení biodegradability EDTA testovány různé postupy, jako například použití gamma paprsků, které efektivně rozkládají EDTA, avšak nesnižují celkový obsah organických látek. Aplikací radiace není EDTA kompletně rozložena na CO<sub>2</sub>, avšak pouze přeměněna na biodegradabilní meziproducty [11]. Mezi další způsoby odstranění EDTA, případně zvýšení biodegradability EDTA,

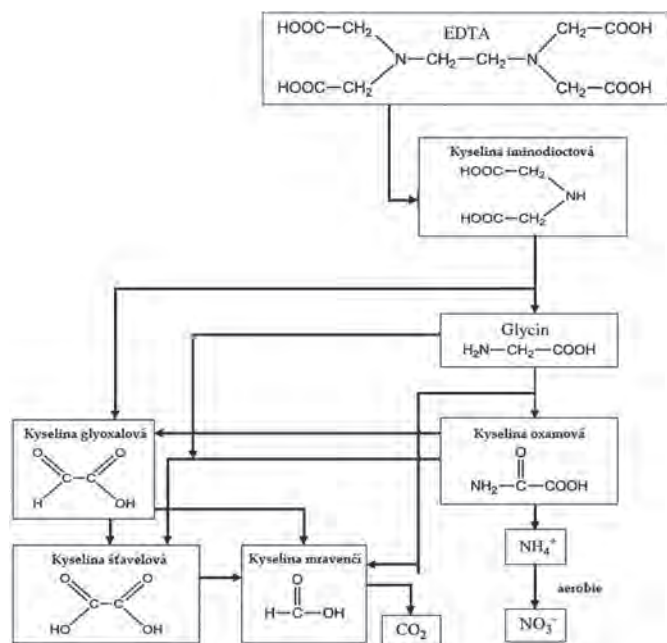
patří pokročilé oxidační procesy [12]. Pokročilé oxidační procesy (AOP z anglického advanced oxidation processes) se v posledních dvou desetiletích ukázaly být slibným způsobem odstraňování špatně rozložitelných a perzistentních organických látek [13]. Tyto ekologicky šetrné procesy jsou založeny na tvorbě hydroxylových radikálů •OH za vhodných podmínek. Hydroxylové radikály jsou jedním z nejsilnějších oxidantů. Techniky AOP se mohou lišit v reakčních systémech, ale lze je charakterizovat několika společnými znaky, jako je již uvedená přítomnost vysoce reaktivních hydroxylových radikálů, nízká selektivita hydroxylových radikálů, vysoká rychlost reakce a použití za normálního tlaku a teploty [14]. Mezi nejčastěji používané reakční systémy AOP patří Fentonova oxidace, při které je použito činidlo obsahující ionty Fe<sup>2+</sup> a peroxid vodíku, přičemž před samotnou oxidací je předřazena úprava pH. Fentonova oxidace je používána v několika obměnách, jako je například modifikace pomocí UV záření pro urychlení reakce (foto-Fentonova oxidace) [15]. Fotokatalytická oxidace je další metodou AOP, založenou na systému TiO<sub>2</sub>/UV/O<sub>2</sub>, kde je jako katalyzátor použit oxid kovu, nejčastěji TiO<sub>2</sub>. K procesům pokročilé oxidace je zařazena i ozonizace, při které jsou hydroxylové radikály tvořeny za pomoci molekuly ozonu [16,17]. Avšak pro použití tohoto postupu je nutné použití ozonizační jednotky. Fotolýza za přítomnosti peroxidu vodíku představuje další vysoce účinný oxidační proces. Princip fotolýzy založené na systému H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UVC spočívá ve fotoindukované degradaci H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> působením UV záření za vzniku hydroxylových radikálů [18]. Možné produkty degradace EDTA systémem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UVC jsou uvedeny na obrázku 1. Všechny uvedené způsoby odstraňování EDTA, případně zpřístupnění EDTA biodegradaci, vyžadují technologická zařízení a jsou nákladná investičně i provozně, proto je v praxi cílem nalezení finančně přijatelných řešení za současného dosažení efektivního odstranění EDTA.

## 2 Experimentální část

### 2.1 Experimentální aparatura a použité vzorky vod

Pro experimenty byl zvolen AOP fotolýzou systémem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UVC. Pro pokusy byly použity skleněné míchané vsádkové reaktory. Jako vzorky byly použity reálné odpadní vody z výroby papíru a buničiny. Vzorky reálných odpadních vod byly odebrány jako bodové prosté vzorky na výstupu z biologického stupně čistírny odpadních vod do recipientu, odebrané odpadní vody byly z technologických důvodů oteplené (průměrně 34 °C). Základní charakteristiky odpadní vody jsou uvedeny v tabulce 1. Do reaktorů byly dávkovány vzorky odpadní vody, různé přísady 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a následně byly do reaktorů umístěny zdroje záření UV-C. Reakce probíhala bez úpravy pH (pH 7,7–8) a teploty. Ke vzorkům odpadní vody o objemu 1100 ml byly přidány různé objemy H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a sice 0,264 ml, 0,352 ml, 0,44 ml, 0,528 ml a 1 ml. Vzorky odpadních vod spolu s peroxidem byly za působení zdroje UV-C záření míchány po dobu 2 hodin.



Obr. 1 – Produkty oxidace EDTA systémem  $H_2O_2/UV-C$ 

Tab. 1 – Základní vlastnosti odpadní vody

Ukazatel	Jednotka	Hodnota
Vodivost	$\mu S/cm$	1627–1683
BSK <sub>5</sub>	mg/l	2,1
CHSK <sub>Cr</sub>	mg/l	120
Nerozpuštěné látky sušené	mg/l	5,5
Nerozpuštěné látky žíhané	mg/l	1,15
Nerozpuštěné látky – ztráta žíháním	mg/l	4,35
N <sub>celk</sub>	mg/l	3
P <sub>celk</sub>	mg/l	0,73
AOX	$\mu g/l$	370

## 2.2 Analytické metody

Analýzy obsahu EDTA byly provedeny vodohospodářskou laboratoří Povodí Vltavy, státního podniku, pobočka Plzeň. Obecně je analytické stanovení EDTA problematickou záležitostí, neboť pro její stanovení ve vodách existuje platná norma ČSN EN ISO 16588 (Jakost vod – Stanovení šesti komplexotvorných látek – Metoda plynové chromatografie) a akreditaci zahrnující zkušební metodu podle této normy má na území České republiky jen několik laboratoří, z nichž většina je právě vodohospodářských laboratoří jednotlivých povodí ČR. Samotná metoda stanovení zahrnuje následující kroky [19]. Vzorek je konzervován metanolem a odpařen do sucha. Následně je přidána kyselina chlorovodíková nebo mravenčí a vzorek je opět odpařen do sucha. Pak jsou komplexotvorné látky esterifikovány na propylestery, iso-propylestery a butylestery. Dále je přidána do vzorku voda a vzniklé estery jsou extrahovány hexanem, separovány plynovou chromatografií a identifikovány detektorem selektivním na dusík (NPD) nebo hmotnostně spektrometrickým detektorem. Analýza vodohospodářskou laboratoří Povodí Vltavy, státního podniku, byla provedena za použití detektoru selektivního na dusík (GC-NPD). Tento poměrně složitý proces vyžadující řadu manuálních úprav vzorku je důvodem, proč je stanovení EDTA finančně náročnou analýzou.

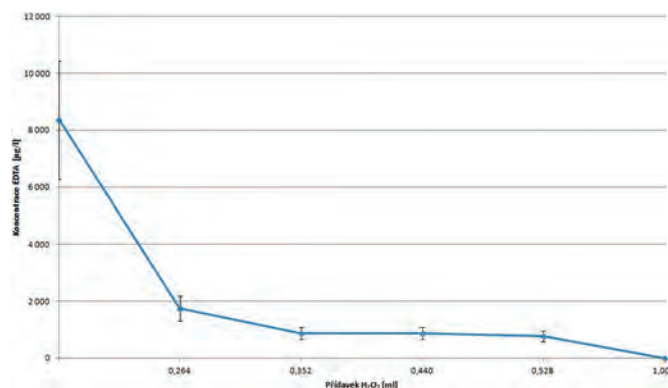
Analýzy základních vlastností odpadních vod byly provedeny taktéž vodohospodářskou laboratoří Povodí Vltavy, státního podniku. Stanovení BSK<sub>5</sub> bylo provedeno dle normy ČSN 1899-1,2 elektrochemicky; stanovení CHSK<sub>Cr</sub> bylo provedeno dle ČSN ISO 15705 semimikrometodou; stanovení nerozpuštěných látek sušením při 105 °C, žíháním při 550 °C, ztráta žíháním byly provedeny dle ČSN EN 872, ČSN 75 7350 gravimetricky; stanovení celkového obsahu dusíku bylo provedeno dle ČSN ISO 29441 CFA; stanovení celkového obsahu fosforu

bylo provedeno dle ČSN EN ISO 15681-2 CFA; stanovení AOX bylo provedeno dle ČSN EN ISO 9562 vsádkovou metodou.

Analýzy obsahu TOC byla realizována na přístrojovém vybavení ústavu 240 VŠCHT Praha, a sice analyzátozem TOC/TN<sub>b</sub> Elementar vario TOC select.

## 3 Výsledky a diskuze

Byly provedeny dvě série experimentů za použití reálné odpadní vody z výroby buničiny a papíru po vyčištění biologickou čistírnou odpadních vod. Pro odstranění EDTA byla zvolena fotolýza s reakčním systémem  $H_2O_2/UV-C$ . Objemy  $H_2O_2$  byly zvoleny s ohledem na co nejnižší spotřebu a tím i náklady na odstranění EDTA, pH nebylo upraveno a teplota nebyla regulována. Důvodem, proč nebyl zvolen postup s úpravou pH, ačkoliv je dle dostupné literatury efektivnější, bylo dosažení co největšího snížení nákladů na odstranění EDTA. Zároveň by přidání látek pro změnu pH mělo za následek zvýšení množství rozpuštěných anorganických solí. Regulace teploty nebyla provedena, podobně jako v případě úpravy pH, z důvodu finanční náročnosti. Reakce probíhala v míchaném reaktoru po dobu 2 h. Reaktory byly po ukončení reakce zanechány hodinu bez míchání a zdroje záření UV-C. Následně byly odebrány vzorky na analýzu obsahu EDTA a TOC. Závislost obsahu EDTA na přidávku  $H_2O_2$  je znázorněn na obrázku 2. Dle získaných výsledků lze konstatovat, že aplikace pokročilé oxidace za použití systému  $H_2O_2/UV-C$  snižuje množství EDTA. Nejvyšší přidávek  $H_2O_2$  snížil obsah EDTA až pod normu environmentální kvality, která je legislativou stanovena na 5  $\mu g/l$ . Zároveň došlo k úbytku TOC, avšak velikost poklesu obsahu TOC je souměřitelná s nejistotou metody měření. V případě, že nedošlo k výraznému úbytku TOC, byla EDTA procesem fotolýzy degradována na meziproducty, ale nedošlo tímto procesem k úplné oxidaci EDTA na  $CO_2$ . Jedním z důvodů, proč nedochází k většímu snížení obsahu TOC, může být skutečnost, že odpadní voda prošla účinným biologickým stupněm čištění a snadno rozložitelné látky byly odstraněny již v procesu čištění odpadních vod.

Obr. 2 – Závislost obsahu EDTA na přidávku  $H_2O_2$ 

## 4 Závěr

V této práci bylo provedeno experimentální ověření použitelnosti procesu pokročilé oxidace se systémem  $H_2O_2/UV-C$  za použití reálné odpadní vody z výroby papíru. Pro experiment bylo pro dosažení co nejnižších nákladů nízké množství  $H_2O_2$ , dále nebylo upraveno pH a nedošlo k regulaci teploty. Dle dosažených výsledků lze konstatovat, že odstranění EDTA je přímo úměrné dávce  $H_2O_2$ . Vzhledem k malému úbytku TOC, souměřitelnému s nejistotou metody stanovení, lze předpokládat, že nedochází k úplnému rozkladu EDTA až na  $CO_2$ , ale k rozkladu na meziproducty. Proces pokročilé oxidace za použití systému  $H_2O_2/UV-C$  je pro odstranění EDTA vhodnou metodou.

Poděkování: Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A2\_FT0P\_2020\_014.

## Abstract

### EDTA IN WASTEWATER AND POSSIBILITIES OF ITS REMOVAL

**Summary:** Water is an essential component of the environment and an essential building block for the existence of life on Earth. Due to human activity,

Dokončení na další str.

emissions to the aquatic environment occur. Although industry is a source of surface water pollution, municipal wastewater treatment plants also play a significant role in pollution. EDTA is one of the anthropogenic substances with the highest concentration in European inland waters. In the Czech Republic, the valid legislation sets an environmental quality standard for EDTA of 5 µg/l. However, this standard is currently often exceeded, in some river basins on all monitored profiles. The key property that is the reason for EDTA monitoring and its limitation by the environmental quality standard in surface waters is its difficult biodegradability. Conventional biological wastewater treatment methods are not effective in removing EDTA in wastewater. EDTA therefore undergoes the purification process unchanged. At this time there are not applied any specific removal technologies. This paper suggests possible EDTA removal options.

**Key words:** EDTA, wastewater treatment, AOP.

## Literatura

- [1] HUBALOVÁ, P., JENÍČEK, T., et al., *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2018*. Odbor státní správy ve vodním hospodářství a správy povodí Ministerstvo zemědělství Odbor ochrany vod Ministerstvo životního prostředí, 2019. ISBN 978-80-7434-523-4.
- [2] MIČANÍK, T., HANSLÍK, E., NĚMEJCOVÁ, D., BAUDIŠOVÁ, Klasifikace kvality povrchových vod. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace 2017, 59, s. 4–11.
- [3] OVIEDO, C., RODRÍGUEZ, J., EDTA: the chelating agent under environmental scrutiny. *Quimica Nova* 2003, 26, s. 901–905.
- [4] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.
- [5] *Vodohospodářská bilance za rok 2019*, Povodí Labe, státní podnik; Zpráva o hodnocení jakosti povrchových vod pro území ve správě Povodí Labe, státní podnik; Odbor péče o vodní zdroje, Hradec Králové září 2020.
- [6] NOWACK, B., VANBRIESEN, J. M., Chelating agents in the environment, *Biogeochemistry of Chelating Agents* 2005.
- [7] ZHANG, W., et al. Influence of EDTA washing on the species and mobility of heavy metals residual in soils. *Journal of Hazardous Materials* 2010, 173, s. 369–376.
- [8] KARI, F. G., GIGER, W., Speciation and fate of ethylenediaminetetraacetate (EDTA) in municipal wastewater treatment. *Water Research* 1996, 30, s. 122–134.
- [9] ALDER, A. C., SIEGRIST, H., GUJER, W., GIGER, W., Behaviour of NTA and EDTA in biological wastewater treatment. *Water Research* 1990, 24, s. 733–742.
- [10] REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL Pursuant to Article 16 of Regulation (EC) No 648/2004 of the European Parliament and of the Council of 31 March 2004 on detergents, concerning the biodegradation of main non-surfactant organic detergent ingredient.
- [11] JUNG, J., et al., Enhancement of biodegradability of EDTA by gamma-ray treatment. *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry* 2004, 262, s. 371–374.
- [12] SILLANPÄÄ, M. E. T., KURNIAWAN, T. A., LO, W., Degradation of chelating agents in aqueous solution using advanced oxidation process (AOP). *Chemosphere* 2011, 83, s. 1443–1460.
- [13] AOUDJ, S., et al., Degradation of EDTA in H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-containing wastewater by photo-electrochemical peroxidation. *Chemosphere* 2018, 208, s. 984–990.
- [14] DUŠEK, Lr., Čištění odpadních vod chemickou oxidací hydroxylými radikály. *Chem. Listy* 2010, 104, s. 846–854.
- [15] GHISELLI, G., et al., Destruction of EDTA using Fenton and photo-Fenton-like reactions under UV-A irradiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 2004, 167, s. 59–67.
- [16] KORHONEN, M. S., METSÄRINNE, S. E., TUHKANEN, T. A. Removal of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) from pulp mill effluents by ozonation. 2000.
- [17] WANG, J., et al., Degradation of EDTA in aqueous solution by using ozonolysis and ozonolysis combined with sonolysis. *Journal of Hazardous Materials* 2010, 176, s. 333–338.
- [18] REKAB, K., et al., H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and/or photocatalysis under UV-C irradiation for the removal of EDTA, a chelating agent present in nuclear waste waters. *Applied Catalysis A: General* 2014, 488, s. 103–110.
- [19] ČSN EN ISO 16588 (75 7590). *Jakost vod - Stanovení šesti komplexotvorných látek - Metoda plynové chromatografie*. s. 20

## SPECTRO PŘEDSTAVILA ANALYZÁTOR SPECTROGREEN TI

Společnost **SPECTRO Analytical Instruments** představila nejnovější verzi svého analyzátoru SPECTROGREEN s indukčně vázanou plazmou v kombinaci s optickou emisní spektrometrií (ICP-OES). Nový přístroj byl představen během virtuálního veletrhu analytica (19.–23. října).

Přístroj s dvojitým rozhraním automaticky kombinuje axiální i radiální pohled, optimalizuje citlivost, linearitu a dynamický rozsah a vyhýbá se matricovým efektům, jako je EIE. SPECTROGREEN TI nabízí nejvyšší citlivost pro stanovení stopových prvků, potlačení interferencí matrice a dobrou přesnost pro náročné matrice prostředí.

SPECTROGREEN TI je třetí a nejnovější verze kompaktního analyzátoru ICP-OES střední třídy SPECTROGREEN. Poskytuje řadu výhod pro širokou škálu rutinních laboratorních analýz, vyznačuje se univerzálností, špičkovou funkcí, solidní jednoduchostí a snadným použitím. Je zajištěna trvanlivost a spolehlivost, rychlá analýza pro vysokou produktivitu a cenová dostupnost. SPECTROGREEN nabízí konkurenceschopný poměr cena/výkon a možná nejnižší provozní náklady ve své třídě. Všechny modely šetří spotřební

materiál díky inovativnímu UV-PLUS bez čištění a nevyžadují žádné další chlazení, odpadá nutnost nákladných externích chladičů náchylných k poruchám.

### Obr.: Analyzátor SPECTROGREEN TI



Mezi další funkce patří optická technologie SPECTRO ORCA, která maximalizuje propustnost světla, stabilitu a citlivost. Transparentnost a propustnost světla SPECTROGREENu poskytuje nejlepší výkon ve své třídě pro UV prvky a model DSOI poskytuje dvojnásobnou citlivost oproti konvenčnímu radiálnímu zobrazení v celém spek-

trálním rozsahu. Díky přístupu k celému rozsahu vlnových délek pomocí jediné analýzy není třeba volit režim zobrazení nebo provádět více analýz, což je zásadní výhoda pro vysoce produktivní laboratoře. Systém analyzátoru významně zvyšuje rychlost zpracování a transportu spekter pro rychlejší analýzu, kratší časy mezi vzorky a zpracování více vzorků za hodinu. Tepelné stabilizace optického systému je dosaženo bez chlazení pod nulu. Technologie CMOS s lineárním polem CMOS optimalizovaného spektrálního rozsahu umožňuje rychlé odečítání a široký dynamický rozsah. Nejnovější generátor LDMSO 1700 W pomáhá analyzovat obtížné matrice vzorků s nižším ředěním a nižšími limity detekce, přičemž zůstává chladný a bezproblémový, a nakonec umožňuje rychlé zahřátí pro vyšší produktivitu. Všechny komponenty pro zavedení vzorku jsou snadno viditelné a přístupné díky čistému a kompaktnímu designu. Jeho nový operační software SPECTRO ICP Analyzer Pro zefektivňuje pracovní postupy. Modulární architektura zásuvných modulů umožňuje individuální přizpůsobení. Rychlost zpracování je ultra rychlá, a to i při velkém množství dat. Proces analýzy je plně transparentní a sledovatelný, a navíc s vynikajícími funkcemi pro audit.

» [www.spectro.com](http://www.spectro.com)

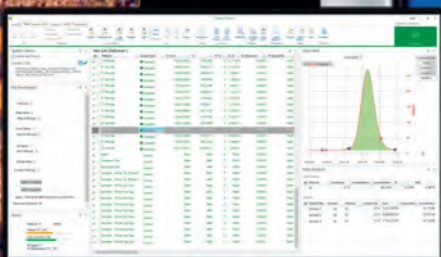


# Nový Elementar enviroTOC

## To nejlepší pro stanovení TOC – nejenom v povrchových a odpadních vodách

Analyzátory TOC od firmy Elementar vynikají dlouhodobou spolehlivostí. Nový enviro TOC v sobě kombinuje osvědčené vlastnosti svých předchůdců s moderními technologiemi. Výkonná a stabilní pec krytá desetiletou zárukou, variabilní změna režimu, odstranění solí ze vzorku pomocí technologie SALTRAP a stabilní širokospektrální IR detektor jsou doplněny zcela novým automatickým podavačem vzorků a chemiluminiscenčním detektorem TNb. Zmíněné vlastnosti zaručují analyzátoru enviro TOC efektivitu při analýzách povrchových a odpadních vod i pevných a polotekutých matric.

- Plně automatizovaný podavač kapalných vzorků (60 pozic pro EPA vialky o objemu 40 ml).
- Oddělení solí ze vzorků pomocí technologie SALTRAP zaručuje dlouhou životnost spalovací trubice a nízké nároky na údržbu.
- Úplná oxidace stabilních forem organického uhlíku je zajištěna díky spalování až při 1200 °C.
- Rychlá přestavba pro zpracování kapalných nebo pevných vzorků.
- Integrovaný chemiluminiscenční detektor s širokým lineárním rozsahem pro stanovení TNb.
- Proplachovací funkce minimalizují možnost kontaminace vzorků a prodlužují životnost dávkovací jednotky.



elementar

enviro TOC

Analyzátor enviro TOC je dodáván s inovovaným ovládacím softwarem. Naprogramované metody jsou v souladu s nejnovějšími standardy pro stanovení všech forem TOC a TNb v kapalných i pevných vzorcích (ISO 20236, ISO 8245, EPA 4T5.1, ASTM D7573, SM 5310 B, DIN EN 1484, ISO 10694, EN 13137, EN 15936).

Distributorem výrobků firmy Elementar pro ČR a SR a je společnost ANAMET, s. r. o.  
[www.anamet.cz](http://www.anamet.cz)

**ANAMET**  
ANALYTICAL & MEASURING & TESTING





# INTENZIFIKACE ČOV S MINIMÁLNÍ INVESTICÍ

BEK D., KROUPA A.

Messer Technogas s. r. o., Tel.: +420 602 760 022, david.bek@messergroup.com

*Společnost Messer Technogas s.r.o., dceřiná společnost nadnárodní skupiny Messer Group se sídlem v Německu, zaujímá v ČR přední místo na trhu s technickými plyny. Společnost Messer nabízí celou řadu technologií týkajících se ochrany životního prostředí. Plyny jako kyslík či oxid uhličitý se dnes již standardně používají v oblasti čištění a neutralizace odpadních vod. Tento článek má blíže představit naši nejvýznamnější aplikaci v oblasti čištění odpadních vod, kterou je intenzifikace aerobní části průmyslových a komunálních ČOV využitím čistého kyslíku.*

## Představení aplikace a jejích výhod

Krátkodobé či trvalé vysoké zatížení ČOV zvýšenými hodnotami BSK a CHSK vede často k deficitu rozpuštěného kyslíku v aktivaci. Tato situace obvykle nastává při periodickém nátohu vod z produkce (najíždění/odstávka provozních zařízení), při navýšení výroby, při změně technologie výroby a s tím související charakteristiky produkovaných vod atd. Pomocí standardní jemnobublinné aerace je možné ve vodě rozpustit cca 1 kg O<sub>2</sub>, maximálně však 1,5 kg O<sub>2</sub> v m<sup>3</sup> vody za den. Množství nadávkovaného kyslíku je tedy limitované velikostí aktivační nádrže. Standardním řešením periodického či chronického nedostatku kyslíku v aktivaci je tak výstavba větší aktivační nádrže s dostavbou aeračních prvků. Tyto kroky jsou však velice investičně náročné a vzhledem k nutnosti provozu zařízení i pomalé. Ekonomicky a provozně výhodnějším řešením je pak vnos čistého kyslíku (99,5 obj %), který relativně rychle a flexibilně doplní či nahradí vzduchovou aeraci při zachování kvality vypouštěných vod na stávajícím objektu. Díky vysoké efektivitě systému lze plně zajistit dostatečnou koncentraci rozpuštěného kyslíku ve vodě za všech podmínek a případně držet i koncentraci vyšší. Do daného objemu vody ho tedy lze nadávkovat vždy v potřebném množství. U našich zákazníků se pohybuje množství rozpuštěného (spotřebovaného) kyslíku nejčastěji v jednotkách kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>/den, v jednom případě je dávkováno dokonce cca 24 kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>/den (v tomto speciálním případě do aerobního selektoru), což je cca 15x více než by bylo možné dosáhnout využitím vzduchu.

Snížením či plným nahrazením dávkování vzduchu využitím kyslíku lze také zamezit případnému pění aktivace, zvýšit koncentraci aktivovaného kalu a tedy i kapacitu ČOV pro odbourání BSK a CHSK. Aplikace kyslíku vede také ke snížení zatížení okolí ČOV zápachem a pomáhá biologickému odbourání vod s nepříznivým poměrem CHSK/BSK. Vedlejším efektem je pak rychlejší regenerace aktivovaného kalu a zlepšení jeho sedimentačních vlastností a odvodnitelnosti. Čistý kyslík lze s výhodou využít i v případě nutnosti intenzifikace procesu biologického odbourávání dusíkatých látek ve vodě. Tento krok je možné realizovat navýšením objemu denitrifikace na úkor nitrifikace. Nitrifikaci je pak nutné provozovat opět za podpory vnosu čistého kyslíku a navýšit tak kapacitu odbourávání dusíku z odpadních vod.

## Technické řešení vnosu plynu do vody

Rozpustit potřebné množství kyslíku ve vodě je při použití čistého kyslíku ve srovnání se vzduchem výrazně jednodušší, efektivnější a energeticky méně náročné. Toto je způsobeno 4,8krát vyšší koncentrací kyslíku ve vnašeném plynu a nepřítomností inertního dusíku. Navíc je tlak nutný k vnosu plynu (5 bar) zajištěn odporem kapalného kyslíku ze zásobníku bez nutnosti instalace dmychadel. Samotný vnos kyslíku do vody pak může probíhat samostatně bez vzduchové aerace nebo i současně se vzduchovou aerací, která významně nesníží účinnost rozpouštění čistého kyslíku. Nutné je pouze dávkovat čistý kyslík zvlášť, pomocí samostatných speciálních elementů nebo zařízení. Pokud by například bylo využito obohacování vzduchu z dmychadel čistým kyslíkem, pozitivní efekt by byl minimální.

Technologie vnosu kyslíku jsou poměrně různorodé a závisí na požadavcích a typu existujících zařízení na ČOV, kdy lze instalaci řešit i za provozu aktivační nádrže bez její odstávky a tedy velice rychle. Nejčastěji využívaným způsobem je pak vnos kyslíku pomocí na míru navržených, vysoce účinných zařízení, tzv. „injektorů“ (přetlakové dvoustupňové

rozpuštění plynu, viz obr.) s čerpadlem nebo pomocí speciálních kyslíkových jemnobublinných hadic. Injektory se vyznačují vysokou účinností vnosu čistého kyslíku do vody, kdy dochází k rozpuštění naprostě většiny dávkovaného plynu, což je s ohledem na provozní náklady nezbytné. Přesnou regulaci toku plynu na základě údajů ze sondy je možné pružně reagovat na měnící se podmínky bez dodatečné spotřeby elektrické energie. Injektory jsou bezúdržbové, každoročně jsou pouze vytažena a prohlédnuta kalová čerpadla, která jsou jejich součástí.

Kyslík je do aeračních elementů přiveden potrubním rozvodem v plynné formě z odpařovací stanice kapalného kyslíku, jejíž hlavní částí je kryogenní zásobník kapalného kyslíku zajišťující dostatečnou provozní zásobu a tlak média i s potřebnou rezervou.

**Obr.: Instalace malého kyslíkového injektoru o kapacitě 25 kg/h O<sub>2</sub> (vlevo) a detail trysek injektoru v chodu při zkouškách s říční vodou**



## Příklad využití kyslíku na ČOV v praxi

Společnost Messer v ČR realizovala již několik instalací, především pak na průmyslových ČOV, nicméně v jednom případě je kyslík využíván i na komunální ČOV. Nasazení čistého kyslíku na ČOV lze ukázat na příkladu intenzifikace průmyslové čistírny velkého chemického podniku. Zde došlo vlivem navýšení výroby ke zdvojnásobení organického zatížení čistírny při zachování objemu nátohu vody. Stávající zařízení nebylo schopno takové znečištění odstranit, a proto bylo navrženo dávkování kyslíku do všech tří stupňů aktivační nádrže (cca 2000 m<sup>3</sup> celkem) v různých variantách. První variantou byl vnos kyslíku ve směsi s aktivovaným kalem přes speciální distribuční systém, zajišťující optimální promíchání vody a kalu. V druhém stupni došlo ke kombinaci vzduchové aerace s vnosem čistého kyslíku v samostatné větvi. Ve třetím stupni pak byla instalována jemnobublinná hadice pro vnos kyslíku do odpadních vod a jeho rozpouštění. Celková kapacita všech tří zařízení byla max. 600 kg kyslíku za hodinu. Díky jednoduché a zároveň přesné regulaci vnosu kyslíku do jednotlivých částí aktivační nádrže u velinu obsluhy ČOV je možné významně ovlivňovat proces čištění a zajistit tak požadované parametry vody na výstupu i při dvojnásobném zatížení vstupu.



**Závěr**

Použití čistého kyslíku v procesu čištění odpadních vod se dostává v posledních letech do popředí zájmu provozovatelů ČOV. Navyšování produkce výrobních závodů zvyšuje nároky na čištění odpadních vod a způsobuje chronický nedostatek kyslíku v aktivaci. Představené řešení společnosti Messer je ekonomicky výrazně výhodnější než složitá a nákladná přestavba a rozšiřování stávajících nádrží a aeračních tech-

nologií za účelem zvýšení kapacity aerobní části ČOV. Dlouhá řada referenčních aplikací kyslíku společnosti Messer při čištění odpadních vod ukazuje na rozsáhlé zkušenosti našich odborníků a představuje záruku spolehlivé spolupráce. V případě zájmu o služby společnosti Messer v oblasti čištění odpadních vod neváhejte kontaktovat autora tohoto článku.

## Dodávky technologií pro odpadní i pitnou vodu na klíč...



- ⊕ Mokrá oxidace a ozonizace pro čištění odpadních vod obsahujících pro biologii toxické nebo obtížně rozložitelné látky.
- ⊕ Intenzifikace biologických ČOV čistým kyslíkem.
- ⊕ Neutralizace alkalických vod oxidem uhličitým.
- ⊕ Mineralizace, dezinfekce a oxidace v procesu úpravy pitné vody.
- ⊕ Dodávky kyslíku a oxidu uhličitého.

**MESSER**   
Gases for Life

Messer Technogas s. r. o.  
Zelený pruh 99  
140 02 Praha 4  
Tel.: +420 241 008 100  
info.cz@messergroup.com  
www.messer.cz

Odborné dotazy:  
Ing. David Bek, Ph.D.  
aplikační inženýr  
chemie a životní prostředí  
Tel.: +420 602 760 022  
E-mail: david.bek@messergroup.com

Part of the Messer World 

## Analyzátor San<sup>compact</sup>

Společnost Skalar představuje nejnovějšího člena rodiny kontinuálních průtokových analyzátorů (CFA) řady San, který je speciálně navržen pro menší laboratoře.

Moderní a kompaktní design přístroje šetří cenné místo na laboratorním stole, přičemž zahrnuje všechny funkční prvky řady San<sup>++</sup>.

Chemická jednotka analyzátoru San<sup>compact</sup> pojme až tři chemické moduly. U každého modulu lze integrovat funkční prvky, jako jsou in-line destilace a mineralizace, které umožňují provádět i komplexní metody, jako jsou celkové kyanidy, nebo celkové fenoly.

Skalar s.r.o.  
Nademejnská 600  
198 00 Praha 9  
Czech Republic

T. + 420 242 481 706  
E. info.cz@skalar.com  
I. www.skalar.cz



**Skalar** 

Váš partner v automatizaci chemických analýz

# VLIV PODÍLU BIOSLOŽKY NA LABORATORNĚ MĚŘENÉ EMISE VOZIDEL S BENZÍNOVÝMI MOTORY

ŠPIČKA L., HUZLÍK J.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i., Brno, libor.spicka@cdv.cz

Využití lihobenzinových směsných paliv v dopravě není jen trend současné doby. Ve dvacátých letech se na tehdy československém trhu objevilo palivo s obchodním označením Dynalkol, které původně obsahovalo 60 % benzenu nebo benzinu a 40 % etanolu, podle různých zdrojů 96procentního nebo 99procentního [1]. Pravděpodobně v roce 1923 [2] se poměr složek změnil na 50 % etanolu (podle různých zdrojů 96 nebo 99procentního), 30 % benzinu a 20 % benzolu (v literatuře často uváděn jako benzen) [1,3]. Lihobenzinové směsi až do počátku 30. let představovaly přibližně pětinu z celkového objemu spotřebovaných paliv [4]. Zákonná povinnost přidavku motorového lihu do pohonných hmot byla zavedena v roce 1932 [5,6]. Motorový lih se skládal minimálně z 95 % bezvodého etanolu a nejvýše z 5 % bezvodého metanolu. Směs obou lihů se již v rafinerii lihu denaturovala 3 % benzinu. Finální mísení bylo předepsané tak, aby ve 100 objemových dílech směsi bylo obsaženo nejméně 20 objemových dílů motorového lihu. Zbytek směsi tvořil benzin. Pokud provozovatel mísrny nechtěl ukládat zbytky motorového lihu do dalšího mísení, mohl být obsah lihu ve směsi zvýšen až na 30 objemových dílů [6]. Krátce po vypuknutí 2. světové války bylo nařizováno, že ministerstvo financí po dohodě s ministerstvem veřejných prací mohou podle okolností zavést jiný poměr povinného mísení [7]. Po válce se používání lihobenzinových směsí snižovalo, až počátkem 50. let ustalo [8].

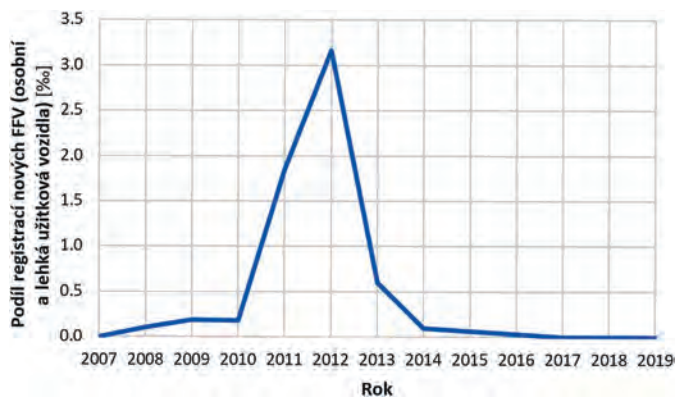
Druhá, novodobá vlna zavádění lihobenzinových směsí souvisí se snahou o snižování emisí skleníkových plynů. Směrnice 2009/30/ES stanovuje závazné národní cíle pro Českou republiku na podíl energie z obnovitelných zdrojů na hrubé konečné spotřebě energie ve výši 13 % v roce 2020 [9]. V dopravě by měl podíl energie z obnovitelných zdrojů dosáhnout výše 10 % v roce 2020 [10] a 14 % do roku 2030 [11]. Splnění cílů v dopravě je nejnáze dosažitelné povinným přidavkem biopaliva do konvenčních pohonných hmot. Další možností je používání vysokoprocentních směsí biopaliv. Pro jejich efektivní využití je ale potřeba upravených, nebo tzv. flexi-fuel vozidel (FFV). V tomto případě jsou však preference provozovatelů vozidel závislé na úsporách provozních nákladů, které v našich podmínkách souvisejí mimo jiné s finanční podporou biopaliv. Klesající podíl registrací FFV na celkových registracích osobních a lehkých užitkových vozidel (viz obr. 1) [12] ukazuje, že příspěvek vysokoprocentního směšného paliva E85 ke splnění cíle bude marginální. Cíle bude možné dosáhnout opětovným navýšením podílu biosložky. Norma ČSN EN 228 povoluje až 10% podíl etanolu a tento limit je již v tuzemských podmínkách ošetřen i legislativně [13]. Plošné zavedení tohoto paliva může způsobovat problémy majitelům starších vozidel. Pro zmírnění dopadu na tato vozidla se nabízí možnost souběžného (po omezenou dobu) prodeje paliva E5, ovšem cenově znevýhodněného, nebo použití vysokooktanového benzínu bez biosložky. Diferenciace cen je podle zahraničních zkušeností nezbytná. Jak ukazuje zkušenost z německého trhu, bez ní by dražší palivo s vyšším obsahem lihu nakupoval málokdo [14]. Jak se plošné navýšení podílu etanolu může projevit na spolehlivosti vozidel je jedna část problematiky. Druhou, neméně důležitou částí je dopad na emise, který je rozebrán v následujících kapitolách.

## Metody zpracování

Vstupní data pro článek byla získána detailní hloubkovou rešerší databázi zahraničních vědeckých časopisů. Zahrnují výsledky srovnávacích

měření emisí osobních a lehkých užitkových automobilů při spalování paliv obsahujících 5 (stávající palivo v distribuční síti, dále E5) a 10% podíl etanolu (označováno dále jako E10). V člancích bylo testováno celkem 9 vozidel plnicích emisní limity Euro 4 a 5. Tyto kategorie vozidel tvoří 30 % tuzemských registrací. Výběr vozidel zahrnoval motory různých koncepcí, tj. s přímým i nepřímým vstřikováním, přeplňované i bez přeplňování. Jeden automobil byl vícepalivový (FFV), umožňující spalování libovolné směsi etanolu s benzinem až do 85% podílu. Přehled údajů o vozidlech je uveden v tab. 1 [15,16,17,18,19,20].

Obr. 1 – Podíl registrací FFV vozidel



Vozidla prezentovaná v člancích byla testována v laboratořích na válčových dynamometrech, za použití NEDC cyklu. Jedno vozidlo bylo měřeno zároveň s využitím nového, dynamičtějšího cyklu WLTP, u kterého parametry více odpovídají skutečným jízdním podmínkám.

Získané výsledky měření emisí byly zpracovány pomocí metody párového porovnání. Tato metoda analyzuje jeden a týž soubor měřených

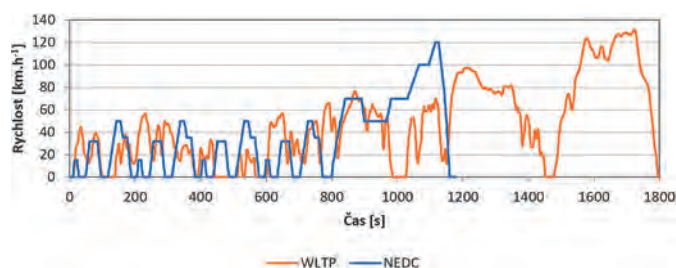
Tab. 1 – Údaje o testovaných vozidlech

Vozidlo	Emisní limit	Objem [cm <sup>3</sup> ]	Vstřikování paliva	FFV	Přeplňování	Najeto [km]	Rok výroby
1	Euro 5	1 596	přímé	ano	ano	24 334	2012
2	Euro 4	1 596	nepřímé	ne	ne	20 815	2008
3	Euro 4	1 368	nepřímé	ne	ano	1 261	2008
4	Euro 4	1 598	nepřímé	ne	ano	6 248	2007
5	Euro 4	~1 300	nepřímé	ne	ne	n/a	n/a
6	Euro 5	~1 200	nepřímé	ne	ne	n/a	n/a
7	Euro 4	~1 400	nepřímé	ne	ne	n/a	n/a
8	Euro 5	~1 200	nepřímé	ne	ne	>12 000	n/a
9	Euro 5	~1 400	přímé	ne	ano	>12 000	n/a



dvakrát za dvou různých podmínek, tím se získá dvojice proměnných  $x$ ,  $y$ . Cílem je rozhodnout, zda tyto podmínky ovlivňují měřenou hodnotu. Při tom se především posuzuje, zda střední hodnota rozdílu první a druhé proměnné  $E(x - y)$ , tj. průměrná diference, je statisticky odlišná od nuly. Oba soubory musí mít stejný počet dat a nesmí se zaměnit pořadí, oba údaje o jednom měřeném subjektu musí být na stejném řádku. Pokud je na zvolené hladině významnosti  $\alpha$  (obvykle  $\alpha = 0,05$ ) pravděpodobnost hypotézy o rovnosti středních hodnot obou datových souborů menší než  $\alpha$ , hypotéza se zamítá a oba mají rozdílné střední hodnoty (s více než 95% pravděpodobností). Jinak řečeno, hodnota Pravděpodobnost uvedená v tab. 2 vynásobená 100 udává pravděpodobnost v procentech, že oba soubory dat mají stejnou střední hodnotu. Za rozdílné se tedy považují střední hodnoty souborů, pro které je pravděpodobnost jejich shody menší než 5 %.

Obr. 2 – Jízdní cykly – průběh rychlosti



## Výsledky a diskuse

Analýza byla zaměřena na obvykle sledované škodliviny, jako jsou: oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), oxid uhelnatý ( $\text{CO}$ ), oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ), celkové nespálené uhlovodíky (THC), nemetanové uhlovodíky (NMHC) a pevné částice (PM). Výsledky analýzy jsou uvedeny v tab. 2. V tabulce jsou zahrnuty výsledky analýz všech vozidel a u vybraných škodlivin, kde byl dostatečný počet vzorků, také samostatně vozidel s nepřímým vstříkáváním paliva, kterých bylo testováno více (7 z 9 vozidel). Vzorek vozidel s přímým vstříkáváním paliva nebyl dostatečný pro samostatné analýzy.

Provedené experimenty ukazují na statisticky významný pokles emisí  $\text{CO}$  vlivem navýšení podílu biosložky na 10 %. U vozidel s nepřímým vstříkáváním byla zaznamenána větší průměrná diference než u celého souboru vozidel bez rozlišení palivového systému. Dále došlo k poklesu emisí  $\text{NO}_x$ , THC a NMHC, který je ovšem statisticky

nevýznamný. V případě  $\text{NO}_x$  je průměrná diference u dílčího souboru vozidel s nepřímým vstříkáváním téměř 1,8násobná než u celkového souboru vozidel. Na základě dosaženého výsledku se lze domnívat, že vliv zvýšení podílu biosložky na emise  $\text{NO}_x$  u vozidel s přímým vstříkáváním bude menší než u vozidel s nepřímým vstříkáváním. Opačná situace nastala u emisí nespálených uhlovodíků, kde průměrná diference celého souboru vozidel byla téměř 6,9krát větší než u dílčího souboru s nepřímým vstříkáváním paliva. Tento výrazný rozdíl je způsoben vícepalivovým vozidlem (FFV), které lépe optimalizuje spalování paliva s vyšším podílem etanolu. Druhé vozidlo s přímým vstříkáváním nevykazovalo rozdíly v emisích THC při spalování obou paliv. Emise NMHC byly měřeny jen u části souboru vozidel, proto výsledky byly analyzovány pro soubor vozidel bez rozlišení palivového systému. I zde došlo ke statisticky nevýznamnému poklesu emisí NMHC při navýšení podílu biosložky. Pozitivní vliv navýšení podílu etanolu na emise  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$  a THC byl prokázán také ve studii [21], kde byl ale testován samostatný motor na zkušebním stanovišti a měření bylo prováděno před katalyzátorem.

U zbylých škodlivin  $\text{CO}_2$  a PM byl při použití benzínu s 10% obsahem etanolu zaznamenán statisticky nevýznamný nárůst emisí. Z důvodu nekompletnosti měření byly emise  $\text{CO}_2$  hodnoceny pouze u vozidel s nepřímým vstříkáváním paliva a emise PM byly analyzovány u souboru vozidel bez rozlišení palivových systémů. Z naměřených dat je však patrné, že u jediného testovaného vozidla s přímým vstříkáváním paliva byl zaznamenán výrazně vyšší nárůst emisí PM (více než 6násobný emisní faktor) oproti spalování benzínu s 5% obsahem etanolu.

Je obecně známým faktem, že měřicí cyklus NEDC je velmi vzdálený reálným jízdním podmínkám (viz obr. 2). Proto byl zaveden cyklus WLTP, který se více blíží skutečnosti a má lepší vypovídací hodnotu. Jak se mohou měření pomocí těchto dvou cyklů odlišovat, je možné pozorovat na následujícím příkladu, kdy bylo jedno vozidlo testováno s využitím obou jízdních cyklů. V příkladu jsou porovnány rozdíly v emisních faktorech mezi benzínem E10 a E5 u jednoho konkrétního vozidla. Jak je patrné z grafu na obr. 3, v případě emisí  $\text{CO}$  je rozdíl v emisních faktorech u cyklu WLTP přibližně 2,9násobný oproti cyklu NEDC. U emisních faktorů  $\text{NO}_x$  je rozdíl u WLTP cyklu téměř 6,7násobně vyšší, přičemž u tohoto testovaného vozidla podle NEDC cyklu emisní faktor s vyšším podílem biosložky narůstal, zatímco podle WLTP cyklu klesal. Opačná situace nastala u emisí nespálených uhlovodíků, kde byly větší rozdíly v emisních faktorech u NEDC cyklu,

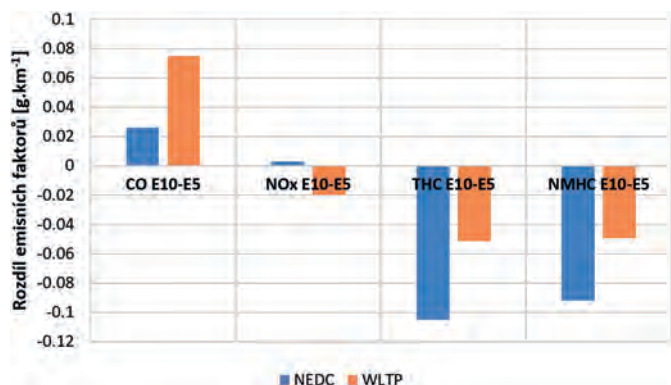
*Pokračování na další str.*

Tab. 2 – Výsledky párového porovnání

Porovnávané emise	Průměrná diference [ $\text{g.km}^{-1}$ ]	Interval spolehlivosti diference [ $\text{g.km}^{-1}$ ]		Korelační koeficient $R(x,y)$	Pravděpodobnost	Závěr
$\text{CO}_2$ vozidla s nepřímým vstříkem paliva	1,2500	-1,0936	3,5936	0,9775	0,1143	Rozdíly jsou NEVÝZNAMNÉ
$\text{CO}$ všechna vozidla	-0,0716	-0,1173	-0,0259	0,9631	0,0034	Rozdíly jsou VÝZNAMNÉ
$\text{CO}$ vozidla s nepřímým vstříkem paliva	-0,0729	-0,1123	-0,0335	0,9810	0,0020	Rozdíly jsou VÝZNAMNÉ
$\text{NO}_x$ všechna vozidla	-0,0016	-0,0053	0,0020	0,9776	0,1623	Rozdíly jsou NEVÝZNAMNÉ
$\text{NO}_x$ vozidla s nepřímým vstříkem paliva	-0,0028	-0,0072	0,0015	0,9760	0,0809	Rozdíly jsou NEVÝZNAMNÉ
THC všechna vozidla	-0,0131	-0,0399	0,0137	0,5890	0,1459	Rozdíly jsou NEVÝZNAMNÉ
THC vozidla s nepřímým vstříkem paliva	-0,0019	-0,0074	0,0037	0,9719	0,2235	Rozdíly jsou NEVÝZNAMNÉ
NMHC všechna vozidla	-0,0224	-0,0709	0,0261	0,3384	0,1346	Rozdíly jsou NEVÝZNAMNÉ
PM všechna vozidla	0,3947	-0,5496	1,3390	0,8357	0,1552	Rozdíly jsou NEVÝZNAMNÉ

a to přibližně 2,1násobně (THC), resp. 1,9násobně (NMHC) vyšší oproti WLTP cyklu. Emisní faktory THC a NMHC byly naměřeny vyšší u NEDC cyklu. Uvedené zákonitosti, plynoucí ze srovnání dvou jízdních cyklů, jsou však pouze ilustrativní, záleží na konkrétním vozidle, jeho konstrukci a technickém stavu.

**Obr. 3 – Rozdíl naměřených emisních faktorů při spalování benzínu E10 a E5 podle různých jízdních cyklů**



### Závěr

V článku byl sledován vliv navýšení podílu biosložky (etanolu) na emise osobních automobilů a lehkých užitkových vozidel. Byly zjištěny následující závěry. Zavedením 10% podílu etanolu může dojít u starší kategorie vozidel Euro 4 a Euro 5 (cca 30 % registrací v ČR) k:

- významnému snížení emisí CO,
- snížení emisí NO<sub>x</sub>, THC a NMHC,
- zvýšení emisí CO<sub>2</sub> a PM.

Novější články, zaměřených na měření emisí směsných paliv, je málo. Pokud jsou, tak obvykle nesrovnávají paliva E5 a E10. Proto výsledky rešerše obsahují spíše starší data, měřená vozidla náležela do emisních kategorií Euro 4, případně Euro 5. Rápidní vývoj v konstrukci motorů posledních let se projevil zejména ve zmenšování zdvihového objemu, snižování počtu válců, zavádění přímého nebo kombinovaného vstřikování paliva, zvyšování vstřikovacích tlaků, přepřehování, tepelném managementu apod.

Ačkoliv se zdá, že téma vlivu podílu biosložky v palivech na emise je dostatečně prozkoumané, je vhodné tuto problematiku, s ohledem na výše uvedené, znovu otevřít a zaměřit se na srovnání novějších vozidel emisní kategorie Euro 5 a zejména Euro 6 a testování rozšířit o měření emisí v reálném provozu.

### Literatura

- [1] WIEBE, R., NOWAKOWSKA, J., *The Technical Literature of Agricultural Motor Fuels*. Washington: U.S. Government Printing Office, 1949.
- [2] FEIKER, F. M., *Motor fuels in foreign countries*. Trade information bulletin no. 805. U.S. Government Printing Office, Washington, 1932.
- [3] LOSKOT, K., Použití alkoholu pro pohonné směsi a jeho národohospodářský význam. *Chemické listy pro vědu a průmysl*. 1931, 25 (2), 37–44.
- [4] ŠTOCHL, M., ČIŽMÁŘ, Z., *Benzina v proměnách času*. Benzina, 2008.
- [5] Zákon ze dne 7. června 1932 o povinném mísení lihu s pohonnými látkami. In: *Sbírka zákonů a nařízení státu československého*. 1932, částka 31.
- [6] Vládní nařízení ze dne 22. července 1932, kterým se provádí zákon ze dne 7. června 1932, č. 85 Sb. Z. a n., o povinném mísení lihu s pohonnými látkami. In: *Sbírka zákonů a nařízení státu československého*. 1932, částka 44.
- [7] Vládní nařízení ze dne 21. září 1939, jímž se mění a doplňují některá ustanovení zákona ze dne 7. června 1932, č. 85 Sb. Z. a n., o povinném mísení lihu s pohonnými látkami. In: *Sbírka zákonů a nařízení Protektorátu Čechy a Morava*. 1939, částka 97.
- [8] HOLUB, L., ŠVAJGL, O., NEVOSAD, M., SOUKUP, A., KOPAL, R., *Století benzínu: Historie rafinérského průmyslu v českých zemích*. Česká rafinérská, 2005. ISBN 80-85377-98-5.
- [9] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/30/ES ze dne 23. dubna 2009, kterou se mění směrnice 98/70/ES, pokud jde o specifikaci benzínu, motorové nafty a plynových olejů, zavedení mechanismu pro sledování a snížení emisí skleníkových plynů, a směrnice Rady 1999/32/ES, pokud jde o specifikaci paliva používaného plavidly vnitrozemské plavby, a kterou se ruší směrnice 93/12/EHS. In: *Úřední věstník evropské unie*. 2009, L 140, s. 88–113.
- [10] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. In: *Úřední věstník evropské unie*. 2009, L 140, s. 16–62.
- [11] Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001/ES ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitel-



HELAGO-CZ, s.r.o.  
Kladská 1082/67  
500 03 Hradec Králové  
Česká republika

+420 495 220 229  
info@helago-cz.cz

www.helago-cz.cz

Představujeme Vám **novinky** od společnosti **BINDER**

**HLUBOKOMRAZICÍ BOXY**  
série **UF V**



Nejnižší spotřeba energie ve své třídě

**TESTOVACÍ KOMORY**  
série **LIT MK**



pro testování lithium-iontových článků (baterií)

Autorizovaný distributor produktů značky BINDER na českém trhu.



- ných zdrojů. *Úřední věstník evropské unie*, L 328, 21.12.2018, s. 82–209.
- [12] SDA: Volně dostupná statistika. Svaz Dovozců Automobilů [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-09-30]. Dostupné z: <https://www.sda-cia.cz/repository-volnedostupna?lang=CZ>
- [13] Vyhláška ze dne 5. května 2010 o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci. In: *Sbírka zákonů*. 2010, částka 48, s. 1746–1768.
- [14] Petr, M. Stát podporuje zavedení benzínu E10. *Petrol magazín: měsíčník ze světa ropy, petrochemie a čerpacích stanic*, 2019, roč. 19 (3), s. 32–34. ISSN 2336-7709
- [15] BIELACZYC, P., SZCZOTKA, A., WOODBURN, J. A Study of Gasoline-Ethanol Blends Influence on Performance and Exhaust Emissions from a Light-Duty Gasoline Engine. *SAE Technical Paper*, 2012. ISSN 2688-3627. Dostupné z: doi:10.4271/2012-01-1052
- [16] BIELACZYC, P., SZCZOTKA, A., WOODBURN, J. The Effect of Various Petrol-Ethanol Blends on Exhaust Emissions and Fuel Consumption of an Unmodified Light-Duty SI Vehicle. *SAE Technical Paper*, 2011. ISSN 2688-3627. Dostupné z: doi:10.4271/2011-24-0177
- [17] BIELACZYC, P., SZCZOTKA, A., WOODBURN, J. Regulated Emissions, Unregulated Emissions and Fuel Consumption of Two Vehicles Tested on Various Petrol-Ethanol Blends. *SAE Technical Paper*, 2014. ISSN 2688-3627. Dostupné z: doi:10.4271/2014-01-2824
- [18] CLAIROTTE, M., ADAM, T.W., ZARDINI, A.A. et al. Effects of low temperature on the cold start gaseous emissions from light duty vehicles fuelled by ethanol-blended gasoline. *Applied Energy*. 2013, vol. 102, s. 44–54. ISSN 03062619. Dostupné z: doi:10.1016/j.apenergy.2012.08.010
- [19] DELGADO, R., PAZ, S. Effect of Different Ethanol-Gasoline Blends on Exhaust Emissions and Fuel Consumption. *SAE Technical Paper*, 2012. ISSN 2688-3627. Dostupné z: doi:10.4271/2012-01-1273
- [20] SUAREZ-BERTO, R., ZARDINI, A.A., KEUKEN, H. et al. Impact of ethanol containing gasoline blends on emissions from a flex-fuel vehicle tested over the Worldwide Harmonized Light duty Test Cycle (WLTC). *Fuel*, 2015, vol. 143, s. 173-182. ISSN 00162361. Dostupné z: doi:10.1016/j.fuel.2014.10.076
- [21] HROMÁDKO, J., MILER, P., KOTEK, M. Environmentální přínos paliva E10. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 2011, roč. 127, č.12, s. 398–401. ISSN 1805-9708. Dostupné z: <http://www.cukr-listy.cz/lc-obsah2011.html>.

*Poděkování: Tento článek byl vytvořen za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy v rámci programu Národní program udržitelnosti I, projektu Dopravní VaV centrum (LO1610).*

#### Abstract

#### INFLUENCE OF THE SHARE OF THE BIOFUEL ON LABORATORY-MEASURED EMISSIONS OF VEHICLES WITH PETROL ENGINES

**Summary:** The article focuses on the statistical evaluation of the effects of increasing the share of ethanol in gasoline on the emissions of a selected part of the vehicle fleet. The analysis was performed for commonly monitored pollutants such as: CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, THC, NMHC a PM. Input data for the analysis were obtained by a detailed search of a database of scientific journals. The data included the results of laboratory comparative measurements of emissions of passenger cars and light commercial vehicles from the combustion of fuel mixtures containing 5 and 10 % of ethanol, which corresponds to the expected changes in the distribution network in the Czech Republic.

**Key words:** ethanol, gasoline, E10, biofuel, emissions, pollutants, measurement

## Pesticidy a farmaka ve vodách na úrovni ppt z přímého nástřiku?

### Agilent LC/MS/MS 6495C



#### Když chcete...

- ☞ ušetřit čas s přípravou vzorků
- ☞ měřit mnoho látek v metodě
- ☞ splnit požadavky Vašich klientů na meze kvantifikace
- ☞ měřit 24 hodin denně, 7 dní v týdnu
- ☞ co nejméně čistit



info@hpst.cz  
www.hpst.cz



# INFRAČERVENÁ SPEKTROSKOPIE PRO MĚŘENÍ TOXICITY KOUŘE

## ŠEC K.

Nicolet CZ s.r.o.

Požární věda (fire science) je vědecký obor, který stanovuje bezpečnostní standardy a kritéria složení různých materiálů z hlediska jejich chování v případě požáru. Zabývá se analýzou jejich mechanických a chemických vlastností za přesně definovaných podmínek pomocí speciálních kouřových komor nebo kónických kalorimetrů, v nichž lze přesně kontrolovat parametry hoření. Jedním ze zásadních aspektů požární vědy je studium tzv. toxicity kouře, který při požárech vzniká. Jako klíčový ukazatel se tradičně používaly emise oxidu uhelnatého (CO), nyní se však komplexně sledují i další plynné složky kouře. Infračervená spektroskopie (FT-IR) je ideální a moderní on-line technika pro analýzu plynů při studiu spalování různých materiálů.

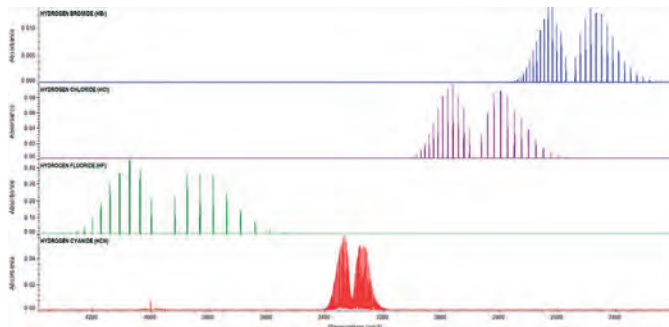
### Infračervená spektroskopie (FT-IR) plynů

Nové evropské předpisy pro železnice a dopravu nyní přímo vyžadují testování materiálů metodou FT-IR na jejich potenciál k tvorbě různých toxických či žíravých plynů a zvláště nebezpečných kyselin (HCl, HBr, HCN a HF, viz tab. 1 a obr. 1) při jejich hoření.

Tab. 1: Sledované toxické plyny v kouři

Toxické plyny v kouři	
Oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>
Oxid uhelnatý	CO
Fluorovodík	HF
Chlorovodík	HCl
Bromovodík	HBr
Kyanovodík	HCN
Oxid siřičitý	SO <sub>2</sub>
Oxid dusnatý	NO
Oxid dusičitý	NO <sub>2</sub>
Uhlovodíky	C <sup>1</sup> – C <sup>4</sup>
Formaldehyd	CH <sub>2</sub> O
Akrolein	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O

Obr. 1: Porovnání infračervených spekter s vysokým rozlišením: HCl, HBr, HF a HCN



Společnost Nicolet CZ nabízí kompletní balíček řešení pro aplikaci FT-IR, která splňuje požadavky certifikace EN 45545-2: FT-IR spektrometr Antaris IGS instalovaný v pojízdném stojanu (rack) společně s nástavcem obsahujícím vyhřívané ventily (HVD – heated valve drawer) a přípojky pro přívod/odvod plynů včetně kompletního softwarového balíčku pro měření a analýzu dat (obr. 2).

Mezi hlavní výhody a funkce tohoto řešení patří:

- vysoká citlivost při vzorkování mnoha sloučenin v jediném měření,
- certifikovaná metoda analýzy validovaná podle primárních kalibračních standardů,
- přímé on-line vzorkování pro analýzu v reálném čase,
- možnost znovu analyzovat uložená data a přidat další komponenty pro vaše vlastní testy.

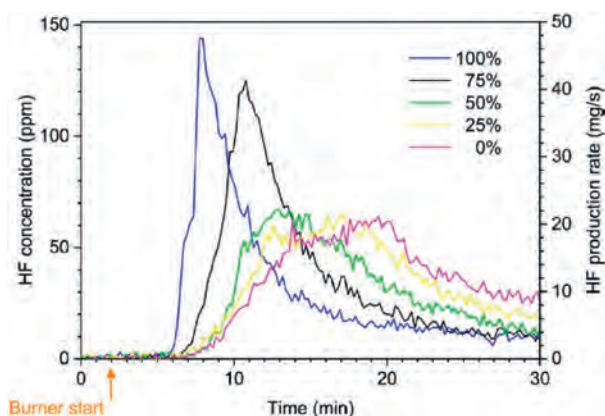
Obr. 2: FT-IR spektrometr Nicolet Antaris IGS – Fire Science package



Systém Antaris IGS sám řídí konstantní tok plynu z kouřové komory přes FT-IR plynovou celu. Sonda se vkládá do „komína“, kde jsou vzorky kouře taženy přes vyhřívaný filtr sazí a přenosové potrubí pomocí membránového čerpadla. Plyn je udržován na konstantní teplotě a tlaku pomocí vyhřáté plynové cely, z důvodu minimalizace chyb měření. Vlastní analýza plynu probíhá v řádu sekund (měření jednotlivých spekter).

Další aktuální a klíčovou aplikací pro analýzy požárních věd je studium lithium-iontových baterií: monitorování uvolňovaných chemikálií po ukončení výroby („off-gassing“), během požáru, elektrického zkratu nebo jiných nebezpečných situací. Tyto baterie obecně používají jako elektrolyt lithium-fluoridovou sůl (např. LiPF<sub>6</sub>). Podobné elektrolyty umožňují velmi vysokou hustotu elektrického náboje, ale mohou uvolňovat toxickou kyselinu fluorovodíkovou (HF) a další fluorované sloučeniny, pokud se dostanou do nestandardních podmínek, jako je například mechanické poškození při autonehodě. Obr. 3 ukazuje FT-IR

Obr. 3: Emise HF při spalování lithium-iontových baterií za různých podmínek





analýzu plynu kyseliny fluorovodíkové uvolněné z hořících baterií za různých stavů nabití v porovnání s uvolňováním vlivem tepla. FT-IR spektroskopie tak poskytuje analytikům lepší porozumění klíčovým parametrům, které jsou důležité pro uvolňování této i jiných nebezpečných sloučenin, což umožňuje spolehlivější technologický vývoj.

Popisovaný FT-IR systém je možné také použít ke kontrole čistoty a složení plynů v plynových lahvích a průmyslových zásobnících, např. kontrole čistoty plynů určených k lékařským účelům.

### Závěr

FT-IR spektrometr Antaris IGS se svým jedinečným řešením je vhodný pro analýzu toxických emisí při spalování mnohých materiálů. Tento systém splňuje nové evropské předpisy, které specifikují parametry

analýzy FT-IR, je-li třeba ji použít k certifikaci vlastností materiálu před jeho uvedením na trh pomocí určení toxicity kouře. Na příkladu měření uvolňování kyseliny fluorovodíkové během spalování lithiumpolymerových baterií se ukazuje užitečnost metody FT-IR i pro testování bezpečnosti moderních elektrických dopravních prostředků.

### Literatura

- [1] Horák M., Papoušek D. a kol., *Infračervená spektra a struktura molekul*, Academia, Praha 1974.
- [1] Larkin P., *Infrared and Raman Spectroscopy: Principles and Spectral Interpretation*. Elsevier 2011.
- [1] Relevantní normy: EN 45545-2, EN 17084, EN 5659-2, ISO 19702.
- [1] Kontrola složení a čistoty medicínálních plynů: Nicolet CZ, 2020.

## NOVÝ PŘENOSNÝ FT-IR SPEKTROMETR THREATID

*ThreatID™ společnosti Red Wave Technology je první přenosný infračervený spektrometr (FT-IR) schopný analyzovat jak plyny a páry, tak i kapaliny a pevné látky v extrémních podmínkách.*

Vynikající měřicí parametry, ergonomie a použitelnost v náročných podmínkách umožňuje operátorům (i těm bez chemického vzdělání) rychlejší rozhodování a odezvu na danou situaci. Měřicí a vyhodnocovací software ThreatID™ využívá tzv. Mixture Search přístup k rychlé a přesné analýze směsí pomocí extenzivních a dedikovaných knihoven infračervených spekter dodávaných s přístrojem, které obsahují další doplňkové informace o identifikovaných látkách.

Velký odolný dotykový displej spektrometru umožňuje naměřená spektra a výsledky vyhledávání v knihovnách snadno přibližovat pro lepší porovnávání jednotlivých spektrálních vibrací a usnadňuje následnou analýzu, tvorbu reportů a jejich odesílání např. do krizového centra. Pro měření pevných látek a kapalin ThreatID™ využívá jednodrazový ATR nástavec s vyměnitelným měřicím krystalem a implementovanou kamerou pro dokonalé

**Obr.: Přenosný infračervený spektrometr ThreatID™**



umístění pevných vzorků. Pro měření plynů využívá dlouhocepnou kovovou (stainless steel) plynovou celu. ATR nástavec a plynová cela jsou měnitelné v terénních podmínkách velmi rychle (kolem 10 vteřin) bez nutnosti následné justáže. Měření plynů je přizpůsobitelné všem metodám odběru vzorků (vaky

Tedlar, stříkačky, kanystry, vzorkování pum-pou atd.)

Velké množství času a prostředků věnuje společnost Red Wave Technology vývoji spektrálních knihoven a kvantitativních referenčních dat. V současné době zahrnuje implementovaná knihovna v základní verzi více než 23 000 infračervených spekter bojových chemických látek, výbušnin, pesticidů, průmyslových chemikálií a materiálů, omamných látek (včetně opiátů a jejich derivátů), bílých prášků, běžných směsí a zboží pro domácnost atd. Nově byly např. přidány látky Novičok 4. generace a rozšířené fentanylové sloučeniny. Software umožňuje i kvantitativní analýzu plynů s knihovnou obsahující více než 5 000 spekter plynů a par s mezí detekce okolo 25 ppm.

ThreatID™ je řízen operačním systémem Android a je vybaven Wi-Fi, Bluetooth, ethernetem a USB konektivitou. Systém je testován na stupeň krytí IP67. Dodáván je s vyměnitelnými bateriemi s životností více než 4 hodiny a v nárazuodolném plastovém kufru o celkové váze systému pod 7 kg.

[www.nicoletcz.cz](http://www.nicoletcz.cz)

### VÝVOJ PŘENOSNÝCH SPEKTROSKOPICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Dr. Danila Barskij se již zhruba deset let zabývá způsoby jak vylepšit NMR spektroskopii, naposledy na **Kalifornské univerzitě v Berkeley** (UCB), odkud bude přecházet do Mohuče na **Univerzitu Johannese Gutenberga** (JGU). Posílí zde skupinu zaměřenou na nukleární magnetickou rezonanci (NMR), jejímž cílem je prozkoumat přístupy, které nevyžadují magnetické pole pro chemické, biologické a lékařské aplikace, a navrhnout kompaktní a přenosná NMR zařízení, která budou nakonec tak malá jako čip a dostupná pro široké analytické zařízení. Podle Barského je problém následující: „Navzdory provedeným vylepšením není většina systémů NMR stále kompaktní, protože pro vysoké rozlišení ve spektru NMR je potřebná intenzita pole několika Tesla.“

Barského nová interdisciplinární skupina se zaměří na vývoj miniaturizovaných přenosných NMR senzorů. Tyto senzory by využívaly princip magnetické rezonance od nuly do ultranízkeho pole nebo zkráceně ZULF NMR pomocí opticky čerpaných magnetometrů, které by nevyžadovaly žádná silná magnetická pole. Kromě aplikací v chemickém a biomedicinském výzkumu by tyto senzory mohly najít použití pro detekci metabolických poruch v rané fázi.

Dr. Barskij chce v Mohuči také vyvinout hyperpolarizátory pro stolní NMR spektrometry. Hyperpolarizace zlepšuje vyrovnání jaderných spinů, čímž zesiluje jejich NMR signály. Vědec předpovídá, že hyperpolarizátory specifické pro aplikaci pro stolní NMR zařízení mohou být brzy k dispozici a že budou mít velikost kávovaru. Pomocí stolního zařízení NMR bude možné provádět vysoce citlivé analýzy paliv, tělních tekutin, jako je krev nebo moč, a potravinových extraktů. To představuje další pozitivní výsledek spolupráce mezi UCB, zejména laboratoří profesora Ale-

xandra Pinese, a skupinou v Mohuči vedenou profesorem Dmitrijem Budkerem.

Dr. Danila Barskij zároveň letos získal Cenu Sofie Kovalevské spojenou s finanční podporou jeho výzkumu v hodnotě 1,6 milionu eur od **Humboldtovy nadace**.

Danila Barskij studoval na **Státní univerzitě v Novosibirsku** a získal doktorát z fyzikální chemie za svůj výzkum v **Mezinárodním tomografickém centru** (ITC SB RAS). V roce 2015 začal pracovat jako postdoktorand na **Vanderbiltově univerzitě** v Nashvillu v Tennessee a následně se v roce 2017 připojil k týmu profesora Alexandra Pinese na **Kalifornské univerzitě** v Berkeley. „Podmínky v Mohuči jsou pro mě jedinečné. Plánovaná spolupráce a dostupné zdroje se perfektně hodí k projektům, které řeším. Díky Ceně Sofie Kovalevské tak mohu nejen zahájit nezávislou výzkumnou kariéru, ale multidisciplinární výzkum je v Německu propagován jako celek,“ zdůraznil Barskij.

» [https://budker.uni-mainz.de/?page\\_id=70](https://budker.uni-mainz.de/?page_id=70)

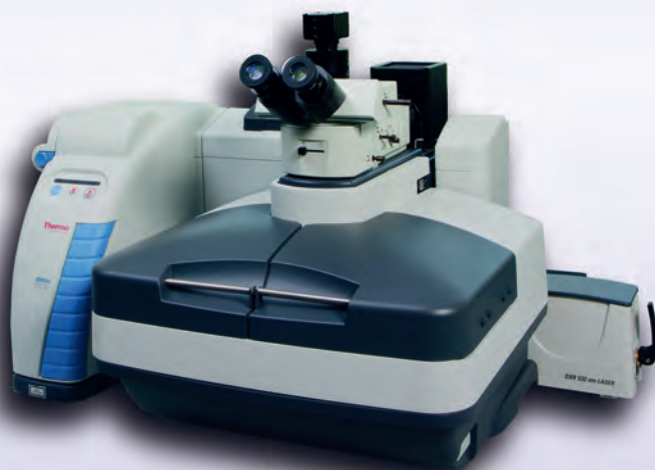
# Molekulová spektroskopie



*FT-IR spektrometr Nicolet iS50 Thermo Scientific a Ramanovy spektrometry BWTek*

Společnost Nicolet CZ s.r.o. dodává Ramanovy a FT-IR spektrometry a mikroskopy Thermo Scientific, přenosné i ruční disperzní Ramanovy, UV-VIS-NIR a LIBS spektrometry BWTek, vědecké Ramanovy spektrometry S&I, vědecké infračervené SNOM mikroskopy NeaSpec a příslušenství k nim. Nabízí rovněž vývoj analytických metod na zakázku, servis přístrojů, individuální i skupinová školení a každý rok pořádá několik kurzů Ramanovy a infračervené spektroskopie, z nichž některé jsou ve spolupráci se spektroskopickou společností J. M. Marci.

*NeaSpec SNOM*



*Ramanův mikroskop DXR3xi Thermo Scientific*

*FT-IR spektrometr Nicolet Summit Thermo Scientific*





# Multiparametrické SPR Navi 410A KAURIS

**NOVINKA!!!**



- ✓ Metoda rezonance povrchového plazmonu (SPR) pro sledování rychlých dějů na površích senzorů
- ✓ Multiparametrické uspořádání s pohyblivým goniometrem umožňuje skenování v úhlovém rozsahu 40–78° a vykreslení kompletní SPR křivky
- ✓ Nový SPR 410A KAURIS pro simultánní měření ve 4 průtokových kanálech s autosamplerm pro 7 vzorků
- ✓ 2 vlnové délky pro každý průtokový kanál
- ✓ Vhodné pro stanovení kinetiky a afinity molekulárních interakcí, pro určování tloušťky nanovrstev, výzkum nanočástic a biomateriálů nebo pro studium živých buněk

**CHROMSPEC**

SPOL. S R.O.

252 10 Mníšek pod Brdy  
Lhotecká 594  
Tel.: 318 599 083  
info@chromspec.cz

634 00 Brno  
Plachty 2  
Tel.: 547 246 683  
www.chromspec.cz

Excellence in Surface Plasmon Resonance  
**BioNavis**

**GAMRY**  
INSTRUMENTS

**Potentiostaty  
Galvanostaty  
ZRA (Zero Resistance Ammeter)**



**INTERTEC**

Prístroje od firmy Gamry Instruments vhodné pre širokú škálu aplikácií

- korózne merania
- fyzikálna elektrochémia
- testovanie senzorov
- bioelektrochémia
- testovanie a meranie batérií
- hodnotenie povlakov
- polovodiče
- fotovoltaika a ďalšie aplikácie

**VÝHODNÉ AKADEMICKÉ ZĽAVY PRE  
UNIVERZITY A VYSOKÉ ŠKOLY**

INTERTEC s.r.o., ČSA 6, Banská Bystrica, Tel.:+421 905 441 876, e-mail: vkolarik@intertec.sk, www.laboratornepriroste.sk

# MĚŘENÍ STOPOVÝCH PLYNŮ POMOCÍ NEJNOVĚJŠÍCH „CAVITY RING-DOWN“ SPEKTROMETRŮ PICARRO

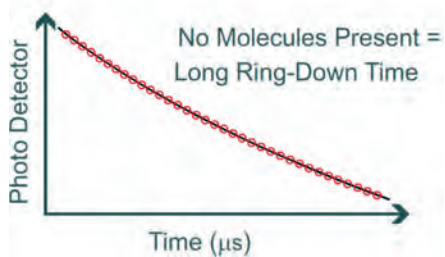
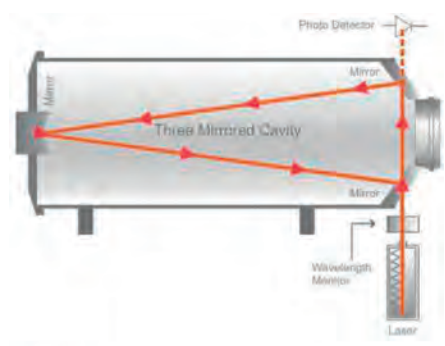
*Spektrometry Picarro umožňují rychlé a přesné stanovení koncentrace stopových plynů a stabilních izotopů na úrovni ppb jak v laboratořích, tak i v terénních podmínkách. Analyzátoři se vyznačují vynikající citlivostí, stabilitou a robustností. Jsou stavěny na nepřetržitý provoz 24 hodin denně. Picarro je světová špička sídlící v Silicon Valley a je držitelem mnoha patentů na ochranu svých produktů.*

Všechny analyzátoři Picarro využívají technologii „Cavity Ring-Down Spectroscopy“ (CRDS), která umožňuje detekci cílových molekul na úrovni ppb nebo lepší.

## Princip CRDS

Většina malých molekul v plynné fázi (např.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ...) má unikátní absorpční spektrum v blízké infračervené oblasti (NIR). Spektrum se skládá ze série úzkých, dobře rozlišených ostrých čar, s charakteristickou vlnovou délkou. Koncentrace těchto plynů se mohou stanovovat měřením velikosti absorpce dané vlnové délky. V běžných infračervených spektrometrech ale stopové plyny poskytují příliš malou absorpci pro měření. V nejlepším případě dosahují citlivosti na úrovni ppm. CRDS spektroskopie využívá mnohem delší efektivní dráhu (až desítky kilometrů) a umožňuje během několika sekund detekci plynů na úrovni ppb (některé plyny až ppt). Optická cesta je prodloužena mnohonásobným odrazem paprsku zrcadly umístěnými na koncích dutiny.

**Obr. 1: Schéma spektrometru využívajícího Cavity ring-down (CRDS)**

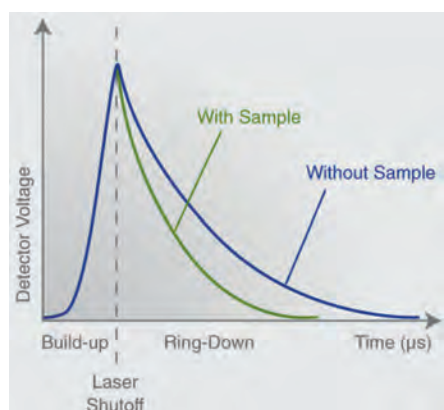


Jakmile se zapne laser, dutina („cavity“) se zaplní cirkulujícím světlem. Když signál dosáhne prahové úrovně (za několik mikrosekund), laser se náhle vypne. Rychlý fotodetektor snímá množství (intenzitu) světla. Intenzita světla postupně klesá. Světlo v dutině se nadále

odráží mezi zrcadly (asi 100 000krát). Protože zrcadla nemají 100% odrazivost, intenzita světla neustále klesá až na nulu. Měří se doba vyhasínání (neboli „Ring Down“). Při délce dutiny 25 cm je efektivní délka dráhy světla až 20 kilometrů.

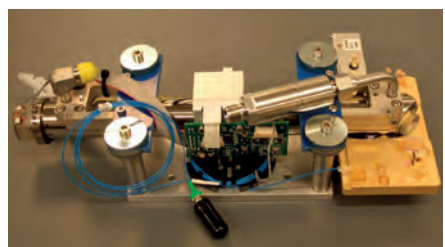
Pokud je do dutiny zaveden plyn, který absorbuje danou vlnovou délku laseru, pokles signálu je urychlen. Z rozdílu rychlosti poklesu signálu (ring down – doznívání) lze vypočítat koncentraci daného plynu. Čím vyšší koncentraci (a tedy absorpenci) má vzorek v optické cestě, tím menší počet průchodů paprsku mezi zrcadly je třeba ke stanovenému poklesu intenzity.

**Obr. 2: Rychlost poklesu intenzity paprsku závisí na koncentraci měřeného plynu**



Porovnání doby doznívání s absorbujícím plynem a bez tohoto plynu se neprovádí pomocí odstranění plynu z dutiny, ale pomocí přeladění laseru na jinou vlnovou délku, kde daný plyn světlo neabsorbuje.

**Obr. 3: Ringdown cavity**



**Obr. 4: Různé modely spektrometrů Picarro**



Tato metoda je velmi robustní a zcela nezávislá na kolísání intenzity laseru, neboť se vždy měří doba doznívání (ring down), nikoliv intenzita.

CRDS spektrometry mohou měřit, kromě koncentrací, také stabilní izotopy uhlíku ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ), dusíku ( $\text{N}_2\text{O}$ ) a kyslíku ve vodě ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^{17}\text{O}$ ).

## Typické aplikace analyzátorů plynů a stabilních izotopů

### Atmosféra

- Kvalita ovzduší (antropogenní vliv na životní prostředí – měření  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$ ...).
- Koncentrace skleníkových plynů v zemské atmosféře – distribuce a trendy ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ).
- Ekologie, ekosystém ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , izotopy  $\Delta^{13}\text{C}$ ).
- Kvantifikace emisí, vliv na množství skleníkových plynů.

### Litosféra

- Věda o zemědělské půdě (výměna plynů mezi půdou a atmosférou –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ...).
- Ekologie – vztahy mezi organismy, zdraví ekosystému ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , izotopy  $\Delta^{13}\text{C}$ ).

### Hydrosféra

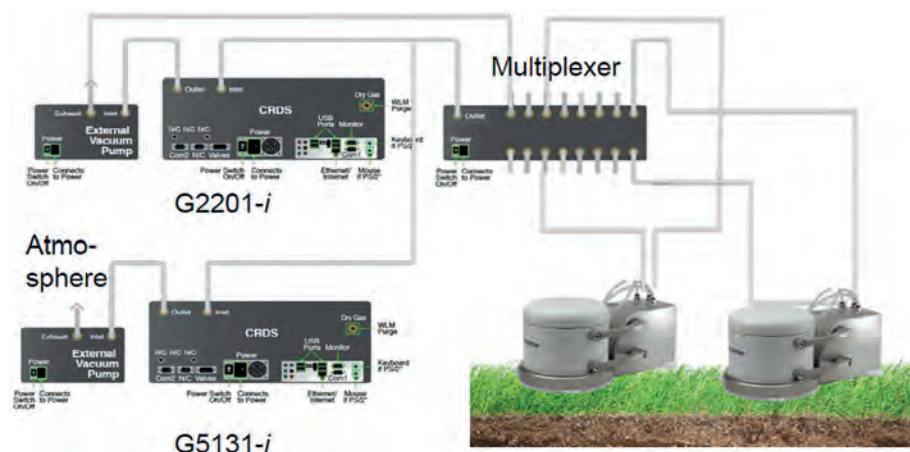
- Hydrologie – pohyb a vlastnosti vody v zemské atmosféře, na povrchu i v podzemí (izotopová analýza  $\Delta^{18}\text{O}$  a  $\delta^{17}\text{O}$ ).
- Studium oceánů.
- Paleoklimatologie – studium minulého klimatu země (např. izotopy  $\Delta^{18}\text{O}$  a  $\delta^{17}\text{O}$ ).

### Průmyslové aplikace

- Analýza potravin a nápojů, autenticita, původ přísad (např.  $\Delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{17}\text{O}$  nebo  $\delta^{18}\text{O}$ ).
- Bezpečnost a ochrana zdraví. Např. detekce škodlivých látek ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ).
- Petrochemikálie (produkty z ropy a zemního plynu) –  $\text{CH}_4$  v zemním plynu,  $\text{NH}_3$  v hnojivech,  $\text{CO}_2$  jako vedlejší produkt.



Obr. 5: Propojení analyzátorů, multiplexeru a komor



- Farmaceutický průmysl (zbytkové hladiny  $H_2O_2$ ...).
- Detekce úniku plynů.

### Picarro - měření půdních plynů (Soil Flux)

Koncentrace  $N_2O$ ,  $CO_2$  a  $CH_4$  v atmosféře se v současné době neustále zvyšují a v případě  $N_2O$  je nárůst emisí spojen hlavně se zvýšeným používáním hnojiv v zemědělských půdách. Analýza těchto stabilních izotopů je cenným nástrojem pro lepší pochopení procesů, které

zde probíhají, a může nakonec pomoci snížit emise skleníkových plynů z rostlinné výroby.

Jako příklad je uvedena sestava dvou CRDS spektrometrů pro kontinuální analýzu stabilních izotopů  $N_2O$ ,  $CO_2$  a  $CH_4$  s 12 automatizovanými komorami pro měření půdních plynů.

Použité přístrojové vybavení:

- **Picarro G2201-i analyzátor** (near infrared) – analyzátor použitelný v terénu, pro simultánní a vysoce přesnou analýzu  $\delta^{13}C$  v  $CH_4$  a  $CO_2$ ,

- přesnost (1- $\sigma$ , 1-hour window, 5-minute averages):  $\delta^{13}C-CO_2 < 0,16\%$ ,  $\delta^{13}C-CH_4 < 1,15\%$ .

- **Picarro G5131-i analyzátor** (mid infrared) – použitelný v terénu,
- přesnost (1- $\sigma$ , 1-hour window, 5-minute averages):  $\delta^{15}N$ ,  $\delta^{15}N\alpha$ ,  $\delta^{15}N\beta$ ,  $\delta^{18}O < 1\%$ .
- **Multiplexer eosMX**, automatické komory eosAC – eoSense.

Obr. 6: Propojení analyzátorů, multiplexeru a komor v místě měření



Jiří MICENKO, HILGER s.r.o.,  
jmicenko@hilger.cz

## POČÍTADLO BUNĚK A SPEKTROMETR V JEDNOM ZAŘÍZENÍ

Fluidlab R-300 německé společnosti **Anvajo GmbH** je nejmenší a nejpohodlnější laboratorní přístroj na trhu. Kombinuje plnohodnotný spektrometr s automatickým počítadlem buněk. Díky intuitivní manipulaci a přesnému měření je Fluidlab R-300 laboratorním nástrojem budoucnosti.

Obr.: Fluidlab R-300



Se standardními květami i se skleněnými nosiči vzorků od společnosti Anvajo lze provádět různé analýzy, jako je měření absorbance, automatické počítání buněk a měření životaschopnosti bez vybarvení. Cytotoxické efekty a chyby měření jsou eliminovány stanovením životaschopnosti bez probarvování. Standardizovaná měření počtu buněk a životaschopnosti také vedou ke zlepšení předvídatelnosti a kvality experimentů. Výsledky jsou k dispozici do 1 minuty. Velké zorné pole (5,3 mm<sup>2</sup>) a automatické měření počtu buněk snižují lidské chyby a zvyšují statistickou

jistotu. Fluidlab R-300 je nejmenší spektrometr v rozsahu od 375 do 700 nm se spektrálním rozlišením menším než 2 nm. Fluidlab R-300 je lineární v rozmezí 0–2,5 absorbančních jednotek s fotometrickou přesností 0,01. Fluidlab R-300 má průvodce pro automatické kalibrační křivky. Uložením křivek je možný automatický výpočet a kvantifikace vzorku.

» Zdroj: [www.anvajo.com](http://www.anvajo.com)

## BLIKAJÍCÍ NANOKRYSTALY MOHOU PŘEMĚNIT OXID UHLIČITÝ NA PALIVO

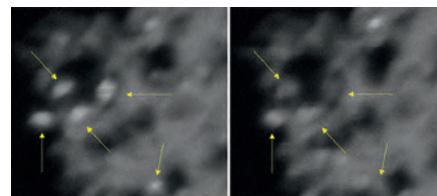
Neobvyklé chování velmi malých krystalů oxidu titaničitého může pomoci při výrobě metanu a dalších paliv. Dokázal to vědecký tým Teddyho Asefy z americké **Rutger University**. Netypické chování nanočástic, které vědci popisují jako dlouho trvající „blikání“, objevila a poprvé analyzovala Eliška Materna Mikmeková z brněnského **Ústavu přístrojové techniky AV ČR**, která s americkým týmem spolupracuje.

Oxid titaničitý ( $TiO_2$ ) patří k nejpoužívanějším materiálům. Do opalovacích krémů, barev, kosmetiky nebo laků se ho ročně vyrobí více než 10 milionů metrických tun. Na rozdíl od komerčně vyráběných krystalů ale tým Teddyho Asefy vyvinul extrémně malé krystaly  $TiO_2$ , které dokáží po ozáření elektronovým či světelným svazkem dlouhou dobu zachytit náboj neboli podobně jako světlušky „blikat“.

Tuto unikátní vlastnost objevila a ve vůbec první studii na toto téma analyzovala Eliška Materna Mikmeková z Ústavu přístrojové techniky AV ČR. Studie byla nedávno publikována v časopisech *Angewandte Chemie* a *Chemical and Engineering News*.

„Proces ještě není dokonale objasněn,“ říká Eliška Materna Mikmeková, která v Ústavu přístrojové techniky AV ČR vede výzkumný tým Mikroskopie a spektroskopie povrchů. „Abychom byli schopni plně využít obrovský potenciál těchto exotických nanokrystalů, musíme jejich chování co nejpodrobněji prozkoumat a pochopit, výzkum proto stále pokračuje,“ dodává vědkyně.

Obr.: Šipky ukazují na nanokrystaly oxidu titaničitého, které se rozsvěčují a blikají (vlevo) a poté blednou (vpravo). Snímky: Tewodoros Asefa a Eliška Mikmeková



Vědci věří, že tyto „exotické“ krystaly by mohly být užitečné hlavně v aplikacích, které budou šetřit prostředí. Jedna z variant jako velice účinný fotokatalyzátor, tedy materiál, který urychluje **Akademie věd ČR**, Divize vnějších vztahů Ústavu přístrojové techniky AV ČR fotolýzu, což je přirozený rozklad některých látek působením světla. Může tak efektivně a levně vytvářet paliva, například ze skleníkových plynů oxidu uhlíčitého.

Užitečnost „blikajících“ krystalů, které jsou vystaveny paprsku elektronů, by v budoucnu mohla být především pro čištění prostředí, senzory, elektronická zařízení nebo solární články.

Další informace na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/anie.202005143>

» [www.isibrno.cz](http://www.isibrno.cz)

# INFORMACE O VÝVOJI A STAVU CLH KLASIFIKACE TiO<sub>2</sub>

PIKAL P.

Precheza a.s., Přerov, petr.pikal@precheza.cz

Evropská komise rozhodla klasifikovat TiO<sub>2</sub> jako karcinogen kategorie 2 při inhalaci. Tato klasifikace je doplněna několika poznámkami, což činí situaci poněkud nejasnou. Aktivita TDMA (Sdružení výrobců oxidu titaničitého) a úsilí některých dalších zúčastněných stran vedlo k omezení klasifikace pouze na práškový materiál obsahující TiO<sub>2</sub> a ostatní materiály (pevné látky, kapaliny) by měly být vyňaty. TDMA iniciovala několik studií, které by měly podpořit naše tvrzení, že TiO<sub>2</sub> je neškodná sloučenina, která nepředstavuje žádné riziko pro pracovníky, spotřebitele a širokou veřejnost, je-li použita jakýmkoli předvídatelným způsobem. Výrobci sdružení v TDMA rovněž podali žalobu proti klasifikaci. Snažím se vysvětlit, jaké jsou hlavní problémy ve znění klasifikace, jak by měla být provedena a co musí být ještě vyřešeno.

## Základní informace o klasifikaci

Evropská komise svým Nařízením v přenesené pravomoci č. 2020/217 harmonizovaně klasifikovala TiO<sub>2</sub> jako inhalační karcinogen kategorie 2 v únoru 2020. Do října 2021 by měli všichni výrobci a spotřebitelé změnit svou dokumentaci a své postupy s ohledem na tuto skutečnost. Přidané poznámky však samotnou klasifikaci značně ztěžují. Precheza, společně s dalšími výrobci TiO<sub>2</sub>, klasifikaci odmítá, a proto proti ní podala žalobu. Tato akce však nemá odkladný účinek, takže výrobci a spotřebitelé TiO<sub>2</sub> budou muset jednat podle znění klasifikace nejpозději k 1.10.2021.

Klasifikace je doplněna třemi poznámkami; poznámky V a W nepředstavují žádný zásadní problém, ale poznámka 10 vede k značnému znejasnění situace.

Poznámka 10 zní: *Klasifikace jako karcinogen při inhalaci se vztahuje pouze na směsi ve formě prášku obsahujícího 1 % nebo více oxidu titaničitého, který je ve formě nebo je obsažen v částicích s aerodynamickým průměrem ≤ 10 μm.*

## Interpretace poznámky 10 (neoficiální)

Na základě poznámky 10 jsme vypracovali interpretaci znění poznámky 10 pro klasifikaci TiO<sub>2</sub> a různých látek obsahujících TiO<sub>2</sub>. Obr. 1 popisuje, jak postupovat při rozhodování o klasifikaci směsí obsahujících TiO<sub>2</sub>.

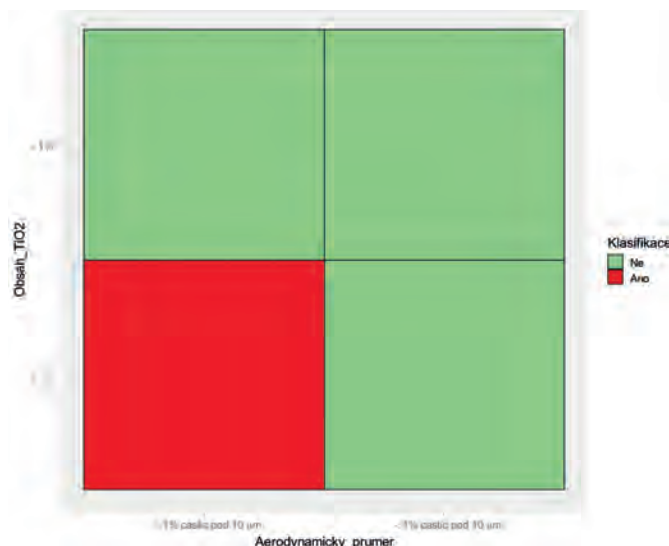
- Kapalně směsi (barvy) se neklasifikují bez ohledu na obsah TiO<sub>2</sub>.
- Pevné materiály se také neklasifikují, pokud nejsou ve formě prášku.
- Práškové materiály, které nemají více než 1 % TiO<sub>2</sub>, nejsou klasifikovány.

A zde je ta záluždná část: Obsahuje-li jakýkoliv práškový materiál více než 1 % TiO<sub>2</sub>, je nutné změřit aerodynamický průměr částic a odhadnout, je-li více než 1 % materiálu v částicích menších než 10 μm a současně obsahuje-li tato část více než 1 % TiO<sub>2</sub> počítáno na celkové množství posuzovaného materiálu. Grafické zobrazení toho, jak poznámka 10 omezuje klasifikaci je na následujícím obrázku (obr. 2).

Obr. 1: Interpretace CLH TiO<sub>2</sub> klasifikace



Obr. 2: Diagram pro určení hranice pro klasifikaci dle poznámky 10



Všichni výrobci a uživatelé TiO<sub>2</sub> si musí být vědomi nejen klasifikace, ale i doprovodného označení. Směsi obsahující TiO<sub>2</sub> musí být patřičně označeny podle obsahu a klasifikace TiO<sub>2</sub>. Etiketa na obalu tekutých směsí obsahujících 1 % nebo více částic oxidu titaničitého s aerodynamickým průměrem 10 μm nebo menším (klasifikovaný TiO<sub>2</sub>) musí obsahovat toto prohlášení:

*EUH211 – Pozor! Při postřiku se mohou vytvářet nebezpečné respirační kapičky. Nevdechujte aerosoly nebo mlhu.*

Na etiketě obalu pevných směsí obsahujících 1 % nebo více oxidu titaničitého (bez ohledu na klasifikaci) musí být uvedeno toto:

*EUH212 – Pozor! Při použití se může vytvářet nebezpečný respirabilní prach. Nevdechujte prach.*

Kromě toho musí být na štítku obalu tekutých a pevných směsí, které nejsou určeny pro širokou veřejnost, tzn. používají se průmyslově nebo profesionálně, a současně nejsou klasifikovány jako nebezpečné a které jsou označeny EUH211 nebo EUH212, uvedeno ještě prohlášení EUH210.

*EUH210 – Na vyžádání je k dispozici bezpečnostní list.*

## Aerodynamický průměr

Nejproblematictější částí klasifikace je požadavek na aerodynamický průměr. Je snadné určit tuto hodnotu ve vzduchu. Metody měření prachu/aerosolu na pracovišti nebo měření expozice zaměstnanců mohou sloužit i ke stanovení aerodynamické velikosti prachových částic a podílu těchto částic pod 10 μm. Pokud však materiál není ve formě aerosolu, musí být za účelem provedení těchto měření reprodukovatelně přeměněn na aerosol. To se týká i samotného TiO<sub>2</sub>, ale v dokumentu Evropské komise není doporučena žádná metoda.

Práškový TiO<sub>2</sub> snadno vytváří aglomeráty, které potřebují značnou energii k dispergaci, a to výrazně větší, než je energie způsobená



Tab. 1: Přehled metod pro stanovení prašivosti materiálů se vztahem k prašnosti prostředí na pracovišti

Norma	Buben	Průměr [mm]	Délka [mm]	Průtok vzduchu [l/min]	Postupná rychlost vzduchu [cm/min]	Množství testovaného materiálu
EN 15051	velký	300	230	38	25	35 cm <sup>3</sup>
EN 17199	oba	170	230	11	25	6 g nebo 56 cm <sup>3</sup>
DIN 55992	malý	139	190	20	65	100 g

běžným zacházením s práškovým materiálem. Velikost produkovaných aerosolových částic silně závisí na dodané energii a kohezích vlastnostech práškového materiálu. Pro měření prašivosti materiálů byly vyvinuty různé postupy založené například na sypaní práškového materiálu nebo jeho převalování ve speciálním bubnu s profukováním stanoveným množstvím vzduchu. Výsledný aerosol odcházející z takového zařízení se pak měří různými vhodnými způsoby (filtry, kaskádovými impaktory, zařízeními na elektrostatické bázi nebo počítadly částic).

Zejména způsob aerosolizace pomocí rotujícího bubnu se zdá být vhodný jako model pro manipulaci s práškovým TiO<sub>2</sub>. V současné době existují 3 normy, ve kterých je popsána metoda aerosolizace pomocí rotujícího bubnu. Základní přehled je uveden v tabulce (tab. 1). Je vidět, že obě metody zmiňované v evropských normách týkajících se expozice prachu na pracovišti sice používají bubny různých průměrů, ale množství vzduchu použitého v obou metodách je takové, že postupná rychlost proudění vzduchu v zařízení je stejná. Naproti tomu metoda DIN 55992 speciálně určená k měření prašivosti pigmentů má jak různé rozměry bubnu, tak téměř třikrát vyšší rychlost proudění vzduchu. Lze očekávat, že výsledky těchto metod se tak mohou značně lišit,

zejména pokud se postup analýzy odchýlí od postupu v normě doporučeného.

### Označování směsí s TiO<sub>2</sub>

Kromě samotné klasifikace je nutné i označování směsí s TiO<sub>2</sub>. U tekutých směsí (většina nátěrových hmot) bude záležet na tom, zda obsahují klasifikovaný TiO<sub>2</sub>. Pokud ne (méně než 1% TiO<sub>2</sub> nebo jakékoli množství TiO<sub>2</sub> neklasifikovaného), není nutné směs označovat. Pokud však barva obsahuje klasifikovaný TiO<sub>2</sub> v množství vyšším než 1 %, požaduje se označení EUH211 a označení EUH210, je-li směs prodávána pro profesionální a průmyslové použití. Pevné směsi budou vyžadovat podobné označení, ale protože není zmíněna prášková forma, každá tuhá směs by měla být označena EUH212, pokud obsahuje více než 1 % klasifikovaného TiO<sub>2</sub>. Ovlivněna může být také manipulace s odpadem, hračky, kosmetika, ekoznačky a mnoho dalších oblastí použití TiO<sub>2</sub>.

Z rozhodnutí o klasifikaci a podkladů pro ni plyne, že podobné vlastnosti jako TiO<sub>2</sub> mají také všechny špatně rozpustné látky s nízkou toxicitou. Jakýkoli práškový materiál by proto mohl být klasifikován stejně a každá náhražka za TiO<sub>2</sub> by měla být logicky považována za materiál podléhající stejným pravidlům.

## NOVÝ PATENT PRO ČESKÝ PŘENOSNÝ INKUBÁTOR PRO TESTOVÁNÍ TOXICITY LÁTEK V OVZDUŠÍ

Tým vědců z Ústavu experimentální medicíny Akademie věd ČR (ÚEM) se podílel na vývoji nového patentu na zařízení sloužící k testování toxicity složitých směsí znečišťujících látek v ovzduší. Toxikologický inkubátor, na němž spolupracovali také odborníci ze Strojní fakulty ČVUT v Praze (ČVUT) a České zemědělské univerzity (ČZU), je schopen testovat například emise spalovacích motorů v reálném provozu.

Ovzduší je zásadní složkou životního prostředí: vše co člověk vdechuje, se odráží na jeho zdravotním stavu. Znečištěné ovzduší je považováno za jedno z největších rizik ze strany životního prostředí, patří do první desítky nejčastějších příčin předčasného úmrtí a je spojováno s výskytem řady akutních i chronických onemocnění a se značnými ekonomickými dopady.

Přenosný „toxikologický inkubátor“ je kompaktní zařízení pro expozici buněčných kultur a jejich modelů aerosolu. „Značná část genotoxického účinku (poškození genetické informace) je spojena s látkami, které standardně nejsou sledovány, např. látka 3-nitrobenzantron obsažená ve výfukových plynech naftových motorů. Ze všech známých látek má přitom jeden z nejvyšších mutagenních účinků,“ říká Pavel Rössner z Oddělení genetiky toxikologie a nanotoxikologie Ústavu experimentální medicíny.

**Obr.: Přenosný inkubátor pro testování toxicity látek v ovzduší. FOTO: ČVUT a Česká zemědělská univerzita.**



### Ne v laboratoři, ale v terénu

Zkušenosti s emisemi ze spalovacích motorů z několika posledních dekád podle Michala Vojtíška z Fakulty strojní ČVUT v Praze dokazují, že emise je třeba sledovat nejen za laboratorních podmínek, ale také v reálném provozu, kdy mohou být emise vyšší.

„Ať již z důvodů, že některé provozní či klimatické podmínky nebyly z hlediska emisí při konstrukci motorů dostatečně ošetřeny nebo, bohužel, z důvodu cíleného obcházení emisní legislativy některými výrobci a provozovateli vozidel,“ zdůrazňuje Michal Vojtíšek.

Výsledky poskytují cennou zpětnou vazbu a jsou důležitým podkladem pro vývoj i politická rozhodnutí týkající se emisních limitů, podpory alternativních pohonů a paliv, a dalších opatření. „Stále velmi značné dopady

provozu motorových vozidel na ovzduší a tím i na lidské zdraví je nutné snížit,“ dodává Michal Vojtíšek.

### Problémem jsou směsi

Látky, jako např. oxid uhelnatý, oxid dusnatý, oxid dusičitý, oxid siřičitý nebo jejich kategorie jsou monitorovány a vztahují se na ně emisní limity. Všechny zdravotně rizikové sloučeniny ale sledovány nejsou a o jejich účincích, a zejména o kombinovaných účincích směsí mnoha látek, se podrobně neví.

Jedním z řešení je sledování dopadů rizikových látek a jejich směsí přímo na živé organismy nebo jejich části. Nový patent popisuje koncept vzniklý ve spolupráci s ČVUT v Praze a Českou zemědělskou univerzitou v rámci projektu Grantové agentury ČR Mechanismy toxicity emisí z benzinových motorů v 3D tkáňových kulturách a v modelové bronchiální epiteliální buněčné linii. Hlavním řešitelem projektu je Ústav experimentální medicíny.

RNDr. Pavel RÖSSNER, Ph.D.,  
Ústav experimentální medicíny AV ČR,  
Vedoucí oddělení nanotoxikologie a molekulární epidemiologie,  
pavel.rossner@iem.cas.cz  
Prof. Michal VOJTÍŠEK, Ph.D.,  
Fakulta strojní ČVUT v Praze, Centrum vozidel udržitelné mobility Josefa Božka,  
michal.vojtisek@fs.cvut.cz

# NANOČÁSTICE A TOXICITA – STANOVENÍ DETAILNĚJŠÍHO PROTOKOLU PRO VYHODNOCENÍ RIZIK

Formulation Inc., Worthington, USA, www.formulation.com

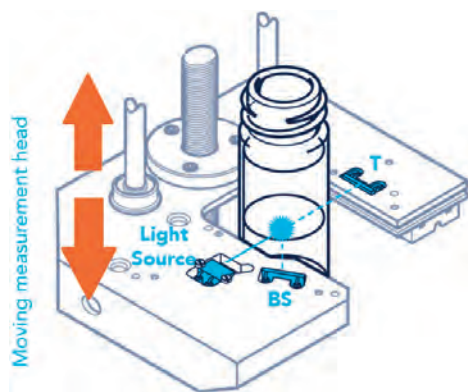
Zatímco jsou nanočástice masivně vypouštěny do životního prostředí a konzumovány lidmi v potravinách, zvyšují se obavy z jejich potenciálního nebezpečí pro lidské zdraví. Pro potřeby vyhodnocení toxicity nanočástic v in-vitro studiích jsou nanočástice dispergovány v kultivačním médiu a v takovéto disperzi jsou pěstovány buňky. Avšak když jsou nanočástice rozptýleny v kultivačním médiu, může u nanočástic dojít k mnoha fyzikálním destabilizačním procesům, např. k aglomeraci a sedimentaci. Takovéto interakce, specifické pro dané kombinace nanočástic a média, jsou velmi důležité pro porozumění rizikům, která nanočástice přinášejí, pro jejich transport a expoziční dávku, které jsou buňky vystaveny. Proto je pro získání spolehlivé informace o cytotoxické odezvě v závislosti na velikosti dávky nutné řídit velikost částic, disperzibilitu a stabilitu disperze. V tomto článku chceme demonstrovat, jak může být přístroj Turbiscan® použit pro přesnou charakterizaci takovýchto unikátních disperzí před jejich použitím při toxikologických studiích.

## Použitá technologie měření

Metodika používaná přístrojem Turbiscan® je založena na statickém vícenásobném rozptylu světla. Používá pro ozařování vzorku světelný zdroj s vlnovou délkou 880 nm a zachycuje se světlo rozptýlené v přímém směru ( $T$ ) a zpětně rozptýlené světlo ( $B$ ) podél celé výšky vzorku. Opakováním tohoto měření v čase nastavenou frekvencí může přístroj monitorovat fyzikální stabilitu vzorku.

Signál je podle Mieovy teorie přímo závislý na koncentraci ( $\phi$ ) a velikosti ( $d$ ) částic, při znalosti indexů lomu kontinuální ( $n_p$ ) a rozptýlené ( $n_p$ ) fáze můžeme vyjádřit  $BS = f(\phi, d, n_p, n_p)$ .

Obr. 1: Schéma měřicí hlavy skenující květu



## Materiály a metody

Příprava disperzí nanočástic se provádí ve dvou krocích podle následujícího NANOREG protokolu:

1. Příprava výchozí disperze: Nanočástice  $\text{TiO}_2$  P25 (Evonik – primární velikost částic 21 nm) se přidávají do dříve připravené disperze BSA (hovězí sérový albumin) – voda tak, aby konečná koncentrace nanočástic byla 2,56 mg/ml. Vytvořená disperze se disperguje ultrazvukem po dobu 16 min.
2. Výchozí disperze je zředěna DMEM médiem na konečnou koncentraci nanočástic 0,256 mg/ml (desetinásobné rozředění).

Protože BSA má hlavní vliv na disperzibilitu a stabilitu nanočástic v kultivačním médiu, bylo připraveno 5 šarží s koncentracemi BSA 0 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,2 % a 0,5 % (hmotnostně).

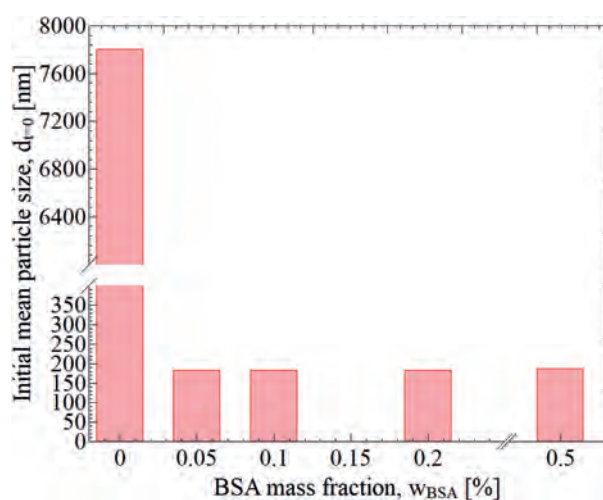
Přístrojem Turbiscan® byla vyhodnocována střední velikost částic, stupeň aglomerace, rychlost sedimentace a koncentrační kinetika při pokojové teplotě.

## Výsledky

### Výchozí střední velikost nanočástic v kultivačním médiu

Výchozí střední velikost nanočástic  $\text{TiO}_2$  byla měřena u disperzí s různými hmotnostními podíly BSA v DMAM, viz obr. 2.

Obr. 2: Naměřené hodnoty střední velikosti nanočástic  $\text{TiO}_2$  u vzorku s různou koncentrací BSA.



Při absenci BSA proteinů byla střední velikost nanočástic  $\text{TiO}_2$  větší než 7  $\mu\text{m}$ , což dokazuje, že nanočástice byly aglomerované. Po přidání BSA se výchozí střední velikost nanočástic snížila na 180 nm pro všechny koncentrace (naměřená hodnota odpovídala očekávanému rozmezí pro použité  $\text{TiO}_2$  nanočástice). Proteiny BSA jsou adsorbovány na povrchu nanočástic a tím zabráňují aglomeraci.

### Rychlost sedimentace a stupeň aglomerace

Fyzická stabilita všech disperzí byla monitorována po dobu 24 hod s periodou skenování 1 min. Byla vypočtena rychlost sedimentace (obr. 3a), která byla následně na základě Stokesova zákona převedena na velikost shluků (obr. 3b).

Rychlost sedimentace se snižuje s rostoucím hmotnostním podílem BSA až do dosažení konstantní hodnoty  $w_{BSA} \geq 0,2$  %. Stejný trend vidíme u velikosti shluků: Velikost shluků nanočástic  $\text{TiO}_2$  se snižuje z 600 nm na přibližně 180 nm pro hmotnostní podíly BSA ( $w_{BSA}$ ) mezi 0,05 % a 0,2 %.

–  $w_{BSA} < 0,2$  %, množství BSA není dostatečné, aby pokrylo veškerý povrch nanočástic  $\text{TiO}_2$ .

–  $w_{BSA} \geq 0,2$  %, od této koncentrace již nedochází ke zmenšování střední velikosti částic, což dokazuje, že nanočástice  $\text{TiO}_2$  jsou optimálně pokryty.

Navíc velikost částic koreluje s výchozí velikostí částic, která byla určena dříve (180 nm), což prokazuje, že nedochází k aglomeraci.

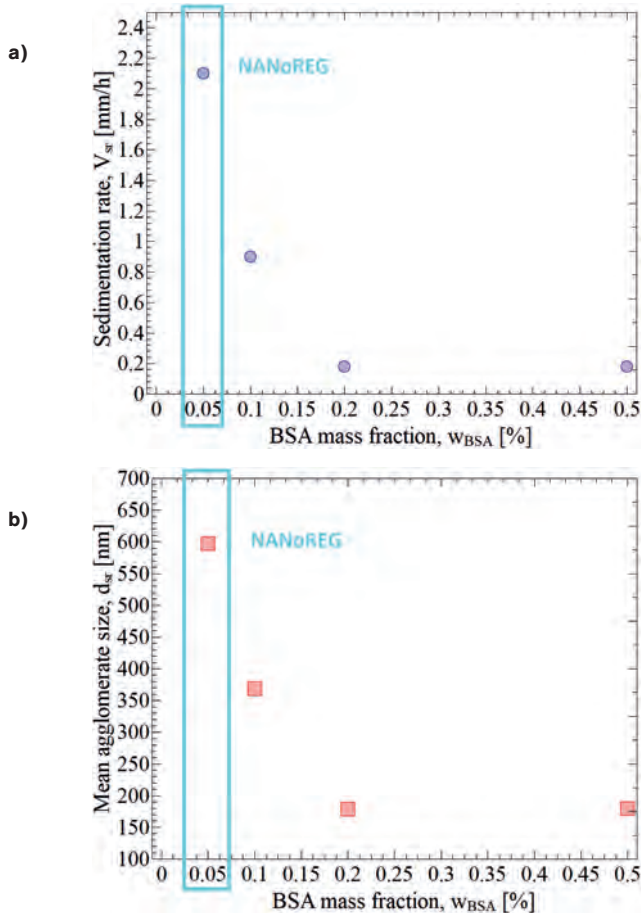
### Koncentrační kinetika u dna vzorku

Jako poslední byla u všech disperzí vyhodnocována kinetika koncentrace nanočástic v 5 mm silné vrstvě u dna vzorku, viz obr. 4.

Jak bylo zjištěno dříve, u vzorků s koncentrací BSA  $w_{BSA} < 0,2$  %



Obr. 3: (a) Rychlost sedimentace a (b) střední velikost shluků nanočástic  $\text{TiO}_2$  v DMEM pro různé hmotnostní podíly BSA



dochází k aglomeraci, což způsobuje značný nárůst koncentrace nanočástic u dna vzorku. Navíc díky tomu, že pro  $w_{\text{BSA}} \geq 0,2$  % nanočástice neaglomerují, v souladu s očekávanými vzrůstá koncentrace pomaleji.

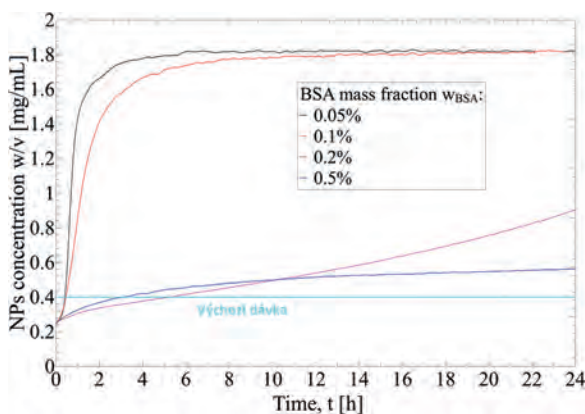
Po 10 hod u dna vzorku:

- pro  $w_{\text{BSA}} < 0,2$  % se naměřené množství nanočástic zvýšilo 10x.
- pro  $w_{\text{BSA}} \geq 0,2$  % se naměřené množství nanočástic zvýšilo 2x.

To potvrzuje vliv koncentrace BSA na stupeň dispergace a stabilitu nanočástic v živném médiu. Aby byla zajištěna dostatečná stabilita a disperzibilita nanočástic  $\text{TiO}_2$  v médiu DMEM s vysokým obsahem glukózy a tím i vysoce přesná charakterizace, musí být hmotnostní podíl BSA vyšší než 0,2 %.

Při vyhodnocování toxicity  $\text{TiO}_2$  nanočástic na vzorcích uchycených buněk mohou vzorky připravené se stejnou koncentrací a ve stejném kultivačním médiu vykazovat výrazně různé cytotoxické odezvy buněk v závislosti na čase a hloubce vzorkování kvůli rozdílným lokálním koncentracím nanočástic v buňkách.

Obr. 4: Koncentrační kinetika nanočástic  $\text{TiO}_2$  v DMEM u dna vzorku pro různé hmotnostní podíly BSA



## Závěr

Protože je charakterizace disperzí nanočástic v biologických médiích nesmírně důležitá pro to, aby byla zajištěna expozice částic v požadované dávce a velikosti nanočástic a bylo možné předejít zavádějícím výsledkům testů toxicity, je potřeba brát v úvahu pouze měření v původních a koncentrovaných médiích.

Přístroj Turbiscan<sup>®</sup> prokázal, že je cenným nástrojem, který může pomoci porozumět nebezpečí a způsobu transportu nanočástic tím, že poskytne kvantitativní informaci o počáteční střední velikosti nanočástic, stupni aglomerace, rychlosti sedimentace a expoziční dávce v závislosti na čase.

Obr. 5: Turbiscan<sup>®</sup>



Z podkladů firmy Formulation přeložil Ing. Marek Černík, Uni-Export Instrument, s.r.o., [www.uniexport.co.cz](http://www.uniexport.co.cz).

Uni-Export Instruments, s.r.o.

## TURBISCAN LAB

STABILITY & SIZE

Low BS signal

High BS signal

- kvantitativní monitoring stability disperzí (určování parametru TSI - Turbiscan Stability Index)
- analýza trvanlivosti a dlouhodobé stability
- analýza kinetiky agregace
- měření střední velikosti částic a jejich objemového podílu

**Formulation**  
Smart scientific analysis

[www.formulation.com](http://www.formulation.com)

Šultrysova 15, Praha 6, 169 00, tel.: 233 353 850, rel.: 233 353 850, [uniexport@uniexport.cz](mailto:uniexport@uniexport.cz), [www.uniexport.co.cz](http://www.uniexport.co.cz)

# EXTRAKCE VZORKŮ Z ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ PRO STANOVENÍ POLYCYKlickÝCH AROMATICKÝCH UHLOVODÍKŮ

GFRENER M.<sup>1</sup>, LANKMAYR E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute for Analytical Chemistry, Micro- and Radiochemistry, Graz University of Technology

<sup>2</sup> Anton Paar Czech Republic s. r. o., info.cz@anton-paar.com, www.anton-paar.com

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) představují kontaminanty, které jsou v životním prostředí značně rozšířené a jsou trvalým předmětem zájmu oboru analytické chemie. Vzhledem ke své perzistenci, hydrofobnímu charakteru, bioakumulaci a karcinogenním vlastnostem vyvolávají PAU závažné zdravotní problémy. Pro jejich stanovení je potřeba použít analytickou metodu v kombinaci s takovou metodou extrakce, která zajistí dostatečnou přesnost a výtěžnost s co nejmenší možnou nejistotou měření. Možnosti a výsledky využití takovéto metody jsou shrnuty v tomto článku.

## 1 Přístrojové vybavení

Extrakce byly provedeny pomocí systému pro mikrovlnnou extrakci Multiwave 5000 od společnosti Anton Paar. Pomocí rotoru 16SOLV MF100 lze metodu spolehlivě provádět v mikrovlnném reaktoru Multiwave 5000.

Stanovení 15 zkoumaných PAU bylo provedeno pomocí plynové chromatografie s hmotnostním detektorem (GC-MS) (Hewlett-Packard, HP6890 a HP5973) v režimu SIM.

Kalibrace byla provedena s využitím interní standardizace, za použití sloučenin značených izotopy.

Obr. 1: Mikrovlnná extrakce Multiwave 5000



## 2 Experimentální část

### 2.1 Vzorky

- Referenční sediment S10A [1,2]
- BCR 088 – čistírenský kal
- Průmyslová zemina – přirozeně kontaminovaná [2,3]
- Hmotnost vzorku: 150–500 mg

### 2.2 Extrakční rozpouštědla

Tab. 1: Extrakční rozpouštědla

Extrakční rozpouštědlo 1 (S10A a BCR 088)	Extrakční rozpouštědlo 2 (kontaminovaná zemina)
Cyklohexan – aceton 20 ml 6:4 (v/v) (pro analýzu reziduí, Promochem)	n-hexan – aceton 25 ml 7:3 (v/v), (UniSolv, Merck)

### 2.3 Měření

Pomocí směsí obou extrakčních rozpouštědel a nastavení přístrojových parametrů byly získány barevné extrakty. Separace extraktů z extra-

hovaného vzorku byla provedena odstředěním. Po vhodném vyčištění vzorku pomocí kolonové adsorpční chromatografie byly vzorky zahuštěny pomocí rotační odparky a rozpuštěny v 500  $\mu$ l cyklohexanu. Pro porovnání metod byly po extrakci v Soxhletově extraktoru změřeny také referenční sediment S10A a zemina z průmyslové oblasti.

## 3 Výsledky

Tab. 2: Referenční sediment S10A (n = 3, hodnoty v  $\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$ )

Sloučenina	Udávaná hodnota	Stanovená hodnota – mikrovlnná extrakce	Stanovená hodnota – Soxhletův extraktor
Acenaftylen		6,9 $\pm$ 2,3	7,1 $\pm$ 0,3
Acenaften		10,8 $\pm$ 1,3	12,6 $\pm$ 0,5
9H-fluoren		23,7 $\pm$ 4,6	20,7 $\pm$ 1,5
Fenanthren		247,8 $\pm$ 21,6	216,0 $\pm$ 6,7
Anthracen		25,7 $\pm$ 7,9	32,2 $\pm$ 1,3
Fluoranthren		287,3 $\pm$ 53,4	285,3 $\pm$ 5,0
Pyren	230,0 $\pm$ 70,0	245,3 $\pm$ 36,2	248,3 $\pm$ 1,6
Benzo[a]anthracen	210,0 $\pm$ 100,0	162,5 $\pm$ 18,7	154,4 $\pm$ 6,2
Chrysen		198,2 $\pm$ 12,2	253,1 $\pm$ 4,4
Benzo[b]fluoranthren	220,0 $\pm$ 70,0	186,8 $\pm$ 37,3	166,6 $\pm$ 3,9
Benzo[k]fluoranthren	110,0 $\pm$ 50,0	178,1 $\pm$ 16,8	158,8 $\pm$ 1,3
Benzo[a]pyren	130,0 $\pm$ 30,0	164,1 $\pm$ 13,6	178,2 $\pm$ 3,0
Indeno[1,2,3-cd]pyren	160,0 $\pm$ 60,0	145,5 $\pm$ 20,8	149,5 $\pm$ 4,1
Dibenzoanthracen		66,5 $\pm$ 1,4	76,0 $\pm$ 1,8
Benzo[ghi]perylene		212,0 $\pm$ 9,9	135,5 $\pm$ 1,3

Tab. 3: BCR 088 (n = 3, hodnoty v  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )

Sloučenina	Certifikovaná hodnota	Stanovená hodnota – mikrovlnná extrakce
Pyren	2,16 $\pm$ 36,2	2,05 $\pm$ 0,12
Benzo[a]anthracen	0,95 $\pm$ 0,09	1,16 $\pm$ 0,08
Benzo[b]fluoranthren	0,91 $\pm$ 0,09	0,88 $\pm$ 0,06
Benzo[k]fluoranthren	1,17 $\pm$ 0,08	1,34 $\pm$ 0,22
Benzo[a]pyren	0,57 $\pm$ 0,05	0,55 $\pm$ 0,06
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,81 $\pm$ 0,06	1,06 $\pm$ 0,09

## 4 Závěr

Jak je patrné z výsledků, data vykazují dobrou shodu s udávanými / certifikovanými hodnotami i s hodnotami zjištěnými standardním postupem pomocí Soxhletova extraktoru, provedeným v souladu s DIN 38414-214.



Tab. 4: Průmyslová zemina (n = 8, hodnoty v ng.g<sup>-1</sup>)

Sloučenina	Stanovená hodnota – mikrovlnná extrakce	Stanovená hodnota – Soxhletův extraktor
Acenaftylen	47,5 ± 22,1	69,2 ± 3,1
Acenaften	19,7 ± 6,3	49,7 ± 3,0
9H-fluoren	33,3 ± 8,9	53,6 ± 2,2
Fenanthren	1435,5 ± 78,4	1195,9 ± 104,6
Anthracen	263,5 ± 40,8	244,2 ± 10,0
Fluoranthren	3149,0 ± 356,8	3021,3 ± 200,2
Pyren	2829,0 ± 313,2	2628,6 ± 160,9
Benzo[a]anthracen	1546,3 ± 144,1	1411,9 ± 142,8
Chrysen	1657,8 ± 367,7	2300,3 ± 116,5
Benzo[b]fluoranthren	1722,8 ± 321,1	1722,3 ± 212,2
Benzo[k]fluoranthren	1288,1 ± 137,2	1283,6 ± 185,0
Benzo[a]pyren	1071,7 ± 87,0	814,7 ± 342,3
Indeno[1,2,3-cd]pyren	1041,8 ± 134,7	1134,7 ± 290,0
Dibenzoanthracen	459,2 ± 31,8	365,8 ± 67,3
Benzo[ghi]perylene	1123,7 ± 97,9	1136,6 ± 138,7

Kombinace rychlé a účinné mikrovlnné extrakce a citlivé metody GC-MS vede ke srovnatelným výsledkům, ovšem za významně kratší dobu a při nižší míře manipulace se vzorkem. Tato metoda je vhodná pro rychlé screeningové analýzy odpadních materiálů před jejich uložením. Významnou výhodou je krátká extrakce až 16 vzorků současně v průběhu 40 minut včetně chlazení namísto 24 hodin v případě použití Soxhletova extraktoru.

Směrodatná odchylka byla u mikrovlnné extrakce vyšší z důvodu menší hmotnosti vzorků ve srovnání s daty získanými pomocí Soxhletovy extrakce.

### Literatura

- [1] P. de Voogt, J. Hirschberger, E.A. Maier, B. Griepink, H. Muntau, J. Jacob, *Fresenius J. Anal. Chem.*, 1996, 356, 41–48.
- [2] M. Gferrer, M. Serschen, T. Wenzl, B.M. Gawlik, E. Lankmayr, *Chromatogr.*, 2002, 55, 467–473.
- [3] M. Gferrer, M. Serschen, E. Lankmayr, *J. Biochem. Biophys. Methods*, 2002, 53, 203–216.
- [4] DIN 38414-21, German Standard Method for Water, Wastewater and Sludge Analysis (Group S), Part 21: Determination of 6 polycyclic aromatic carbohydrates, 1996–2.

## ČIP MÍSTO TESTŮ NA ZVÍŘATECH

Zavádění nových účinných látek do praxe vyžadují nové testy. Z etických, ekonomických a vědeckých důvodů jsou experimenty na zvířatech stále častěji nahrazovány biočipy. Lidské buňky z různých orgánů jsou umístěny na čipy a malými kanálky jim je dodáván živý roztok. Tímto způsobem se simuluje krevní oběh a metabolické funkce lidského těla. Monitorování po přidání účinných látek, jako jsou léky, kosmetika nebo chemikálie, umožňuje vyvodit závěry o reakcích a procesech v lidském těle. Kontinuální zásobování buněk tekutým živým médiem je velkou výhodou, protože i malé odchylky ovlivňují výsledky testu.

Obr.: Dávkovací systém LiquiDoS



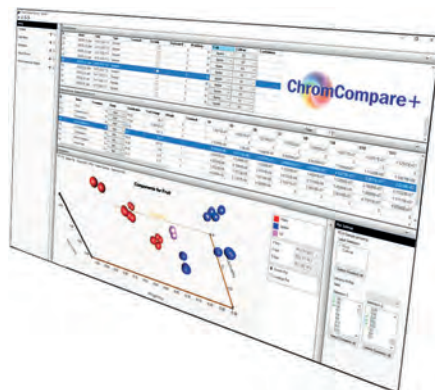
Dávkovací systém LiquiDoS od HNP Mikrosysteme obsahuje vysoce přesné mikroprstencové zubové čerpadlo s nízkým stříhem (čerpadlo MZR), které je ideální pro plnění biočipu. Objemové průtoky od 1,5 µl/min do 72 ml/min, jakož i dávkové objemy od 0,25 µl jsou šetrně realizovány pomocí LiquiDoS. Kromě mikročerpadla obsahuje LiquiDoS filtr, uzavírací ventil a software mzt-Touch Control. Grafické uživatelské rozhraní usnadňuje manipulaci se systémem přímým zadáním dávkovaného množství a délky dávkování. Kromě toho mzt-Touch Control umožňuje jednoduché programování, rychlé přepínání mezi manuálními a automatizovanými dávkovacími úkoly a také zvyšuje reprodukovatelnost.

» [www.hnp-mikrosysteme.de](http://www.hnp-mikrosysteme.de)

## SEPSOLVE ANALYTICAL ZAVÁDÍ NOVOU CHEMOMETRICKOU PLATFORMU

Společnost **Sepsolve Analytical Ltd.** nabízí software ChromCompare+™ – výkonnou a snadno použitelnou chemometrickou platformu pro porovnání více chromatogramů z plynové chromatografie a získání užitečných poznatků o přítomných složkách pro zpracování dat z široké škály platform GC a GC-MS.

Obr.: Software ChromCompare+™



ChromCompare+™ najde uplatnění v oblasti, jako je klinický výzkum, autentičnost potravin a nápojů nebo profilování vůní, kde analytici neznají důležité rozdíly mezi jednotlivými třídami vzorků, takže musí zkoumat všechny komponenty, často v rámci složité matric. Software umožňuje automaticky extrahovat maximální analytické informace ze surových dat a filtrovat je až k nejvýznamnějším rozdílům mezi vzorky. To nejen snižuje riziko ignorování stopových látek, ale také minimalizuje potřebu chybného a časově náročného ručního zpracování, čímž se zvyšuje spolehlivost celého protokolu pro zpracování dat od začátku až do konce.

» [www.sepsolve.com](http://www.sepsolve.com)

## NOVÁ MEMBRÁNOVÁ ČERPADLA ADD

Společnost **Almatec** uvedla na trh nová vzduchem ovládaná membránová čerpadla z nerezové oceli určená pro průmyslové aplikace.

Série čerpadel ADX obsahuje řadu designových vylepšení, která zajišťují zjednodušenou údržbu, lepší čištění a zvýšenou bezpečnost. V kombinaci se standardními funkcemi, jako je snadné spuštění, rotující sací a výtlačné otvory, jemný posuv, chod nasucho a samonasávání, jsou vybaveny patentovaným bezúdržbovým systémem řízení vzduchu Perswing P od společnosti Almatec. Čerpadla představují v průmyslových aplikacích špičkový standard vylepšený dostupností možnosti volby příruby (DIN a ANSI) nebo dalších možností připojení.

Obr.: Membránové čerpadlo Série ADX



Smáčené části krytu nové řady jsou konstruovány tak, aby splňovaly požadavky na hmotnost oscilačního čerpadla, a jsou vyrobeny z přesného odlitku z nerezové oceli, zatímco nesmáčené části jsou k dispozici ze tří různých plastů, aby vyhovovaly různým aplikacím a teplotám. Série ADX je v současné době k dispozici ve velikostech ADX20 (3/4") a ADX25 (1") a ve dvou variantách, které splňují požadavky pro prostředí s nebezpečím výbuchu. Další velikosti čerpadel jsou ve vývoji. Nová řada čerpadel je také nabízena s monitorovacími systémy Almatec, jako je počítání zdvihů, membránový senzor a systém bariérové komory.

» [www.psgdover.com/almatec/](http://www.psgdover.com/almatec/)

# Nabídka Servisních programů

Pro společnost Pragolab s.r.o. je klíčový spokojený zákazník, uživatel zařízení, která jsou v maximální možné míře funkční, bez překvapivých poruch a dlouhých odstávek. Proto neustále pracujeme na zlepšování našich služeb a servisu, které se snažíme zajistit co nejdostupnější.

Nyní Vám představujeme soubor Servisních programů, které Vám pomohou zabezpečit co nejlepší technický stav zařízení a snadnou, rychlou a nekomplikovanou dostupnost servisu. Z programů si můžete vybrat podle Vašich představ a možností. V případě zájmu o některý zde uvedený produkt, nás kontaktujte e-mailem nebo telefonicky, uvedeno níže, osloví Vás náš obchodní zástupce.

## Co Vám výběr některého ze Servisních programů přinese?

- Plánování výdajů na servis.
- Pro uživatele zejména odpadající nutnost zabezpečení oficiálních objednávek na činnosti specifikované v SP ve směru od zákazníka k dodavateli – stačí pouze vyplnění Servisní žádanky uživatelem na webu dodavatele a uvedení čísla Servisní smlouvy, odpadnou někdy dlouho trávající podpisová kolečka ke schválení objednávky v rámci podniku.
- Uživateli odpadá nutnost hlídání termínů pravidelné profylaxe.
- Občas pozapomenutá pravidelná údržba již nezpůsobí zastavení zařízení a čekání na neplánovaný servis.
- U nejvyšší varianty SP odpadá jakákoliv starost i se všemi ND potřebnými k odstranění poruchy.
- Možnost dosáhnout na další benefity k zařízení, na které byla uzavřena Servisní smlouva, jako jsou slevy na práci, spotřební materiál, školení a další nad rámec Servisní smlouvy.

Služba/program	Záruka PRO	Alliance	Premier
Odezva ST	24 h	24 h	24 h
Nástup ST	48 h	72 h	48 h
Výzva k Profylaxi	●	●	●
Vzdálená podpora	●	●	●
PM kit	●	●	●
Doprava a práce k Profylaxi	●	●	●
Sleva na pozáruční servis	●	●	●
Doprava a práce k odstranění poruchy	●	●	●
ND na odstranění poruchy	●	●	●





# Vyberte si z těchto programů:

## Záruka PRO

při zakoupení nového zařízení do Vaší laboratoře si můžete záruční dobu vylepšit o tyto benefity:

- Odezva servisního technika do 24 h od přijetí písemné objednávky dodavatelem.
- Nástup servisního technika do 48 h\* od jeho odezvy nebo podle podmínek ujednaných v kupní smlouvě.
- Výzva/informace zákazníkovi o blížícím se termínu Profylaxe (30 dní předem).
- Vzdálená technická podpora.
- PM KIT v rozsahu doporučeném výrobcem.
- Doprava a práce k PM, OQ/PQ.
- Sleva na Pozáruční servis.

## ALLIANCE

základní balíček služeb:

- Odezva servisního technika do 24 h od přijetí písemné objednávky dodavatelem.
- Nástup servisního technika do 72 h\* od jeho odezvy.
- Výzva/informace zákazníkovi o blížícím se termínu Profylaxe (30 dní předem).
- PM KIT v rozsahu doporučeném výrobcem.
- Doprava a práce k PM, OQ/PQ.

## PREMIER

prémiový program zabezpečující péči rovnající se záručním podmínkám do konce doby předpokládané životnosti zařízení:

- Odezva servisního technika do 24 h od přijetí písemné objednávky dodavatelem.
- Nástup servisního technika do 48 h\* od jeho odezvy.
- Výzva/informace zákazníkovi o blížícím se termínu Profylaxe (30 dní předem).
- PM KIT v rozsahu doporučeném výrobcem.
- Doprava a práce k PM, OQ/PQ.
- Vzdálená technická podpora.
- Doprava a práce na odstranění poruch.
- ND potřebné na odstranění poruch.

\*Doba nástupu servisního technika se odvíjí od typu zařízení a smluvních podmínek.

Pro bližší informace nebo pro sjednání Servisní smlouvy na některý z výše uvedených programů nás prosím kontaktujte telefonem nebo e-mailem:

### Prodej servisních služeb:

Tel.: +420 284 813 020

+420 602 210 918

E-mail: [pragolab@pragolab.cz](mailto:pragolab@pragolab.cz)

E-mail: [servis@pragolab.cz](mailto:servis@pragolab.cz)

# ELEMENTAR – CHNS ANALÝZA S VYUŽITÍM TECHNOLOGIE ADVANCED PURGE AND TRAP

PŘELOŽIL: SVOBODA J.

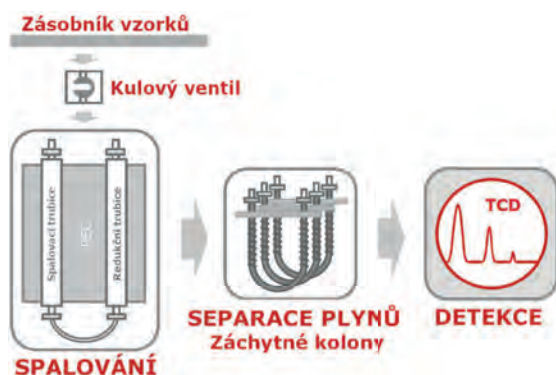
ANAMET s. r. o., svoboda@anamet.cz, www.anamet.cz, www.elementar.com

Stanovení obsahu uhlíku, vodíku, dusíku a síry v organických matricích je důležitým parametrem požadovaným v mnoha aplikacích. Nejběžnější analytická metoda pro sledování těchto čtyř prvků najednou je pomocí vysokoteplotního spalování při teplotě pece vyšší než 1 000 °C a za přítomnosti kyslíku. Během procesu spalování se zkoumaná organická látka oxiduje na směs obsahující oxid uhličitý, vodu, oxid siřičitý a oxidy dusíku. Oxidy dusíku vzniklé během procesu spalování jsou následně v redukční peci převedeny na elementární plynný dusík. Inertním nosným plynem je převážně helium, ale díky jeho nedostatku a vysoké ceně se stále více používá dostupnější argon. Stanovení složení vzniklých spalin se provádí dvěma různými způsoby: buď oddělením jednotlivých složek spalin následovaným kvantifikací pomocí tepelně vodivostního detektoru (nejčastější přístup) nebo řadou samostatných IR detektorů pro kvantifikaci jednotlivých plynů. Metoda vysokoteplotní spalovací analýzy vyžaduje minimální úsilí na přípravu vzorků a umožňuje stanovení ve všech typech matric. Je vhodná pro pevné, viskózní, kapalné, těkavé nebo plynné látky. Další výhodou proti ostatním technikám je možnost vysokého stupně automatizace s velkou propustností vzorků, který umožňuje bezobslužný provoz 24 hodin denně, 7 dní v týdnu.

## Pokročilá separace plynů

Elementar ve svých elementárních analyzátoch pro kvantitativní separaci spalin využívá unikátní chromatografickou techniku patentovanou pod názvem Advanced Purge and Trap (APT). Schéma elementárního analyzátoru vybaveného technologií APT je znázorněno na obrázku 1.

Obr. 1: Schéma CHNS analyzátoru vybaveného technologií APT



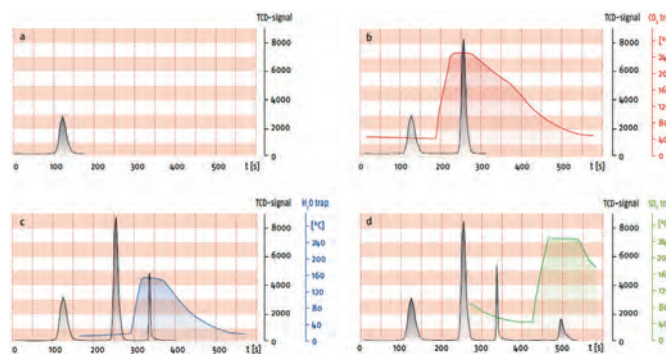
Technologie APT používá až tři selektivní kolony, které adsorbují  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  a  $\text{SO}_2$ . Dusík prochází systémem volně a je na TCD detekován jako první (obr. 2a). Po detekci a kompletním vyhodnocení píku  $\text{N}_2$  řídicím softwarem dojde k zahřátí  $\text{CO}_2$  kolony za následného uvolnění a detekce adsorbovaného oxidu uhličitého (obr. 2.b). Podobně jsou zahřáté kolony selektivní pro vodu (obr. 2c) a  $\text{SO}_2$  (obr. 2d). Všechny tři kolony jsou vysoce optimalizovány pro kvantitativní adsorpci cílové spaliny a jsou k dispozici v různých velikostech. Díky tomu je jejich kapacita až 250krát větší než u běžně používané chromatografické kolony. Pomocí postupu proplachování a záchytu (purge and trap) je možná analýza vzorků s absolutním obsahem uhlíku až do 500 mg. Špičková přesnost a citlivost CHNS analyzátorů Elementar je zajištěna velkou rychlostí ohřevu kolony a následné desorpce plynu, která zajišťuje ostré a časově jasně oddělené píky s vynikajícím poměrem signálu a šumu.

## Vrcholy chromatogramu vždy oddělené základní linií

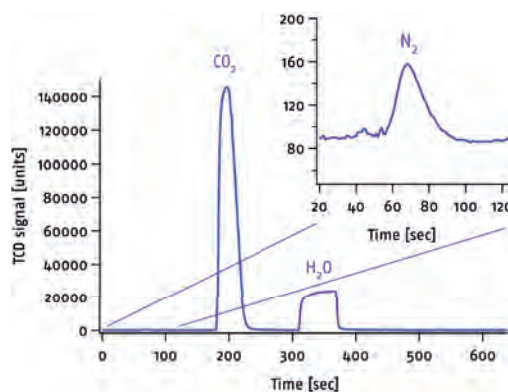
Jednou z hlavních výhod technologie APT je plná kontrola nad desorpcí každého ze stanovovaných plynů. Jednotlivé kroky zahřívání specifické kolony začínají až po dokončení detekce předchozího plynu na TCD. Popsaný postup zajišťuje úplnou separaci vrcholů, a to nezávisle na poměru prvků v analyzované látce. Díky tomu je možné přesně stanovit elementární složení i v látkách s poměrem obsahu C:N nebo C:S až 1:12 000.

Přesné oddělení vrcholů zajišťuje absolutně spolehlivý a bezproblémový sběr dat. Díky tomu může být analýza dat snadno automatizována i při velkém množství vzorků při zajištění nejvyšší možné kvality a přesnosti výsledků vedoucí k zřetelně vyšší efektivnosti laboratoře.

Obr. 2: Chromatogram stanovení obsahu CHNS v sulfonamidu pomocí technologie APT s využitím tří kolon selektivních pro  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  a  $\text{SO}_2$



Obr. 3: Experimentálně stanovený poměr C:N 1:12 000 ve vzorku toluenu pomocí elementárního analyzátoru vario EL cube fungujícího v CHN módu

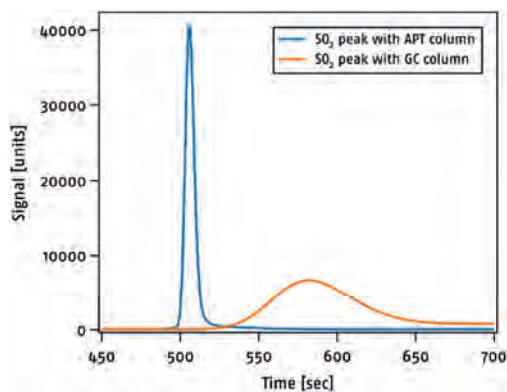


## Přesné stanovení síry díky vysoké citlivosti

Jedna z nejvýznamnějších výhod technologie APT je skutečnost, že nedochází k rozšíření základny vrcholu v závislosti na retenčním čase. Při běžné GC analýze je tento jev obecně pozorován z důvodu podélné difuze uvnitř chromatografické kolony. Molekuly plynu se v koloně nepohybují pouze vpřed, ale také ostatními směry. Tímto jevem je díky dlouhé retenční době nejvíce zatíženo stanovení  $\text{SO}_2$ . Výsledkem je široký a nízký vrchol na chromatogramu, který významně zhoršuje detekční limit pro síru (obr. 4). Díky technologii APT je  $\text{SO}_2$  kvantitativně adsorbován za použití selektivní kolony. K desorpci dochází díky rychlému a řízenému ohřevu  $\text{SO}_2$  kolony. Výsledkem je zřetelně oddělený vrchol odpovídající síře. Tato vlastnost analyzátorů Elementar může být navíc umocněna použitím infračerveného detektoru specifického pro  $\text{SO}_2$ , díky čemuž je zajištěn u přístroje trace SN cube limit detekce (LOD) menší než 10 ppb (obr. 5).






Obr. 4: Porovnání ostrosti píku mezi technologií APT a klasické GC kolony při stanovení S ve vzorku síranu barnatého



### Velký rozsah hmotnosti vzorku

Technologie APT umožňuje přesnou mikroanalýzu vzácných vzorků látek s vysokou čistotou, ale také stanovení složení nehomogenních vzorků až o hmotnosti 5 g. Jedinečná technologie APT je využita v prvkových analyzátořech vario EL cube, vario MACRO cube a vario MAX cube. Aby byla poskytnuta maximální všestrannost a výkon, každý z těchto analyzátořů je optimalizován pro různé hmotnosti, homogenitu a maximální obsah uhlíku ve vzorku. I při největších navážkách vzorku je pro stanovení obsahu CHNS využit celý objem spalin bez nutnosti jejich oddělení nebo naředění, což může vést ke snížení citlivosti a maximalizaci efektu kontaminantů. Elementární analyzátoř vario EL cube je vhodný pro malé navážky homogenních vzorků jako jsou čisté chemikálie, léčivé substance nebo polymery. Pro středně homogenní vzorky, které vyžadují větší hmotnosti navážek, je ideálním přístrojem vario MACRO cube. Uplatnění najde při analýze uhlí, biomasy a odpadů. Vario MAX cube vyniká při elementární analýze nehomogenních vzorků nebo vzorků s velkým podílem popelovin. Do této skupiny patří vzorky půd, rostlin nebo hnojiv, ale také potravin a nápojů. Tento přístroj umožňuje automatické vkládání vzorků a odstraňování vzniklého popele pomocí robustního a bezúdržbového robotického podavače.

Tab. 1: Elementární analyzátoř vario EL cube, vario MACRO cube a vario MAX cube nabízejí mnoho možností výběru správného přístroje pro prvkovou analýzu dle typu vzorku

			
	vario EL cube	vario MACRO cube	vario MAX cube
<b>Prvky</b>	C, H, N, S a O nebo Cl s více režimy		N, CN, CNS
<b>Max. obsah C [mg]</b>	40	150	500
<b>Hm. vzorku (pro pevné vz. s 1 % C) [g]</b>	< 1	< 1,5	< 5
<b>Homogenita vzorku</b>	Vysoká	Střední	Nízká
<b>Odstraňování popela</b>	Manuální		Automatická

### Závěr

Experimentální data dokazují, že technologie APT ve všech aspektech jasně překonává ostatní techniky separace spalin (např. běžnou plynovou chromatografií) používané v rámci elementární analýzy. Technologie APT nabízí největší flexibilitu hmotnosti vzorku a maximální rozlišení vrcholů chromatogramu, z čehož plyne bezkonkurenční citlivost. Robustní návrh, konstrukce a použité výrobní postupy zajišťují plynově selektivním kolonám dlouhou životnost ve srovnání s klasickými GC kolonami. V kombinaci s desetiletou zárukou na tepelně-vodivostní detektory a spalovací pece jsou prvkové analyzátoř Elementar skvělou investicí s velkou návratností do budoucna.

Distributorem výrobků firmy Elementar (spalovací prvková analýza organických i anorganických látek, stanovení TOC, stanovení N dle Dumase a IRMS analýza) pro ČR a SR je společnost ANAMET, s. r. o.

## UNIVERZITA PARDUBICE ZÍSKALA PATENT NA NOVOU METODU PRO DETEKCI RAKOVINY SLINIVKY Z ANALÝZY KRVÉ

Metoda diagnostiky rakoviny slinivky analytického chemika Michala Holčapka z **Fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice** získala evropský patent. Jeho skupina popsala možnost, jak zjistit nemoc již v počáteční fázi a pouze z analýzy krve. Tím se rýsuje šance pro miliony lidí, kteří se dnes o tomto onemocnění dozvědí příliš pozdě. Špičkový chemik se i díky tomuto objevu letos dostal mezi 60 nejlepších analytických chemiků světa podle The Power List 2020 v časopise *The Analytical Scientist*.

„Patent slouží k ochraně naší metodiky na diagnózu karcinomu slinivky na základě lipidomické analýzy tělních tekutin. Věříme, že je také dalším krokem k využití v klinické praxi. Metodika je vhodná pro velkokapacitní screening až 20 tisíc vzorků za rok a dokáže detekovat nemoc se správností přes 90 procent,“ říká prof. Michal Holčapek z Fakulty chemicko-technologické.

Patentovaná metodika prof. Holčapka využívá pro diagnostiku analýzu krve, ve které se kvanti-

tativně a s využitím interních standardů stanovuje alespoň 60 lipidů pomocí hmotnostní spektrometrie.

Karcinom slinivky je maligní nádorové onemocnění, u kterého je (podle **American Cancer Society**) pouze 10procentní šance na 5leté dožití. To je vůbec nejméně ze všech známých typů rakoviny. Tento typ rakoviny je navíc v počáteční fázi bez jakýchkoli příznaků, a ve chvíli, kdy se diagnóza stanoví, již pacientovi většinou nelze pomoci. Včasný screening karcinomu slinivky je proto nejdůležitější.

Úspěšné výsledky chemiků z Univerzity Pardubice se podařilo zopakovat i na spolupracujících pracovištích v Německu a v Singapuru. Nedávno si vědecký tým Michala Holčapka také ověřil, že je možné metodiku použít i v klinické laboratoři, která nemá předchozí zkušenosti s analýzou lipidů.

„Dalším důležitým krokem bude klinická validace, což je studie, kterou se musí ověřit reálný přínos včasné diagnostiky karcinomu slinivky před vlastním využitím v praxi. Bez silného partnera by organizace takové studie byla obtížná. Proto v současné době ve spolupráci s univerzitním Centrem pro transfer technologií a znalostí jednáme s možným strategickým partnerem, který pomůže zavedení diagnostiky do klinické praxe,“ dodal prof. Michal Holčapek z Fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice.

Obr.: Prof. Michal Holčapek z Katedry analytické chemie, Fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice



Metodika z Univerzity Pardubice by se podle klinické praxe využívala nejčastěji u 3 skupin osob. Zvýšené riziko onemocnění rakovinou slinivky mají nově diagnostikovaní pacienti s cukrovkou 2. typu starší 50 let, lidé s dědičným výskytem onemocnění v rodině a lidé, u kterých se projeví tzv. nespecifické symptomy, tedy příznaky neodpovídající určité nemoci.

» [www.upce.cz](http://www.upce.cz)

# ULTRAZVUK ZEFEKTIVŇUJE RECYKLACI LITHIUM-IONTOVÝCH BATERIÍ

DALECKÝ J.

Pragolab s.r.o., dalecky@pragolab.cz

*Lithium je cenný materiál přítomný v mnoha kondenzátorech, jako jsou také lithium-iontové baterie. Lithium je nejhodnotnějším materiálem, který se získává při recyklaci lithium-iontových baterií. Při této recyklaci se získávají i jiné minerály a kovy, jako je kobalt, mangan, nikl, měď a hliník. Vysoce intenzivní ultrazvuk se používá jako technika vysokorychlostního míchání a loužení napomáhající k extrakci, odstranění a rozpouštění cenných minerálů a kovů z použitých baterií. Metoda sonikace je vysoce účinná, energeticky efektivní a je snadno dostupná pro instalaci do plně komerčních recyklačních zařízení.*

## Přehled: Proces recyklace lithium-iontové baterie

Procesy recyklace se mohou lišit, protože společnosti specializující se na recyklaci lithium-iontových baterií vyvíjejí a upravují své procesy tak, aby dosáhly nejvyšší účinnosti. K získání materiálů, jako je lithium, z baterií je však třeba provést následující kroky:

Nejprve se rozdrtí a odstraní plastový kryt baterie. Poté je „nahá“, baterie vložena do kapalného dusíku, aby se neutralizovaly reaktivní výbušné látky. Tento krok zajišťuje, že je zabráněno náhlému uvolnění veškeré akumulované energie a následnému vznícení a výbuchu s tím spojeným.

Po těchto přípravných krocích se pak baterie umístí na soustruh, kde se baterie otvírá řezem, aby bylo možné vyjmout vnější plášť. Očištěné jádro baterie: katoda, anoda a odlučovač se vyjme a umístí do sušárny, kde se suší po dobu 24 hodin při teplotě cca 60–120 °C. Před zpracováním, extrahováním kovů, je nutné dále demontovat izolované elektrody, tj. katodu a anodu. Jelikož je katodový materiál k hliníkové fólii obecně přilepován pojivem, obvykle polyvinylidenfluoridem (PVDF) nebo polytetrafluorethylenem (PTFE), je obtížné oddělit katodu a hliníkovou fólii od sebe. Pro správné oddělení katodového materiálu od fólie se ukázalo, že ultrazvukové dělení je efektivní, rychlé a ekonomické. Zde však použití ultrazvuku při recyklaci Li-iontových baterií nekončí. Ultrazvukové vyluhování kovů a minerálů, jako je: Li, Co, Mn, Ni, Cu a Al, podporuje extrakci a zvyšuje výtěžek získaných kovů. Schéma procesu je zřetelné z obrázku 1.

**Obr. 1: Ultrazvuk pro opětovné efektivní získání kovů: Lithia, kobaltu, manganu, niklu, mědi a hliníku**

### Recyklace použitých Li-iontových baterií pomocí ultrazvuku



## Ultrazvuková kavitace pro oddělení katody

Ultrazvuk odděluje katodové materiály od hliníkové fólie působením akustické kavitace. Akustická nebo ultrazvuková kavitace je charakterizována místně se vyskytujícími vysokými tlaky, vysokými teplotami a jejich následnými poklesy, které vedou k příslušným tlakovým a teplotním rozdílům, jakož i pak k intenzivním mikro-turbulencím a vysokostřížnému mikro-proudění. Tyto kavitací síly působí na povrch materiálu, podporují přenos hmoty a způsobují erozi. Ultrazvuková kavitace generuje intenzivní síly chemické, fyzikální, tepelné a mechanické povahy a vytváří požadované míchání a přenos hmoty

k rozrušení struktury organického pojiva používaného v lithium-iontových bateriích k fixaci katody na kolektor/hliníkovou fólii.

Zatímco mechanické míchání, jako je samotné míchání, není dostatečné k účinnému oddělení katodového materiálu od hliníkové fólie, vysoce intenzivní ultrazvuk poskytuje požadovanou sonochemickou a sonomechanickou energii k úplnému odstranění katodového materiálu ze sběračů. Na rozdíl od mechanického míchání generuje ultrazvuková kavitace intenzivní turbulence, lokálně vysoké teploty a tlaky i míchání, proudění a proudy kapaliny, které rozbíjejí pojivo, např. PVDF nebo PTFE, které spojují katodu s Al fólií a erodují povrch katody i Al fólie. Tím je pojivo mezi oběma materiály řádně rozrušeno a katoda a hliníková fólie jsou účinně odděleny.

Například ultrazvuková separace vede k vysoké účinnosti odstranění katody 99 % za použití N-metyl-2-pyrrolidonu (NMP) jako rozpouštědla při 70 °C. Protože ultrazvuková katodová separace materiál rovnoměrně disperguje a zabraňuje větším aglomerátům, je usnadněn následný proces loužení kovů.

## Ultrazvukové vyluhování kovů / minerálů

Výše popsané ultrazvukové kavitací účinky podporují také vyluhování kovů z použitých baterií. Ultrazvuk s vysokou intenzitou se nepoužívá pouze k regeneraci minerálů při recyklaci baterií, ale také se často používá v hydrometalurgii a loužení drahých rud (např. hlušiny). Vysoké lokalizované teploty, tlaky a smykové síly zesilují vyluhování kovů a významně zvyšují účinnost vyluhování. Zatímco v kavitacích horkých bodech dochází k lokalizovaným velmi extrémním teplotám až do 1 000 K, celkové podmínky loužení vyžadují pouze mírnou teplotu cca 50–60 °C. Díky tomu je recyklace kovů s pomocí ultrazvuku energeticky účinná a ekonomická.

Ultrazvukové extrakce minerálů z použitých lithium-iontových baterií se vyznačuje vysokou mírou účinnosti. Například kyselina sírová (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) byla úspěšně použita jako loužidlo v přítomnosti peroxidu vodíku (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) během ultrazvukového získávání minerálů z katody. Ultrazvukové loužení kyselinou sírovou vedlo k míře využití 94,63 % u kobaltu a 98,62 % u lithia.

Ultrazvukové vyluhování organickou kys. citronovou (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> · H<sub>2</sub>O) vede k velmi vysokému výtěžku mědi a lithia, přičemž se z použitých lithium-iontových baterií získá 96 % mědi a téměř 100 % lithia.

Výhody recyklace Li-iontových baterií s pomocí ultrazvuku:

- vysoká účinnost,
- zavedená technika,
- jednoduchá, bezpečná obsluha,
- nízké / netoxické použití rozpouštědel,
- téměř žádná CO<sub>2</sub> stopa – šetrné k životnímu prostředí.

## Jednoduché a bezpečné: Od testů proveditelnosti po průmyslová recyklační zařízení

Vysoce výkonné ultrazvukové zařízení pro recyklaci lithium-iontových baterií je snadno dostupné jak pro stolní, pilotní tak i průmyslovou instalaci. Vzhledem k tomu, že ultrazvuková separace katody a ultra-



zvukové vyluhování minerálů z použitých baterií jsou již zavedenými procesy, je od prvních pokusů, postup optimalizace podle konkrétních požadavků zákazníka a instalace plně průmyslového ultrazvukového separačního a/nebo vyluhovacího systému rychlá a jednoduchá.

Společnost Hielscher Ultrasonics dodává vysoce výkonné ultrasonikátory jakékoli velikosti a kapacity. Zařízení UIP16000 (16 kW) je nejvýkonnější ultrazvukový procesor na světě. Toto zařízení, stejně jako všechny ostatní průmyslové ultrazvukové systémy, lze snadno združovat na požadovanou kapacitu zpracování. Všechny ultrasonikátory Hielscher jsou konstruovány pro provoz 24/7 při plném zatížení a v náročných provozních podmínkách.

Obr. 2: Výkonný ultrasonikátor Hielscher UIP16000



Zpracováno na základě podkladů společnosti Hielscher Ultrasonics GmbH.

## SELEKTIVNÍ PŘEMĚNA REAKTIVNÍCH SLOUČENIN LITHIA

Vědci z **Ruhr-Universität v Bochumi** vyvinuli nový katalyzátor, který může katalyzovat reakce na výrobu farmaceutických nebo chemických látek používaných v zemědělství. Vytváří vazby uhlík-uhlík mezi organolithnými sloučeninami, aniž by vytvářel nežádoucí vedlejší produkty. Tým vedený profesorkou Viktorií Däschlein-Gessnerovou z výzkumné skupiny pro anorganickou chemii popisuje své výsledky v časopise *Angewandte Chemie*, publikovaném online 29. července 2020.

Organolithné sloučeniny jsou činidla s vazbou lithium-uhlík, která patří mezi nejreaktivnější sloučeniny v syntetické chemii. „*Díky svým speciálním vlastnostem jsou nepostradatelné v mnoha aplikacích, dokonce i v průmyslovém měřítku*,“ říká Viktorie Däschlein-Gessner, členka klastru excelence Ruhr Explores Solvation, zkráceně Resolv. „*Vysoká reaktivita však často také vede k nežádoucím vedlejším reakcím. Výsledkem je, že organolithné sloučeniny byly pro některé aplikace dosud používány pouze v omezené míře nebo dokonce vůbec*.“ Výzkumná skupina pod vedením Viktorie Däschlein-Gessner dokázala tato omezení překonat pomocí vysoce účinného katalyzátoru. Nový fosfin-palladiový katalyzátor selektivně spojuje dva atomy uhlíku s různými organolithnými sloučeninami a mnoha arylhalogenidy. Rozhodující bylo, že je dostatečně aktivní i při pokojové teplotě.

Pro nový proces syntézy nejsou zapotřebí žádné další přísady a lze jej široce používat. To znamená, že se lze vyhnout přechodným krokům během syntézy, čímž se vytvoří méně odpadní kovové soli. Katalyzátor zaručuje vysoký stupeň selektivity, i když se vyrobí několik gramů produktu. Aby bylo možné použití v průmyslovém měřítku, dalším krokem musí být testování u ještě větších objemů.

Ve spolupráci s průmyslem hodlají výzkumní pracovníci v Bochumu brzy uvést na trh vyvinuté katalyzátory. „*Jejich aktivita je nejen výhodná v popsaných reakcích, ale také nabízí vylepšení pro řadu dalších transformací téměř ve všech oblastech chemické syntézy*,“ říká Däschlein-Gessner. Kromě výroby farmaceutik a chemikálií pro zemědělství sem patří vonné látky a materiály pro organické diody emitující světlo.

» [www.ruhr-uni-bochum.de](http://www.ruhr-uni-bochum.de)

## Bezpečnostní skříně

asecos®

Optimální protipožární ochrana a maximální bezpečnost

**Požární bezpečnost laboratoře =  
Bezpečnostní skříně s požární odolností asecos + Profesionální projekční partner MERCI, s.r.o.**



Projekce dle platné legislativy a norem • Výroba laboratorního nábytku a digestoří s jakostí ISO a ČSN EN • Dodávky přístrojového vybavení a spotřebního materiálu • Záruční i pozáruční servis



MERCI, s.r.o.  
Autorizovaný servisní a prodejní  
partner asecos pro Českou republiku

[www.merci.cz](http://www.merci.cz)

**MERCI**  
laboratoř jak má být

# PŘESNÉ STANOVENÍ IZOTOPU $^{129}\text{I}$ VE VZORCÍCH ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ POMOCÍ ICP-MS S TROJITÝM KVADRUPÓLEM

KRAJCAROVÁ L.

Pragolab s.r.o., info.chem@pragolab.cz

Většina běžných metod regulujících znečištění životního prostředí je zaměřena převážně na vysoce toxické látky, jako jsou As, Cd, Hg nebo Pb. Ty jsou zpravidla přítomny jen jako stabilní izotopy. Avšak v některých případech je k přesnějšímu posouzení potenciálních rizik nutné stanovovat radioaktivní izotopy (nebo nuklidy), například v situacích spojených s výrobou energie pomocí jaderné technologie. Produkty jaderného štěpení uranu jsou převážně nuklidy, které mají hmotnosti v rozsahu 90 až 140 amu. Díky krátkému poločas rozpadu podléhají mnohé jejich přímé fragmenty dalšímu rozpadu. Při vniku do životního prostředí jsou proto za nejrizikovější považovány izotopy  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{133}\text{Cs}$ , nebo radioaktivní nuklidy jódu. Přičemž jód je zvláště kritický také proto, že souvisí s funkcí štítné žlázy a v případě jeho zvýšeného obsahu může způsobovat některá onemocnění. Jód má dva významné izotopy –  $^{131}\text{I}$  s poločasem rozpadu 8 dní, a radionuklid  $^{129}\text{I}$  s dlouhým poločasem rozpadu 15,7 milionů let. Vnik radioaktivního jódu do životního prostředí je zapříčiněn primárně emisemi ze závodů zpracovávajících jaderná paliva. Dalším zdrojem mohou být nehody jaderných elektráren či potenciální zkoušky jaderných zbraní.

V případě izotopu  $^{129}\text{I}$  je jeho koncentrace v prostředí přirozeně velice malá, a proto může být stanovení pomocí ICP-MS celkem náročné. Většinu radionuklidů lze stanovovat radiometrickými technikami, avšak ty pro zajištění správného výsledku obvykle vyžaduje dlouhé expoziční časy. Rychlost ICP-MS proto může pomoci dramaticky zkrátit dobu analýz vzorků, a tím také zkrátit reakční dobu na potenciální zdroje kontaminace.

Stejně jako všechny analytické metody, tak i technika ICP-MS je náchylná k interferencím, které mohou ovlivňovat výsledky. U většiny aplikací jsou nejběžnější polyatomické interference, které lze u ICP-MS účinně eliminovat díky diskriminaci kinetické energie (KED) pomocí kolizního plynu He v kolizní/reakční cele. Existují však i další interference, které nelze pomocí KED odstranit a vyžadují použití reakčních plynů a následné chemické reakce v cele. Výběr správného reakčního plynu je v tomto případě kritický, neboť v cele může docházet souběžně také k nežádoucím reakcím, které mohou ovlivňovat výsledky.

ICP-MS s trojitým kvadrupólem má oproti klasickému ICP-MS s kolizní/reakční celou jeden kvadrupól navíc, který je umístěn ještě před celou. Tento kvadrupól umožňuje vstup do cely pouze specifickým iontům, zatímco ostatní jsou eliminovány. Toto „předfiltrování“ iontového svazku před vstupem do cely redukuje počet možných vedlejších reakcí, které by mohly v cele nastat. Dochází tak pouze k selektivní reakci s daným reakčním plynem.

V případě měření izotopu  $^{129}\text{I}$  je potřeba překonat např. izobarickou interferenci s  $^{129}\text{Xe}$ , která pochází jako nečistota z argonového plynu. Další problémové interference způsobuje potenciálně vysoký přirozený výskyt  $^{127}\text{I}$  ve vzorku, nebo polyatomické interference  $^{127}\text{IH}_2^+$ , dioxydy  $\text{Mo}^+$ , hydroxydy  $\text{Sn}^+$ , nebo jiné oxidové a hydridové formy.

ICP-MS s jednoduchým kvadrupólem za použití kyslíku jako reakčního plynu v kolizní/reakční cele výrazně redukuje izobarickou interferenci  $^{129}\text{Xe}^+$ , avšak stále zůstává problém s chvostováním izotopu  $^{127}\text{I}$  a rovněž neodstraněny zůstávají  $^{127}\text{IH}_2$  a polyatomické interference  $\text{Mo}^+$  a  $\text{Sn}^+$ .

Pro stanovení izotopu  $^{129}\text{I}$  v ultrastopovém množství bez vlivů interference je nevhodnějším analytickým přístrojem ICP-MS s trojitým kvadrupólem v reakčním módu za použití kyslíku, jako je např. přístroj ICP-MS iCAP TQ nebo iCAP TQe výrobce Thermo Scientific. Model iCAP TQe umožňuje vedle He-KED módu právě použití kyslíku jako reakčního plynu. Model iCAP TQ ICP-MS má k dispozici He-KED a kyslík, ale i ostatní reakční plyny ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ) pro maximální analytickou flexibilitu.

## Instrumentace

Pro všechna měření v modelovém experimentu byl použit Thermo Scientific™ iCAP TQ™ ICP-MS. Přístroj je ovládán softwarem Thermo Scientific™ Qtegra™ Intelligent Scientific Data Solution (ISDS). Typické podmínky měření jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1: Typické parametry měření iCAP TQ ICP-MS (Thermo Scientific)

Parametr	Hodnota	
RF výkon	1 550 W	
Průtok zmlžovacího plynu	1,12 l.min <sup>-1</sup>	
Typ interface	Vysoká citlivost	
Nastavení cely	SQ-O <sub>2</sub>	TQ-O <sub>2</sub>
Průtok plynu	0,6 ml.min <sup>-1</sup>	0,6 ml.min <sup>-1</sup>
Bias cely	-7,2 V	-7,2 V
Bias Q3	-12 V	-12 V

K nastavení optimálních podmínek měření (např. volba reakčního plynu, výběr m/z které má být transmitováno třetím kvadrupólem apod.) byla použita softwarová funkce „Reaction Finder Method Development Assistant“. Tato funkce umožňuje nastavení analytické metody bez předchozí detailní znalosti potenciálních reakčních mechanismů. Pro stanovení izotopu  $^{129}\text{I}$  byl funkcí „Reaction Finder“ automaticky zvolen mód s trojitým kvadrupólem s reakčním plynem kyslíkem (mód TQ-O<sub>2</sub>). Pro porovnání byl k tomuto navrhovanému způsobu měření manuálně přidán také mód s jednoduchým kvadrupólem s reakčním plynem kyslíkem (mód SQ-O<sub>2</sub>), standardní mód bez použití plynu (mód SQ-STD) a s použitím He jako kolizního plynu (mód SQ-KED, též He-KED). Nastavení prvního kvadrupólu bylo optimalizováno pomocí funkce „intelligent Mass Selection“ (iMS). Tato funkce nastavuje první kvadrupól tak, aby nepropouštěl ionty, které by mohly způsobovat interference, ale zároveň aby umožňoval co možná nejvyšší transmisí analytu. Touto funkcí bylo např. vyhodnoceno, že použití vyššího rozlišení (1 amu či méně) na prvním kvadrupólu není pro měření v našem experimentu vyžadováno.

## Mechanismus odstranění interference při stanovení jódu pomocí trojitého kvadrupólu a reakčního plynu kyslíku

Interferent  $^{129}\text{Xe}$  na izotopu  $^{129}\text{I}$  lze velice účinně odstranit reakcí mezi  $\text{Xe}^+$  a  $\text{O}_2$ , při níž dochází k přenosu náboje.  $^{129}\text{I}$  přitom nereaguje a zůstává neovlivněn.

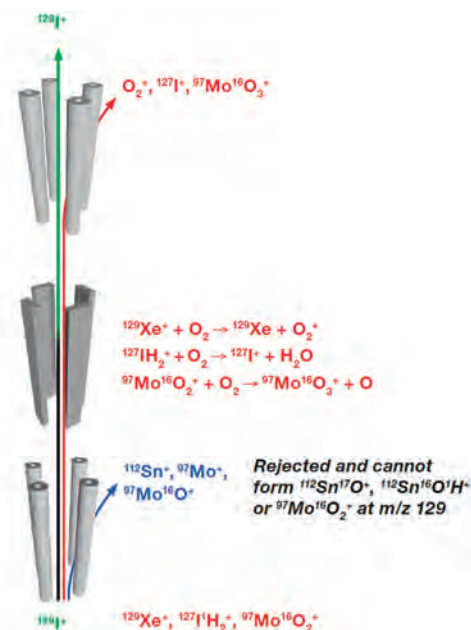
Pokud je ve vzorku přítomen Mo a Sn, vznikají v kolizní/reakční cele interferenty jako  $\text{MoO}_2^+$ ,  $\text{SnO}^+$  nebo  $\text{SnOH}^+$ , které rovněž interferují se  $^{129}\text{I}$ . U ICP-MS s jednoduchým kvadrupólem nelze zabránit vstupu Mo a Sn do kolizní/reakční cely společně s Xe a I, a tudíž nelze tyto interference odstranit. Reakční mód s kyslíkem (SQ-O<sub>2</sub>) dokonce vykazuje horší výsledky, než při použití standardního (SQ-STD) nebo kolizního (He-KED) módu. Oproti tomu za použití trojitého kvadrupólu jsou Mo a Sn odstraněny z iontového svazku ještě před vstupem do



cely a nemohou tak interferovat se  $^{129}\text{I}$ . Interferující ionty  $\text{MoO}_2^+$ ,  $\text{SnO}^+$  nebo  $\text{SnOH}^+$  jsou přítomny ve velice malém množství již v plazmatu.  $\text{MoO}_2^+$  v cele ale dále reaguje s  $\text{O}_2$  a vytváří vyšší oxidy, které se  $^{129}\text{I}$  neinterferují. Rovněž  $\text{SnO}$  a  $\text{SnOH}$  dále reagují na  $\text{SnO}_2$  a  $\text{SnO}_2\text{H}$ , a tím se tyto interference zcela eliminují.

Mechanismus odstranění interferencí na  $^{129}\text{I}$  pomocí ICP-MS s trojitým kvadrupólem je ukázán na obrázku 1.

Obr. 1: Schéma mechanismu odstranění interferencí na izotopu  $^{129}\text{I}$



## Příprava vzorku

Kalibrační roztoky  $^{129}\text{I}$  byly připraveny v 0,5% roztoku (v/v) hydroxidu tetrametyl amonném (TMAH) namísto běžně používané  $\text{HNO}_3$ , aby se zabránilo paměťovým efektům způsobeným oxidací jodidů na jód kyselinou dusičnou. Stejná matrice byla použita pro přípravu všech blanků, kalibračních roztoků, vzorků a proplachového roztoku. Ve stejné matrici byl připraven také interferenční roztok obsahující I, Mo a Sn pro demonstrování odstranění interferencí a zvýraznění potenciálních problémů při měření vzorků ze životního prostředí. Dále byl připraven vzorek simulující svým složením vzorek půdy nebo povrchové vody. Vzorek obsahoval 20  $\text{mg.l}^{-1}$  Ca, Mg, Na; 5  $\text{mg.l}^{-1}$  Al, Fe, Mn, Cu; a také 1  $\text{mg.l}^{-1}$  Mo a Sn. Alikvótní podíly tohoto roztoku byly obohaceny známým množstvím  $^{129}\text{I}$  k posouzení výtěžnosti.

## Výsledky

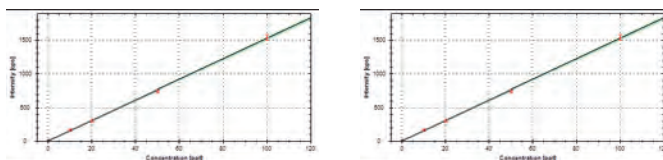
Pro dosažení maximální citlivosti byl iCAP TQ ICP-MS nejprve optimalizován pomocí ladicího roztoku. Poté byl nastaven optimální průtok kyslíku pro dosažení co možná nejlepšího odstranění interference  $^{129}\text{Xe}^+$  při zachování dobré citlivosti pro  $^{129}\text{I}$ .

Jak ukazuje tabulka 2, průtok kyslíku stanovený přístrojem pomocí autoladicí procedury stále ukazuje nízký signál na  $m/z$  129, který vede k mírně zvýšené koncentraci ekvivalentní pozadí na  $^{129}\text{I}$  (BEC, zdánlivá koncentrace  $^{129}\text{I}$  způsobená signálem pozadí). Pro snížení BEC a zároveň udržení co možná nejnižšího poměru signálu k šumu, byla k nastavenému průtoku 0,34  $\text{ml.min}^{-1}$  přidána ještě hodnota offsetu 0,3  $\text{ml.min}^{-1}$ , což dohromady dává výsledný průtok plynu asi 0,6  $\text{ml.min}^{-1}$ . Tento průtok vykazuje optimální intenzitu signálu  $^{129}\text{I}$  ve srovnání s pozadím  $^{129}\text{I}$ , z čehož vyplývá velmi nízké BEC pro  $^{129}\text{I}$ .

Tab. 2: Intenzity signálu s průtokem  $\text{O}_2$  nastaveném autoladicí funkcí a optimalizovanou hodnotou průtoku

	Signál na $m/z$ 129 [m/z]	BEC $^{129}\text{I}$ [ $\text{ng.l}^{-1}$ ]
Výsledek autoladicí funkce (0,34 $\text{ml.min}^{-1}$ )	30	1,3
Optimalizovaný průtok $\text{O}_2$ (0,6 $\text{ml.min}^{-1}$ )	2	0,13

Obr. 2: Kalibrační křivky pro  $^{129}\text{I}$  (0–100  $\text{ng.l}^{-1}$ ) v módech TQ- $\text{O}_2$  (vlevo) a SQ- $\text{O}_2$  (vpravo) po optimalizaci průtoku  $\text{O}_2$



V tabulce 3 jsou uvedeny vypočítané instrumentální limity detekce (IDL) pro všechny použité módy – SQ-STD, SQ-KED, SQ- $\text{O}_2$ , TQ- $\text{O}_2$ .

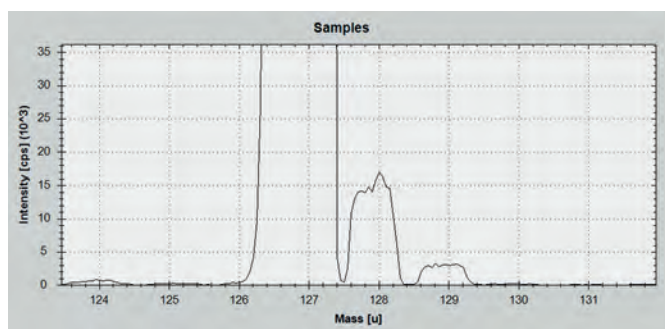
Tab. 3 – Srovnání módů SQ a TQ při analýze  $^{129}\text{I}$

	SQ-STD	SQ-KED	SQ- $\text{O}_2$	TQ- $\text{O}_2$
BEC [ $\text{ng.l}^{-1}$ ]	40	30	2,2	0,13
IDL [ $\text{ng.l}^{-1}$ ]	2	2	0,2	0,001

Potenciál použití trojitého kvadrupólového ICP-MS pro tuto aplikaci byl dále demonstrován na analýzách roztoků obsahujících prvky přímo interferující na  $m/z$  129. V mnoha vzorcích životního prostředí, jako jsou půdy nebo rozklady rostlin, není neobvyklé, že mohou obsahovat vyšší množství Mo a Sn.

Tabulka 4 ukazuje výsledky zjištěných obsahů  $^{129}\text{I}$  získaných při měření roztoků obsahujících 20  $\mu\text{g.l}^{-1}$  I, 1  $\text{mg.l}^{-1}$  Mo a 1  $\text{mg.l}^{-1}$  Sn. Z porovnání módů SQ- $\text{O}_2$  a TQ- $\text{O}_2$  jasně vyplývá, že kontrolou iontů, které vstupují do cely pomocí prvního kvadrupólu, se významně snižuje pozadí asociované s interferujícími ionty. Jak je vidět na obrázku 3 i v tabulce 4, dokonce i malé množství přírodního jódu ( $^{127}\text{I}$ ) vede k významnému příspěvku na intenzitě signálu  $m/z$  129, a to v důsledku tvorby  $^{127}\text{IH}_2^+$  v SQ módu, pokud není  $^{127}\text{I}$  odstraněn před vstupem do kolizní/reakční cely.

Obr. 3 – Hmotnostní sken při měření vzorku obsahujícího 20  $\mu\text{g.l}^{-1}$  přírodního jódu ( $^{127}\text{I}$ ) v SQ- $\text{O}_2$  módu. Interference s Xe jsou odstraněny, avšak  $^{127}\text{IH}_2^+$  způsobují výrazný falešně pozitivní signál na  $m/z$  129



Tab. 4 – Vlivy interferencí v módech SQ- $\text{O}_2$  a TQ- $\text{O}_2$  při analýze  $^{129}\text{I}$

Testovací roztok	SQ- $\text{O}_2$ zdánlivá koncentrace na $^{129}\text{I}$ [ $\text{ng.l}^{-1}$ ]	TQ- $\text{O}_2$ zdánlivá koncentrace na $^{129}\text{I}$ [ $\text{ng.l}^{-1}$ ]	Faktor zlepšení
20 $\mu\text{g.l}^{-1}$ $^{127}\text{I}$	45	0,09	500
1 $\text{mg.l}^{-1}$ Mo	560	0,07	8000
1 $\text{mg.l}^{-1}$ Sn	30	0,07	430

Použití ICP-MS s trojitým kvadrupólem zeslabuje vlivy  $\text{IH}^+$  a  $\text{IH}_2^+$  a eliminuje problémy s ionty  $^{97}\text{Mo}^{16}\text{O}_2^+$ ,  $^{112}\text{Sn}^{17}\text{O}^+$  a  $^{112}\text{Sn}^{16}\text{OH}^+$ , které vznikají z Mo a Sn přítomných v typických vzorcích z životního prostředí.

V tabulce 5 jsou uvedeny výsledky výtěžnosti pro různé obsahy  $^{129}\text{I}$  v simulovaném vzorku z životního prostředí. Tyto výsledky ukazují, že pomocí módu TQ- $\text{O}_2$  u přístroje iCAP TQ ICP-MS, lze kvantitativně měřit  $^{129}\text{I}$  na ultrastopové úrovni, navzdory přítomnosti potenciálních interferentů ve vzorku.

Dokončení na další str.

Tab. 5: Výsledky měření výtěžnosti <sup>129</sup>I

Vzorek [ng.l <sup>-1</sup> ]	Výtěžnost v módu TQ-O <sub>2</sub> [%]
10	105
20	98
50	97
100	101

### Závěr

Technologie ICP-MS s trojitým kvadrupólem (obr. 4) pomáhá při měření vzorků s velmi obtížnou maticí, kde její složky přispívají k tvorbě iontů interferujících s cílovým analytem. V této práci byl vyšší signál pozadí u <sup>129</sup>I, způsobený přítomností <sup>129</sup>Xe a tvorbou různých druhů interferentů Mo<sup>+</sup> a Sn<sup>+</sup>, výrazně oslaben při zachování vysoké citlivosti stanovení. To vše vedlo k dosažení velmi nízkých ultrastopových limitů detekce pro <sup>129</sup>I. Měření výtěžnosti <sup>129</sup>I u roztoků simulovaného vzorku z životního prostředí ukázala v módu TQ-O<sub>2</sub> vynikající výsledky.

Obr. 4: iCAP TQ ICP-MS s trojitým kvadrupólem (Thermo Scientific)



Zdroj: Application note 44409 (Thermo Scientific), autor: Simon Lofthouse, Thermo Fisher Scientific, Hemel, Hempstead, UK.

## VÝZKUM A VÝVOJ

### CHEMICKÝ MIKROBIOLOGICKÝ ÚSTAV JE ZAPOJENÝ DO PROJEKTU SDÍLENÍ VĚDECKÝCH DAT

Po boku zahraničních týmů vedených skupinou z **Kalifornské univerzity v San Diegu** se Zdeněk Kameník z **Mikrobiologického ústavu AV ČR** podílel na vytvoření inovativního nástroje pro analýzu hmotnostně-spektrometrických dat. Informaci o on-line nástroji ReDU, který propojí laboratoře a výzkumné skupiny ve světovém měřítku, uveřejnil v srpnu časopis *Nature Methods*.

Hmotnostní spektrometry jsou špičkové přístroje sloužící k chemické analýze na základě hmoty látky. Poskytují ohromné množství dat, z nichž laboratoř dokáže využít jen určitou část. „Kolegové z Kalifornie přišli již před nějakou dobou s unikátní platformou k efektivní analýze těchto složitých dat a jejich on-line úložištěm. Nově vyvinutý nástroj pojmenovaný ReDU umožňuje zobrazit jakýkoli výsledek analýzy v kontextu nejen svých dat, ale také dat z laboratoří celého světa,“ vysvětluje Zdeněk Kameník, mladý vědec, který vloni pro svůj výzkum získal podporu Akademie věd v podobě prémie Lumina quaeuruntur.

Vědecká skupina Zdeňka Kameníka se zaměřuje právě na hmotnostně-spektrometrickou metabolomiku, celosvětově rychle rostoucí obor, který dokáže nabídnout odpovědi na dosud nezodpovězené otázky biologie nebo medicíny.

#### Kameník v on-line mozaice

Díky rozmachu a zlevnění sekvenčních technik máme dnes k dispozici velké množství užitečných dat o genomech spousty organismů. Genom je ale jako velká kuchařka receptů vypovídající o tom, co vše organismus „umí uvařit“, ale ne o tom, co opravdu „uvaříl“. To se lze mnohem spolehlivěji dozvědět díky metabolomice, která tak genomiku a další vědecké přístupy doplňuje.

Metabolomická data z hmotnostních spektrometrů jsou ale mnohem složitější a jejich smysluplné sdílení mezi laboratořemi bylo doposud velmi komplikované. Nástroj ReDU, na němž se Zdeněk Kameník podílel, je jedním z důležitých kamíneků vznikající mozaiky, aby tato data nezástávala za dveřmi jednotlivých laboratoří. „Pokud ve vzorku detekují chemickou látku, nějaký me-

tabolit, o kterém se domnívám, že má souvislost se studovanou chorobou, mohu se podívat, zda se tentýž metabolit vyskytuje v datech z jiných laboratoří, v jakých vzorcích a souvislostech. Informace, kterou díky tomuto nástroji získám, může dostat úplně nový rozměr,“ přibližuje Zdeněk Kameník.

Odkaz na článek v *Nature Methods*: <https://www.nature.com/articles/s41592-020-0916-7>

» [www.biomed.cas.cz](http://www.biomed.cas.cz)

### ASYMETRICKÁ BORYLACE ALIFATICKÝCH AMIDŮ A ESTERŮ

Výzkumníci z **Hokkaido University** vyvinuli modulární katalyzátor, který dokáže přesně upravit deriváty mastných kyselin v dosud nepřístupné poloze. To umožňuje efektivní výrobu cenných sloučenin z obnovitelného biozdroje, zatímco dříve jsme se museli spoléhat buď na zdroje odvozené z ropy, nebo použít komplikované a nákladné metody.

Mnoho léčiv a plastů sestává z páteře, která je v podstatě řetězcem atomů uhlíku s modifikacemi v jejich uhlovodíkovém rámci. Pro jejich výrobu jsou mastné kyseliny atraktivní surovinou, protože jsou snadno dostupnými obnovitelnými přírodními zdroji, které se skládají z řetězce atomů uhlíku připojeného k funkční karboxylové skupině. Schopnost modifikovat tyto řetězce však byla dosud omezena na atomy uhlíku vzdálené pouze jeden nebo dva atomy od karboxylové skupiny. Chemické materiály získané tímto způsobem jsou omezeny na materiály s poměrně jednoduchými strukturami a za účelem syntézy užitečných sloučenin jsou nutné vícestupňové procesy. V návaznosti na předchozí studie vytvořila skupina prof. Sawamura katalyzátor, který se skládá z atomu iridia v jeho jádru a různých substituentů, které zajišťují, že derivát mastné kyseliny – v tomto případě amid nebo ester mastné kyseliny – je přesně umístěn takovým způsobem, že je modifikována CH vazba na třetím uhlíku od karboxylové skupiny. Navíc, každá vazba CH v derivátu mastné kyseliny může být modifikována dvěma způsoby, čímž se získají sloučeniny, které jsou vzájemně zrcadlovými obrazy (stereoizomery). Katalyzátor vyvinutý týmem produkuje

pouze jeden ze dvou možných produktů, což je důležitý atribut zejména pro vývoj léků. Pro další zvýšení šíře možných modifikací se vědci snaží použít různé substituenty ve svém katalyzátoru ke změně způsobu, jakým je substrát umístěn v katalyzátoru, aby umožnil různé modifikace.

Orig. publ.: Reyes R. L. et al., Asymmetric remote CH borylation of aliphatic amides and esters with a modular iridium catalyst, *Science* 2020.

» [www.icredd.hokudai.ac.jp](http://www.icredd.hokudai.ac.jp)

### DLOUHODOBÝ PROBLÉM V ORGANICKÉ CHEMII VYŘEŠEN

Polyeny se vyskytují v přírodě, jsou reaktivní a hrají roli v řadě biologických procesů. Není divu, že se chemici již dlouhou dobu zajímali o efektivní konstrukci těchto sloučenin, v neposlední řadě proto, aby je bylo možné použít pro biomedicínské aplikace. Vědci z **Münster University** pod vedením profesora Ryana Gilmoura nyní našli biologicky inspirované řešení problému.

Podařilo se jim zkonstruovat složité polyeny, jako je kyselina retinová, z jednoduchých, geometricky dobře definovaných alkenových stavebních bloků. Vědci k tomu použili malé organické molekuly, které excitovali světlem, což umožnilo pokračovat v obtížných chemických reakcích procesem známým jako katalytický přenos energie. Alkeny používané vědci jsou strukturální jednotky, které mohou existovat ve dvou geometrických formách. Tyto stereoizomery, které se liší pouze v prostorovém uspořádání atomů, jsou cenným zdrojem chemických informací v biologii a jsou běžnými strukturálními jednotkami ve větších komplexních molekulách, jako je retinal a derivát vitamínu A. Ačkoli alkenová geometrie hraje klíčovou roli v jejich funkci, jsou strategie pro přístup ke geometricky definovaným stavebním blokům alkenů pro iterační syntézu nedostatečně rozvinuté. Ačkoli existuje mnoho metod pro nezávislý přístup ke každému izomeru, často je trápí špatná selektivita nebo vyžadují pracné syntézy.

Orig. publ.: Molloy J.J., Schäfer M. et al., Boron-enabled geometric isomerization of alkenes via selective energy-transfer catalysis, *Science* 2020.

» [www.uni-muenster.de](http://www.uni-muenster.de)



## FYZIKÁLNÍ CHEMICI Z AKADEMIE VĚD NAŠLI UNIKÁTNÍ CESTU, JAK PŘEMĚNIT METAN NA METANOL A ZÍSKALI CENU ČESKÁ HLAVA

Dosud neexistovala možnost využívat metan v chemické výrobě tak, aby se to ekonomicky vyplatilo. Tým vědců z **Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR** vytvořil a popsal nová, unikátní reakční centra, která dovedou aktivovat kyslík dosud neznámým způsobem – rozštěpit ho. A pak ho použít k oxidaci metanu na metanol. Zásadní roli zde hraje zeolit.

„Zeolit je zjednodušeně děravý křemen a jeho jedinečnost spočívá v tom, že atomy křemíku a kyslíku vytvářejí propojenou strukturu kanálků a dutin, do kterých se vejdou menší molekuly. Když jsou v kanálech přítomná reakční centra, stávají se zeolity ideálním materiálem pro využití v katalýze,“ vysvětluje Jiří Dědeček, šéf vědeckého týmu z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR.

Společně s Edytou Tabor a Štěpánem Sklenákem se intenzivně věnuje využití zeolitů pro katalýzu redoxních reakcí. A jednou z nich je přeměna metanu na metanol. Ta je vzhledem k nízké reaktivitě metanu v současnosti jednou z největších výzev v oblasti heterogenní katalýzy a přitahuje obrovskou pozornost.

### Proč je důležité a složité získat metanol

Metanol nabízí velmi široké využití jako surovina pro chemickou výrobu nebo alternativní palivo. Získávat ho z metanu však dosud nebylo výhodné. Metan je přitom hlavní složkou zemního plynu, a je tedy levný a snadno dostupný. Bohužel, dosud se využívá především jako palivo. Navíc je přeprava plynu a jeho skladování o hodně komplikovanější než v případě ropy.

Přeměna metanu na kapalné produkty a jeho využití v chemické výrobě je zatím možné pouze nepřímými, energeticky, technologicky a ekonomicky velmi náročnými procesy. Konečná cena výsledného produktu, např. metanolu, je pak většinou nepřijatelná.

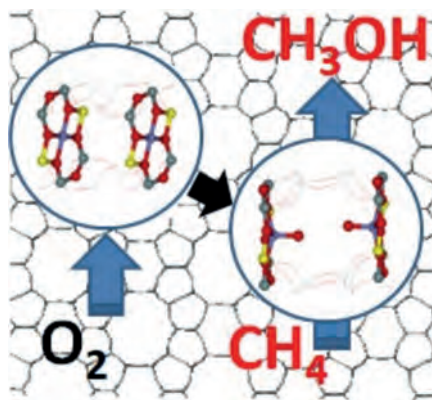
Tým Jiřího Dědečka ale objevil v zeolitu katalyzátor, který dokáže přeměnit metan přímo na metanol pomocí molekulárního kyslíku s uspokojivou efektivitou. „*Přímá oxidace metanu na metanol molekulárním kyslíkem představuje cestu, jak výrazně snížit náklady na výrobu metanolu, a přibližuje nás tak k získání technologií pro výrobu levnějších paliv, ale i mnoha dalších průmyslově využitelných produktů,*“ říká Jiří Dědeček.

### Stačí pokojová teplota, pára není potřeba

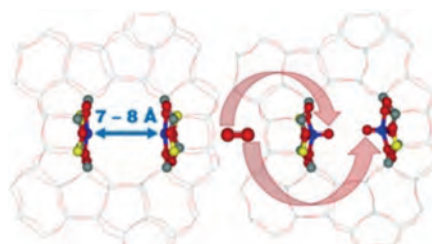
Aktivizaci kyslíku – jeho štěpení – zajišťují dva kationty přechodového kovu (např. železa) naproti sobě, ale výrazně dále od sebe než v enzymech (ve vzdálenosti asi 7 desetimiliontin milimetru). Ty společně dovedou roztrhnout molekulu kyslíku, a to již při pokojové teplotě. Tento unikátní systém se úspěšně povedlo využít pro vytvoření systému pro oxidaci metanu na metanol jako možného základu technologie pro využití metanu.

Za vytvoření a popsání struktury a reaktivity nových, unikátních typů reakčních kationtových center přechodových kovů v zeolitové matici a jejich využití při oxidaci metanu na metanol získali Jiří Dědeček, Edyta Tabor a Štěpán Sklenák ocenění Česká hlava v kategorii Invence.

**Obř.: Schéma přímé oxidace metanu (CH<sub>4</sub>) na metanol (CH<sub>3</sub>OH) molekulárním kyslíkem (O<sub>2</sub>)**



**Obř.: Schéma rozštěpení kyslíku za pokojové teploty**



„Kromě schopnosti rozštěpit molekulární kyslík a oxidovat metan na metanol i za laboratorní teploty vykazuje nová metoda další unikátní vlastnost,“ upozorňuje Jiří Dědeček.

„Metanol vzniklý oxidací metanu se již za laboratorní teploty rovněž spontánně uvolňuje do plynné fáze. Jedná se o velmi podstatnou výhodu proti ostatním katalyzátorům schopným selektivně oxidovat metan molekulárním kyslíkem, kde je navíc nezbytné k uvolnění metanolu aplikovat vodní páru. To pak vede k destrucci aktivních center a výsledně k jejich tak nízké aktivitě, že jsou v praxi nepoužitelné,“ dodává Jiří Dědeček.

» [www.jh-inst.cas.cz](http://www.jh-inst.cas.cz)

## CHEMIČTÍ PRŮKOPNÍCI SE VYDÁVAJÍ ZKOUMAT KAPALINY VE VAKUU

Kapaliny, elektrony, vakuum a velké ambice. To je recept na výzkum nových metod, které vědcům poskytnou informace, které jinak získat nelze. Průkopnický projekt s názvem Zkoumání a transformace hmoty elektrony v kapalných mikrotřyskách získal prestižní grant EXPRO **Grantové agentury ČR**. Spolupracuje na něm tým chemiků **Ústavu fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského Akademie věd ČR a Vysoké školy chemicko-technologické**.

Základním principem a cílem projektu je využití proudu elektronů ke zkoumání kapalin ve vakuu, čímž vědci získají unikátní vhled do jejich struktury. A to včetně těch vrstev, které jsou lidskému bádání zatím skryty.

„Jedná se o novou metodu, protože kapalným povrch není kompatibilní s vakuem. My kompatibilitu umožníme díky použití nových kapalných mikrotřysky. Soustředíme se také na to, jaké chemické změny elektrony v kapalinách vyvolají,“ přibližuje projekt Juraj Fedor, vedoucí týmu z Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského Akademie věd ČR.

Chemici si od výzkumu slibují i vyvinutí nové analýzy vzorků, kterou pak bude možné využít v chemickém nebo ve farmaceutickém průmyslu. O jedinečnosti projektu svědčí i to, že hodnotitelé grantu EXPRO letos vybrali k financování v oblasti chemie pouze dva projekty.

### Průlom novými metodami

Kapalné mikrotřysky vědci využijí jako unikátní prostředí pro spektroskopické techniky. „Věříme, že námi navrhovaný přístup dokáže poskytnout informace, které jinak získat vůbec nelze, například o tzv. opticky zakázaných přechodech. Také si myslíme, že by to mohla být dobrá metoda pro zkoumání povrchů kapalin. Budeme rozvíjet i další směr, využití elektronů z elektronového děla k vyvolání chemických reakcí,“ vysvětluje Petr Slaviček, vedoucí týmu z Vysoké školy chemicko-technologické v Praze.

Týmy Petra Slavička a Juraje Fedora budou zkoumat strukturu kapalin technikami neelastického rozptylu (electron energy loss spectroscopy). Kapalné mikrotřysky poslouží také jako unikátní reaktor – zde se projekt zaměří na reaktivitu zakázaných stavů a na reaktivitu vyvolanou elektrony obecně.

„Nově vyvinuté techniky umožní studium spektroskopie a reaktivity mezifází, které hrají důležitou roli v chemii atmosféry a v radiační chemii,“ říká Petr Slaviček s tím, že součástí projektu je také vývoj konceptu elektronové analýzy k fotochemii a k fotokatalýze coby nového přístupu k transformaci molekul.

„Vyvinuté metody mohou znamenat úplně novou formu analýzy kapalných vzorků a přinést informace o jejich struktuře, které jsou nám dosud skryty,“ doplňuje Juraj Fedor. Chemické změny vyvolané elektrony v kapalinách podle něj mohou vést k úplně novým cestám a postupům v chemické syntéze.

### Žádný risk, žádný zisk

Petr Slaviček potvrzuje, že jde o projekt ambiciózní. „Což jinými slovy znamená, že také nemusí nutně vést k předpokládaným výsledkům ve všech směrech. Ale můžeme pak říct, že jsme to aspoň naplno zkusili,“ zdůrazňuje Petr Slaviček.

Získáním grantu EXPRO od Grantové agentury ČR dostane projekt Juraje Fedora a Petra Slavička finanční podporu na pět let, díky které se mohou plně soustředit na výzkum bez tlaků na rychlé výsledky.

» [www.jh-inst.cas.cz](http://www.jh-inst.cas.cz), [www.vscht.cz](http://www.vscht.cz)

## ÚSTAV FYZIKÁLNÍ CHEMIE J. HEYROVSKÉHO ZNOVU MEZI NEJLEPŠÍMI

Vládní Rada pro výzkum, vývoj a inovace dokončila další ročník hodnocení výzkumných organizací na národní úrovni podle nové Metodiky 2017+ a zveřejnila výstupy tohoto hodnocení.

„Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR je vynikající výzkumná organizace, ve svých hlavních oborech je na špičce v národním měřítku, v chemických vědách je výrazně lepší ve srovnání s EU15, velmi vysoký podíl publikací v D1 s vlastním reprintem autorem svědčí o mimořádně významném domácím know-how,“ uvedl v komentáři k výsledkům hodnocení schváleném členy hodnotícího panelu pro přírodní vědy doc. Stanislav Kozubek.

» [www.jh-inst.cas.cz](http://www.jh-inst.cas.cz)

# AGILENT 6495C LC/MS TROJITÝ KVADRUPÓL PRO ANALÝZU VODY NA ÚROVNI PPT PŘÍMÝM NÁSTŘIKEM BEZ ZAKONCENTRACE

ZROSTLÍKOVÁ J, LACINA O.

HPST, s.r.o., Praha, info@hpst.cz

*Kontrola přítomnosti pesticidů, farmak a dalších organických kontaminantů ve vzorcích vod (surových, pitných, balených, odpadních, povrchových a podzemních) je vyžadována příslušnými vyhláškami a legislativou, např. Vyhláška pro pitné vody 252/2004 Sb. [1] nebo Water Framework Directive EU [2] shrnující požadavky na monitoring povrchových vod. Tyto látky se také stanovují při studiu jejich chování během technologických procesů (například v čistíčkách odpadních vod), v životním prostředí nebo například při kontrole vstupních surovin pro potravinářskou výrobu.*

Většina moderních pesticidů a léčiv včetně jejich metabolitů je polárního charakteru, a proto dnes hraje klíčovou úlohu v jejich stanovení technika kapalinové chromatografie s hmotnostně spektrometrickou detekcí (LC/MS). Zcela dominantním typem analyzátorů jsou trojitě kvadrupóly, vyznačující se vynikající selektivitou, citlivostí a reprodukovatelností.

U starší generace LC/MS přístrojů byla nutná pro analýzu vod zdlohavá příprava vzorků pomocí SPE zakoncentrace, která je navíc problematická v případě velmi polárních analytů. Moderní, špičkové LC/MS přístroje však disponují citlivostí, díky které lze SPE přípravu nahradit přímým nástřikem vzorků vody. Agilent LC/MS trojitý kvadrupól 6495 našel využití v řadě laboratoří v ČR zabývajících se analýzou vod. V tomto článku vám chceme ukázat, co stojí za výkonností této „vlajkové lodi“ LC/MS Agilent a zmíníme vylepšení, která přinesl model 6495C.

## Rychle a opakovatelně

Možnost vložit do jedné akviziční metody tisíce SRM přechodů dnes již nikoho nepřekvapí. Podstatné však v praxi je, kolik těchto SRM přechodů je analyzátor schopen změřit najednou při zachování smysluplné rychlosti tak, aby i úzké UHPLC piky byly řádně prokresleny. S tím souvisí především schopnost přístroje měřit citlivě a reprodukovatelně i při velmi nízkých dwell-time (doba měření jednoho SRM přechodu). Právě na dobrou opakovatelnost i s dwell-times pod 5 ms se zaměřila zlepšení v modelu Agilent 6495C. Během 15 minut lze změřit i přes 900 SRM (cca 450 analytů) v jedné metodě bez kompromisu v mezích detekce či opakovatelnosti vlivem rychlosti sběru MS dat nebo přepínání polarity. A to přesto, že v některých „nahuštěných“ částech chromatogramu jsou dwell-times pod 2 ms a v jeden okamžik se měří i přes 190 SRM.

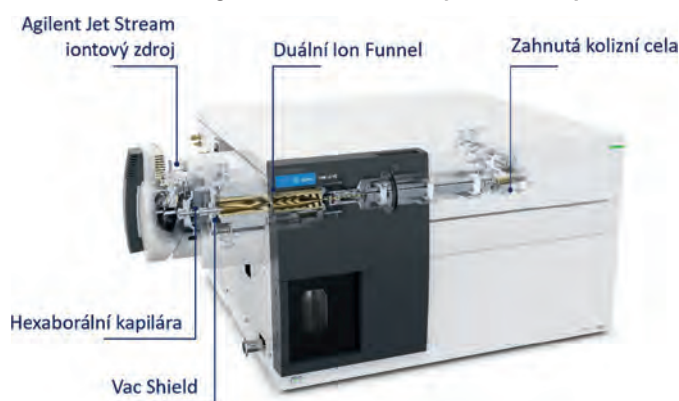
## Citlivě a robustně

V souvislosti se stopovou analýzou se často hovoří o citlivosti přístroje. Zlepšit citlivost LC/MS přístroje lze buď optimalizací dráhy iontů a minimalizací jejich ztrát při průchodu iontovou optikou nebo otevřením vstupu do hmotnostního spektrometru (větší otvor mezi oblastí zdroje a vakuovou částí MS) a zvýšením množství vstupujících iontů. Obvykle se v dnešní době používá právě druhý (snazší) přístup, takže se můžete dočíst, o kolik mm je větší vstup u nového modelu. Množství vstupujících iontů a vyšší signál však nemusí vést k adekvátnímu snížení mezi kvantifikace, pokud zároveň není zajištěna nízká úroveň šumu a stálost odezvy. Otevření vstupu do analyzátoru s sebou nese i zvýšené množství balastních látek, které způsobují vyšší šum, rychlejší kontaminaci iontové optiky a horší dlouhodobou stabilitu přístroje. Agilent 6495C LC/MS trojitý kvadrupól disponuje kombinací technologií, které tento přístroj řadí mezi nejcitlivější na trhu, ale zároveň je postaráno o to, aby byl minimalizován šum a aby byl odolný vůči kontaminaci – viz schéma na obrázku 1.

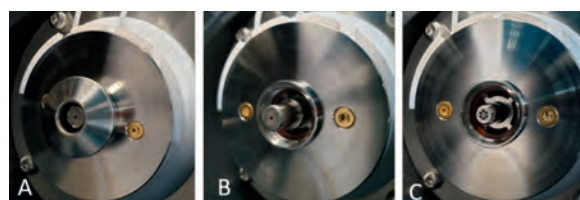
1. **Agilent Jet Stream iontový zdroj** zajišťuje ortogonální (90°) sprej vůči vstupu do MS. Zóna iontů je fokusována pomocným vyhřátým plynem do ohraničené zóny před vstupem do MS. Tento iontový zdroj funguje velmi univerzálně a nastavením přídavného napětí na výstupním šroubení pomocného plynu je dosaženo dobré ionizace méně polárních látek, jinak vyžadujících APCI.

2. Větší transmise iontů do MS systému je zajištěna **hexaborální kapilárou** (6 paralelních podélných průchodů kapilárou). Tato kapilára je u modelu 6495C chráněna zcela novou ochrannou čepičkou s otvorem o průměru 0,8 mm (obr. 2). Oproti předchozí generaci, která měla vstup o průměru 4,2 mm je tak maximálně zamezeno vstupu neionizovaných částic do kapiláry a u nového modelu se významně prodloužila perioda čištění vstupní kapiláry. I přesto že vstup do přístroje je nyní téměř 27× menší, citlivost zůstala zachována, nebo se dokonce zvýšila. Kapiláru lze čistit bez zavzdušnění MS díky Vac Shield ventilu, který automaticky uzavře vakuovou část při vytažení kapiláry.
3. Za kapilárou je zařazen **duální ion funnel**, v modelu 6495C již 3. generace s vylepšenou geometrií, který fokusuje iontový paprsek a zároveň zde dochází k jeho vyosení, čímž jsou eliminovány zbytky nenabitých částic.
4. Zahnutá a zužující se kolizní cela zlepšuje transmissi produktových iontů, minimalizuje jejich ztráty a eliminuje průchod neutrálních částic.

Obr. 1: Konstrukce Agilent 6495C LC/MS trojitého kvadrupólu



Obr. 2: Hexaborální kapilára (C) zajišťuje průchod mezi atmosférickou a vakuovou částí. Krytka (A) a ochranná čepička (B) a zamezují její kontaminaci



Pro ilustraci využití tohoto přístroje v analýze vod si ukážeme příklady reálných výsledků pro vybrané skupiny pesticidů a léčiv. Pro měření byla použita HPLC kolona Zorbax Eclipse Plus C18 (100 mm × 2,1 mm; 1,8 μm), teplota kolony byla 45 °C. Objem nástřiku byl 100 μl. Délka chromatografické metody byla 9 min.

V tabulce 1 jsou shrnuty meze kvantifikace (LOQ), a instrumentální meze detekce (IDL), vypočítané dle metodiky EPA [3] z relativní směrodatné odchylky plochy píku na koncentraci blízko meze detekce.



V tomto případě byla IDL vypočtena z hladiny LOQ, která je uvedena v tabulce, pro tuto koncentrační hladinu jsou také uvedeny relativní směrodatné odchylky (RSD).

Tab. 1: Meze kvantifikace (LOQ) a instrumentální meze detekce (IDL)

Analyt	LOQ [ng/l]	RSD [%]	IDL [ng/l]
Acetochlor ESA	5	3	1
Bromoxnilyl	0,5	12	0,17
Chlorbromuron	0,2	17	0,1
Chloridazon-methyl-desphenyl	0,05	17	0,03
Dicamba	5	6	2
Dichlorvos	2	6	0,33
Estriol	5	12	1,8
Iopromid	2	12	0,7
Norethisterone	0,5	9	0,14
PFOS	0,2	8	0,05

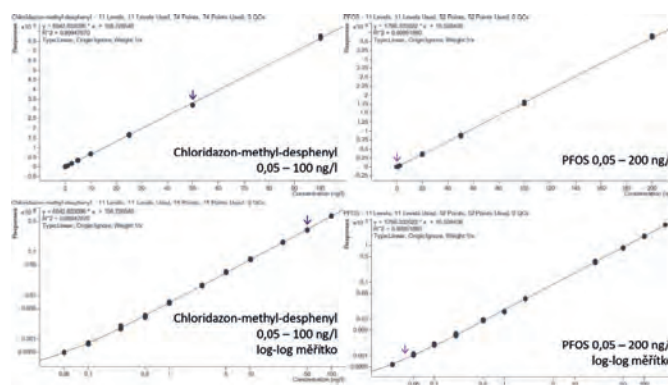
### Závěr

Analýza vod je náročnou disciplínou především z pohledu počtu analytů v metodě a také požadovaných mezí detekce. Agilent 6495C LC/MS trojitý kvadrupól nabízí vysokou citlivost měření, které je dosaženo ruku v ruce s vynikající opakovatelností a odolností proti kontaminaci. Tento přístroj umožňuje implementaci metod zahrnující několik stovek látek a dosažení mezí kvantifikace na úrovni jednotek ppt z přímého nástřiku 100 µl vzorku.

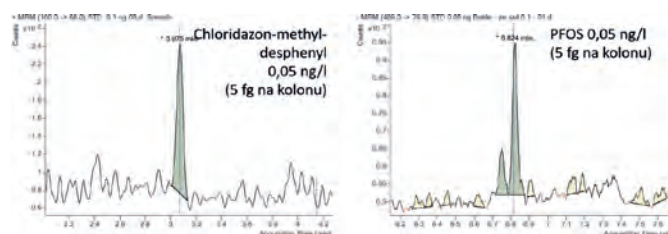
### Literatura

[1] Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody

Obr. 3: Kalibrační přímky analytů Chloridazon-methyl-desphenyl a PFOS. Nahoře: normální měřítka, dole: log-log-měřítka



Obr. 4: Chromatogramy pro Chloridazon-methyl-desphenyl a PFOS na koncentraci 0,05 ng/l (5 fg na kolonu)



[2] Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy

[3] EPA - Analytical Detection Limit Guidance, 1996: Laboratory Guide for Determining Method Detection Limits, <http://dnr.wi.gov/regulations/labcert/documents/guidance/-lodguide.pdf>

## Vhodné pro jakýkoli vzorek

**DNA/RNA  
Shield™**

Inaktivace patogenů

Transport při ambientních teplotách

**Blood Collection Tube**

**Fecal Collection Tube**

**Swab & Collection Tube**

**Lysis Tubes**

[www.amplicon.cz](http://www.amplicon.cz)  
amplicon@dna.com.cz  
+420 233 931 123

**AMPLICON**  
Obchodní divize společnosti Forenzní DNA servis, s.r.o.

Bulovka 1606/1, 180 00 Praha 8  
IČO 27227529

# VÝBĚR SPRÁVNÉ UHPLC KOLONY PRO PEPTIDOVÉ MAPOVÁNÍ

AQEEL Z., LAYNE J.

Phenomenex, Inc., Torrance, USA

Při analýze peptidového a proteinového štěpení se analytici stále častěji spoléhají na LC-MS, při které se kyselina trifluoroctová (TFA) tak často nepoužívá kvůli svým silným vlastnostem potlačovat signál. Nicméně při provádění peptidové analýzy pomocí LC-MS s použitím typických mobilních fází, jako je voda / acetonitril / kyselina mravenčí, mohou sekundární interakce mezi bazickými aminokyselinami na peptidu a podkladovém silikagelu vést k širokým a chvostujícím píkům a interferovat s rozlišením blízké eluujících píků. K dosažení optimálního výkonu pro analýzu peptidu pomocí LC-UV nebo LC-MS by ideální médium mělo být vysoce účinné (úzké píky) a vysoce inertní (minimální chvostování píku při použití modifikátorů kompatibilních s MS, jako je kyselina mravenčí). Navíc je často vhodná silnější retence média, zejména pro mapování peptidů, aby se maximalizovala retence malých, polárních peptidových fragmentů, které nemusí mít vysokou afinitu k typické fázi C18, především za nepřítomnosti TFA.

Produkty Luna® Omega HPLC a UHPLC, o velikosti v rozmezí 1,6 µm pro UHPLC až po 5 µm pro konvenční a preparativní HPLC, jsou ideální volbou pro analýzu malých peptidů a tryptické mapování. Díky většímu povrchu a hustotě vazeb C18 Luna® Omega poskytuje vynikající retenci pro malé, polárnější peptidy a fragmenty. Výhodou tepelně modifikovaného silikagelu kolony Luna® Omega je vyšší účinnost oproti plně porézním produktům silikagelu podobné velikosti, která se může v mnoha případech projevit užšími píky, lepší citlivostí a rozlišením. Tento proces tepelného zpracování také činí silikagel vysoce inertním pro minimální sekundární interakce, a to i při použití modifikátorů mobilní fáze, jako je 0,1% kyselina mravenčí. V neposlední řadě Luna® Omega PS C18 s jedinečnou chemií, obsahující na povrchu proprietární, pozitivně nabitou funkční skupinu, umožňuje ještě menší chvostování píků při analýze základních peptidů. Tato skupina může také poskytnout selektivitu zcela odlišnou od standardní fáze C18, což může být užitečné pro separaci cílového peptidu od interference matrice koelující na tradiční C18.

## Luna Omega PS C18

Unikátní, stabilní ve 100% vodní fázi, která poskytuje jak polární, tak i nepolární retenci. Na povrchu se nachází ligand s kladným nábojem, který napomáhá retenci kyselých sloučenin prostřednictvím iontových interakcí, zatímco ligand C18 podporuje obecnou retenci reverzní fáze. Kladně nabitý povrch prostřednictvím iontového odpuzování zlepšuje také základní tvar píků.

Obr. 1: Luna® Omega PS C18



## Luna® Omega C18

Robustní a vysoce efektivní fáze C18 se silným zaměřením na hydrofobní retenci nepolárních a polárních sloučenin.

Obr. 2: Luna® Omega C18

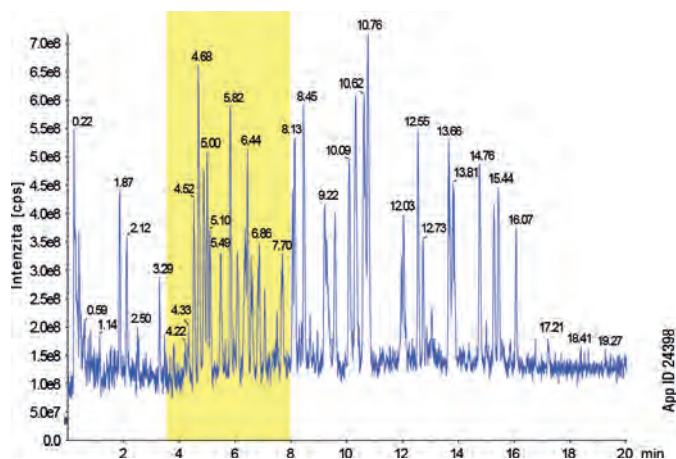


Následující tři obrázky představují reprezentativní chromatogramy tryptického štěpení BSA získané pomocí tří různých UHPLC kolon (Waters® ACQUITY® BEH C18 1,7 µm – viz obr. 3; Luna® Omega 1,6 µm C18 – viz obr. 4; a Luna® Omega 1,6 µm PS C18 – viz obr. 5). Uvědomujeme si, že použití rozměru 50 x 2,1 mm pro analýzu peptidového mapování není ideální, a dalo by se očekávat, že pro získání nejpřesnějších informací bude použit konvenčnější rozměr jako 100 x 2,1 mm nebo 150 x 2,1 mm. Avšak naším cílem v tomto srovnání je zaměřit se na vyhodnocení rozdílů v chromatografickém výkonu mezi třemi kolonami, protože lze očekávat, že se tyto informace přímo přenesou i na jiné rozměry kolon.

Tab. 1: UHPLC podmínky – stejné pro všechny tři kolony

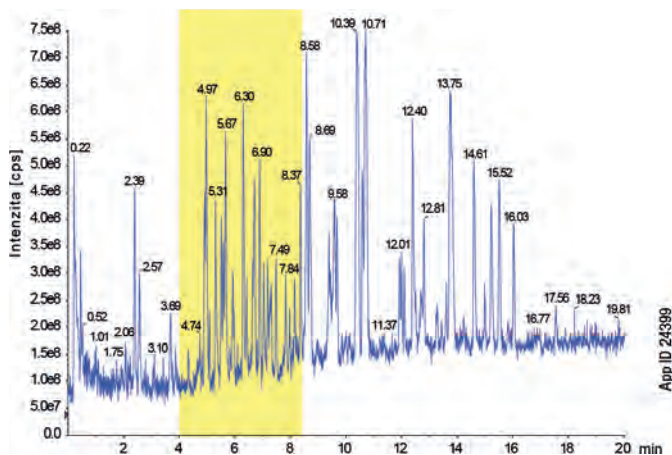
Kolony	Waters® ACQUITY® BEH C18 1,7 µm Luna® Omega 1,6 µm C18 Luna® Omega 1,6 µm PS C18	
Rozměr	50 x 2,1 mm	
Mobilní fáze	A: 0,1% kyselina mravenčí ve vodě B: 0,1% kyselina mravenčí v acetonitrilu	
Gradient	Čas [min]	% B
	0	3
	20	35
Průtok	0,5 ml/min	
Teplota	40 °C	
Nástřik	0,5 ml	
Detekce	MS/MS (SCIEX API 4000™)	
Vzorek	BSA Tryptic Digest	

Obr. 3: Waters® ACQUITY® BEH 1,7 µm C18; 420 Bar



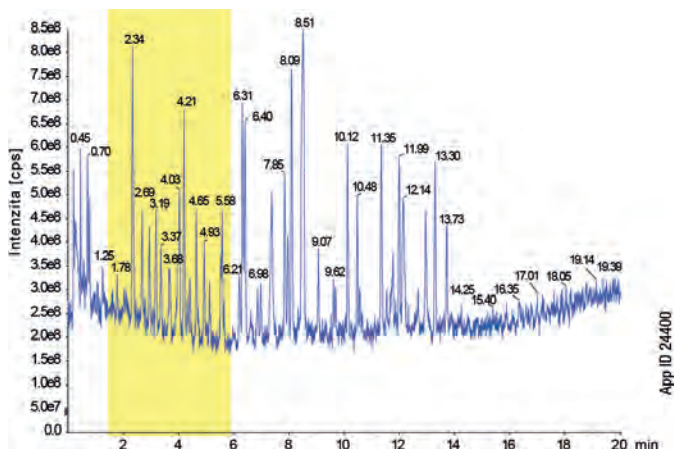


Obr. 4: Luna® Omega 1,6 µm C18; 413 Bar



Jak vidíte na obr. 3 a 4, „konvenční“ fáze C18 poskytují velmi podobný výkon za těchto provozních podmínek. Celkové retenční časy a profil elučních piků jsou také velmi podobné. Dalo by se namítnout, že určité fragmenty jsou na jedné koloně lépe rozlišeny oproti druhé, ale celkově lze usoudit, že by analytik měl mít relativní jistotu, že obě kolony budou pro tuto danou separaci stejně úspěšné. Naproti tomu s jedinečnou fází Luna® Omega PS C18 (obr. 5) získáváme zcela odlišný eluční profil pro peptidové fragmenty, zejména v oblasti zvýrazněné ve žlutém rámečku. V této oblasti je vidět, že Luna® Omega PS C18 poskytuje významně lepší separace mezi píky a posun v selektivitě,

Obr. 5: Luna® Omega 1,6 µm PS C18; 301 Bar



který by se mohl ukázat jako užitečný při separaci fragmentu cílového peptidu od izobarických interferencí.

Při tryptickém mapování pomocí LC-UV nebo LC-MS by tedy Luna® Omega C18 a Luna® Omega PS C18 měly být součástí každého důkladného procesu vývoje metody, přičemž Luna® Omega C18 poskytuje konvenčnější eluční profil a Luna® Omega PS C18 nabízí jedinečné řešení zlepšující selektivitu.

*Pozn.: Srovnávací separace nemusí být přesná reprezentace veškerých aplikací. Phenomenex nemá vazbu na Waters Technologies Corp.*

## VĚDCI VYVÍJEJÍ METODY MĚŘENÍ KOVŮ V MIKROPLASTECH

Údaje o akumulaci kovů toxických pro životní prostředí jsou mnohdy velmi vzácné a někdy vědecky nespolehlivé. Ve spolupráci s kolegy z **Německého federálního institutu pro hydrologii (BfG)** a **Christian Albrechts University v Kielu (CAU)** vyvinul tým vědců z **Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Centrum pro výzkum materiálů a pobřeží (HZG)** metodu, pomocí které lze tyto kovy v mikroplastech spolehlivě detekovat.

Základem pro spolehlivé vědecké stanovení transportu kovových znečišťujících látek mikroplasty jsou validované laboratorní metody. Nové metody mohou nyní kvantifikovat více než padesát různých kovů v mikroplastových částicích. Tým použil pro svá měření certifikované plastové referenční materiály v rozsahu velikostí mikroplastů do pěti milimetrů. U těchto materiálů vědci přesně vědí, které kovy jsou v nich obsaženy v důsledku výrobního procesu, a proto by se měly objevit ve výsledcích. Vědci ošetřili materiály různými kombinacemi silných kyselin a zahřívání je mikrovlnným zářením, dokud se příslušný materiál úplně nerozložil. Tímto způsobem byli schopni určit vhodnou směs kyselin, ve které jsou všechny zkoušené materiály spolehlivě rozpuštěny. Vzorky byly poté studovány pomocí hmotnostní spektrometrie.

V mikroplastových částicích lze novou metodu použít k detekci jak kovů používaných při výrobě plastů, tak kovů, které se mohou na částice vázat z prostředí, například z mořské vody. Například antimon se často používá jako katalyzátor pro výrobu PET, a lze jej tedy najít v samotném plastu. Těžké kovy, jako je kadmium a olovo, mohou být přítomny také ve výrobním procesu, ale mohou

být také vázány na povrch částic z prostředí. V dalším kroku nyní vědci plánují cílené rozmístění mikroplastových vzorků v řece Labi v konkrétních bodech řeky. Poté budou v pravidelných intervalech odebírat vzorky, aby pomocí nové metody změřili koncentrace kovů v plastu, a tak prozkoumali akumulaci v čase.

Orig. publ.: Hildebrandt L., von der Au M., Zimmermann T., Reese A., Ludwig J., Pröfrock D., A metrologically traceable protocol for the quantification of trace metals in different types of microplastic, *PLOS One* 2020, 15(7): e0236120.

» [www.hzg.de](http://www.hzg.de)

## KOALESCENCE BUBLIN V ELEKTROLYTECH: ÚČINEK RYCHLOSTI PŘIBLIŽOVÁNÍ BUBLIN

Interakce bublín a jejich koalescence je jedním z témat dlouhodobě studovaných v **Ústavu chemických procesů AV ČR (ÚChP)** v Oddělení vícefázových reaktorů. Jedná se o téma základního výzkumu zaměřeného na studium mechanismů interakcí bublín, jejich rozpadu a vzájemné koalescenci. Tyto jevy jsou klíčové pro určení distribuce velikosti bublín v reaktoru a tím i mezifázové plochy potřebné pro přenos hmoty. Výzkum pod vedením Dr. Orvalho a Doc. Růžičky nedávno publikovaný v prestižním časopise *Chemical Engineering Journal* byl zaměřen na studium vlivu přítomnosti elektrolytů právě na proces koalescence bublín. Mimo jiné byly navrženy originální experimenty, které umožňují řízený kontakt mezi dvojicí bublín v kapalině.

V práci byly studovány tři základní charakteristiky: koalescenční účinnost (i), která popisuje množství koaleskujících bublín z celkového počtu

vytvořených bublín, kritická koncentrace elektrolytu (ii), při které systém přechází z koalescentního do nekoalescentního režimu a doba kontaktu bublín (iii), udávající čas do spojení či oddělení bublín.

**Obr.: Příklad interakce bublín a jejich koalescence: (a) bublíny v ultra-čisté vodě – velmi rychlá koalescence; (b) bublíny v 1 M roztoku CaCl<sub>2</sub> při pomalém přibližování – rychlá koalescence; (c) bublíny v 1 M roztoku CaCl<sub>2</sub> při rychlém přibližování – bez koalescence**



Bylo ukázáno, že všechny tyto veličiny nezávisí pouze na typu elektrolytu, ale také na hydrodynamických podmínkách. Překvapivým a dosud nikde nepublikovaným výsledkem je, že rostoucí rychlost přiblížení bublín má dvojnásobný vliv na proces koalescence. Posouvá kritickou koncentraci elektrolytu k nižším hodnotám a snižuje účinnost koalescence a tím zmenšuje oblast koalescence a dále snižuje dobu kontaktu bublín a tím urychluje koalescenční proces. Bylo zjištěno, že všechny testované elektrolyty se chovají podobným způsobem a účinek anorganických solí na koalescenci je podobný vlivu viskozity kapalin, který byl již dříve na ÚChP zkoumán.

Orvalho, S., Stanovský, P., Růžička, M., Bubble coalescence in electrolytes: effect of bubble approach velocity. *Chemical Engineering Journal*. 2020, 125926. DOI: 10.1016/j.cej.2020.125926  
» [www.icpf.cas.cz](http://www.icpf.cas.cz)

# ZAJIŠŤOVÁNÍ A SKLADOVÁNÍ VZORKŮ ŽIVOČIŠNÉHO MATERIÁLU PRO NÁSLEDNOU ANALÝZU DNA – TECHNICKÝ MANUÁL

VAŇKOVÁ L.<sup>3</sup>, ŘÍHOVÁ P.<sup>4,5</sup>, FORMANOVÁ D.<sup>4,5</sup>, VANĚK D.<sup>1,2,3,4</sup>

- 1 2. lékařská fakulta, Univerzita Karlova v Praze  
 2 Ústav soudního lékařství, Nemocnice na Bulovce, Budínova 2, Praha 8  
 3 Forenzí DNA servis, s.r.o., info@DNA.com.cz  
 4 Ústav životního prostředí, Univerzita Karlova v Praze  
 5 Česká inspekce životního prostředí, odd. CITES

V posledních letech se čím dál častěji využívá k vyšetřování zločinů páchaných na zvířatech (pytláčení, týrání, ilegální obchod) forenzí DNA analýza. To je dáno tím, že mnohé technické pokroky využití v lidské forenzí genetice lze uplatnit i při DNA analýze vzorků rostlinného a živočišného původu. V rámci biologické a genetické analýzy živočišného biologického materiálu volíme vhodnou metodu zejména podle primárního požadavku. Pokud pro účely dokazování postačí druhová identifikace, můžeme kromě genetiky použít sérologické či morfologické metody. V případě požadavku na provedení individuální identifikace, kdy se má například určit, zda existuje shoda mezi forenzím vzorkem (například roh nosorožce) a referenčním vzorkem (tkáň z mrtvého konkrétního zvířete) či zda testovaná mláďata pocházejí či nepocházejí od chovatelem uváděných rodičovských exemplářů, je nutné provést analýzu polymorfních oblastí jaderné DNA (viz tabulka 1).

Během uplynulých let došlo k obrovskému pokroku v technologiích DNA sekvenování. Pomocí těchto nových metod, které jsou označovány anglickým termínem Next Generation Sequencing (NGS) nebo Massive Parallel Sequencing (MPS), může být osekvenován celý genom za zlomek času a peněz v porovnání s jinými metodami [1]. Identifikace tetra- a vícenukleotidových repetit v DNA sekvenci (STR) či bodových mutací (SNP) je mnohem jednodušší. Tato metoda také velmi usnadní identifikaci druhů ze směsných a degradovaných vzorků [2,3].

## Zajišťování vzorků pro analýzu DNA

Proces zajišťování vzorků biologického materiálu pro následnou genetickou identifikaci je klíčový pro následnou věrohodnost genetických analýz. Proto je důležité dodržovat následující doporučení:

- Osoby provádějící odběr by měly používat vhodné ochranné prostředky (jednorázový overal, rouška, rukavice a podobně).
- Při zajišťování vzorků metodou stěru na tampon by měly být používány pouze prostředky certifikované pro forenzí použití. Sterilní (= bez přítomnosti života schopných mikroorganismů) či necertifikované prostředky mohou být zdrojem kontaminace. Pokud je to možné, jsou pro zajišťování malých vzorků (chlupy, peří, kousky kůže a podobně) používány především jednorázové prostředky (například plastové pinzety, jednorázové skalpely a podobně).
- Nástroje, které jsou používány pro odběr více stop, by měly být po odběru každé stopy důkladně očištěny.
- Při odběru každého dalšího vzorku by se v případě dotekové manipulace s předchozím vzorkem měl použít nový pár ochranných rukavic.
- Každá stopa musí být vložena do samostatného obalu. Tím je zamezeno křížové kontaminaci mezi vzorky. Při balení vlhkých vzorků je nutné zabezpečit integritu DNA (viz dále vlivy okolního prostředí působící na integritu vzorku).
- Zdrojem kontaminace vzorků mohou být například i psací prostředky použité pro označení obalů.
- Každý neznámý vzorek biologického materiálu je potencionálně nebezpečný lidskému zdraví, jelikož může obsahovat infekční agens. Infekční agens (včetně virů) lze inaktivovat například pomocí přípravku DNA/RNA Shield. Vzorek je navíc možné skladovat při normální teplotě až po dobu 30 dní.
- Zvláštní pozornost je nutné věnovat jednoznačnému značení zajištěných vzorků, například čárovými kódy. Čárové kódy je možné tisknout na neodstranitelné etikety odolné proti otěru, vlhku a běžným chemikáliím.

**Tab. 1: Typy analýz identifikace živočišného biologického materiálu. Množství a typ biologického materiálu potřebného pro analýzu jsou dány typem požadované analýzy. Vzhledem k citlivosti genetických identifikačních metod je možné úspěšně analyzovat (v případě absence degradace) velmi malá množství biologického materiálu.**

Typ analýzy	Co zjistíme	Individuální identifikace
Sérologické určení druhové příslušnosti	Druhovou příslušnost (pes, kočka, prase...)	NE
Morfologie trichologického materiálu	Druhovou příslušnost (pes, kočka, prase...)	NE
Morfologie (celé tělo, jeho části, osteologický materiál, výrobky či specifické tkáně)	Druhovou příslušnost (pes, kočka, prase...), u některých druhů lze i zjistit přibližné stáří jedince či vývojové stádium (juvenilní, subadultní, adultní)	NE
STR, SNP, InDel, InNull analýza jaderné DNA	Umožňuje stanovit jedinečný DNA profil pro individuální identifikaci	ANO
Sekvenační analýza hypervariabilních oblastí mitochondriální DNA u zvířat	Umožňuje stanovit haplotyp mitochondriální DNA a tím identifikovat rodovou linii mtDNA. Jedná se pouze o skupinovou identifikaci, která ale může na 100 % vyloučit určité zvíře	NE, pouze identifikace linie
Sekvenační analýza kódujících oblastí mitochondriální DNA u zvířat	Genetické určení druhové příslušnosti	NE

- Vzorky by měly být během transportu zabezpečeny proti poškození (například tlakem nebo vlhkem). Vzorek při transportu nesmí vypadnout z původního obalu. Tento by ideálně měl být zapečetěn či jinak zabezpečen.
- V průběhu celého procesu nakládání se vzorky musí být zajištěna tzv. kontinuita a nezpochybnitelnost důkazního řetězce tj. od zajištění vzorků, jejich uskladnění, předání do laboratoře, rozbalení a zpracování musí být vzorky stále jednoznačně označeny a nakládání s nimi řádně dokumentováno.

## Vzorkování dle typu biologického materiálu

Jednotlivé typy biologického materiálu se liší dle množství DNA. Po-  
 kud pomíneme vnější faktory ovlivňující kvalitu DNA, nejvhodnějším



vzorkem pro analýzu DNA je krev, sperma, peří a tkáň. Tento typ vzorků by u živých zvířat vyžadoval značně invazivní metodu odběru, a proto je často nutné hledat alternativní vzorek. Zpracovatelný je v zásadě jakýkoli biologický materiál, při zajišťování vzorků referenčního materiálu je nutné vycházet i z konkrétních možností osoby provádějící odběr. Odběry referenčních vzorků u velkých šelem lze například realizovat sběrem exkrementů či chlupů. V těchto případech je však nutné počítat s tím, že vzorkování bude nutné pro určitý počet jedinců opakovat. V případě požadavku na odběr referenčního materiálu u želv je možné namísto odběru tkáně či krve provést stěr sliznice z ústního otvoru či kloaky [4]. V případě odběru chlupů nebo peří nejsou stanoveny jasné preference týkající se místa odběru. V každém případě platí, že je nutné zajistit dostatek materiálu, aby byl k dispozici materiál pro opakovanou analýzu a následnou archivaci primárního vzorku pro případnou revizní analýzu v jiné laboratoři. Při odběru je nutné zajistit nejméně 5 per, chomáček vytržené srsti, 1 ml krve do protisrážlivého prostředku (ideální citrát či EDTA, nikoli heparin), 3 polévkové lžíce exkrementů, 2 stěry z tlamy, 10 gramů tkáně.

### Vnější faktory ovlivňující kvalitu DNA

Od okamžiku vzniku biologické stopy do doby jejího zpracování v laboratoři působí na DNA celá řada nepříznivých vnějších vlivů. V extrémním případě může dojít až k úplné ztrátě genetické informace. Hlavní nepříznivé vnější vlivy jsou shrnuty v tabulce 2.

**Tab. 2: Hlavní nepříznivé vnější vlivy ovlivňující kvalitu DNA do doby jejího zpracování v laboratoři**

Vnější vlivy	Poznámky
Mikrobiální dekompozice	Za vlhka a teplotního optima mohou mikroorganismy zničit téměř jakýkoli vzorek
Vlhko	Při působení vlhka může dojít k odstranění biologického materiálu z povrchu předmětů
Vysoká teplota po dlouhou dobu	Extrémním případem 100% zničení biologického vzorku je kremace či spálení. Ohořelé kosti či tkáň jsou analyzovatelné
Působení nízkého pH	Nízké hodnoty pH mohou být příčinou degradace DNA
UV záření, radiace	Působením záření o vyšší energii dochází ke štěpení molekuly DNA
Chemická činidla	Zejména oxidační činidla a 2- a 3mocné kationty
Inhibitory	Barviva na předmětech či částech oděvů mohou způsobit inhibici PCR reakce při analýze DNA
Enzymy	DNázy a endonukleázy jsou enzymy, které degradují a štěpí DNA. Enzymy pracují pouze v optimální teplotě a ve vlhku

### Krátkodobé a dlouhodobé uložení vzorků biologického materiálu

Při transportu vzorků a jejich následném uložení před zpracováním je nutné zamezit působení nepříznivých vnějších vlivů. V případech, kdy není možné vzorek při transportu a uložení zamrazit nebo alespoň chladit, je nutné volit kombinaci vysoušení + normální teplota + ochrana před světlem a zářením. Pokud nejsou stopy a vzorky skladovány ve správném režimu, může nepříznivé působení vnějších vlivů pokračovat až do doby izolace DNA (viz tabulky 3 a 4). Teplotní a vlhkostní podmínky pro data uvedená v tabulkách 3 a 4: mraznička (<math>-10\text{ }^{\circ}\text{C}</math>), lednice (<math>2-8\text{ }^{\circ}\text{C}</math>; <math>< 25\%</math> vlhkost), kontrolovaná teplota (<math>15-24\text{ }^{\circ}\text{C}</math>; <math>< 60\%</math> vlhkost), pokojová teplota (bez kontroly teploty a vlhkosti).

Poděkování: Tato práce vznikla v souvislosti s výzkumným projektem VH20182021028 Ministerstva vnitra České republiky.

### Literatura

- [1] Mardis ER. Next-generation DNA sequencing methods. *Annu Rev Genomics Hum Genet.* 2008, 9, 387–402.
- [2] Coghlan M.L., Haile J., Houston J., Murray D.C., White N.E., Moolhuijzen P., et al. Deep sequencing of plant and animal DNA contained within traditional Chinese medicines reveals legality

**Tab. 3: Optimální podmínky pro krátkodobé uložení vzorků biologického materiálu. Upraveno dle [5].**

Typ stopy	Mraznička	Lednice	Kontrolovaná teplota	Pokojevá teplota
Tekutá krev	PŘIJATELNÉ	NEJLEPŠÍ	<math>< 12\text{ h}</math>	<math>< 12\text{ h}</math>
Suchý biologický materiál			NEJLEPŠÍ	PŘIJATELNÉ
Vlhký biologický materiál, jenž nelze vysušit	NEJLEPŠÍ	PŘIJATELNÉ	<math>< 12\text{ h}</math>	<math>< 12\text{ h}</math>
Kosti (bez zbytků tkání)	PŘIJATELNÉ	PŘIJATELNÉ	PŘIJATELNÉ	PŘIJATELNÉ
Srst, peří			NEJLEPŠÍ	PŘIJATELNÉ
Tampon s biologickým materiálem		NEJLEPŠÍ (vlhký vzorek)	NEJLEPŠÍ (vysušený vzorek)	
Exkrementy	NEJLEPŠÍ			
Stěry z tlamy			NEJLEPŠÍ	PŘIJATELNÉ
Vzorek tkáně, krve a exkrementů stabilizovaný pomocí DNA/RNA Shield (ZymoResearch, USA)			NEJLEPŠÍ	NEJLEPŠÍ

**Tab. 4: Optimální podmínky pro dlouhodobé uložení vzorků biologického materiálu. Upraveno dle [5].**

Typ stopy	Mraznička	Lednice	Kontrolovaná teplota	Pokojevá teplota
Tekutá krev	NEJLEPŠÍ			
Suchý biologický materiál			NEJLEPŠÍ	
Kosti (bez zbytků tkání)			NEJLEPŠÍ	
Srst, peří			NEJLEPŠÍ	
Tampon s biologickým materiálem			NEJLEPŠÍ (vysušený vzorek)	
Exkrementy	NEJLEPŠÍ			
Stěry z tlamy			NEJLEPŠÍ	
Vzorek tkáně, krve a exkrementů stabilizovaný pomocí DNA/RNA Shield (ZymoResearch, USA)			NEJLEPŠÍ (validováno na 30 dní)	NEJLEPŠÍ (validováno na 30 dní)

issues and health safety concerns. *PLoS Genetics*, 2012, 8(4).

- [3] Tillmar A.O., Dell'Amico B., Welander J., Holmlund G., A universal method for species identification of mammals utilizing next generation sequencing for the analysis of DNA mixtures. *PLoS ONE*. 2013;8(12).
- [4] Lanci A.K., Roden S.E., Bowman A., LaCasella E.L., Frey A., Dutton P.H., Evaluating buccal and cloacal swabs for ease of collection and use in genetic analyses of marine turtles. *Chelonian Conservation and Biology*. 2012;11(1):144-8.
- [5] Ballou S, Stolorow M, Taylor M, Bamberger PS, Brown L, Brown R, et al., *Technical Working Group on Biological Evidence Preservation*.

# BEZ KVALITNÍ PŮDY NENÍ ŽIVOT

LUŽOVÁ T.

BioIng, s.r.o., tana.luzova@bioing.cz

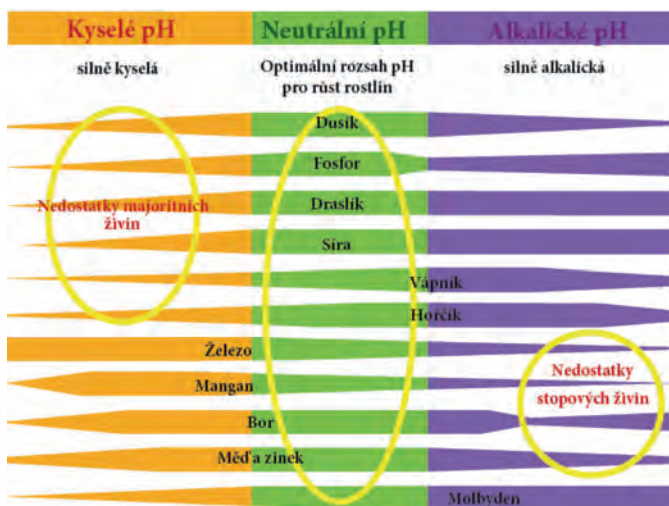
Půda v podobě, jak ji dnes známe, začala vznikat v období před více než 350 miliony let. 10 cm půdy se tvoří zhruba 100 let, tedy 1000krát pomaleji než člověk [1]. Vlastnosti půdy lze rozdělit na vlastnosti chemické a fyzikální. Z fyzikálních ukazatelů půdy se sleduje její textura, pórovitost, barva, teplota a technologické vlastnosti. K chemickým vlastnostem řadíme půdní reakce a minerální složení půdy. pH půdy, respektive půdního roztoku, je dáno přítomností a aktivitou iontů vodíku. Rozsah hodnot pH je od 0–do 14, kde 7 je neutrální, pod hodnotou 7 se pohybujeme v oblasti kyselé, nad hodnotou 7 pak v oblasti bazické neboli zásadité. pH půdy má značný vliv na dostupnost živin pro rostliny (viz tab. 1).

V příliš kyselých půdách mohou být dostupnější prvky, které jsou rostlinám toxické, jako jsou hliník (Al), molybden (Mo), a zároveň se řada důležitých prvků stává méně přístupnými (vápník, Ca, hořčík, Mg) (obr. 1). V příliš alkalických půdách se snižuje příjem fosforu (P) a většiny mikroprvků. pH půdy lze snadno a levně změnit v laboratorii po odebrání vzorku půdy nebo přímo na místě analýzy, např. pomocí kapesního pH-metru LAQUAtwin (obr. 2).

Tab. 1: Vliv pH na růst rostlin [2]

pH půdy	Růst rostlin
> 8,3	Příliš alkalická pro většinu rostlin
7,5	Nedostatečný příjem Fe na alkalických půdách
7,2	6,8–7,2 – téměř neutrální 6,0–7,0 – přijatelné pro většinu rostlin
7,0	
6,8	
6,0	
5,5	Snížená mikrobiální aktivita v půdě
< 4,6	Příliš kyselá pro většinu rostlin

Obr. 1: pH a dostupnost živin [3]



Půdní reakce má vliv nejen na dostupnost živin, na ostatní chemické vlastnosti půdy, ale také na půdní strukturu (lepší struktura je při neutrálním až slabě zásaditém pH). Při silně kyselých reakcích dochází často k rozpadu půdní struktury [4].

Obr. 2 – Horiba pH-metr LAQUAtwin



Okyselení půdy je způsobeno řadou faktorů, včetně kyselého srážení a depozice z atmosféry okyselujících plynů nebo částic, jako je oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>), amoniak (NH<sub>3</sub>) a kyselina dusičná (HNO<sub>3</sub>). Nejdůležitějšími příčinami okyselování půdy na zemědělských půdách jsou však aplikace amonických hnojiv a močoviny, fosforečných hnojiv a růst

luštěnin. Okyselení způsobuje ztrátu bazických kationtů, zvýšení nasycení hliníkem a pokles výtěžku sklizně; silné okyselení může způsobit nevratné rozpouštění jílovitých minerálů, doprovázené strukturálním zhoršením [5].

Vysoká slanost, špatná struktura půdy a nedostatek živin jsou hlavními omezeními solných a alkalických půd. Zvyšování pH půdy nad hodnoty 7,2 je stejně negativní jako její okyselování. Vysoké pH půdy lze snižovat anorganickými látkami [6]. Vědci Bao et al. [7] při úpravě alkalických půd využívali bakterie oxidující síru, které do půdy produkují velké množství organických látek a kyselin. Jejich činností dochází ke změně fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, mikrobiální aktivity a tím pozitivně působí na půdní úrodnost.

Rostliny získávají uhlík z atmosférického oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>). Kromě uhlíku však k růstu potřebují řadu dalších prvků, makroprvků a mikroprvků. Mezi makroprvky se řadí uhlík, dusík, fosfor, vápník, kyslík, vodík, draslík, hořčík, a síra. Dusík (N) je základním stavebním kamenem aminokyselin a enzymů nezbytných pro řadu funkcí v rostlinách. Rostliny i mikroorganismy přijímají dusík ve formě iontů amonických, dusitanových či dusičnanových. Koncentrace dusičnanů v půdě je dobrým ukazatelem dostupnosti dusíku pro rostliny. Množství dusičnanového dusíku se pro různé plodiny liší, avšak obecně se udává koncentrace v rozmezí 10–50 mg/kg. Celkový dusík v půdě se většinou stanovuje Kjeldahlovou metodou. Ionty dusičnanové a amoniové se pak mohou stanovit titračně po extrakci. Pomocníkem pro zjišťování obsahu dusičnanů nejen v půdě může být kapesní přístroj LAQUAtwin NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (obr. 3). Přístroj je malý a snadno ovladatelný a k měření jej lze použít přímo na stanovišti odběru vzorku půdy.

Dle profesora Šimka [6] jsou nitráty v půdě běžnou součástí dusíkatého cyklu a z hlediska ekosystému představují normální sloučeninu. Stávají se však polutantem, pokud se jejich koncentrace v půdě zvýší. Nitrátové anionty společně s nitritovými jsou v půdě značně pohyblivé a mohou se tudíž vyplavovat do spodních vod, mohou způsobovat eutrofizaci a znečišťovat pitnou vodu.

Obr. 3: Horiba LAQUAtwin NO<sub>3</sub><sup>-</sup>





Fosfor (P) je v rostlinách součástí nukleových kyselin, fosfolipidů a koenzymů NAD, NADP a ATP. Dle autorů Bahadur et al. [8] se na rozkladu organických sloučenin a rozpouštění anorganických sloučenin fosforu významně podílejí půdní organismy. Nejlepší příjem fosforu rostlinami se děje při neutrální půdní reakci (pH 6–7) a jeho největší přísun do zemědělských půd je prostřednictvím fosforečných hnojiv. Při přehnojování se fosfor dostává erozí a vyplavováním do vod, kde společně s dusíkem způsobuje eutrofizaci.

Funkce draslíku (K) v růstu rostlin není jasně definována, ale je spojena s pohybem vody, živin a sacharidů v rostlinné tkáni. Pokud je draslíku nedostatek, rostlinám se špatně vyvíjejí kořeny a pomalu rostou, jejich semena jsou malá a mají nižší výnosy [9]. Půdy jsou ochuzovány o draslík především při sklizni, je nutné jej do půdy navracet hnojením [8]. Draslík lze v půdě stanovit metodou dle Melicha, v rostlinách pak za použití atomové absorpční spektrometrie (ASS). Orientačně, avšak velmi rychle a s velkou přesností lze k zjišťování obsahu draslíku použít kapesní přístroj LAQUAtwin K<sup>+</sup> (obr. 4).

Obr. 4: Horiba LAQUAtwin K<sup>+</sup>



Vápník (Ca) a hořčík (Mg) náleží k biogenním prvkům, hořčík je součástí chlorofylu a účastní se řady enzymatických pochodů, jako metabolismu lipidů, sacharidů aj. Vápník rostlina potřebuje k tvorbě buněčných stěn a membrán. Oba prvky zlepšují půdní vlastnosti, ovlivňují vzdušný a vodní režim půd [8,10]. Vápník ve vzorku lze stanovit pomocí AAS či ICP-OES (emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem) nebo lze vzorek půdy přímo v místě odběru jednoduše vysrážet octanem amonným a orientačně, avšak velmi přesně změřit kapesním přístrojem LAQUAtwin Ca<sup>2+</sup> (obr. 5).

Obr. 5: Horiba LAQUAtwin Ca<sup>2+</sup>



Síra (S) je nezbytná pro všechny organismy a především rostliny jsou pro člověka zdrojem esenciálních sírných aminokyselin. Nedostatek síry ovlivňuje růst rostlin a odolnost vůči chorobám. Ovšem síra v nadbytku, podobně jako jiné prvky, má i negativní dopady. V důsledku spalování fosilních paliv docházelo ke zvýšení SO<sub>2</sub> v ovzduší, v atmosféře narostla koncentrace síry a dusíku, které vyústily v kyselé deště [8,11]. V současné době se depozice síry z ovzduší podstatně snížila. Rovněž sírany, které jsou dostupné pro rostliny, vykazují vysokou mobilitu a v půdě se dlouhodobě neudrží. Většina půd tudíž vykazuje spíš nedostatek síry [12].

Půda je to nejcennější, co máme. Je to živý systém, ve kterém žije řada organismů, jejichž působením se navracují důležité prvky zpět do půdy. V půdě mohou růst rostliny, které jsou schopny fotosyntézy, přeměňují oxid uhličitý na kyslík, a proto je na zemi život. Správně vyvážená půda, co se do složení, vlastností a struktury týče, je zásobníkem vody. Díky tomu můžeme pěstovat kulturní plodiny, které jsou zdrojem našich potravin. Bez půdy bychom tedy nebyli. Vandana Shiva [13] ve své stati „Jsme půda“ uvádí, že rychlost půdy, která se ztrácí je 40krát vyšší než její přirozená obnova. Je třeba se proto k půdě chovat tak, aby byla zachována její původní podstata nejen pro nás, ale i pro generace následující.

## Literatura

- [1] LOGANOVÁ, J., SKALKA, M., *Půda, neviditelná část lesa*, Vrchlabí: Správa KRNP, 2018, 20 s. ISBN 978-80-7535-066-4.
- [2] WHITING, D., CARD, A., WILSON, C., REEDER, J., Soil pH, Colorado Master Gardener, GardenNotes [online], 10. 2015, [cit. 26. 10. 2020]. Dostupné z <https://cmg.extension.colostate.edu/Gardennotes/222.pdf>

- [3] Bluedale Plants Online, Soil pH – why is it so important?, [online] 13. 11. 2014, [cit. 26.10. 2020]. Dostupné z: <https://bluedaleplants-onlineblog.wordpress.com/2014/11/13/soil-ph-why-is-it-so-important/>
- [4] TEJNECKÝ, V., BORŮVKA, L., DRÁBEK, O., ŠIMEK, M., Chemické vlastnosti půdy. In: *Živá půda (2) Ekologie, využívání a degradace půdy*. Praha: Academia, 2019, 528 s. ISBN 978-80-200-2976-8
- [5] GOULDING, K. W., T., Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use and Management*, 2016, 32: 390–399
- [6] ŠIMEK, M., *Základy nauky o půdě – 4. Degradace půdy*, České Budějovice, Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, 2004, s. 225
- [7] BAO, S., WANG, Q., BAO, X., LI, M., WANG, Z., Biological treatment of saline-alkali soil by Sulfuroxidizing bacteria. *Bioengineered*. Taylor & Francis, 2016, 7 (5): 372–375, ISSN: 2165-5979
- [8] ŠIMEK, M., HYNŠT, J., Půdní voda a půdní roztok. In: *Živá půda (2) Ekologie, využívání a degradace půdy*. Praha: Academia, 2019, 528 s. ISBN 978-80-200-2976-8
- [9] BAHADUR, I., MAURYA, B., R., KUMAR, A., MEENA, V., S., RAGHUWANSHI, R. Towards the Soil Sustainability and Potassium-Solubilizing Microorganisms. In: *Potassium Solubilizing Microorganisms for Sustainable Agriculture*. New Delhi: Springer, 2016, 331 p. ISBN 978-81-322-2774-8
- [10] ŠARAPATKA, B., *Pedologie a ochrana půdy*, Olomouc, 2014, 232 s. ISBN 978-80-244-3736-1
- [11] KOPRIVA, S., MALAGOLI, M., TAKAHASI, H., Sulfur nutrition: impacts on plant development, metabolism, and stress responses [online] 15. 8. 2019, [cit. 2.11. 2020]. *Journal of Experimental Botany*. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jxb/article/70/16/4069/5551201>
- [12] ČERNÝ, J., SEDLÁŘ, O., KULHÁNEK, M., JAVOR, T., BALÍK, J., Nevyzpytatelné hnojení sírou u jarního ječmene. *Agromanuál*, 2018, 13 (3): 81-84. ISSN: 1801-7673.
- [13] SHIVA, V., We Are the Soil, *The Asian Age* [online], 26. 5. 2014, [cit. 16. 10. 2020]. Dostupné z <https://www.commondreams.org/views/2014/05/26/we-are-soil>

## PRAEMIUM ACADEMIAE 2020

Nejvýznamnější vědecké ocenění v České republice, Akademickou premií, letos obdrželi čtyři vynikající vědci, kteří patří k mezinárodním špičkám ve svých oborech: Petr Šittner z **Fyzikálního ústavu**, Pavel Zemánek z **Ústavu přístrojové techniky**, Leoš Valášek z **Mikrobiologického ústavu** a Jitka Klimešová z **Botanického ústavu AV ČR**.

Slavnostní ceremonie, při níž laureáty oceňuje předsedkyně **Akademie věd ČR** Eva Zažímalová, musela být letos kvůli epidemiologickým opatřením odložena.

Smyslem Akademické prémie neboli Praemium Academiae, která se udílí již čtrnáctým rokem, je finančně i morálně podporovat skutečnou vědeckou excelenci. „*Chceme našim nejlepším vědcům vytvořit takové podmínky, aby mohli rozvinout svůj potenciál ve prospěch Akademie věd i celé české vědy*“, říká předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová. Grant až do výše 30 milionů korun mohou ocenění čerpat v průběhu šesti let a hradit z něj náklady spojené s výzkumem, mzdami či pořízením technického vybavení. Obdržet jej mohou pouze jednou za život.

O udělení Akademické prémie rozhoduje předsedkyně AV ČR s poradní komisí domácích i zahraničních odborníků, a to na základě dosažených výsledků a s ohledem na budoucí perspektivu výzkumu. Kromě odborných životopisů a rámcové představy o zaměření vlastního výzkumu musejí vybraní kandidáti předložit také rozvrh využití grantu. Laureáti zároveň po dobu trvání finanční podpory získávají statut hosta Akademického sněmu AV ČR.

Návrhy na udělení Akademické prémie podávají ředitelé pracovišť AV ČR a předseda Vědecké rady AV ČR. Od roku 2007 byla Akademická prémie dosud udělena 29 osobnostem. Jejich přehled na webu Akademie.

» [www.avcr.cz](http://www.avcr.cz)

# GENERÁTORY PLYNŮ LNI SWISSGAS OD TECHNOPROCUR CZ

Svět se neustále posouvá kupředu, i ten laboratorní. Mnoho laboratoří potřebuje pro svou práci technické plyny a tak používají tlakové lahve. Jenže za jejich obsah, pronájem a dopravu se platí rok co rok vyšší částky. V moderní laboratoři tomu tak být nemusí, protože LNI Swissgas nabízí velkou řadu generátorů plynů, jako např.:

- vodíkové nízkotlaké až do 16 bar,
- vodíkové vysokotlaké až do 100 bar (ThalesNano energy),
- dusíkové,
- nulového vzduchu (syntetický vzduch např. pro TOC nebo FID),
- prémiové kompresory.

Co tyto generátory plynů přinesou? Motivace k jejich pořízení mohou být různé. Zde uvádíme ty hlavní:

- již žádné platby dodavatelům technických plynů,
- výrazné zvýšení bezpečnosti, které uvítají bezpečnostní technici i hasiči,
- odpadá administrativa ohledně objednávek lahví,
- odpadá manipulace s lahvemi při jejich výměnách, což obvykle není oblíbená činnost,
- kvalita plynů je vyšší než v lahvích a je konstantní (zjevné například u TOC analyzátorů).

Bruselskou optikou se jedná o environmentálně čistou technologii, protože odpadá uhlíková stopa na plnění, manipulaci a dopravu lahví, zatímco generátory spotřebovávají pouze elektrickou energii (analogie s elektrickými auty). Pro auditované firmy je to jeden z možných návrhů pro neustálé zlepšování dle ISO 9001 a pro zvýšení čistoty v laboratoři, protože tlakové lahve bývají velmi často na povrchu rezavé a špinavé a pod lahvemi proto bývá opadaná rez a jiné nečistoty. V neposlední řadě je zde redukována potřeba rozvodů plynů zejména u nově budovaných laboratoří, a tedy další úspora nákladů. V případě vodíkového hospodářství také úspora za revize, protože vodík z generátorů je generován, jen když je spotřebováván a v místě spotřeby a tedy vodíkové hospodářství není potřeba.

## Příklady instalací

Na obrázku 1 je fotografie s čerstvě instalovaným generátorem nulového vzduchu pro TOC analyzátor a GC FID, napravo ještě stojí původní vzduchová láhev, kterou jsme při instalaci odpojili. Snímek ilustruje estetický a hygienický rozdíl mezi generátorem a lahví. S prvním použitím se také ukázal rozdíl v kvalitě nulového vzduchu, kdy za použití generátoru došlo k poklesu naměřených hodnot TOC v řádu jednotek procent, a to z důvodu, že kvalita generovaného vzduchu je vyšší než

z láhve a zároveň je konstantní, což u tlakové láhve nemusí být garantováno při výměně lahví. Investice do generátoru tak nepřináší pouze úspory, ale také přídavné hodnoty jako zvýšení kvality procesu i prostředí.

**Obr. 1: Instalace generátoru nulového vzduchu pro TOC analyzátor a GC FID**



Vodíkové generátory dodáváme nejen jako standardní modely od 120 ml/min a výše, ale také tzv. na zakázku. Příkladem může být generátor s max. tlakem 16 bar a produktivitou 16,5 NI/min., později rozšířený na kapacitu 19,8 NI/min. přidáním šestého modulu (obr. 2). Byl dodán s autonomním systémem čištění vody, kdy systém zpracuje kohoutkovou vodu na kvalitu lepší než 0,1 µS. Vše běží automaticky, bez zásahu obsluhy. Voda pro elektrolýzu tedy nemusí být doplňována a kvalitativně kontrolována manuálně, ale zcela automaticky. Vodík je čistoty 99,99999 %. Ať už potřebujete vodíkový generátor pro FID detektory, lasery nebo pro jinou analytickou techniku či syntézu za nízkého i vysokého tlaku, máme řešení.

**Obr. 2: Vodíkový generátor**



Na našem webu naleznete sekci „Dusíkový generátor“, ve které je video špičkového generátoru dusíku s integrovaným scroll kompresorem (viz obr. 3). Z videa je patrné, jak tichý a bez vibrací může být generátor dusíku. Byli jsme velmi potěšeni, když se při instalaci zákazník dotazoval, zda už generátor běží. Bylo to proto, že jsme měli porovnání s konkurenčním výrobkem, při jehož chodu byl rozhovor v dané laboratoři téměř nemožný.

**Obr. 3: Dusíkový generátor s integrovaným scroll kompresorem CASTORE XL IQ**



## Snížení hlukového zatížení v laboratoři

Žhavou novinkou jsou speciální laboratorní stoly a boxy určené pro integraci generátorů plynů. Generátory nebo i jiná zařízení, jako např. vakuové pumpy, mohou být jednoduše vestavěny do speciálně navrženého systému, který zajišťuje dodatečné odhlučnění o 15 dB. Na stůl se pak instaluje zařízení, které používá integrované generátory nebo jiná zařízení (např. vakuovou pumpu). Boxy mají vnitřní měření teploty, které zajišťuje ochranu proti přehřátí. Při jejím zvýšení automaticky spouští větrací ventilátory nebo otevírají i celé části stěn a na překročení limitních teplotních hodnot upozorní zvukovým výstražným signálem. Stoly i boxy jsou modulární a lze je v laboratoři podle potřeby přemisťovat. Konstrukce stolu je snadno rozebiratelná pro servisní přístup, a to bez použití nářadí. Vývody plynů jsou inteligentně uspořádány pro snadné napojení přístrojů. Jsou možné jak standardizované rozměry, tak rozměry podle potřeb zákazníků. Součástí stolu mohou být také integrované elektrické přípojky nejen pro generátory, vakuové pumpy, ale i pro stolní PC či jiné spotřebiče a multifunkční zásuvky.

**Obr. 4: Stůl s integrovaným dusíkovým generátorem CASTORE XL a na stole je GCMS**





Obr. 5: Silencer (tišící box) s vakuovou pumpou pro MS uvnitř – snížení hlučnosti o 15 dB



Produktové portfolio plynových generátorů LNI Swissgas je opravdu velmi široké a proto může být obtížné se v něm orientovat. Jejich dodavatel na český trh, firma TECHNOPROCUR CZ, pomáhá s návrhem řešení pro danou aplikaci tak, aby za co nejnižší cenu naplnoval požadavky každé laboratoře.

Více informací ke generátorům plynů naleznete na [www.technoprocur.cz](http://www.technoprocur.cz) v sekci „Chemická syntéza“.

Ing. Tomáš BALADA,  
TECHNOPROCUR CZ, spol. s r.o.,  
[tomas.balada@technoprocur.cz](mailto:tomas.balada@technoprocur.cz)

# www.technoprocur.cz

## Specialista na chemickou syntézu a pomocné operace, on-line analyzátoři a procesní měření



- průtočné reaktory • vsádkové reaktory (kov, sklo, smalt) • tlakové reaktory • fotoreaktory
- mikrovlnné reaktory • reaktory pro syntézu peptidů • scale-up • testování a příprava katalyzátorů
- preparativní chromatografie • odpařování • filtrace • vakuové sušení • homogenizace
- granulace • desintegrace • tabletování • destilace • mikronizace • containment • elektrický ohřev
- velmi přesné měření NOx • software pro scale-up • napařování či naprašování • UHV technika • AOP
- desinfekce • čištění • vakuování • generátory plynů • vysokokapacitní simultánní experimenty
- měření fyzikálně-chemických parametrů v procesu (on-line analýza)

# technoprocur cz

## JAK MŮŽE QUANTUM COMPUTING PROSPĚT CHEMII?

Podstatně méně času, nižší využití zdrojů, efektivnější a ekologičtější procesy, zcela nové materiály – to je budoucí potenciál nové technologie Quantum Computing pro výzkum a vývoj v chemickém průmyslu. Za účelem dosažení dlouhodobého inovačního vedoucího postavení v této stále se rozvíjející oblasti digitální chemie buduje **Covestro** zdroje a rozšiřuje partnerství. S takzvaným kvantovým výpočtem jde výrobce materiálů o krok dále, aby prozkoumal nové možnosti v oblasti chemických simulací. Covestro a společnost **Google** proto podepsaly dohodu o partnerství v oblasti výzkumu. Současný výzkum se zaměřuje na vývoj základních algoritmů, zatímco budoucí vizí je řešení složitých simulací za zlomek času ve srovnání s klasickými počítači.

„Kvantové výpočty otevírají průkopnické nové perspektivy pro naše odvětví. Chceme proto investovat konkrétně do dalšího vývoje této technologie a budování odborných znalostí,“ řekl Dr. Markus Steilemann, generální ředitel společnosti Covestro. „Partnerství se společností Google nám k tomu dává příležitost a v chemickém průmyslu je dosud jedinečné.“

Covestro již zhruba tři roky značně investuje do digitálního výzkumu a vývoje. Kvantové algoritmy jsou dalším důležitým milníkem při hledání nových, digitalizovaných výzkumných procesů. Tato progresivní počítačová technologie je klíčem ke znalostem, které jsou potřebné například k úspěšnému rozvoji oběhového hospodářství. Pomocí kvantového výpočtu lze ve velmi krátkém čase digitálně simulovat a vyhodnotit podrobnosti vysoce složitých chemických reakčních procesů.

Kvantové výpočty pomohou Googlu vyvinout inovace zítřka, včetně umělé inteligence. Proto se společnost zavázala k budování vyhrazeného kvantového hardwaru a softwaru.

Kvantové výpočty jsou novým paradigmatem, které bude hrát velkou roli při zrychlování úkolů nových výpočetních schopností. Google chce výzkumníkům a vývojářům nabídnout přístup k open source frameworku a výpočetnímu výkonu, který může fungovat i nad rámec klasických schopností.

S kvantovým výpočtem hodlá Covestro navázat na úspěch předchozích investic a dále prohloubit své globální kompetence ve výpočetní chemii. Z dlouhodobého hlediska může tato technologie jít daleko za možnosti vysoce výkonných počítačů. S rozšířením klasického vysoce výkonného počítače v Leverkusenu o počítačové simulace a novou globální platformou pro výzkumná data již více než rok využívá společnost Covestro potenciál s přidanou hodnotou, který digitální transformace chemického průmyslu přináší.

Partnerství v oblasti kvantové výpočetní techniky mezi společností Google a Covestro tvoří základ pro společnou vědeckou spolupráci. Hlavním cílem je další rozvoj kvantové výpočetní technologie a způsob, jakým ji lze v budoucnu použít k řešení chemických problémů. Google poskytuje hardware a přístup ke svým technologickým odborníkům. Covestro tedy zaujímá v digitálním výzkumu a vývoji průkopnickou roli při testování a dalším vývoji nových metod kvantového výpočtu pro chemický průmysl.

» [www.covestro.com](http://www.covestro.com)

## BEZPEČNÉ SKLADOVÁNÍ HOŘLAVIN VE VELKÉM

Společnost DENIOS s více než 30letou praxí na trhu ve vývoji a výrobě vlastních produktů přichází s kompletní nabídkou různorodých řešení pro bezpečné skladování a manipulaci s nebezpečnými látkami, jako jsou např. oleje, pohonné hmoty, hořlaviny, odpady atd. V sortimentu společnosti nechybí záchytné vany z oceli i plastu, bezpečnostní skříně na nebezpečné látky, podlahové plošiny, sorbenty, regály, bezpečnostní sprchy, ale i skladovací kontejnery pro bezpečné a předpisové skladování většího množství nebezpečných látek uvnitř i vně stávajících budov. Celková nabídka již hotových produktů je završena nabídkou individuálních řešení přesně podle zadání a potřeb zákazníka a jejich následná realizace vychází z dlouholetých zkušeností společnosti. Všechny skladovací systémy od DENIOSu samozřejmě splňují legislativní požadavky na skladování nebezpečných chemických látek.

### Protipožární sklady nové generace

Vaše bezpečnost je pro nás stejně důležitá, jako vaše pohodlí, proto jsme při vývoji a inovaci našich produktů na skladování a manipulaci s nebezpečnými látkami naprosto nekompromisní. Důkazem je nový protipožární sklad

Obr.: Protipožární sklad DENIOS řady WFP



řady WFP, který je nástupcem celosvětově oblíbeného protipožárního skladu BMC a kterého bylo doposud po celém světě prodáno více než 5 000 kusů.

Pochůzný protipožární sklad WFP od DENIOSu je skvělou volbou, pokud potřebujete uskladnit menší či větší množství hořlavých a vodu ohrožujících látek. Díky variabilitě skladovací plochy od 7 do 22 m<sup>2</sup> a světlé vnitřní výšce 2280 a 2500 mm snadno umístíte protipožární sklad WFP v podstatě kamkoliv, kam potřebujete. K základnímu vybavení patří integrovaná nepropustná záchytná vana s příslušným záchytným objemem (dle Zákona o vodách č. 254/2001 Sb.) a konstrukce

s požární odolností až 90 minut při vnitřním i vnějším požárním zatížení. Požární odolnost umožňuje umístění skladu s požární odolností uvnitř budovy i na volné prostranství, a to bez nutnosti dodržení jinak nutných odstupových vzdáleností od okolních objektů. Můžete tak klidně vytvořit samostatný protipožární úsek třeba přímo uprostřed výrobní haly, fantazii se meze nekladou. Celý sklad je vybaven větracím zařízením a zároveň může být vytápěn nebo naopak klimatizován.

Inovace se dočkal i protipožární regálový sklad FBM, který je v současné době nahrazen protipožárním skladem typové řady RFP. Protipožární sklady řady RFP nabízí certifikovanou bezpečnost ve velkém – prostor až pro 32 sudů à 200 litrů, 12 europalet, 8 chemických palet nebo 8 IBC nádrží à 1 000 litrů. I tento typ protipožárního skladu je vybaven integrovanou nepropustnou záchytnou vanou, díky požární odolnosti tvoří samostatný požární úsek a lze ho vybavit nejrůznějšími příslušenstvími přesně dle vašich požadavků.

Mnoho dalších informací a možností týkajících se bezpečného skladování nebezpečných látek a vybavení výroby najdete na našich internetových stránkách [www.denios.cz](http://www.denios.cz).

## MRAZNIČKY BINDER PRO BEZPEČNÉ A SPOLEHLIVÉ SKLADOVÁNÍ

Německý výrobce Binder GmbH, je znám již desetiletí jako tradiční výrobce skříňové teplotní techniky. V nabídce jsou kromě klimatických komor také testovací skříně s řízeným ohřevem a chlazením a již několik let jsou ve výrobním programu také nízkoteplotní mrazáky, které pracují v teplotním rozsahu od -90 °C do -40 °C. Pracovní teplotu lze nastavit s přesností na jeden stupeň.

Firma Binder zaměřila design svých nových mrazáků řady UF V500 a UF V700 hlavně na ekonomický a ekologický provoz. Dosáhla toho, že zmíněné přístroje mají nejlepší energetickou účinnost ve své třídě, pouhých 7,9 kWh za den, což může představovat úsporu na energiích až ve výši 100 000 Kč za 10 let provozu ve srovnání s jinými mrazáky. Úsporný provoz je výsledkem použití vakuových izolačních panelů. Izolace skříně dokáže udržet v případě poruchy elektrického napájení teplotu v komoře v rozmezí -80 °C až -60 °C po dobu 4 hodin.

V zařízeních jsou použita výhradně ekologická chladicí média R170 a R290, která nejsou škodlivá pro životní prostředí. Využití nejnovějších technických poznatků při konstrukci a zabezpečení přístrojů umožňuje výrobcům poskytnout uživatelům maximální bezpečnost a spolehlivost.

Obr.: Hlubokomrazicí box Binder UFV 500 GF



Mrazáky BINDER disponují víceúrovňovým bezpečnostním konceptem a spolehlivou ochranou před neoprávněným přístupem. Dveře mrazáku je možné otevřít buď klikou nebo pomocí elektromechanického uzamykacího mechanismu. Jako volitelné příslušenství je k dispozici také personalizovaná kontrola přístupu.

Obr.: Hlubokomrazicí box Binder UFV 700 GF



Mezi nezanedbatelné parametry nových přístrojů patří i jejich velmi nízká hlučnost, která dosahuje pouhých 47 dB(A). Tento parametr společně s nízkou tepelnou emisí umožňuje umístit mrazáky i v místnostech, kde se dlouhodobě pracuje, popř. které nejsou nijak klimatizované. Hluboko mrazicí skříňové mrazáky jsou neuvěřitelně univerzální, lze je použít nejen k dlouhodobému skladování vzorků při velmi nízkých teplotách, své uplatnění najdou i ve farmacii, medicíně, biologii, v plastikářství, potravinářském nebo elektronickém průmyslu.

Přístroje Binder dodává HELAGO-CZ s.r.o.

[www.helago-cz.cz](http://www.helago-cz.cz)



## NÁHRADA OLOVA V NÁTĚROVÝCH HMOTÁCH

Začátkem listopadu se z iniciativy **Globální aliance k eliminaci nátěrů s olovem**, kterou společně vedou **Program OSN pro životní prostředí** a **Světová zdravotnická organizace**, konal VIII. mezinárodní týden prevence otravy olovem, jehož cílem je upozornit na otravu nátěry s obsahem olovnatých pigmentů a i na jiné zdroje expozice olovem.

Jedna z prvních společností, které v polovině 80. let zcela ukončily výrobu a dodávky pigmentů na bázi olova, je **Hoechst AG** – nyní **Clariant**. Společnost Clariant podpořila kampaň „Globální aliance“ za odstranění olova v nátěrových hmotách a prostřednictvím regulačních a právních opatření urychlila pokrok směrem k jeho globálnímu zániku.

Aby bylo dosaženo tohoto cíle, je společnost Clariant zastáncem „Strategického přístupu k mezinárodnímu managementu chemických látek“ (SAICM), jehož hostitelem je Program OSN pro životní prostředí, globální politický rámec, jehož cílem je chránit lidské zdraví a životní prostředí před nebezpečným nakládáním s chemickými látkami a odpady, mimo jiné prostřednictvím podpory včasného plánování pro správu chemických látek v „Agendě pro udržitelný rozvoj 2030“.

„Pouze 77 zemí má v současné době právně závazné kontroly výroby, dovozu a prodeje nátěrů s olovnatými pigmenty, což znamená, že je olovo stále povoleno v podstatném počtu zemí, což představuje pro pracovníky i v budoucnu pokračující zdroj expozice olovem. Proto je projekt SAICM Global Environment Facility (GEF) pro nově vznikající otázky chemické politiky v rámci „Strategického přístupu k mezinárodnímu managementu chemických látek“ důležitou iniciativou, kterou by měly podporovat udržitelné a prozíravé společnosti,“ řekl John Dunne, vedoucí obchodní jednotky pigmentů společnosti Clariant.

Podpora pro malé a střední podniky při přechodu na trh s nátěry bezolovnatých pigmentů je pro společnost Clariant jedním z hlavních cílů, spolu s důrazem na poskytování bezpečnějších řešení v rozvojových zemích, kde je výroba nátěrových hmot s olovnatými materiály stále považována za nákladově výhodnou.

Na takových trzích může legislativa bez poskytnutí alternativ bránit veřejnosti a průmyslu přijímat bezpečnější řešení a může zabránit úplnému vyloučení nátěrových hmot s olovnatými pigmenty. Výrobci se obávají, že nebudou schopni účinně konkurovat bez alternativ s nižšími náklady.

Řady pigmentů od Clariantu Hostaperm<sup>®</sup>, Novoperm<sup>®</sup>, Permanent a Hansa<sup>™</sup> neobsahují pigmenty na bázi olova. Mnoho produktů bylo vyvinuto v 70. a 80. letech, aby bylo možné účinně formulovat odstíny dříve vyráběné pomocí pigmentů na bázi chromanu olovnatého.

Alternativou společnosti Clariant jsou snadno dispergovatelné práškové pigmenty a předem dispergované kapalné barevné koncentráty, které lze jednoduše vmíchat do čirého pojiva. Stávající výrobní zařízení v místních výrobních nátěrových hmot proto postačuje k náhradě olovnatých pigmentů, což znamená, že chytré reformulační úsilí může ušetřit nutnost investovat do jakéhokoliv nového výrobního zařízení. To umožňuje místním společnostem výrazně rozšířit barevnou škálu jejich nátěrových hmot bez zvýšení nákladů. Vylepšená udržitelnost může také vést k úspo-

rám nákladů a zlepšení produkce. Společnost Clariant bude pokračovat v aktivním zapojení do dialogu o veřejné politice v této oblasti a bude podporovat SAICM v jeho úsilí o globálně harmonizovanou legislativu, která bude určovat směr trhu a bude podporovat malé a střední podniky v přechodu na bezolovnaté formulace.

» [www.clariant.com/pigments](http://www.clariant.com/pigments)

## NEJVYŠŠÍ OSVĚDČENÍ ZDRAVOTNÍ NEZÁVADNOSTI PRO FOTOKATALYTICKÉ NÁTĚRY FN NANO<sup>®</sup>

Na světě existuje jedna z nejpřísnějších zákonných norem, která testuje a prověřuje materiály, aby zjistila jejich bezpečnost a nezávadnost pro lidské zdraví a šetrnost k životnímu prostředí – California Proposition 65. Získání tohoto osvědčení je ve světě bráno jako získání zlaté olympijské medaile v disciplíně zdravotní nezávadnosti a šetrnosti k životnímu prostředí.

**Úřad pro posuzování zdravotních rizik pro životní prostředí** (OEHHA) spravuje program Proposition 65. OEHHA, která je součástí **Kalifornské agentury pro ochranu životního prostředí** (CalEPA). V mnoha případech určuje, zda chemikálie splňují vědecké a právní požadavky na zařazení na seznam Proposition 65, spravuje předpisy, kterými se řídí a další aspekty Proposition 65.

Testování a hodnocení fotokatalytické nátěry FN NANO<sup>®</sup> provedla akreditovaná společnost **Intertek Group plc**. Jedná se o britskou nadnárodní pojišťovací, inspekční, testovací a certifikační společnost se sídlem v Londýně v Anglii. Intertek je předním poskytovatelem Total Quality Assurance pro průmyslová odvětví po celém světě. Její síť představuje více než 1 000 laboratoří a kanceláří a více než 46 000 lidí ve více než 100 zemích. Poskytuje inovativní a na míru šitá řešení pro zajištění, testování, kontrolu a certifikaci materiálů a dalších operací.

Fotokatalytické nátěry FN NANO<sup>®</sup>, které vyrábí společnost **FN-NANO s.r.o.**, prošly tímto nej přísnějším hodnocením dopadů na lidské zdraví a životní prostředí. Její oficiální distributor v USA, společnost **Macoma LLC**, získal toto nejvyšší možné osvědčení s tímto vyjádřením: „*Na základě poskytnutých a vyhodnocených informací je technický názor hodnotitele takový, že oxid titaničitý obsažený ve výrobku je vázán, a proto oxid titaničitý nepředstavuje žádné riziko rakoviny, tak jak je identifikováno státem Kalifornie*“.

Tento certifikát potvrzuje výsledky akreditovaných testů, které se prováděly v České republice a dalších státech – technologie FN NANO<sup>®</sup> je naprosto bezpečná pro lidské zdraví a neuvolňuje do prostředí žádné škodlivé látky.

Díky nátěrům FN NANO<sup>®</sup> a energie ze slunce lze již dnes odstraňovat z ovzduší stovky tun škodlivých látek. Snižuje se tím nepříznivé dopady automobilové, letecké a lodní dopravy i průmyslové výroby na životní prostředí a dokážeme chránit zdraví lidí.

Fotokatalytické nátěry FN NANO<sup>®</sup> umožňují ekologii a ekologickou zodpovědnost v praxi bez vládních direktiv a vyhlášek. To je základní věc, kterou můžeme pro prostředí, pro ostatní, i pro sebe udělat již dnes. Chovat se ekologicky není móda, ale nutnost.

» [www.fn-nano.com](http://www.fn-nano.com)

## ORGANICKÉ POVRLAKY CITLIVÉ NA UV A TEPLA

Organické povlaky citlivé na UV a teplo byly vyvinuty na bázi benzoxazinu, polyakrylátu a mezoporézního TiO<sub>2</sub>. Povlaky se vyznačují změnou povrchové smáčivosti. Reverzibilní hydrofilně-hydrofobní povlaky byly intenzivně zkoumány z důvodu možného použití při separaci emulzí olej/voda s využitím pro silně znečištěné kapaliny ropnými produkty. Byl navržen nový systém pro snadnou výrobu citlivého povlaku vůči UV a teplu s vysokou adhezí a dobrými mechanickými vlastnostmi. Ternární kompozitní systém nanášený stříkáním je tvořen směsí bisfenolu A, anilinbenzoxazinu, polyakrylátu a mezoporézních částic TiO<sub>2</sub>.

Výsledné povlaky se projevují konverzí smáčivosti z hydrofobního na hydrofilní povrch a mají vynikající odolnost proti oděru. Použití pružného polyakrylátu a mezoporézního TiO<sub>2</sub> je hlavním důvodem komplexních vynikajících mechanických vlastností. Tato zjištění poskytují nejen nový systém pro kontrolovatelné smáčecí vlastnosti povlaků, ale také nabízejí nový přístup k výrobě mechanicky odolných povrchů.

» Studie byla publikována v *Progress in Organic Coatings, Volume 147, October 2020*.

## EVONIK ZAHAJUJE PROJEKT „MACBETH“ FINANCOVANÝ EU

Nedávno byl zahájen projekt Macbeth (Membrány a katalyzátory nad rámec ekonomických a technologických překážek), dosud největší projekt financovaný Evropskou unií koordinovaný společností **Evonik**. Cílem je vyvinout nový postup katalytické syntézy s vhodným separačním zařízením v jediném, vysoce účinném katalytickém membránovém reaktoru (CMR). Macbeth je navazujícím projektem k projektu Romeo (Reactor Optimization by Membrane Enhanced Operation), který byl dokončen v září 2019.

Nově založené projektové konsorcium je složené z 24 partnerů z deseti různých zemí. Spojuje odborné znalosti týkající se katalýzy, membrán, nosičů, reaktorů, strojírenství, modelování a perspektivního koncového uživatele.

V jednotlivých dílčích projektech je nyní koncept nového reaktoru aplikován na různé chemické reakce a uveden do praxe. To zahrnuje hydroformylaci pro speciální chemikálie, výrobu vodíku v odvětví dopravy, výrobu elektřiny, dehydrogenaci propanu pro velkoobjemové chemikálie a biokatalytické štěpení oleje pro biotechnologické vyráběné produkty.

Projekt Evonik je zaměřen na hydroformylační reakci. Při této katalýze, která se tradičně provádí homogenně, se používá syntézní plyn k přeměně olefinů na aldehydy. Trvalá udržitelnost je zde klíčovým faktorem, plánované snížení emisí skleníkových plynů ve velkoobjemových průmyslových procesech bude až 35 % a zvýšení zdrojů a energetické účinnosti až 70 %.

Nová konstrukce reaktoru navíc zaručuje nejen výrazně menší a bezpečnější výrobní zařízení. Pomáhá také posílovat vedoucí úlohu na trhu, protože v budoucnu mohou být investiční náklady a provozní náklady systémů tohoto typu sníženy až o 50 %, respektive 80 %.

» [www.evonik.com](http://www.evonik.com)

# STRATEGIE PRO UDRŽITELNOST V OBLASTI CHEMICKÝCH LÁTEK: K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ BEZ TOXICKÝCH LÁTEK

KREJČOVÁ A., SOUČEK I.

Svaz chemického průmyslu ČR, Ivan.Soucek@schp.cz

*Článek detailně popisuje obsah Sdělení Komise Strategie pro udržitelnost v oblasti chemických látek K životnímu prostředí bez toxických látek dle znění dokumentu vydaného Evropskou komisí COM(2020) 667 final. Komentáře jsou uváděny ve znění dokumentu Evropské komise. Současně je k tomuto dokumentu přiloženo stanovisko Svazu chemického průmyslu ČR, které upozorňuje na zásadní roli chemických látek a podmínek další realizace navrhovaných opatření a doporučuje důsledné zpracování dopadových studií při uplatňování další přísné regulace odvětví.*

Dne 14. října 2020 zveřejnila Evropská komise Sdělení Komise **Strategie pro udržitelnost v oblasti chemických látek K životnímu prostředí bez toxických látek** COM(2020) 667 final spolu s přílohou - Akčním plánem.

Strategie pro udržitelnost v oblasti chemických látek (dále jen „Strategie“) je jedním z klíčových opatření **Zelené dohody pro Evropu** a obsahuje vizi a přehled legislativních i nelegislativních opatření, které Komise navrhuje k dosažení udržitelného klimaticky neutrálního a oběhového hospodářství EU do roku 2050 a lepší ochrany lidského zdraví a životního prostředí k přechodu k životnímu prostředí bez toxických látek.

První část Strategie má název **Udržitelné chemické látky pro zelenou a digitální transformaci**.

Je zdůrazněna role chemických látek v každodenním životě a jejich zásadní úloha ve většině činností. Chemické látky jsou rovněž stavebními kameny nízkouhlíkových technologií, materiálů a výrobků s nulovým znečištěním a účinně využívajících energii a zdroje. Vyšší investice a vyšší inovační kapacita chemického průmyslu pro poskytování bezpečných a udržitelných chemických látek budou mít zásadní význam pro nabídku nových řešení a podporu zelené i digitální transformace hospodářství EU a jejich obyvatel.

Dokument uvádí, že chemické látky s nebezpečnými vlastnostmi mohou poškozovat lidské zdraví a životní prostředí. Chemické znečištění prohlubuje krizi planety v oblastech, jako jsou změna klimatu, degradace ekosystémů a ztráta biologické rozmanitosti. Nové chemické látky a materiály musí být ze své podstaty bezpečné a udržitelné, od výroby až po konec životnosti, přičemž musí být zavedeny nové výrobní postupy a technologie, které umožní přechod chemického průmyslu k neutralitě z hlediska klimatu. EU již má jeden z nejkompexnějších a nejvíce ochranných regulačních rámců pro chemické látky – přibližně 40 legislativních nástrojů.

Celosvětový prodej chemických látek v roce 2018 dosáhl 3 347 miliard EUR, přičemž Evropa byla druhým největším výrobcem (s podílem tržeb 16,9 %), i když se tento podíl za posledních 20 let snížil na polovinu a podle prognóz se má dále snižovat – do roku 2030 se má Evropa přesunout z druhého místa na třetí. Chemická výroba je čtvrtým největším odvětvím v EU zahrnujícím 30 000 firem (95 % tvoří MSP), které přímo zaměstnávají přibližně 1,2 milionu lidí a nepřímo přibližně 3,6 milionu lidí.

Pro vývoj a používání udržitelných chemických látek k umožnění zelené a digitální transformace je nutné vystupňovat inovace pro zelenou transformaci chemického průmyslu, jeho hodnotové řetězce a stávající politika EU v oblasti chemických látek se musí posunout a rychleji a účinněji reagovat na problémy spojené s nebezpečnými chemickými látkami. To znamená zajistit bezpečnější a udržitelnější používání všech chemických látek a prosazovat, aby chemické látky vzbuzující obavy byly co nejvíce minimalizovány a nahrazeny. Strategie tyto látky definuje jako látky s chronickým účinkem na lidské zdraví a životní prostředí.

Pandemie COVID-19 upozornila na to, že výrobní i dodavatelské řetězce některých důležitých chemických látek v EU jsou značně složité

a globalizované, příkladem jsou látky k výrobě léčivých přípravků. EU musí posílit svou otevřenou strategickou autonomii prostřednictvím odolných hodnotových řetězců a diverzifikovat udržitelné získávání u látek, které mají zásadní využití pro naše zdraví a pro dosažení oběhového hospodářství neutrálního z hlediska změny klimatu. Je třeba diskutovat se všemi zainteresovanými stranami, jak zúčelnit a zefektivnit působení právních předpisů týkajících se chemických látek a jak podpořit rozvoj a zavádění inovativních bezpečných a udržitelných chemických látek napříč odvětvími.

Druhá část Strategie má název **K životnímu prostředí bez toxických látek: nová dlouhodobá vize politiky EU v oblasti chemických látek**.

V souladu se Zelenou dohodou pro Evropu Strategie usiluje o vytvoření prostředí bez toxických látek, v němž se chemické látky vyrábějí a používají způsobem, který maximalizuje jejich přínos pro společnost, včetně dosahování zelené a digitální transformace, a zároveň brání poškozování planety i současně a budoucích generací. Předpokládá, že průmysl EU bude celosvětově konkurenceschopným aktérem v oblasti výroby a používání bezpečných a udržitelných chemických látek. Strategie navrhuje jasný plán a harmonogram transformace průmyslu s cílem přilákat investice do bezpečných a udržitelných výrobků a výrobních metod.

Strategie obsahuje hierarchii bez toxických látek jako novou hierarchii v oblasti nakládání s chemickými látkami: bezpečné a udržitelné chemické látky; minimalizovat a kontrolovat; odstraňovat a sanovat. Strategie vytyčuje způsob provádění této vize opatřeními na podporu inovací v oblasti bezpečných a udržitelných chemických látek, na posílení ochrany lidského zdraví a životního prostředí, pro zjednodušení a posílení právního rámce pro chemické látky, vybudováním komplexní znalostní základny na podporu koncipování politik na základě vědecky podložených poznatků a příkladem řádného nakládání s chemickými látkami v celosvětovém měřítku.

Druhá část Strategie je rozdělena do pěti oddílů:

1. Inovace pro bezpečné a udržitelné chemické látky v EU.
2. Silnější právní rámec EU pro řešení naléhavých problémů v oblasti životního prostředí a zdraví.
3. Zjednodušení a konsolidace právního rámce.
4. Komplexní znalostní základna o chemických látkách.
5. Jít příkladem v oblasti řádného nakládání s chemickými látkami v celosvětovém měřítku.

## Inovace pro bezpečné a udržitelné chemické látky v EU

Přechod na chemické látky, které jsou ze své podstaty bezpečné a udržitelné, je nejen společensky naléhavým krokem, ale také velkou hospodářskou příležitostí, jakož i klíčovou složkou oživení EU po krizi COVID-19. Vzhledem k trendům v celosvětové chemické výrobě se pro chemický průmysl EU jedná o příležitost k opětovnému získání konkurenceschopnosti dalším vývojem bezpečných a udržitelných chemických látek a k nalezení udržitelných řešení napříč odvětvími,



zejména pokud jde o stavební materiály, textilie, nízkouhlikovou mobilitu, baterie, větrné turbíny a obnovitelné zdroje energie. Komise ohledně fondu „Next Generation EU“ uvádí, že členské státy investují do projektů, které usnadňují zelenou a digitální transformaci průmyslu EU, též v chemickém průmyslu, a zvyšují konkurenceschopnost udržitelného průmyslu EU. EU bude podporovat vývoj ze své podstaty bezpečných a udržitelných chemických látek, Komise pro ně vypracuje kritéria EU a vytvoří celounijní síť pro tuto koncepci včetně finanční podpory v rámci programu Horizont Evropa, politiky soudržnosti, programu LIFE a dalších nástrojů EU a partnerství veřejného a soukromého sektoru.

V čistém oběhovém hospodářství je nezbytné podpořit výrobu a využívání druhotných surovin a zajistit, aby prvotní i druhotné materiály i výrobky byly vždy bezpečné. Z Akčního plánu pro oběhové hospodářství vyplynulo, že v této souvislosti jsou nezbytná opatření na předcházejících úrovních k zajištění, že výrobky budou ze své podstaty bezpečné a udržitelné, a opatření na následných úrovních zvyšující bezpečnost recyklovaných materiálů a výrobků a důvěru v ně. Vytváření dobře fungujícího trhu s druhotnými surovinami zpomaluje zejména nedostatek informací o chemických látkách obsažených ve výrobku. Je třeba minimalizovat obsah látek vzbuzujících obavy ve výrobcích a v recyklovaných materiálech. Jsou nutné investice do inovativních technologií k řešení starých látek v odpadových tocích. Například chemická recyklace by rovněž mohla hrát roli, ale pouze při zajištění celkově pozitivní environmentální a klimatické výkonnosti z hlediska celého životního cyklu.

Komise zavede příslušné požadavky pro minimalizaci výskytu látek vzbuzujících obavy ve výrobcích a vypracuje metodiky pro posuzování chemického rizika, které zohlední celý životní cyklus látek, materiálů a výrobků.

Dokument uvádí, že chemická výroba je jedním z odvětví nejvíce znečišťujících, energeticky náročných a náročných na zdroje a je úzce propojena s dalšími energeticky náročnými odvětvími a procesy. I když evropský chemický průmysl již investoval do lepších výrobních závodů, zelená a digitální transformace stále vyžaduje značné investice. Nové a čistší průmyslové procesy a technologie by pomohly nejen snížit environmentální stopu výroby chemických látek, ale také snížit náklady, zlepšit připravenost trhu a vytvořit nové trhy pro udržitelný evropský chemický průmysl. Musí být upřednostněna energetická účinnost a paliva, jako obnovitelný vodík a udržitelně vyráběný biometan, aby z hlediska udržitelnosti zdrojů energie mohla hrát rozhodující úlohu. Digitální technologie mohou rovněž hrát významnou úlohu v procesech ekologizace výroby.

Komise prostřednictvím svých finančních nástrojů a výzkumných a inovačních programů podpoří výzkum a vývoj pokročilých materiálů pro aplikace v energetice, stavebnictví, mobilitě, zdravotnictví, zemědělství a elektronice s cílem uskutečnit zelenou a digitální transformaci. Dále Komise podpoří výzkum, vývoj a zavádění nízkouhlikových chemických a materiálových výrobních procesů s malým dopadem na životní prostředí, výzkum a vývoj inovativních obchodních modelů, zvyšování kvalifikace, přístup k rizikovému financování a další. Tento vývoj bude podpořen taxonomií udržitelného financování EU.

Pandemie COVID-19 zdůraznila, že omezený počet dodavatelů některých chemických látek používaných v základních aplikacích může představovat riziko, například při dostupnosti léčivých přípravků a schopnosti EU reagovat na zdravotní krize. Odolnost EU vůči narušení dodávek je klíčová i pro dosažení celkových cílů udržitelnosti v Zelené dohodě pro Evropu, včetně technologií pro klimatickou neutralitu, jako jsou baterie, větrné turbíny a fotovoltaika, pro oběhovou čistých materiálů a pro cíle nulového znečištění. Je třeba, aby stávající kapacita chemické výroby v EU prosperovala a byly k dispozici dostatečně diverzifikované zdroje dodávek. Komise proto určí strategické závislosti a navrhne opatření k jejich snížení, určí strategické hodnotové řetězce, podpoří meziregionální spolupráci v rámci udržitelných hodnotových řetězců a odolnost EU v oblasti dodávek a udržitelnost chemických látek používaných v základních aplikacích.

## Silnější právní rámec EU pro řešení naléhavých problémů v oblasti životního prostředí a zdraví

Přestože přístup EU k nakládání s chemickými látkami je účinný, stávající a nově se objevující obavy v oblasti zdraví a životního prostředí vyžadují posílení právního rámce. Zejména nařízení REACH a CLP by měla být posílena jako základní předpisy pro nakládání s chemickými látkami. Velká většina chemických látek v EU je regulována případ od případu a pro konkrétní použití, u neškodlivějších chemických látek je však třeba, aby se obecný přístup k řízení rizik stal standardní volbou, zejména pro použití ve výrobcích pro spotřebitele. To zajistí větší ochranu spotřebitelů a životního prostředí a současně umožní používat tyto neškodlivější chemické látky pro použití, která jsou pro společnost zásadní. Kritéria pro zásadní použití látek budou muset být řádně definována, aby se zajistilo jejich jednotné uplatňování v právních předpisech EU.

Komise rozšíří obecný přístup k řízení rizik s cílem zajistit, aby spotřební výrobky neobsahovaly neškodlivější chemické látky. Komise rozšíří úroveň ochrany přiznanou spotřebitelům podle nařízení REACH na profesionální uživatele a posílí ochranu pracovníků tím, že stanoví další priority pro řešení expozice pracovníků nebezpečným látkám. Komise navrhne stanovit právně závaznou definici endokrinních disruptorů na základě definice WHO a zajistí jejich zákaz ve výrobcích pro spotřebitele, jakmile budou identifikovány, což umožní pouze jejich použití pouze v aplikacích zásadních pro společnost. Endokrinní disruptory budou zavedeny jako kategorie SVHC látek podle nařízení REACH.

Je třeba zohlednit účinek chemických směsí a obecněji jej začlenit do hodnocení chemických rizik. Komise v této souvislosti posoudí, jak do nařízení REACH zařadit faktory pro posuzování směsí.

Problémem v EU jsou taky potenciálně kontaminované lokality, jejich odhadovaný počet je 2,8 milionu. Je třeba posílit stávající regulační a politický rámec. Komise navrhne v nařízení CLP nové třídy nebezpečnosti a kritéria s cílem řešit toxicitu pro životní prostředí, perzistenci, mobilitu a bioakumulaci, zařadí endokrinní disruptory, perzistentní, mobilní a toxické látky a vysoce perzistentní a velmi mobilní látky jako kategorie SVHC látek podle nařízení REACH.

Komise zakáže veškeré per- a polyfluoralkylované látky (PFAS) jako skupinu v hasicích pěnách i v jiných použitích, přičemž umožní pouze jejich použití zásadní pro společnost. Bude se jimi zabývat v rámci dalších právních předpisů, podpoří výzkum a vývoj inovativních metod pro nápravu kontaminace látkami PFAS v životním prostředí a ve výrobcích a náhrad PFAS.

## Zjednodušení a konsolidace právního rámce

Regulační rámec EU pro posuzování nebezpečnosti a rizik a nakládání s chemickými látkami je komplexní a složitý. Právní předpisy EU v oblasti chemických látek celkově přinášejí zamýšlené výsledky a splňují daný účel. Řada značně slabých míst však brání tomu, aby právní předpisy EU v oblasti chemických látek plně vyžily svůj potenciál. Klíčovým cílem Strategie je zajistit zjednodušení tohoto rámce, jakož i konsolidaci a plné provedení pravidel EU týkajících se chemických látek. Komise bude usilovat o zjednodušení a větší transparentnost procesů posuzování nebezpečnosti, aby snížila zátěž zúčastněných stran a urychlila proces rozhodování, který by měl rovněž být konzistentnější a předvídatelnější.

Komise zajistí realizaci pravidla „jedna látka, jedno posouzení“ a to umožní, že zahájení a stanovení priorit hodnocení bezpečnosti bude prováděno koordinovaně, transparentně a v co největší možné míře synchronizované a s přihlédnutím ke zvláštnostem každého odvětví.

Komise poskytne aktuální přehled všech plánovaných a probíhajících iniciativ týkajících se chemických látek ze strany orgánů napříč právními předpisy, zřídí v této věci odbornou pracovní skupinu členských států, útvarů Komise a agentur EU a navrhne přerozdělení technické a vědecké práce v oblasti chemických látek prováděné v rámci příslušných právních předpisů evropským agenturám, a to včetně práce příslušných výborů. Komise zreformuje postupy povolování a omezování

*Dokončení na další str.*

podle nařízení REACH. Cílem přístupu „jedna látka, jedno posouzení“ je zajistit, aby byly metodiky jednotnější a v co nejvyšší možné míře harmonizované. Komise dále zajistí, aby nařízení CLP bylo ústředním prvkem klasifikace nebezpečnosti a umožnilo Komisi iniciovat harmonizované klasifikace. Komise přezkoumá definici nanomateriálu, vytvoří společnou otevřenou datovou platformu k chemickým látkám a bude prostřednictvím centralizovaného a spravovaného úložiště EU podporovat opakované používání a harmonizaci limitních hodnot látek pro lidské zdraví a životní prostředí. Komise zajistí dostupnost příslušných akademických údajů pro posuzování bezpečnosti a zjednoduší tok údajů o chemických látkách mezi orgány EU a vnitrostátními orgány.

Všechny chemické látky, materiály a výrobky vyrobené v EU nebo uváděné na evropský trh musí být plně v souladu s požadavky EU na informace, bezpečnost a ochranu životního prostředí. Přesto je v současné době téměř 30 % varování o nebezpečných výrobcích na trhu spojeno s riziky spojenými s chemickými látkami. Téměř 90 % těchto výrobků pochází ze zemí mimo EU, zvláštní problém představují tyto dovážené výrobky a výrobky z prodeje online. Pouze jedna třetina registračních dokumentací podle nařízení REACH je v souladu s požadavky. Je proto naléhavě nutné zintenzivnit provádění a prosazování právních předpisů týkajících se chemických látek v EU. Členské státy musí zvýšit kapacitu svých kontrolních orgánů. Komise posílí zásady „zákaz uvádění na trh bez údajů“ a „znečišťovatel platí“ a navrhne, aby jí byla v příslušných případech svěřena povinnost provádět audity dodržování a prosazování právních předpisů k chemickým látkám v členských státech.

### Komplexní znalostní základna o chemických látkách

EU již několik desetiletí rozvíjí poznatky světové úrovně o vlastnostech a rizicích chemických látek, mimo jiné díky práci jejích vědeckých orgánů. Tyto orgány však ještě musí získat řadu poznatků o vnitřních vlastnostech převážně většiny chemických látek, včetně polymerů a chemických látek vyráběných v malém množství. Značný počet chemických látek na trhu představuje obrovský znalostní problém a z očekávaného budoucího nárůstu chemické výroby a používání chemických látek může vyplynout další rozšiřování „neprobádaných chemických rizik“. EU stále postrádá komplexní informace o všech látkách uváděných na trh a o jejich celkové environmentální stopě, včetně jejich dopadu na klima. Zejména polymery podle nařízení REACH registraci nepodléhají. Kromě toho informace požadované pro látky v malých a středních tonážích podle nařízení REACH neumožňují plně identifikovat látky s kritickými nebezpečnými vlastnostmi. Komise proto předloží návrh na rozšíření povinností registrace podle nařízení REACH na polymery vzbuzující obavy, posoudí, jak podle nařízení REACH nejlépe zavést požadavky na informace o celkové environmentální stopě chemických látek, včetně emisí skleníkových plynů, změni požadavky nařízení REACH na informace s cílem umožnit účinnou identifikaci látek s kritickými nebezpečnými vlastnostmi a identifikovat všechny karcinogenní látky vyráběné nebo dovážené do EU bez ohledu na jejich objem.

Komise bude nadále ve spolupráci se členskými státy podporovat výzkum a biologický monitoring. Je třeba inovovat zkoušky bezpečnosti a posuzování chemických rizik. Komise zřídí a zaktualizuje program výzkumu a inovací v oblasti chemických látek, posílí multidisciplinární výzkum a digitální inovace v oblasti pokročilých nástrojů, metod a modelů a kapacit pro analýzy údajů, poskytne finanční podporu kapacitám v oblasti biologického monitoringu lidí a životního prostředí a vytvoří systém včasného varování a opatření EU pro chemické látky.

### Jít příkladem v oblasti řádného nakládání s chemickými látkami v celosvětovém měřítku

Výroba chemických látek, jejich používání a obchod s nimi jsou ve všech oblastech světa na vzestupu. Rostou také odvětví náročná na chemické látky, jako je stavebnictví, automobilový průmysl a elektronika, což zvyšuje poptávku po chemických látkách a vytváří příležitosti, ale také rizika. V roce 2015 se mezinárodní společenství znovu zavázalo k dosažení cíle celosvětového řádného nakládání s chemickými látkami do roku 2020, tento závazek však nebyl splněn. Evropská unie

je schopna – a i povinná – stát v čele prosazování a podpoře vysokých standardů ve světě.

Byla již zavedena široká škála mezinárodních, regionálních a vnitrostátních nástrojů souvisejících s řádným nakládáním s chemickými látkami a odpady, globální správa je však i nadále extrémně roztržštěná a země mají odlišné standardy. Obnovený strategický přístup k mezinárodnímu nakládání s chemickými látkami je zásadní mnohostrannou dohodou, která umožní řešit řádné nakládání s chemickými látkami během jejich celého životního cyklu. Řádné nakládání s chemickými látkami a odpady je nutné začlenit do pracovních programů všech příslušných mezinárodních organizací.

Evropská unie zintenzivní svou mezinárodní podporu v zájmu splnění cílů Agendy 2030 v oblasti řádného nakládání s chemickými látkami, zejména tím, že bude hrát vedoucí úlohu a prosazovat provádění stávajících mezinárodních nástrojů i standardů EU v celosvětovém měřítku, bude usilovat o přijetí globálních strategických cílů a konkrétních úkolů pro řádné nakládání s chemickými látkami a odpady po roce 2020. Evropská unie bude podporovat provádění systému GHS OSN, navrhne některé změny v tomto systému, podpoří rozvoj společných standardů a inovativních nástrojů pro posuzování rizik na mezinárodní úrovni, zejména s OECD. EU bude podporovat rozvojové země sdílením znalostní základny EU a zajistí, že nebezpečné chemické látky zakázané v EU nebyly vyráběny na vývoz.

V poslední části Závěry se uvádí, že Strategie doplňuje evropskou průmyslovou strategii, evropský plán na podporu oživení, Akční plán pro oběhové hospodářství a další strategie a iniciativy Zelené dohody pro Evropu. Na základě veřejných konzultací budou co nejčleněji připraveny právní návrhy, včetně revize nařízení REACH, zaměřené pouze na dosažení cílů této Strategie, které budou podrobeny komplexnímu posouzení dopadů včetně dopadu na MSP.

Akční plán doprovázející Strategii obsahuje 56 opatření, která mají být zavedena v letech 2021 až 2024. Většina z těchto opatření jsou legislativní opatření a týkají se změn nařízení REACH, CLP a dalších právních předpisů EU.

### Stanovisko Svazu chemického průmyslu ČR ke Sdělení Komise „Strategie pro udržitelnost v oblasti chemických látek K životnímu prostředí bez toxických látek“ COM(2020) 667 final

Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě a Evropskému hospodářskému a sociálnímu výboru a Výboru regionů Strategie pro udržitelnost v oblasti chemických látek K životnímu prostředí bez toxických látek (dále jen „Strategie“) bylo zveřejněno dne 14.10.2020 a 2.11. byl doručen návrh rámcové pozice ČR. Ve Strategii se zdůrazňuje zásadní role chemických látek jako komponent nízkouhlíkových technologií, materiálu a výrobků s nulovým znečištěním. V této souvislosti se uvádí, že vyšší investice a vyšší inovační kapacita chemického průmyslu, pokud jde o poskytování bezpečných a udržitelných chemických látek, budou mít zásadní význam pro nabídku nových řešení a podporu zelené a digitální transformace hospodářství a společnosti. Komise podpoří prostřednictvím svých finančních nástrojů a výzkumných a inovačních programů výzkum a vývoj pokročilých materiálů pro aplikace v odvětvích energetiky, stavebnictví, mobility, zdravotnictví, zemědělství a elektroniky s cílem uskutečnit zelenou a digitální transformaci a rovněž výzkum, vývoj a zavádění nízkouhlíkových chemických a materiálových výrobních procesů se slabým dopadem na životní prostředí.

1. Komise uvádí, že nové chemické látky a materiály musí být ze své podstaty bezpečné a udržitelné, od výroby až po konec životnosti, přičemž musí být zavedeny nové výrobní postupy a technologie, které umožní přechod chemického průmyslu k neutralitě z hlediska klimatu. **Je nutné upozornit na skutečnost, že „bezpečné produkty“ nelze mnohdy získat jinak než přes „nebezpečné meziproducty“ (pochopitelně při zajištění všech nezbytných pravidel bezpečnosti práce a ochrany životního prostředí).**
2. Komise určí strategické závislosti a navrhne opatření ke snížení těchto závislostí, určí strategické hodnotové řetězce, zejména pro technologie a aplikace relevantní pro zelenou a digitální transformaci,



v nichž jsou chemické látky zásadního významu důležitými komponentami, a podpoří odolnost EU v oblasti dodávek a udržitelnost chemických látek používaných v aplikacích zásadních pro společnost prostřednictvím mechanismů financování a investičních mechanismů EU. **Podporujeme, aby těmto produktům byla věnována zvláštní pozornost. Podporujeme určení strategických závislostí a návrhy opatření ke snížení těchto závislostí, určení strategických hodnotových řetězců, zejména pro technologie a aplikace relevantní pro zelenou a digitální transformaci.**

3. Dalším zásadním tématem Strategie je ochrana zdraví a životního prostředí před nebezpečnými chemickými látkami a s ní spojené návrhy dalších regulací. Komise přitom uvádí, že EU již má jeden z nejkompexnějších a nejvíce ochranných regulačních rámců pro chemické látky, který je podporován nejpokročilejší znalostní základnou na světě. Přesto Strategie obsahuje rozsáhlý výčet navrhovaných změn právních předpisů EU v oblasti chemických látek. Jedná se o konkrétní návrhy s konkrétními termíny předložení, které budou znamenat významné změny základních předpisů v oblasti managementu chemických látek, kterými jsou nařízení REACH a CLP, a dalších předpisů. Konkrétně se jedná např. o regulaci endokrinních disruptorů, návrhy změn hodnocení rizik látek, změny omezování a povolování látek, nové kategorie SVHC látek, rozšíření informačních požadavků pro nízkooobjemové látky, řešení působení směsí látek, zavedení nových tříd a kategorií nebezpečnosti do nařízení CLP, regulace látek PFAS a další. **V oblasti regulace chemických látek podporujeme, aby EU zajistila plné prosazování pravidel týkajících se chemických látek na svém území i na svých hranicích. Požadujeme prosazování velmi propracované zásady evropské regulace chemického průmyslu i mimo hranice EU, protože pouze globální změny v této oblasti mohou přinést skutečný účinek.** Zpřísnění regulace pouze v Evropě může paradoxně vést ke zvýšení globálního zatížení planety a lidstva, vzhledem k tlaku na vymístění chemických výrob z EU. **Podporujeme zjednodušení a konsolidaci právního rámce EU v oblasti chemických látek a pravidlo „jedna látka – jedno posouzení“ a transparentnost při stanovování priorit opatření pro nakládání s chemickými látkami a tím zlepšení předvídatelnosti dlouhodobých investic v Evropě. Upozorňujeme, že nové návrhy regulace chemických látek v EU však budou znamenat po jejich přijetí další významné nepřiměřené zatížení chemického průmyslu v situaci, kdy je potřeba posílit strategickou roli chemického průmyslu jako poskytovatele zelených inovativních řešení pro naplnění cílů Zelené dohody pro Evropu a kdy zbytek světa doposud nezavedl takovou rozsáhlou**

regulaci chemických látek, jako má EU. **Další rozsáhlá regulace chemických látek sníží předvídatelnost právního prostředí v EU a tím i zájem investorů investovat do nových klíčových technologií a materiálů k realizaci cílů Evropské zelené dohody. Odmítáme zásadní změny nařízení REACH a CLP. Změny by se měly omezit na ty případy, které byly v minulých letech identifikovány při přezkumu nařízení REACH a dalších předpisů. U všech těchto návrhů se musí postupovat podle zásad „Better regulation“, kdy dojde ke zohlednění stanovisek zainteresovaných stran a bude zhodnocen dopad navrhované regulace na průmyslové odvětví a jeho globální konkurenceschopnost.**

4. **Vítáme, že Komise podpoří prostřednictvím svých finančních nástrojů a výzkumných a inovačních programů výzkum a vývoj pokročilých materiálů a nízkouhlíkových chemických a materiálových výrobních procesů a jejich zavádění. Vyšší investice a vyšší inovační kapacita chemického průmyslu pro poskytování bezpečných a udržitelných chemických látek a nových výrobních postupů a technologie jsou zásadní pro zelenou a digitální transformaci a plnění cílů Zelené dohody pro Evropu.**
5. Celá Strategie obsahuje velké množství návrhů, přičemž není zřejmé, jak spolu jednotlivé návrhy souvisejí, jak přispějí k dosažení cílů Zelené dohody pro Evropu a jak budou implementovány. Strategie nebere v úvahu související geopolitický kontext, jako je např. brexit. Důležité je rovněž definování mnoha nových pojmů, jako jsou „ze své podstaty bezpečné a udržitelné chemické látky, aplikace zásadní pro společnost, strategické hodnotové řetězce a další. **Proto požadujeme jasnou definici pojmů a podporujeme zpracování důsledných analýz (dopadových studií) k jednotlivým návrhům a jejich provázání jako celku.**
6. **Zdůrazňujeme význam jednání Komise u kulatého stolu na vysoké úrovni se zástupci průmyslu, včetně MSP, vědy a občanské společnosti, s cílem dosáhnout cílů strategie v dialogu s dotčenými zúčastněnými stranami. Jednání u kulatého stolu by se měla zaměřit zejména na to, jak zúčelnit a zefektivnit působení právních předpisů týkajících se chemických látek a jak podpořit rozvoj a zavádění inovativních bezpečných a udržitelných chemických látek a technologií napříč odvětvími.**

*Vypracoval: Pracovní tým SCHP ČR na základě publikovaného Stanoviska ke „Sdělení Komise Strategie pro udržitelnost v oblasti chemických látek K životnímu prostředí bez toxických látek“ COM (2020) 667 final“ z 14.10.2020.*

## ZELENÁ DOHODA PRO EVROPU

### KREJČOVÁ A.

Svaz chemického průmyslu ČR, Alena.Krejцова@schp.cz

*Dne 11. prosince 2019 zveřejnila Evropská komise Sdělení Komise Zelená dohoda pro Evropu COM(2019) 640 final spolu s přílohou. Zelená dohoda pro Evropu, (dále jen „EGD“ – European Green Deal) obsahuje soubor hluboce transformativních politik EU, které mají řešit problémy způsobené změnou klimatu a životního prostředí jako zásadní úkol současnosti. Jedná se především o oteplování atmosféry, úbytek biologické rozmanitosti a znečištění životního prostředí, destrukce lesů a oceánů.*

Evropská komise deklaruje, že EGD je nová strategie růstu, jejímž cílem je transformovat EU na spravedlivou a prosperující společnost s moderní a konkurenceschopnou ekonomikou efektivně využívající zdroje, která v roce 2050 nebude produkovat žádné emise skleníkových plynů a ve které bude hospodářský růst oddělen od využívání zdrojů. Dalším jejím cílem je chránit, zachovávat a posilovat přírodní kapitál EU a chránit zdraví a blahobyt občanů před environmentálními riziky a dopady.

Další snížení emisí a ostatní cíle EGD jsou velmi finančně náročné a vyžádají si masivní veřejné investice a zvýšené úsilí o nasměrování soukromého kapitálu do opatření v oblasti klimatu a životního prostředí.

EU musí stát v čele koordinace mezinárodního úsilí, jehož cílem je vytvoření konzistentního finančního systému, který bude podporovat udržitelná řešení. EGD podle Komise urychlí a podpoří transformaci nutnou ve všech odvětvích.

V prosazování změn nesmí Evropská unie jednat sama, ale měla by inspirovat ostatní globální hráče ke stejnému úsilí. Evropská komise uznává, že je nutné udržení konkurenceschopnosti EU i v případě, když ostatní nebudou ochotni jednat. EGD je integrální součástí strategie Komise zaměřené na splnění Agendy OSN pro udržitelný rozvoj 2030 a jejich cílů udržitelného rozvoje. Za účelem realizace EGD je třeba

*Dokončení na další str.*

změnit politiky od dodávek čisté energie v rámci celé ekonomiky, v oblastech průmyslu, výroby a spotřeby, rozsáhlé infrastruktury, dopravy, potravin a zemědělství, stavebnictví, zdanění a sociálního zabezpečení. EU by rovněž měla propagovat nezbytnou digitální transformaci a její nástroje a investovat do nich, jelikož se jedná o zásadní faktory pro uskutečnění daných změn.

EGD bude konzistentně využívat všech možností politiky: regulace a standardizace, investic a inovací, vnitrostátních reforem, dialogu se sociálními partnery a mezinárodní spolupráce. Nová opatření sama o sobě však nebudou k dosažení cílů EGD stačit. Komise bude spolupracovat s členskými státy na zintenzivnění úsilí EU o zajištění toho, aby relevantní stávající právní předpisy a politiky byly vynucovány a účinně prováděny.

EGD obsahuje tyto transformativní politiky a opatření:

- Zvýšení ambic EU v oblasti klimatu pro roky 2030 a 2050.
- Dodávky čisté, dostupné a bezpečné energie.
- Aktivizace průmyslu pro čisté oběhové hospodářství.
- Stavět a renovovat za účinného využívání energie a zdrojů.
- Urychlení přechodu k udržitelné a inteligentní mobilitě.
- Strategie „od zemědělce ke spotřebiteli“: vytvoření spravedlivého, zdravého potravinového systému šetrného k životnímu prostředí.
- Ochrana a obnova ekosystémů a biologické rozmanitosti.
- Životní prostředí bez toxických látek díky ambicióznímu cíli nulového znečištění.

V EGD jsou všechny tyto transformativní politiky a opatření podrobně popsány.

V zájmu dosažení cílů stanovených v rámci EGD je zapotřebí uskutěnit významné investice. Komise odhadla, že dosažení stávajících cílů v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030 si vyžádá 260 miliard EUR dodatečných ročních investic, tj. přibližně 1,5 % HDP roku 2018. Rozsah investičních potřeb vyžaduje mobilizaci jak veřejného, tak soukromého sektoru. Rozpočet EU rovněž přispěje k dosažení cílů v oblasti klimatu na straně příjmů. Komise předloží investiční plán pro udržitelnou Evropu, který pomůže tyto další potřeby financování splnit. Zároveň bude nezbytné připravit seznam udržitelných projektů.

Klíčovou úlohu bude hrát rozpočet EU. Komise navrhla 25% cíl pro začleňování oblasti klimatu do všech programů EU. Rozpočet EU rovněž přispěje k dosažení cílů v oblasti klimatu na straně příjmů. Komise navrhla nové toky příjmů („vlastní zdroje“), z nichž jeden je založen na

nerecyklovaném odpadu z plastových obalů. Do druhého toku příjmů do rozpočtu EU by mohlo být zahrnuto 20 % příjmů z dražeb v systému EU pro obchodování s emisemi. Na boj proti změně klimatu přispěje nejméně 30 % prostředků Fondu InvestEU. V rámci investičního plánu pro udržitelnou Evropu navrhne Komise mechanismus pro spravedlivou transformaci, včetně Fondu pro spravedlivou transformaci, aby nikdo nezůstal opomenut. Při transformaci hrají klíčovou úlohu vnitrostátní rozpočty. Větší využívání ekologických rozpočtových nástrojů pomůže přesměrovat veřejné investice, spotřebu a zdanění na ekologické priority a vyhnout se škodlivým dotacím.

Pro dosažení cílů EGD jsou zásadní nové technologie, udržitelná řešení a průlomové inovace. Aby si EU udržela konkurenční výhodu v oblasti čistých technologií, musí výrazně zvýšit zavádění ve velkém a demonstrace nových technologií napříč odvětvími a na celém jednotném trhu a zároveň vytvořit nové inovativní hodnotové řetězce. Klíčovou úlohu při posilování vnitrostátních veřejných a soukromých investic bude hrát v součinnosti s dalšími programy EU program Horizont Evropa. Nejméně 35 % jeho rozpočtu půjde na financování nových řešení v oblasti klimatu, která jsou důležitá pro provádění EGD. Potřebné výzkumné a inovační úsilí podpoří celá řada nástrojů, které jsou v rámci programu Horizont Evropa k dispozici.

Školy, vzdělávací instituce a vysoké školy mají dobré předpoklady pro to, aby zapojily žáky, rodiče a širší komunitu do změn, které jsou pro úspěšnou transformaci nezbytné. Komise připraví evropský rámec kompetencí, který napomůže rozvoji a hodnocení znalostí, dovedností a postojů v oblasti změny klimatu a udržitelného rozvoje.

EU bude nadále na celém světě prosazovat a provádět ambiciózní politiky v oblasti životního prostředí, klimatu a energetiky. Bude rozvíjet silnější „diplomacii v rámci EGD“ zaměřenou na přesvědčování a podporu druhých k tomu, aby na sebe vzali svůj podíl při podpoře udržitelnějšího rozvoje. EU bude i nadále zajišťovat, aby Pařížská dohoda zůstala nepostradatelným mnohostranným rámcem pro boj proti změně klimatu. EU by rovněž měla posílit stávající iniciativy a spolupracovat se třetími zeměmi na průřezových otázkách týkajících se klimatu a životního prostředí.

Komise zahájí v rámci EGD iniciativu s názvem evropský klimatický pakt, která si klade za cíl informovat, inspirovat a podporovat spolupráci mezi lidmi a organizacemi, a to od celostátních, regionálních a místních orgánů až po podniky, odbory, organizace občanské společnosti, vzdělávací instituce, výzkumné a inovační organizace, stejně jako skupiny spotřebitelů a jednotlivé občany.

## INICIATIVA PRO OBNOVITELNÝ UHLÍK PODPORUJE EVROPSKOU ZELENOU DOHODU

Současné politické zaměření na obnovitelnou energii není dostatečné k dosažení klimatické neutrality do roku 2050. Je třeba se zabývat také využíváním fosilního uhlíku v materiálech, protože uhlík obsažený v chemikáliích a materiálech je náchylný k tomu, že skončí dříve nebo později v atmosféře. Pouze úplným vyřazením dalšího fosilního uhlíku do roku 2050 se dosáhne plánovaného snížení celkových emisí skleníkových plynů a dojde k uhlíkově neutrální ekonomice.

**Iniciativa pro obnovitelné zdroje uhlíku** (RCI) podporuje Zelenou dohodu a nový plán **Evropské komise** [1] snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů v EU nejméně o 55 % ve srovnání s úrovní z roku 1990. Tato úroveň pro příští desetiletí má nasměrovat EU na cestu k dosažení klimatické neutrality do roku 2050 a má být základem pokračujícího globálního vedení EU před příští konferencí **OSN** o klimatu (COP26).

Jak opakovaně vysvětlovala Evropská komise, jádrem tohoto úsilí bude energetický systém. Celá kampaň je postavena na zvýšení energetické účinnosti a podílu obnovitelné energie a posílení norem CO<sub>2</sub> pro silniční vozidla. To však nestačí ke snížení celkových emisí skleníkových plynů a vytvoření uhlíkově neutrální ekonomiky.

Je nanejvýš důležité, aby se politika posunula od obnovitelných zdrojů energie a strategií dekarbonizace. Chemikálie, plasty a další organické materiály jsou ze své podstaty založeny na uhlíku, dnes hlavně na fosilním uhlíku. A hrají zásadní roli v našem životě dnes a budou také v budoucnu. Využívání fosilního uhlíku v materiálech je třeba řešit také klimatickými strategiemi, protože uhlík obsažený v molekulách chemikálií, plastů a materiálů je náchylný k tomu, že dříve či později skončí v atmosféře.

K dnešnímu dni je 80 % celosvětových emisí skleníkových plynů výsledkem dodatečného zpracování fosilního uhlíku ze země. Předpokládá se, že emise CO<sub>2</sub> v chemickém průmyslu budou v roce 2050 tvořit až 50 % všech emisí z fosilních paliv, ale evropská politika se jimi výslovně nezabývá. Dokonce i nová chemická strategie EU, která je obecně označována za nejpřísnější regulaci chemických látek, se zaměřuje pouze na

účinky chemických látek na zdraví a zcela ignoruje fosilní emise CO<sub>2</sub> a škody způsobené změnou klimatu. Pro politiky promarněná příležitost řešit neviditelnou, ale obrovskou uhlíkovou stopu chemických látek.

Cílové klimatické neutrality EU dosáhne pouze úplným zrušením tohoto dodatečného fosilního uhlíku do roku 2050. Iniciativa pro obnovitelný uhlík (RCI) proto požaduje rozšíření evropské zelené dohody na odvětví materiálů prostřednictvím komplexní strategie pro obnovitelný uhlík. Ekvivalentem dekarbonizace v energetickém sektoru je přechod na obnovitelný uhlík v chemickém a plastikářském průmyslu. Strategie v oblasti obnovitelných zdrojů uhlíku proto doplňuje strategii dekarbonizace. Ideálním cílem je, aby do roku 2050 byl fosilní uhlík v odvětvích, která sama o sobě nemohou být dekarbonizována, zcela nahrazen obnovitelným uhlíkem, kterým je uhlík z alternativních zdrojů, což jsou všechny druhy biomasy, přímé využití CO<sub>2</sub> včetně emisí recyklovaného uhlíku a recyklace. Tato zásadní změna v chemickém průmyslu je považována za jediný způsob, jak se mohou chemikálie, plasty a jiné organické materiály stát udržitelnými, šetrnými ke klimatu a součástí oběhového hospodářství, tj. součástí budoucnosti v uhlíkově neutrální ekonomice.



Na trhu roste poptávka po výrobcích, které se obejdou bez fosilního uhlíku a místo toho se spoléhají na obnovitelný uhlík. Zatím neexistuje žádná politická podpora. Vzhledem k tomu, že Mezinárodní energetická agentura letos v létě předpověděla, že chemický průmysl spotřebuje v roce 2050 50 % světové ropy, a vzhledem k tomu, že energetický sektor bude stále více dekarbonizován, je vidět význam přechodu na obnovitelný uhlík pro chemický průmysl.

Členové RCI podporují rozvoj strategie pro obnovitelné zdroje uhlíku s cílem rozšířit evropskou zelenou dohodu na odvětví materiálů a propojit tyto body s dalšími příslušnými politikami, jako je akční plán pro oběhové hospodářství. Jsou příkladem tím, že již dnes více využívají proudy biomasy, CO<sub>2</sub> a recyklovaného uhlíku. Všechny tři alternativní zdroje uhlíku mohou společně tvořit oběhovou obnovitelnou uhlíkovou ekonomiku, která bude schopna přetvořit současný petrochemický průmysl. To by nejen drasticky snížilo emise skleníkových plynů, ale také by to podpořilo šest ze 17 cílů udržitelného rozvoje Organizace spojených národů.

RCI byla založena 23. září 2020. Iniciativu založilo jedenáct předních společností [2] ze šesti zemí pod vedením německého institutu **Nova**. Cílem této iniciativy je podpora a urychlení přechodu od fosilního uhlíku k obnovitelnému uhlíku pro všechny organické chemikálie a materiály. Iniciativu osobně podporuje více než 150 předních odborníků.

» Zdroje:

- [1] Tisková zpráva ze dne 17. září 2020, Brusel: „Stav Unie: Komise zvyšuje ambice v oblasti klimatu a navrhuje snížení emisí o 55 % do roku 2030“ ([https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_20\\_1599](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1599), poslední přístup: 2020-09-30)
- [2] <https://renewable-carbon-initiative.com/core-advisory-board>

## SIEMENS A LINDE USILUJÍ O URYCHLENÍ DEKARBONIZACE V PETROCHEMII

Společnosti **Siemens Energy** a **Linde Engineering** uzavřely strategické partnerství, v jehož rámci obě společnosti využijí svá portfolia k výrobě a optimalizaci technologií a zařízení ke zlepšení udržitelnosti petrochemických jednotek.

V rámci dohody o spolupráci obě společnosti využijí svá doplňková portfolia a kompetence k výzkumu, vývoji a optimalizaci technologií pro zvýšení udržitelnosti a výkonnosti petrochemických zařízení. Společnosti společně provedou studie, které prozkoumají, jak lze kombinovat technologie společností Siemens Energy a Linde Engineering s cílem usnadnit dekarbonizaci petrochemických závodů prostřednictvím snížení emisí a zvýšení energetické účinnosti, například optimalizací spotřeby energie a páry.

Mezi konkrétní oblasti, které budou hodnoceny, patří mimo jiné použití produktů společnosti Siemens Energy, včetně plynových turbín, parních turbín, kompresorů a generátorů s technologií parního krakování Linde Engineering a souvisejících procesů pro výrobu, čištění a separaci olefinů. Společnosti také prozkoumají, jak lze využít obnovitelné technologie a skladování energie k podpoře dekarbonizačních iniciativ zákazníků. Mezi další klíčové oblasti, které budou zaměřeny na zlepšení, patří dostupnost a provozuschop-

nost zařízení, údržba, provozní náklady, kapitálové náklady a dodržování předpisů.

Klíčové kompetence a technologická portfolia společností Siemens Energy a Linde Engineering se velmi doplňují. Zkušenosti s navrhováním a budováním nízkoemisních energetických systémů spolu s odbornými znalostmi společnosti Linde Engineering v technologii parního krakování a dalších navazujících procesů umožní získat Siemensu obrovský přínos pro zákazníky v petrochemii, kteří jsou pod silným tlakem na snižování nákladů a dekarbonizaci.

Partnerství je postaveno na dlouhodobých a důvěryhodných obchodních vztazích, které si společnosti Siemens a Linde Engineering udržují po celá desetiletí. Představuje klíčový krok, který pomáhá průmyslovému odvětví směřovat k udržitelnější a výnosnější budoucnosti a nabízí zákazníkům efektivnější řešení pro výrobu ethylenu.

» [www.linde-gas.com](http://www.linde-gas.com), [www.siemens.com](http://www.siemens.com)

## PROJEKT TRANE A HONEYWELL PRO ÚSPORY NÁKLADŮ V OBLASTI NÍZKOUHLÍKOVÉHO TEPLA A ENERGIE

Trane®, značka globální novátorské společnosti **Trane Technologies** zabývající se klimatem, společně se společností **Honeywell** oznámily, že poskytnou své technologie pro průlomový projekt zajišťující úsporu nákladů v oblasti nízkouhlíkového tepla a energie poskytovaných veřejným budovám a firmám ve skotském městě Stirling. Projekt oblastní tepelné sítě vyvinutý v partnerství se společností **Scottish Water Horizons** a radou města Stirling s podporou programu Low Carbon Infrastructure Transition Programme (LCITP) skotské vlády využívá řadu obnovitelných zdrojů energie včetně odpadních vod z čistírny odpadních vod ve městě Stirling. Projekt může ročně ušetřit až 381 tun uhlíku, a je v souladu se skotským závazkem stát se do roku 2045 společností s čistými nulovými emisemi uhlíku.

Tato technologie, která v rámci jediného vysoce efektivního procesu využívá při výrobě tepla a elektrické energie opětovné získávání tepla ze splaškových a odpadních vod společně se zařízením pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny (CHP), je ve Velké Británii první svého druhu. Technologie tepelného čerpadla od společnosti Trane získává teplo ze splaškových a odpadních vod, a využívá přitom chladivo společnosti Honeywell s ultra nízkým potenciálem globálního oteplování (GWP). Zařízení se nachází v energetickém centru, které vlastní a provozuje společnost Scottish Water Horizons, a dodává do oblastní tepelné sítě nízkouhlíkové teplo se sníženými náklady na energii.

Projekt Stirling je v souladu se závazkem udržitelnosti společnosti Trane Technologies. Spočívá v příslibu omezit emise CO<sub>2</sub> zákazníků o jednu miliardu metrických tun zvýšením udržitelnosti způsobu, jakým svět vytápí a ochlazuje budovy a přepravuje chlazené potraviny, léky a další zboží podléhající zkáze.

Řešení tepelných čerpadel Trane jsou považována za obnovitelné zdroje energie, protože využívají volně dostupnou energii přítomnou v okolním vzduchu a zdrojích podzemní vody. Dosahují teploty teplé vody až 80 stupňů Celsia využitím chladiva Solstice ze (R-1234ze) s ultra nízkým GWP od společnosti Honeywell.

Obr.: Technologická část projektu Stirling



Chladivo Solstice ze má ultra nízký potenciál globálního oteplování (GWP) o hodnotě menší než 1 a je založeno na hydrofluoro-olefinové (HFO) technologii společnosti Honeywell, která nepoškozuje ozonovou vrstvu. Chladivo Solstice ze je navrženo pro střednětlaká chladicí zařízení používaná k chlazení velkých budov, v projektech infrastruktury, procesních chladicích zařízeních v chladicích aplikacích, pro oblastní chlazení a vytápění, ORC (organický Rankinův cyklus), tepelná čerpadla pro vysoké teploty a nezávislé chladicí skříně pro střední teploty.

» [www.tranetechnologies.com](http://www.tranetechnologies.com),  
[www.honeywellprocess.com](http://www.honeywellprocess.com),  
[www.scottishwaterhorizons.co.uk](http://www.scottishwaterhorizons.co.uk)

## UDRŽITELNÁ VÝROBA P-XYLENU

Limonády, džusy a minerální vody se často dodávají v PET lahvích. I když jsou praktické a funkční, jejich výroba je složitá a nemusí být nutně udržitelná. Výchozím materiálem pro výrobu surovin, které se používají k výrobě nasycených polyesterů, jako je polyetylen tereftalát je p-xylen. Dodnes je výroba p-xylynu stále založena na fosilních surovinách. p-xylen je považován za jeden z nejdůležitějších stavebních kamenů v průmyslu polymerů. V roce 2015 bylo použito přibližně 37 milionů tun p-xylynu, zejména na výrobu PET a polyesterových vláken. Tato čísla velmi jasně ukazují, že existuje velká potřeba selektivní syntézy p-xylynu z obnovitelných surovin.

Tým „Biorafinérie a udržitelná chemie“ v **Institutu Maxe Plancka** v Postupimi nyní vyvinul zelený a udržitelný postup selektivní syntézy p-xylynu. Tento přístup zahrnuje heterogenně katalyzovanou reakci tří v jednom: Diels-Alderovu cykloadici biologicky odvozeného 2,5-dimethylfuranu na kyselinu akrylovou, dehydrataci za vzniku fenylového kruhu a konečnou dekarboxylaci na p-xylen v kontinuálním průtočném reaktoru.

Výsledkem tohoto procesu je velmi cenná směs produktů složená z 83 % p-xylynu a 17 % kyseliny 2,5-dimethylbenzoové, kterou lze snadno oddělit díky rozdílným bodům varu. Tento nový přístup umožní v budoucnu syntézu zelených, udržitelných a biologicky odbouratelných polymerů, které umožní například výměnu surovin pro výrobu obalových materiálů, jako jsou plastové lahve, a textilních vláken pocházející z fosilních surovin.

Orig. publ.: Mendoza Mesa, J. A., Brandi, F., Shekova, I., Antonietti, M., Al-Najji, M., p-Xylene from 2,5-dimethylfuran and acrylic acid using zeolite in continuous flow system, *Green Chemistry*, 2020, DOI: 10.1039/D0GC01517B

» [www.mpikg.mpg.de](http://www.mpikg.mpg.de)

## KATALYZÁTOR NAPODOBUJÍCÍ PŘÍRODNÍ PROCESY ŠTĚPENÍ PLASTŮ

I když recyklace plastů není nová věda, současné procesy se ekonomicky nevyplácí, odpadní plasty se recyklují do méně kvalitního a méně užitečného materiálu. Je to výzva, která je i nadále překážkou při řešení rostoucí globální krize znečištění plasty na jedno použití.

Multiinstitucionální tým vědců vedený laboratoři **Ames** amerického ministerstva energetiky vyvinul katalyzátor první svého druhu, který je schopen zpracovávat polyolefinové plasty, jako je polyetylen a polypropylen, typy polymerů široce používané v takových výrobcích, jako jsou plastové tašky na potraviny, obaly na mléko, lahve na kosmetiku, hračky a nádoby na jídlo. Výsledkem procesu jsou jednotné a vysoce kvalitní komponenty, které lze použít k výrobě paliv, rozpouštědel a mazacích olejů, produktů, které mají vysokou hodnotu a mohly by potenciálně z těchto a dalších použitých plastů udělat využitý zdroj.

Unikátní proces se opírá o technologii nanočástic. Wenyu Huang, vědec z laboratoře Ames, navrhl mezoporézní nanočástice oxidu křemičitého sestávající z jádra platiny s katalytickými aktivními místy, obklopené póry oxidu křemičitého, kterými procházejí dlouhé polymerní řetězce ke katalyzátoru. Díky této konstrukci je katalyzátor schopen držet a štěpit delší polymerní řetězce na konzistentní, jednotné kratší kusy, které mají největší potenciál recyklovat na nové, užitečnější konečné produkty. Tento typ procesu řízený katalyzátorem ještě nikdy nebyl navržen na bázi anorganických materiálů. Vědci dokázali, že katalytický proces je schopen provést několik identických depolymerizačních kroků na stejné molekule, než ji uvolní.

NMR měření v pevné fázi umožnila týmu zkoumat aktivitu katalyzátoru v atomovém měřítku a měření potvrdila, že dlouhé polymerní řetězce se snadno pohybovaly póry katalyzátoru způsobem podobným enzymatickým procesům, které se vědci snažili napodobit.

» *Orig. publ.: Tennakoon A. et al., Catalytic upcycling of high-density polyethylene via a processive mechanism, Nature Catalysis, 2020*

## INEOS STYROLUTION SE ANGAŽUJE V RECYKLAČNÍCH TECHNOLOGIÍCH STYRENU

**INEOS Styrolution**, globální lídr v oblasti styrenu, oznámil, že přispěje k výzkumnému projektu **Remove2Reclaim** – recyklaci plastů a oxidu titaničitého pomocí pokročilých technik rozpouštění a separace pro odstraňování aditiv plastů. Spolupráce s předními evropskými výzkumnými ústavami v rámci projektu umožní společnosti získat odborné znalosti týkající se recyklace prostřednictvím rozpouštění.

Projekt **Remove2Reclaim** si klade za cíl vyvinout inovativní extrakční cesty založené na rozpouštědlech k odstranění aditiv, jako je oxid titaničitý, z různých polymerních matic a vedoucí k opětovnému použití oxidu titaničitého i polymeru v nových produktech. Cílené polymery v projektu zahrnují polystyren, HIPS (vysoce odolný polystyren) a ABS (akrylonitril-butadien-styren). Pro **INEOS Styrolution** cesta rozpouštění

doplňuje stávající projekty recyklace mechanickou cestou a depolymerizací a rozšiřuje pochoopení široké škály recyklačních technologií dostupných pro styren.

Společnost **INEOS Styrolution** se zavázala k oběhové ekonomice styrenu. Hlavním cílem je mechanická recyklace materiálů, jako jsou ABS a polystyren, a pokročilé recyklační technologie, zejména depolymerizace polystyrenu. Projekt **Remove2Reclaim** poskytuje příležitost získat ucelený obraz zkoumáním dalších recyklačních technologií, jako je rozpouštění. Souběžně s tím **INEOS** optimalizuje úsilí v oblasti mechanické recyklace a soustředí se na komercializaci recyklovaného polystyrenu prostřednictvím depolymerizace.

**Remove2Reclaim** je financován **Vlámskou agenturou pro inovace a podnikání (VLAIO)** a je organizován pod záštitou vlámské klastrové skupiny **Catalisti**. Mezi výzkumné partnery patří **Ghent University, Katholieke Universiteit Leuven** a také **VITO** (Vlámský institut pro technologický výzkum v Mol) a **Centexbel** (Kortrijk-Gent). **INEOS Styrolution** se stává jedním z pěti průmyslových partnerů angažovaných v tomto projektu.

» [www.ineos-styrolution.com](http://www.ineos-styrolution.com)

## BIOLOGICKY ODBOURATELNÉ PĚNOVÉ PLASTY

Biologicky odbouratelné plasty jsou velkým trendem. Stále však existuje jen velmi málo udržitelných alternativ pro výrobky obsahující pěnový plast. Pracovnice **Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH)** Zuzana Šedivá vyvíjí proces, který by jednoho dne mohl být použit k výrobě pěnových plastů biologicky odbouratelných.

Vědci z **ETH** vyvíjejí metodu, pomocí které lze bioodpad zpracovat na biologicky rozložitelné pěnové plasty, které lze použít v automobilovém průmyslu nebo ve stavebnictví, ale také k výrobě podrážek, hraček, podložek na jógu, obalů nebo matrací. Jinými slovy, pro jakýkoli výrobek, který vyžaduje pružnou tlumící vlastnost poskytovanou pěnovými materiály.

V současné době tyto materiály stále bývají vyráběny z fosilních zdrojů s přidáním syntetických materiálů. Výsledné produkty mají obrovský dopad na životní prostředí, protože rozpad plastů na mikročástice trvá desítky let nebo dokonce staletí a nikdy se úplně nerozpadnou. Dále je velmi náročné recyklovat výrobky z pěnového plastu.

Řešení Z. Šedivé je udržitelné ve dvou ohledech: zaprvé, biomasa použitá v jejím procesu je přírodní odpadní produkt, který částečně pochází ze zemědělství. Není tedy nutná žádná další kultivace půdy. Zadruhé, organický pěnový materiál se rozpadá mnohem rychleji než běžný pěnový plast.

Bioplasty vzkvétají, objemy celosvětové produkce rostou každý rok přibližně o 20 až 30 procent. V současnosti však existuje jen velmi málo udržitelných alternativ k pěnovému plasty, zejména proto, že chemický výrobní proces vyžaduje suroviny s velmi specifickými vlastnostmi. Konvenční plast začne pění, když je přidán hnací plyn, obvykle za vysoké teploty a tlaku. Naproti tomu organický odpad je obvykle citlivý na teplo a nelze ho zpracovat při tak vysokých teplotách. Je velmi obtížné dosáhnout požadované elasticity pěny pomocí biomasy.

Zuzana Šedivá navrhuje použití nového hnacího plynu, který se přidává během výrobního procesu a umožňuje biomase pění při nižších teplotách.

Hnací plyn je zcela zelený, na rozdíl od syntetických přísad používaných při výrobě pěnových plastů. Je založen na směsi plynu a vody. Zuzana Šedivá vyvinula plynnou směs v rámci své disertační práce na **ETH** v Curychu. V loňském roce na ni podala ve spolupráci s **ETH** patent.

**Obr.: Zuzana Šedivá chce vyrábět pěnové materiály z organického odpadu. (Foto: Stefan Weiss, partners in GmbH / ETH Zurich)**



Pokud mají pěnové materiály vyrobené z organického odpadu dosáhnout vysoké úrovně pružnosti, je třeba dodržovat přesný výrobní postup. To zahrnuje speciálně navrženou hnací látku, přesné složení organického odpadu a specifický výrobní proces.

V rámci svého pobytu na **ETH** nyní Z. Šedivá zdokonaluje svou metodu průmyslového využití. Jedna věc, kterou již ví, však je, že výroba nové hnací látky ve velkém množství nebude problémem. V současnosti mohou vyrobit 60, možná i 100 litrů pěny za hodinu. Chtějí to dokázat v příštích několika měsících. To by tak splnilo jeden z požadavků, aby se bioplast stal úspěšným nejen v laboratoři, ale také na trhu.

Další výhodou metody Z. Šedivé je její kompatibilita s tradičními procesy používanými k výrobě pěnových plastů, takže potenciální zákazníci nepotřebují další infrastrukturu. Potenciální klienti budou podle ní záviset na ochotě zapojit se do pilotních projektů. V současné době hledají průmyslové partnery. Zuzana Šedivá vyrostla v České republice a přijela studovat biochemii do Švýcarska. Ve své disertační práci se podařilo Z. Šedivé prokázat, že její propelen na bázi plynu a vody je účinným prostředkem pro výrobu pěnového materiálu.

» [www.ethz.ch](http://www.ethz.ch)

## KOSMETICKÁ LÁHEV VYROBENÁ Z EMISÍ CO<sub>2</sub>

V rámci svého inovativního partnerství uvedly společnosti **LanzaTech, Total** a **L'Oréal** ve světové premiéře první obal respektujícího principy udržitelnosti, který byl vyroben ze zachycených a recyklovaných uhlíkových emisí. Úspěšný proces transformace probíhá ve třech krocích:

- **LanzaTech** zachycuje průmyslové uhlíkové emise a transformuje je na ethanol pomocí jedinečného biologického procesu.
- **Total**, díky inovativnímu dehydratačnímu procesu vyvinutému společně s **IFP Axens**, přeměňuje ethanol na ethylen a následně polymerací na polyetylen, který má stejné technické vlastnosti jako materiál získaný z fosilních zdrojů.
- **L'Oréal** používá tento polyetylen k výrobě obalů se stejnou kvalitou a vlastnostmi jako konvenční polyetylen.



Generální ředitelka LanzaTech Jennifer Holmgren řekla: „Naše partnerství je založeno na společném cíli vytvořit čistší planetu pro všechny. Jsme vděční společností L'Oréal i Total za jejich závazek snížit uhlíkovou stopu jejich činnosti. Společně můžeme snížit uhlíkovou stopu obalů přeměnou uhlíkových emisí na užitečné produkty, díky čemuž se stávají produkty založené na „uhlíku na jedno použití“ minulostí.“

Valerie Goff, viceprezidentka pro polymery, Total, se připojila: „Toto partnerství je vynikajícím příkladem spolupráce mezi průmyslovými firmami při vývoji plastů budoucnosti vyrobených z recyklovaného uhlíkatého materiálu a splňuje silnou poptávku našich zákazníků. Vývoj této nové cesty zaměřené na zhodnocování emisí uhlíku z průmyslové výroby k závazku skupiny přispívá také k závazku skupiny dostat se v Evropě do roku 2050 na čistou nulu.“

Jacques Playe Packaging & Development Director ve společnosti L'Oréal, uvedl, že „L'Oréal neustále vylepšuje ekologickou stopu svých obalů. Touto inovací, která přeměňuje emise uhlíku na polyethylen, usilujeme o vyvinutí nového udržitelného řešení obalů. Máme ambice použít tento udržitelný materiál v naší lahvi šamponu a kondicionéru do roku 2024 a doufáme, že se k nám při používání této průlomové inovace přidají i další společnosti.“

Odbornost společnosti LanzaTech v oblasti rozšiřování fermentace, design reaktoru, strojové učení a syntetické biologie umožnily společnosti komercializovat proces recyklace a prokázat výrobu více než 100 různých chemikálií. S globálními investory a partnery má LanzaTech řadu komerčních projektů po celém světě a pracuje napříč dodavatelským řetězcem na poskytování nových cirkulárních řešení ke zmírnění uhlíku produkci spotřebního zboží, které by jinak pocházely z čerstvých fosilních zdrojů.

» [www.lanzatech.com](http://www.lanzatech.com)

## NOVÝ MATERIÁL PRO SEPARACI CO<sub>2</sub> ODPADNÍCH PLYNŮ

Chemici na univerzitě v Bayreuthu vyvinuli materiál, který by mohl významně přispět k ochraně klimatu a udržitelné průmyslové výrobě. S tímto materiálem lze plyný oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) oddělit od průmyslových odpadních plynů, zemního plynu nebo bioplynu, a tím jej zpřístupnit k recyklaci. Proces separace je energeticky účinný i nákladově efektivní. V časopise *Cell Reports Physical Science* vědci prezentují strukturu a funkci materiálu.

„Zelená dohoda“, kterou představila **Evropská komise** v roce 2019, požaduje, aby se čisté emise skleníkových plynů v EU do roku 2050 snížily na nulu. To vyžaduje inovativní procesy, které mohou oddělit a zadržet CO<sub>2</sub> z odpadních plynů a jiných směsí plynů, aby se neuvolňoval do atmosféry. Materiál vyvinutý v Bayreuthu má oproti předchozím separačním procesům jednu zásadní výhodu. Je schopen zcela odstranit CO<sub>2</sub> ze směsí plynů bez chemické vazby CO<sub>2</sub>. Těmito směsí plynů mohou být odpadní plyny z průmyslových zařízení, ale také zemní plyn nebo bioplyn. Ve všech těchto případech se CO<sub>2</sub> hromadí v pórech materiálu pouze v důsledku fyzikální interakce. Odtamtud jej lze uvolnit bez velkých výdajů energie a znovu jej zpřístupnit jako zdroj pro průmyslovou výrobu. Proces separace tedy funguje podle principu fyzikální adsorpce. Stejně

jako prostorná skladovací nádrž může být nový materiál energeticky účinným způsobem naplněn oxidem uhličitým a znovu vyprázdněn. V laboratořích v Bayreuthu byl adsorbent navržen tak, aby oddělil pouze plyný CO<sub>2</sub> od nejrůznějších směsí plynů.

Nový sorbent je anorganicko-organický hybrid. Chemickým základem jsou jílové minerály skládající se ze stovek jednotlivých skleněných destiček. Tloušťka destičky je jeden nanometr a destičky jsou uspořádány přesně jedna nad druhou. Mezi jednotlivými vrstvami jsou organické molekuly, které fungují jako distanční rozpěrky. Jejich tvar a chemické vlastnosti byly vybrány tak, aby vytvořené póry byly optimálně přizpůsobeny k akumulaci CO<sub>2</sub>. Pouze molekuly oxidu uhličitého mohou proniknout do systému pórů sorbentu a být tam zadrženy. Naproti tomu metan, dusík a další složky výfukových plynů musí kvůli velikosti svých molekul zůstat mimo póry. Vědci použili takzvaný efekt molekulárního síta ke zvýšení selektivity sorbentu pro CO<sub>2</sub>. V současné době pracují na vývoji membránového systému založeného na jílových minerálech, který umožňuje kontinuální, selektivní a energeticky účinnou separaci CO<sub>2</sub> ze směsí plynů. Vývoj hybridního sorbentu šitého na míru pro oddělování a dodávku CO<sub>2</sub> byl umožněn díky speciálnímu měřicímu systému zřízenému v laboratořích v Bayreuthu, který umožňuje přesné stanovení množství adsorbovaných plynů a selektivity adsorpčního materiálu. To umožnilo realistickou reprodukci průmyslových procesů. Hybridní materiál splnil všechna kritéria týkající se hodnocení průmyslových procesů na separaci CO<sub>2</sub>. Může být vyroben nákladově efektivně a významně přispívá ke snížení průmyslových emisí oxidu uhličitého, ale také ke zpracování bioplynu a zemního plynu.

Orig. publ.: Riess M., Siegel R., Senker J., Breu J., Diammonium-Pillared MOPS with Dynamic CO<sub>2</sub> Selectivity, *Cell Reports Physical Science*, 2020

» [www.uni-bayreuth.de](http://www.uni-bayreuth.de)

## MINAKEM ZÍSKAL OCENĚNÍ PIERRA POTIERA ZA KONTINUÁLNÍ CHEMICKÝ PROCES

Společnost **Minakem** získala ocenění Pierra Potiera za rok 2020 za chemický proces s kontinuálním průběhem, který vyvinula za účelem výroby speciálního biologického rozpouštědla, které využívá rostlinný odpad, zejména stonky kukurice nebo zbytky cukrové třtiny.

„Minakem je nesmírně poctěn, že obdržel cenu Pierra Potiera, jedno z nejvyšších vyznamenání v oboru pro mezinárodní chemické profesionály a akademickou obec,“ řekl Jean-Louis Brayer, ředitel výzkumu ve společnosti Minakem. „Děkujeme hodnotícímu panelu za uznání našeho kontinuálního procesu, což svědčí o naší dynamice a trvalém závazku investovat do chemie zpracování biomasy, která nám umožňuje vyvíjet procesy a produkty nejvyšší kvality. Chemie a průmysl jsou vektory pro změnu životního prostředí. Vážíme si zvýšeného povědomí veřejnosti o využití organického odpadu, které toto ocenění zdůrazňuje.“

Vývoj společnosti Minakem v oblasti biologického rozpouštědla 2-metyltetrahydrofuranu (2-Me THF) je v souladu se strategií **Evropské komise** v oblasti biohospodářství, jejímž cílem je zlepšit a rozšířit udržitelné využívání obnovitelných zdrojů a řešit místní a globální udržitelný rozvoj.

Prostřednictvím kontinuálního chemického procesu se společnost Minakem stala předním světovým výrobcem 2-Me THF, který nahrazuje chlorovaná rozpouštědla jako reakční rozpouštědlo nebo jako extrakční rozpouštědlo v nebezpečných prostředích.

Díky svým vlastnostem má 2-Me THF na biologické bázi uplatnění i při výrobě dalších klíčových rozpouštědel, jako je zelený propylenglykol (Penttiol Green), používaný v kosmetickém průmyslu. Dalším produktem získaným od furanu za použití zeleného procesu je DMDHF (Dimetoxydihydrofuran), používaný jako meziprodukt pro farmaceutické produkty. Je vyvinut za pomoci elektrooxidační technologie.

Zatímco kontinuální chemické procesy jsou po celá desetiletí široce používány v ropném a chemickém průmyslu, jedná se o relativně nový koncept v čisté chemii a farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. Příchod nových technologií s požadavky na účinnou tepelnou výměnu obtížně realizovatelnou v dávkovém režimu spustil vývoj chemických procesů s kontinuálním průběhem.

Cena Pierra Potiera, kterou založilo v roce 2006 **Ministerstvo hospodářství, financí a průmyslu Francie** a nyní ji spravují **Nadace Maison de la Chimie** a **France Chimie**, zdůrazňuje a odměňuje chemické iniciativy podporující udržitelný rozvoj a rozvoj ekologicky odpovědných přístupů. Tato cena, kterou uděluje skupina klíčových osobností z výzkumu, průmyslu a ministerstva, se stala důležitým měřítkem pro organizace podporující podnikání v chemických oborech. Pierre Potier a jeho kolegové obdrželi uznání za to, že v 70. letech vytvořili nástroje pro vývoj léků, které vedly k vývoji léku Taxotere.

» [www.francechimie.fr/prix-pierre-potier](http://www.francechimie.fr/prix-pierre-potier),  
[www.minakem.com](http://www.minakem.com)

## SLEDOVÁNÍ CHEMICKÝCH LÁTEK VZBUZUJÍCÍCH OBAVY – DATABÁZE SCIP PŘIPRAVENA K POUŽITÍ

Průmysl nyní může do databázi SCIP **Evropské chemické agentury** (ECHA) předkládat informace o látkách vzbuzujících velmi velké obavy. Cílem je zvýšit bezpečnost recyklace výrobků a zlepšit informace o nebezpečných chemických látkách ve výrobcích.

Databáze SCIP byla spuštěna v říjnu a společnosti mohou předkládat údaje o látkách ve svých výrobcích vzbuzujících mimořádné obavy (SVHC). Rámcová směrnice o odpadech požaduje, aby společnosti předkládaly své údaje od 5. ledna 2021. Spotřebitelé a provozovatelé odpadu mohou k údajům přistupovat a používat je od února 2021.

Je potřeba vědět více o nebezpečných chemických látkách ve výrobcích, aby mohly být bezpečně recyklovány. To je klíčem k lepšímu oběhovému hospodářství a zásadní pro fungování Zelené dohody EU. Zvýšené znalosti chrání pracovníky, občany a životní prostředí, pomáhají spotřebitelům dělat bezpečnější rozhodnutí a povzbuzují průmysl, aby nahradil nebezpečné chemikálie bezpečnějšími. Databáze byla vyvinuta v úzké spolupráci se zúčastněnými stranami a specializovanou skupinou uživatelů IT s více než 60 členy ECHA. Na základě zpětné vazby od odvětví obsahuje databáze mechanismy, které společností zjednodušují práci.

» [www.echa.europa.eu](http://www.echa.europa.eu)

## SPOLANA SPUSTILA NOVOU PLYNOVOU TEPLÁRNU A VÝRAZNĚ SNÍŽILA EMISE

Neratovická společnost **Spolana**, která patří do rafinérské a petrochemické skupiny **Unipetrol**, uvedla do provozu novou teplárnu sloužící pro výrobu páry nezbytné pro provoz areálu. Celková investice dosáhla 200 milionů korun.

„Nová kotelná na zemní plyn nahradila stávající teplárnu spalující hnědé uhlí. Ta byla vyřazena z provozu a postupně bude demontována ve shodě s platným integrovaným povolením,“ vysvětluje Miroslav Falta, jednatel společnosti Spolana, a dodává: „Přechodem z hnědého uhlí na zemní plyn a instalací moderních kotlů došlo k výraznému snížení objemu látek vypouštěných do ovzduší. Emise oxidu siřičitého klesnou o 99 %, emise prachu a oxidů dusíku o 90 % a emise oxidu uhelnatého o 60 %.“

**Obr.: Nová plynová teplárna ve Spolaně**



Výstavba teplárny byla zakázkou na klíč a zahrnovala veškeré stavební práce včetně instalace dvou parních kotlů na zemní plyn o výkonu 2 x 35 tun páry za hodinu, řídicího systému, napojení na parovody a přípravu redukčních stanic. Realizaci provedlo konsorcium společností **ČEZ Energetické služby** z holdingu **ČEZ ESCO** a **Envir & Power Ostrava**.

„Doba uhelná v Česku i v Evropě postupně končí a také závodní energetiky budou přecházet na ekologičtější paliva s menšími emisemi škodlivých látek i CO<sub>2</sub>, podobně jako Spolana. Zájem o tato řešení roste a my jsme i díky nim jednička na trhu průmyslové energetiky v Česku,“ říká generální ředitel ČEZ ESCO Kamil Čermák.

Největší výzvou během celé stavby byla instalace dvou plynových kotlů o velikosti 10 x 5 metrů a hmotnosti 162 tun v listopadu 2018. Kotle o výkonu 70 tun páry za hodinu byly vyrobeny společností **Bosch Industriekessel GmbH** v německém Gunzenhausenu nedaleko Norimberku. Jejich transport do 400 km vzdálených Neratovic trval pět dní a kvůli dopravním omezením způsobeným nadměrnou velikostí nákladu se celková cesta transportu prodloužila na 550 km.

„Tým našich odborníků ve spolupráci s Policií České republiky převoz kotlů pečlivě plánoval po dobu několika týdnů. Transport byl zajištěn nízkopodlažní soupravou se speciálním hydraulickým návěsem pro nadrozměrné náklady, díky němuž lze upravovat aktuální výšku celé soupravy. Ta se musela cestou vejít pod deset nízkých mostů. Celková délka soupravy byla 34 metrů,“ popsal složitý transport Miroslav Falta a dodal: „Aby náklad projel vstupní branou, museli jsme ubourat plot, vyštěrkovat okolí vrátnice a dočasně demontovat stojany se čtečkami vstupních karet.“

» [www.unipetrol.cz](http://www.unipetrol.cz)

## EXPLOZIA: DRUHOU VLNU EPIDEMIE JSME ZVLÁDLI

Současná doba koronavirová se nás dotýká na mnoha frontách, ať už jde o omezení setkávání se s lidmi, nákupů nebo sportovních a kulturních akcí. Dopad má situace kolem nemoci Covid-19 také na výrobní podniky, které se snaží své zaměstnance před nákazou chránit a tím tak zajistit plynulý chod výroby. Pardubická **Explosia** šla v boji proti epidemii odvážnou, i když finančně náročnou cestou a zdá se, že výrobce výbušnin uspěl. Alespoň zatím.

Už první vlna epidemie na jaře letošního roku přinesla do Explosie mnohá opatření. Mezi první patřilo zvýšení hygieny v podobě užívání dezinfekce rukou a zajištění roušek pro zaměstnance. Na jejich výrobu byli dokonce někteří zaměstnanci vyčleněni a ušito jich bylo více než šest set. „Ochota některých pracovníků, sehnat materiál na jejich výrobu ve svém volném čase, byla úžasná,“ oceňuje přístup podřízených předseda představenstva Explosie Radomír Krejča. I díky opatřením, ke kterým se brzo přidal například zákaz návštěv nebo práce na home office u zaměstnanců, kde to bylo možné, se podařilo první vlnu ustát bez jakéhokoliv omezení provozu společnosti.

**Obr.: Několik roušek s logem Explosia bylo vyrobeno i v moderním stylu**



Druhá vlna epidemie, která nabrala na síle na začátku podzimu, vyzkoušela připravenost Explosie naplno. Firma zavedla již vyzkoušená opatření, ovšem zvyšující se nárůst nakažených vně i uvnitř společnosti ukazoval, že tentokrát je potřeba přidat další opatření. Těmi se staly PCR testy zaměstnanců, na které společnost objednala specializovanou laboratoř. „Jakmile jsme měli u zaměstnance podezření, že by mohl být nakažen, protože měl i sebemenší příznaky, nebo se v jeho okolí pohyboval někdo, kdo měl nákazu potvrzenou, zaplatili jsme mu test“, popisuje Radomír Krejča. Bezpečnostní technici společnosti okamžitě trasovali dotčené zaměstnance a zajišťovali bezproblémový, a především bezpečný průběh testování, čímž se podařilo vytvořit zhruba třídní náskok oproti hygienickým stanicím, které přístup Explosie následně ocenily. Společnost se díky testování a rychlému trasování podařilo před větším šířením nákazy uchránit a až na menší organizační záležitosti nebyla výroba epidemií dotčena. „Byť nás testy stály více než dvě stě tisíc korun, vydaných peněz nelituje, protože zdraví a bezpečí našich zaměstnanců jsou u nás na prvním místě,“ uzavírá příběh druhé vlny předseda představenstva Explosie.

Odborníci v současné době varují už před možnou třetí epidemiologickou vlnou. V případě, že se jejich prognózy naplní, Explosia hlásí, že s příspěním svých zaměstnanců je připravena jí opět vzdorovat.

» [www.explosia.cz](http://www.explosia.cz)

## UNIPETROLU POMÁHÁ PROTI COVIDU-19

Rafinérská a petrochemická skupina **Unipetrol**, která je součástí kritické infrastruktury České republiky, darovala v podzimní vlně pandemie koronaviru 5 200 litrů dezinfekce potřebným institucím v Praze, Středočeském a Ústeckém kraji. Dezinfekční tekutinu vyrábí přímo **Unipetrol výzkumně vzdělávací centrum** a společně s podnikovými hasiči ji nyní distribuují mateřské, základním a středním školám, neziskovým organizacím podporujícím seniory, handicapované či děti v nouzi. Doposud Unipetrol rozdělil již 34 tisíc litrů. Do pomoci v boji proti nemoci COVID-19 se zapojili rovněž hokejisté **HC VERVA Litvínov**, **Nadace Unipetrol** či síť **Benzina ORLEN**, která na své čerpací stanice instaluje antivirové čističky vzduchu. Od jara letošního roku Unipetrol rozvezl dezinfekci, ochranné prostředky, roušky a občerstvení v hodnotě více než 1,2 milionu korun.

„Již několik měsíců se všichni nacházíme v lehké životní situaci. Nejen v oblasti firemní společenské odpovědnosti jsme rychle přehodnotili naše priority, abychom mohli účinně reagovat na aktuální dění. Soustředíme se i na naše zaměstnance a zákazníky. Jelikož jsme součástí kritické infrastruktury České republiky, je našim úkolem zajišťovat dodávky a prodej pohonných hmot v jakékoliv situaci. Proto jsme na čerpacích stanicích Benzina investovali nad dosavadní účinná hygienická opatření ještě navíc do čističek vzduchu odstraňujících koronavirus,“ uvádí Katarzyna Woś s tím, že bezpečnost pracovníků a zákazníků je vždy na prvním místě. Multifunkční čističky vzduchu odstraňují COVID-19 i ostatní viry a bakterie pomocí UV-C záření. Čištění vzduchu probíhá dvoufázově pomocí vysoce kvalitních elektrostatických filtrů schopných odstraňovat i mikroskopické nečistoty.

» [www.unipetrol.cz](http://www.unipetrol.cz)

## CHEMIČKA SYNTHOMER DAROVALA ŠKOLE KÁDINKY A KAHANY

S měsíčním předstihem se **Základní škola Švabinského** dočkala nadílky, kterou jí připravila sokolovská chemička **Synthomer** v podobě plynových kartuší s ventily a kádinek. To vše poslouží v nové učebně odborných předmětů chemie a fyziky, již má škola k dispozici od letošního září. Dary v hodnotě téměř 11 000 korun předal ředitel Synthomeru Milan Brejchal ředitelce základní školy Lence Černé, učitelce chemie Ivaně Laslopové a starostce Renatě Oulehlové.

Kahany a kádinky slíbila společnost Synthomer škole při slavnostním otevření moderní učebny, jejíž vybudování přišlo město na více než 2,4 milionu korun. A nezůstalo jen u tohoto daru. Chemička nad učebnou rovněž převzala oficiální patronát. Učebna má kapacitu 30 žáků u šesti laboratorních stolů uspořádaných v pěti řadách a s jedním místem pro imobilního žáka. Uprostřed každé řady je skříňka s chemicky odolným dřezem. Každá lavice má elektropanel pro fyzikální pokusy.

Společnost Synthomer už v loňském roce věnovala Základní škole Švabinského 50 000 korun na realizaci projektu pro rozvoj technického vzdělávání žáků. Finanční dar od Synthomeru využila škola zčásti na vytvoření klubovny pro nadané



žáky a zčásti na pořízení materiálů pro výuku, například stavebnice či chemické soupravy. Na začátku letošního školního roku vyslal Synthomer na Základní školu Švabinského rovněž odborníky na bezpečnost a ochranu zdraví. Ti se věnovali žákům šestých a sedmých tříd. Seznámili je kromě jiného s tím, jak bezpečně zacházet s chemikáliemi, které se běžně objevují v domácnostech a nechyběly ani ukázky ochranných prostředků.

Sokolovská chemička pomáhá i dalším školám. Například žáci **Základní školy Rokycanova** obdrželi ochranné pláště a brýle, které mohou využívat při výuce volitelného předmětu chemie. Dar dostala i **Základní škola Křížikova**. Podporovat technické vzdělávání se svými aktivitami snaží chemička zejména proto, že odborníků s technickým vzděláním je nedostatek a pociťuje to právě i Synthomer. Proto se snaží vzbudit zájem o tento obor už u žáků základních škol.

» [www.synthomer.com](http://www.synthomer.com)

## PRVNÍ KOMERČNÍ PRODEJ LUTECIA-177 VYROBENÉHO S POMOCÍ TECHNOLOGIE VYVINUTÉ V ÚOCHB

Americká společnost **SHINE Medical Technologies** oznámila, že uskutečnila první komerční prodej lutecia-177 vyrobeného s využitím technologie vyvinuté v **Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR**. Za technologií stojí Miloslav Polášek se svým týmem, který ji úspěšně otestoval ve spolupráci s výzkumníky z **Ústavu jaderné fyziky AV ČR**. Radioaktivní izotop Lutecium-177 (Lu-177) má velký potenciál uplatnit se v léčbě pacientů s rakovinou.

„Vědecký výzkum umí být někdy hodně frustrující. Když pak vidíte, jak se vaše technologie dostává z laboratoře do světa tak rychle, je to velké zadostiučinění,“ říká Miloslav Polášek, vedoucí skupiny Koordinační chemie při Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR. „Aby nějaký objev mohl přinést prospěch veřejnosti, je nutné jej přetavit v praktickou aplikaci. To vyžaduje silné partnerství mezi vědou, technickým vývojem a businesssem. Naše partnerství se společností SHINE opakovaně potvrzuje, že představuje správný mix těchto ingrediencí, a já věřím, že náš objev díky tomu bude brzy pomáhat mnoha pacientům po celém světě.“

Radioizotop Lu-177 emituje nízkenergetické částice beta, které slouží k přímému ozařování nádorových buněk, poté co byl radioizotop na místo nádoru dopraven speciální transportní molekulou. Již nyní se využívá k léčbě neuroendokrinních karcinomů, má však značný potenciál i pro terapii metastatických karcinomů prostaty a dalších nádorových onemocnění. V současné době ve světě probíhá několik desítek klinických studií, které testují sloučeniny Lu-177 pro léčbu různých typů rakoviny. Vzhledem k dosavadním příznivým výsledkům se očekává, že poptávka po Lu-177 v budoucnu rychle poroste.

Lu-177 se vyrábí ozařováním terčů ytterbia-176 a jednou z klíčových překážek je jeho komplikovaná a zdlouhavá separace z ozařených terčů. Tým vedený Miloslavem Poláškem vyvinul novou metodu, která výrazně urychluje a zefektivňuje separaci Lu-177, a tím umožňuje zásadně navýšit jeho produkci. Nová technologie byla úspěšně otestována ve spolupráci s týmem prof. Ondřeje Lebedy z Ústavu jaderné fyziky AV ČR a byla

v roce 2019 licencována americké společností SHINE Medical Technologies. Firma nyní pracuje na tom, aby technologii využila pro masovou produkci Lu-177 pro dodávky na globální trh.

„Jedná se o opravdu vzrušující milník, protože Lu-177 je pro některé typy nádorů něco jako chytrá bomba,“ komentuje první uskutečněné prodeje Greg Piefer, výkonný ředitel SHINE Medical Technologies. „Schopnost cílit s vysokou přesností na metastazující rakovinné buňky může dát naději na přežití pacientům, kteří dosud neměli žádnou reálnou možnost léčby. Jsme nadšeni z toho, co na trh přinášíme, a věříme, že sehraje důležitou roli v zajištění přístupu pacientů na celém světě k tomuto velmi důležitému radioizotopu.“

» [www.uochb.cz](http://www.uochb.cz)

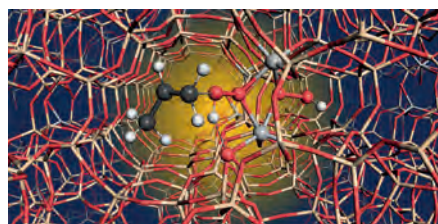
## 40LETÝ KATALYZÁTOR ODHALUJE SVÁ TAJEMSTVÍ

„Titansilikalit-1“ (TS-1) není novým katalyzátorem. Je to již téměř 40 let od jeho vývoje a objevu jeho schopnosti převádět propylen na propylenoxid, důležitou základní chemickou látku v chemickém průmyslu. Tým vědců z **ETH v Curychu, univerzity v Kolíně nad Rýnem, Ústavu Fritze Habera a BASF** nyní kombinací různých metod odhalil překvapivý mechanismus působení tohoto katalyzátoru. Tato zjištění pomohou výzkumu katalyzátorů učinit důležitý krok vpřed.

Propylenoxid se v průmyslu používá k výrobě produktů, jako jsou polyuretany, nemrzoucí přísady a hydraulické kapaliny. Více než 11 milionů tun propylenoxidu se ročně vyprodukuje v chemickém průmyslu po celém světě, z čehož 1 milion tun se již vyrábí oxidací propylenu peroxidem vodíku. Tuto chemickou reakci katalyzuje TS-1, mikroporézní krystalický materiál vyrobený z oxidu křemičitého, který obsahuje malé množství titanu. Katalyzátor se úspěšně používá již 40 let a odborníci předpokládali, že aktivní centrum v TS-1 obsahuje jednotlivé izolované atomy titanu, které zajišťují speciální reaktivitu katalyzátoru.

Tým vědců z ETH v Curychu, univerzity v Kolíně nad Rýnem, Ústavu Fritze Habera a BASF tento předpoklad zpochybnil. V posledních letech se objevily pochybnosti o tom, zda je předpoklad o mechanismu účinku správný, protože se opírá především o analogie se srovnatelnými katalyzátory a méně o experimentální důkazy.

**Obř.: 3D model aktivního centra katalyzátoru Titansilikalit-1 s titanovým párem (světle šedá). Ilustrace: ETH Curych / Christopher Gordon**



Ve studii, která byla nyní publikována v časopise *Nature*, byl tým schopen pomocí NMR studie v pevné fázi a počítačového modelování ukázat, že k vysvětlení konkrétní katalytické aktivity jsou nezbytné dva sousední atomy titanu. To vedlo výzkumný tým k závěru, že atomy titanu nejsou izolovány, ale že katalyticky aktivní centrum sestává z titanového páru. Žádná z metod, které byly ve

studii použity, není zásadně nová, ale žádná z výzkumných skupin zapojených do studie nemohla provést výzkum samostatně. Pouze kombinace různých oborů a různých technik umožnila blíží prozkoumání aktivního centra katalyzátoru. Vědci pracovali mnoho let na objasnění reakčního mechanismu homogenního titanového katalyzátoru a zjistili, že na rozdíl od předpokladů uvedených v literatuře je peroxid vodíku aktivován titanovým párem. Znalost diatomického aktivního centra má zásadní význam a otevírá nové možnosti ve výzkumu katalyzátorů.

Tým je přesvědčen, že výsledky této studie pomohou nejen zlepšit stávající katalyzátory, ale také pomohou vyvinout nové homogenní a heterogenní katalyzátory.

Orig. publ.: Gordon C.P., Engler H., Tragl A.S., Plodinec M., Lunkenbein T., Berkessel A., Teles J.H., Parvulescu A.N., Copéret C., Efficient epoxidation over dinuclear sites in Titanium Silicalite-1, *Nature* (2020). doi: 10.1038/s41586-020-2826-3

» [www.inorg.chem.ethz.ch](http://www.inorg.chem.ethz.ch)

## WACKER PŘEDSTAVIL DISPERGOVATELNÝ POLYMER NA BÁZI OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Koncern **WACKER** rozšiřuje svou produktovou řadu polymerních pojiv na bázi obnovitelných surovin. Pod značkou VINNECO® nabídne mnichovská chemická skupina redispergovatelný polymerní prášek vyrobený za použití kyseliny octové získané na biologickém základě. Nový redispergovatelný polymerní prášek VINNECO® 5044 N je vhodný zejména pro výrobu stavebních materiálů, jako jsou hydroizolační membrány nebo suché směsi pro vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS).

Při výrobě nového dispergovatelného polymerního prášku se WACKER spoléhá na kyselinu octovou biologického původu. Tato látka vzniká jako vedlejší produkt dřevařského průmyslu, při přípravě vláknitého materiálu pro výrobu papíru. Dřevo pochází z certifikovaných lesů v rámci programu PEFC a nachází se v okruhu 400 km od sídla firmy WACKER v Burghausenu. Kyselina octová biologického původu je extrémně čistá s nízkým obsahem vody a díky své vynikající kvalitě představuje skutečnou alternativu k fosilním zdrojům, jako je zemní plyn nebo ropa.

WACKER používá k výrobě monomeru vinylacetátu, který – opět s použitím etylenu – kopolymeruje za vzniku vinylacetát-etylen (VAE), kyseliny octovou a etylen na bázi biomasy. Výsledné disperze kapalných polymerů se používají například při výrobě nátěrových hmot. Společnost WACKER taktéž tyto disperze používá k výrobě redispergovatelných polymerních prášků v rozprašovací sušárně, kde jsou disperze atomizovány a přiváděny do proudu horkého plynu, který je rychle usuší, čímž se získá jemný prášek. Tato pojiva jsou přidávána do konstrukčních materiálů, jako jsou suché maltové směsi, lepidla na dlaždice nebo hydroizolační membrány a poskytují jim vysoký stupeň flexibility a adheze.

Při výrobě může být kyselina octová biologického původu smíchána s konvenční kyselinou octovou, a je tak přímo spojena s existující výrobní linkou společnosti WACKER. Kvalita a vlastnosti pojiv jsou naprosto identické, bez ohledu na to, zda VAE, které obsahují, byl vyroben z konvenční nebo biologické kyseliny octové. Sloučenina má

vždy stejné chemické a fyzikální vlastnosti. Výrobci, kteří již VINNAPAS® 5044 N používají pro výrobu maltových suchých směsí, si tedy mohou zachovat své receptury a nemusí upravovat složení.

VINNECO® 5044 N je reologicky neutrální a zlepšuje adhezi, pevnost v ohybu, deformovatelnost, otěruvzdornost a zpracovatelnost modifikovaných kompozic, aniž by významně ovlivňoval jejich tok, tixotropii nebo zadržování vody. Pojivo je zvláště vhodné pro formulaci malt s nízkými emisemi s vysokou flexibilitou a velmi dobrou adhezí k organickým substrátům, jako je polystyren, který se používá v externích tepelně izolačních kompozitních systémech (ETICS).

WACKER používá metodu hmotnostní bilance k ověření podílu kyseliny octové biologického původu v konečném produktu. TÜV SÜD, technický inspektorát a certifikační orgán, certifikoval tuto metodu jako vyhovující mezinárodnímu standardu CMS 71. Když si zákazník objedná konkrétní množství VINNECO® 5044 N, může si být jist, že požadované množství kyseliny octové na biologickém základě bylo dodáno do integrovaného výrobního systému. Jako ověření obdrží zákazník certifikát TÜV, který potvrzuje použití obnovitelné suroviny. Díky metodě hmotnostní bilance bude v budoucnu možné vyrábět a certifikovat všechny ostatní produkty řady VINNAPAS® jako udržitelné alternativy.

» [www.wacker.com](http://www.wacker.com)

## WACKER INVESTUJE DO NOVÉ VÝROBNÍ LINKY SILIKONOVÝCH SPECIALIT V NÜNCHRITZU

Mnichovská chemická společnost **WACKER** má letos zahájit výstavbu nové výrobní linky na polymery zakončené silany ve svém závodě v Nünchritzu v Německu. Hybridní polymery se mimo jiné používají jako pojiva pro přípravu vysoce kvalitních lepidel a tmelů, kapalných hydroizolačních systémů a lepidel na dřevěné podlahy šetrných k životnímu prostředí. Plánovaná investice na projekt se pohybuje v polovině dvojciferného milionového rozmezí. Výrobní linka bude uvedena do provozu v roce 2022. WACKER hodlá touto investicí významně rozšířit své výrobní kapacity pro hybridní polymery a dále posílit své zaměření na speciální chemické výrobky.

Společnost WACKER již více než patnáct let vyrábí polymery zakončené silany ve svém výrobním závodě v Burghausenu v Německu. Od té doby zažívá podnikání v oblasti hybridních polymerů silný růst a společnost je nyní druhým největším výrobcem pojiv zakončených silany pro lepidla a tmely. „Vzhledem ke zjevnému nárůstu poptávky po těchto výrobcích bylo rozšíření naší výrobní kapacity pro hybridní polymery logickým rozhodnutím,“ říká člen představenstva Auguste Willems. Místo pro rozšíření kapacity bylo vy-

bráno na základě dostupnosti trhu, dostupnosti kritických surovin a co je nejdůležitější, aspektů výrobní technologie. „Máme prostor pro plně integrovanou výrobní linku v Nünchritzu, kterou bychom mohli v případě potřeby dokonce rozšířit,“ poznamenal Willems.

**Obz.: Výrobní závod WACKER v Nünchritzu**



Hybridní polymery se v současnosti řadí mezi nejdůležitější pole růstu společnosti **WACKER SILICONES**. Hybridní polymery mají jedinečný profil vlastností. Proto se používají k přípravě obzvláště vysoce kvalitních a vysoce výkonných lepidel a tmelů. Kromě toho další hybridní polymery vyvinuté patentovaným procesem otevírají řadu nových aplikačních oblastí. Patří sem na jedné straně vodoodpudivé těsnicí fólie pro ploché střechy a balkony a na druhé straně extrémně odolná lepidla, spárovací malty, směsi na plnění trhlin, barvy a nátěry odolné proti opotřebení.

» [www.wacker.com](http://www.wacker.com)

## VELETRHY A KONFERENCE

3.–5.3.2021 (nový termín), Hustopeče

### TVPIP + APROCHEM

Další ročník Týdne výzkumu a inovací pro praxi a životní prostředí – TVPIP proběhne v náhradním termínu 3.–5. března 2021. TVPIP zastřešuje dvě tematicky specializovaná odborná setkání: konferenci APROCHEM a symposium ODPADOVÉ FÓRUM.

I: [www.tretiruka.cz/konference/](http://www.tretiruka.cz/konference/)

8.–12.3.2021, virtuálně

### PITTCON 2021

Světový kongres analytické chemie se uskuteční pouze v on-line prostoru virtuálně.

I: [www.pittcon.org](http://www.pittcon.org)

15.–18.3.2021, virtuálně

### CHISA 2021

Mezinárodní kongres chemického a procesního inženýrství CHISA se příští rok uskuteční pouze virtuálně. Jako vždy bude zahrnovat řadu atraktivních prezentací a nabídne mnoho interdisciplinárních témat.

I: [www.chisa.cz/virtually](http://www.chisa.cz/virtually)

4.–6.5.2021, Warsaw (PL)

### 11<sup>th</sup> Euro Chlor International Chlorine Technology Conference and Exhibition

Tématem této akce, odložené z letošního roku na rok 2021, je „Chlor-Alkali: contributing to a clean planet for all“. Stejně jako v předchozích letech bude klíčovým tématem zdraví, bezpečnost a ochrana životního prostředí, ale navíc tentokrát se zaměřením i na energeti-

ku účinnost, jak se stát uhlíkově neutrálními a jak přispět k oběhové ekonomice.

Současně s konferencí bude probíhat oborová výstava, na které se představí strojírenské společnosti, výrobci zařízení a dodavatelé služeb.

I: [www.eurochlor2020.org](http://www.eurochlor2020.org)

19.–20.5.2021, Kolín nad Rýnem (D)

### CHEMSPEC EUROPE – Evropský veletrh čistých a speciálních chemikálií

Nový termín konání mezinárodního veletrhu za účasti výrobců, dodavatelů a distributorů čistých a speciálních chemikálií, kteří na něm představí své nejnovější produkty, služby a výsledky výzkumu odborníkům a obchodníkům z chemického a farmaceutického průmyslu.

I: [www.chemspeceurope.com](http://www.chemspeceurope.com)

3.–5.9.2021, Krakow (PL)

### European Technical Coatings Congress – ETCC 2020

Evropský kongres pro oblast výzkumu, výroby a aplikací barev a laků, lepidel, stavebních materiálů, tiskařských barev a souvisejících produktů byl přeložen na rok 2021.

I: [www.etcc2020.org](http://www.etcc2020.org)

14.–16.9.2021 (nový termín), Norimberk

### European Coatings Show 2021

Mezinárodní veletrh surovin (ECS) pro nátěrové hmoty má vůdčí pozici mezi veletrhy zaměřenými na suroviny pro nátěrové materiály a stavební chemii.

Na veletrhu je plánovaný společný stánek českých firem pod záštitou CzechTrade. Pro více informací, kontaktujte oficiální zastoupení norimberské veletržní společnosti v ČR, PROveletrhy s.r.o., [info@proveletrhy.cz](mailto:info@proveletrhy.cz).

I: [www.european-coatingsshow.com](http://www.european-coatingsshow.com)

6.–7.10.2021, Kongresové centrum Praha

### LABOREXPO 2021 – X. ročník veletrhu analytické, měřicí a laboratorní techniky

Jubilejní ročník největší domácí veletržní události pro oblasti analytické, měřicí a laboratorní techniky, na které představí své produkty přední výrobci a dodavatelé laboratorního vybavení pro vědecké, kontrolní, komerční, průmyslové a zdravotnické laboratoře. Organizátorem veletrhu je časopis CHEMAGAZÍN.

I: [www.laborexpo.cz](http://www.laborexpo.cz)

15.–16.11.2021, hotel JEZERKA, Seč

### XIII. konference pigmenty a pojiva

Konference zaměřená na oblast pigmentů, pojiv, specialit a legislativy pro výrobu nátěrových hmot, povrchové úpravy a předúpravy povrchů a jejich dalších aplikací.

I: [www.pigmentyapojiva.cz](http://www.pigmentyapojiva.cz)

4.–8.4.2022 (nový termín), Messe Frankfurt (D)

### ACHEMA 2022

Světový veletrh pro zpracovatelský průmysl – AICHEM oznámil nový termín konání, který se přesunul na rok 2022!

I: [www.achema.de](http://www.achema.de)



# Bezpečný svět kolem nás



Mira DS je nový Metrohm přenosný systém pro identifikaci chemických látek. Můžete identifikovat chemické látky, drogy i výbušniny během pár sekund!



- **Efektivní** - Získejte výsledky rychleji a bezpečněji než kdy dříve
- **Rychlý** - Analýza trvající pár sekund
- **Flexibilní** - Buďte připravení na každou situaci
- **Robustní** - Certifikace MIL-STD-810G a IP67

Shlédněte naše demo na [www.metrohm.com/Mira-DS](http://www.metrohm.com/Mira-DS)

 **Metrohm**

Požádejte o bezplatné demo přístroje na vašem pracovišti na [office@metrohm.cz](mailto:office@metrohm.cz)

**75** YEARS  
PEOPLE YOU CAN TRUST

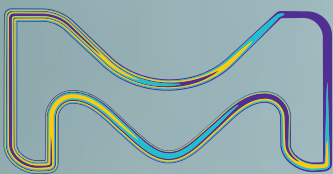


# Reprodukovatelnost začíná zde:

## Nový systém Milli-Q® IX

- Konzistentní produkce vysoce kvalitní čisté vody
- Ergonomické a komfortní dávkování čisté vody
- Optimalizovaná spotřeba vstupní vody a energie
- Dokonalá ochrana vyrobené čisté vody v zásobníku
- Intuitivní ovládání přes velký dotykový displej
- Moderní správa dat a snadná uživatelská údržba

Více bližších informací najdete na:  
**[SigmaAldrich.com/Milli-Q-IX](https://SigmaAldrich.com/Milli-Q-IX)**



Merck, the vibrant M and Milli-Q are trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. Detailed information on trademarks is available via publicly accessible resources.

© 2020 Merck KGaA, Darmstadt, Germany and/or its affiliates. All Rights Reserved.

