

CHEMAGAZÍN

ROČNÍK XXXI (2021)

TÉMA VYDÁNÍ: **PLYNY**

Výroba dicyklopentadienu

v ORLEN Unipetrolu

Optimální řízení spalovacího

procesu s využitím laserových analyzátorů

5 nejběžnějších problémů

při výběru průtokoměrů

plynů nebo kapalin

Využití FTIR spektroskopie

pro studium polutantů

z chovů hospodářských zvířat

Analýza permanentních

plynů a lehkých uhlovodíků

Využití simulačních přístupů

k analýze a řízení rizik

průmyslových procesů

Making our world more productive



Linde SPECIFY

Sestavte si svůj kalibrační plyn.

Dotazy na směsi speciálních plynů řešte lehce, časově efektivněji a přehledně.

specify.linde.com/cz

Metrohm demonstrační laboratoř na Univerzitě Karlově



Životnost
minimálně 20 let



 Köttermann



Modulární systém,
který je měnitelný
v prostoru a čase



Precizní
německá
výroba



Bezkonkurenční
chemická
a mechanická
odolnost

Jediný kovový laboratorní nábytek na českém trhu

Oficiální zastoupení Köttermann pro Českou republiku a Slovensko



Galvanizovaná
ocel s práškovým
vypalovacím lakem



100%
recyklovatelné





Spolehlivé odhalení kontaminantů

Infračervený mikroskop AIM-9000: rychlá a snadná mikroanalýza

Infračervený mikroskop AIM-9000, který Vám přináší jedinečný koncept pro analýzu mikrovzorků, je použitelný pro různá průmyslová odvětví. Díky jeho funkcím je použití přístroje jednodušší a pohodlnější než kdykoliv předtím. Široká škála příslušenství doplňuje nástroj tak, aby plně podporoval pozorování, měření a identifikaci vzorků.

Nejvyšší citlivost na trhu

s poměrem signálu ku šumu neuvěřitelných 30 000:1

Automatické přiblížení z velikost viditelné očím na velikost kontaminantů

prostřednictvím funkce širokoúhlé kamery

Funkce automatického rozpoznávání kontaminantů

nastaví clonu na měřicích bodech automaticky

Automatická identifikace spektra

prostřednictvím programu analýzy kontaminantů



IRTracer-100 + AIM-9000



IRAffinity-1S + AIM-9000

Číslo 3, ročník XXXI (2021)
Vol. XXXI (2021), 3

ISSN 1210 – 7409
Registrováno MK ČR E 11499
© CHEMAGAZÍN s.r.o., 2021

Dvuměsíčník přináší 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:

Čakl J., Čmelík J., Kalendová A.,
Kuráň P., Lederer J., Rotrekl M.,
Rovnaníková P., Šimánek V.

Tisk:

Triangl, a.s., Praha
Dáno do tisku 31.5.2021

Náklad: 3 300 výtisků

Distributor časopisu pro SR:

INTERTEC s.r.o.,
ČSA 6, 974 01 Banská Bystrica, SK
www.laboratorneprieste.sk

Uzávěrky dalších vydání:

4/2021 – Pevné a sypké látky
(uzávěrka: 23.7.2021)

5/2021 – Farmacie a biotechnologie
(uzávěrka: 20.9.2021)

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

Výroba dicyklopentadienu v ORLEN Unipetrolu 8

V roce 2022 by měla být v ORLEN Unipetrolu dokončena realizace projektu technologie výroby DCPD, která předpokládá zpracování tzv. lehkého pyrolyzního benzínu v sérii čtyř rektifikačních kolon s předřazenou kaskádou reaktorů.

Optimální řízení spalovacího procesu s využitím laserových analyzátorů 12

Laserové spektroskopické analyzátory spalín Yokogawa TDLS8000 a nyní i TDLS8200 se svou rychlostí odezvy, prostorovým pokrytím, přesností a spolehlivostí mohou při vhodném začlenění do pokročilého řídicího algoritmu přispět k nižším emisím skleníkových plynů, bezpečnějšímu a ekonomičtějšímu spalování.

5 nejběžnějších problémů při výběru průtokoměrů plynů nebo kapalin 22

Nejčastější komplikace, se kterými se zákazníci společnosti D-Ex Instruments, s.r.o. potýkají při výběru správného přístroje.

Využití FTIR spektroskopie pro studium polutantů z chovu hospodářských zvířat 24

Kvantifikace zájmových látek pomocí FTIR metody za pomoci systému Matrix MG5 s programovým vybavením OPUS GA, jako jedna z nejperspektivnějších metod na přesné měření nízkých koncentrací polutantů v ovzduší.

Rychlá a snadná analýza mikroplastů infračerveným mikroskopem Shimadzu 28

Shimadzu představuje IRTracerTM-100, infračervený spektrofotometr s Fourierovou transformací, a AIM-9000 infračervený mikroskop, který je svou citlivostí jedničkou na trhu.

Analýza permanentních plynů a lehkých uhlovodíků v podání ventilového plynového chromatografu Agilent 8860 30

Analýza směsí permanentních plynů a lehkých uhlovodíků pomocí tříventilového GC systému Agilent 8860 je jednoduchou a přitom výkonnou platformou pro řešení všech aplikací podobného charakteru.

Plně automatické měření specifického povrchu přístrojem Macsorb® 33

Článek představuje Macsorb® – plně automatický BET analyzátor specifického povrchu, který je schopen měřit rychle a s vysokou přesností, což splňuje zvyšující se požadavky na urychlení vývoje a vysokou kvalitu v mnoha průmyslových oborech.

Využití simulačních přístupů k analýze a řízení rizik průmyslových procesů 38

Článek se zabývá riziky a nejistotami, které souvisí s řízením průmyslových procesů. Hlavním výstupem článku je představení cíleně vyvinutého softwarového nástroje, který využívá stochastickou simulaci rizik a nejistot podnikových procesů k podpoře optimálních manažerských rozhodnutí.

LINDE – Směsi speciálních plynů	1
METROHM – Demonstrační laboratoř	2
BLOCK TECHNOLOGY – Kovový laboratorní nábytek	3
SHIMADZU – Infračervený mikroskop	4
YOKOGAWA – Laserové analyzátory	15
SHIMADZU – FTIR spektrofotometr	17
GES CZ – Přenosné detektory plynů	18
LABIMEX CZ – Detektory plynů	21
D-EX INSTRUMENTS – Měření, regulace, detekce a rozvody plynů	23
UNI-EXPORT – Analyzátor povrchu	23
CHROMSPEC – Suchá vývěva	23

OPTIK INSTRUMENTS – FT-IR analyzátor plynů	26
MERCI – Skladování tlakových lahví	34
INTERTEC – Dechový analyzátor CO	34
PRAGOLAB – Přístroj pro GC-HRMS analýzu	35
HPST – Generátory provozních plynů	35
CHROMSPEC – Generátor čistých plynů	37
SSJMM – Škola hmotnostní spektrometrie 2021	46
CHEMAGAZÍN – Konf. pigmenty a pojiva	47
MERCK – Mikrobiální monitorování vzduchu	48

INZERTNÍ SEZNAM

AKTUÁLNÍ NOVINKY ZE ZASEDÁNÍ RADY PRO VÝZKUM, VÝVOJ A INOVACE

K hlavním bodům dubnového zasedání Rady pro výzkum, vývoj a inovace (RVVI) patřily podpora výzkumu a vývoje z Národního plánu obnovy, návrh výdajů státního rozpočtu na vědu na rok 2022 s výhledy a příprava operačních programů OP JAK a OP TAK.

V úvodním bodě zasedání členové RVVI schválili druhou verzi návrhu výdajů státního rozpočtu na výzkum, vývoj a inovace na rok 2022 s výhledem na léta 2023 a 2024 a dlouhodobým výhledem do roku 2028. V roce 2022 je návrh výdajů z veřejných zdrojů o 1,35 mld. Kč vyšší než platný střednědobý výhled. Celkové objemy výdajů jsou navrženy ve výši:

- na r. 2022 celkem 39,4 mld. Kč,
- na r. 2023 celkem 40,4 mld. Kč,
- na r. 2024 celkem 41,2 mld. Kč.

Rada v usnesení zdůraznila, že předložený návrh v objemu překračujícím schválený výhled zajišťuje nezbytnou stabilitu výzkumné základny a podporu aplikovaného výzkumu a transferu technologií a vytváří jednu z podmínek pro dlouhodobý růst HDP a konkurenceschopnost především inovativní aplikační sféry. Návrh přitom zároveň vychází z předpokladu, že makroekonomický růst je po pandemické krizi podmíněn mimo jiné investicemi veřejných prostředků do výzkumu, vývoje a inovací, jakož i z prokazatelného vlivu postupného navyšování výdajů na výzkum, vývoj a inovace (VaVaI) v minulých letech na kvalitativní růst výsledků výzkumné sféry, především v oblasti přírodních věd, medicínských oborů a dále v některých technických vědách, nebo z prokázané schopnosti relevantních vědních oborů rychle hledat a nacházet nová řešení epidemické krize vyvolané SARS-CoV-2. Materiál byl zaslán do meziresortního připomínkového řízení.

Rada vlády navrhla v jednoznačné shodě rozpočet pro oblast výzkumu, vývoje a inovací, který zajišťuje pro současné období poznamenané dopady pandemie a ekonomických problémů na jedné straně nezbytnou stabilitu systému, na druhé straně nastavuje podmínky pro dynamickou a efektivní absorpci zdrojů z Národního plánu obnovy a připravovaných operačních programů OP JAK a OP TAK.

Rada pokračovala rozpravou k pravidelnému bodu o podpoře vědy a výzkumu v rámci Národního plánu obnovy (NPO), jehož předložení Evropské komisi je ve fázi posledních úprav. Po vypořádání připomínek bude Národní plán obnovy předložen vládě k projednání a následně Evropské komisi ke schválení. Předpokládá se schválení a uzavření souvisejících smluvních dokumentů mezi ČR a EK se předpokládá v letních měsících tohoto roku.

V tradičně obsáhlé diskusi k NPO byli členové RVVI informováni o stavu příprav Programu podpory excelentního výzkumu v prioritních oblastech veřejného zájmu ve zdravotnictví a dále o implementaci komponenty podpory výzkumu a vývoje v podnicích prostřednictvím programů TREND, The Country for the Future, Národní centra kompetence a dalších relevantních programů.

RVVI byla znovu seznámena se stavem příprav Operačního programu Jan Amos Komenský (OP JAK) v gesci Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy a nově diskutovala také Operační program Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost (OP TAK), který předkládá Ministerstvo průmyslu a obchodu.

V souvislosti s Implementací Metodiky hodnocení 2017+ Rada dále schválila materiál „M17+ Uživatelská příručka pro výzkumné organizace, členy Odborných panelů, externí

hodnotitele a poskytovatele institucionální podpory VaVaI.“

Návazně na usnesení vlády ze dne 12. dubna 2021 č. 372 o návrhu na vytvoření dotačního programu na úhradu nákladů na sekvenování vzorků na SARS-CoV-2 přivítala Rada informací náměstkyně ministra zdravotnictví prof. Vašákové o zajištění finančních prostředků na sekvenování a v této souvislosti požádala Agenturu pro zdravotnický výzkum, Grantovou agenturu ČR a další relevantní poskytovatele o vypsání výzkumných projektů zaměřených na problematiku SARS-CoV-2 (mutace) s využitím dat získaných při sekvenování.

Škálování výzkumných organizací po třech letech implementace Metodiky 2017+ bylo po řádném schválení Radou pro výzkum, vývoj a inovace doplněno mezi ostatní výstupy hodnocení na rozcestníku <https://hodnoceni.rvvi.cz/>. Škálování výzkumných organizací je výsledkem společného jednání tzv. tripartity, které proběhlo na konci roku 2020 a na počátku roku 2021. Účastníci se ho zástupci poskytovatele, Rady pro výzkum, vývoj a inovace a Odboru Rady a Odborných panelů a přízvaní odborníci. Podkladem jednání byly veřejně přístupné výstupy tzv. „Hodnocení 2019“ schválené Radou a výstupy z hodnocení na úrovni poskytovatele.

Rada pro výzkum, vývoj a inovace vyhlásila ve spolupráci se společností Česká hlava PROJEKT z.ú., v souladu s příslušnými předpisy, výzvu k podávání návrhů kandidátů a kandidátek na udělení Národní ceny vlády Česká hlava za rok 2021.

Informace převzaty z www.vyzkum.cz.

Petr ANTOŠ, šéfredaktor,
petr.antos@chemmagazin.cz

TECHNIKA A PŘÍSTROJE

VÝVĚVA ATLAS COPCO PRO POTRAVINÁŘSKÉ, FARMACEUTICKÉ A LABORATORNÍ APLIKACE

S novým bezolejovým spirálovým vakuovým čerpadlem DSS rozšiřuje společnost **Atlas Copco** svůj sortiment suchých průmyslových vývěv. Robustní vývěva s nízkým opotřebením je zvláště vhodná pro vytváření vakua v drsných provozních podmínkách. Klíčovým rysem inovace je její jednoduchý a efektivní provozní princip pro manipulaci s plynem. Uvnitř čerpadla jsou dvě do sebe zapadající spirály z hliníku. Jedna spirála je napevno, zatímco druhá se otáčí, aby stlačila plynné inkluze.

Obr.: Nové bezolejové spirálové vakuové čerpadlo DSS 065



Ergonomická vývěva se také vyznačuje nízkou spotřebou energie, nižšími náklady na životní cyklus a uživatelsky přívětivým ovládáním. Vzhledem k chodu vývěvy na sucho není nutná žádná výměna oleje, také není třeba vyměňovat výfukové filtry. Proto jsou celkové požadavky na údržbu relativně nízké. Snížené náklady na servis a údržbu lze také připsat skutečnosti, že odnímatelný přední kryt zjednodušuje přístup dovnitř spirálové vývěvy DSS.

Díky těmto vlastnostem a vysoce kvalitním materiálům je nová vývěva obzvláště vhodná pro aplikace ve farmaceutickém průmyslu i při balení a zpracování potravin. V těchto a dalších průmyslových odvětvích bude vývěva poskytovat stabilní vakuum při atmosférickém tlaku až 1 mbar a maximální produktivitu při nízkém až středním průtoku.

Další důležitou vlastností spirálové vývěvy DSS je absence oleje. Nepoužívá žádný olej k utěsnění nebo chlazení, takže nehrozí nebezpečí kontaminace olejem.

Ukázkové aplikace:

- Zpracování, balení, sušení potravin.
- Tvarování za tepla.
- Lékařské systémy.
- Vakuová impregnace.
- Centrální rozvody vakua.
- Laboratorní vakuum.

» www.atlascopco.com/vacuum

LEYBOLD NABÍZÍ ZUBOVÉ VÝVĚVY CLAWVAC

Zejména pro náročné průmyslové procesy nabízí společnost **Leybold** nekomplikované suché vývěvy CLAWVAC. Kromě zpracování potravin a environmentálních technologických aplikací jsou vhodné pro procesy sušení a sterilizace.

Vývěva je nabízena ve třech výkonových třídách a je navržena především pro nepřetržitý provoz. Speciální konstrukce čerpadla zabraňuje kontaktu oleje s čerpanými plyny, což dovozuje vyšší koncentrace kyslíku v čerpaném médiu. Leybold také nabízí u řady CLAWVAC nový systém použití více čerpadel.

Obr.: Suché vývěvy CLAWVAC



Denní provoz vývěv CLAWVAC je nekomplikovaný. Díky samonosné konstrukci je vakuový generátor snadno přístupný, což umožňuje vyčistit vývěvu přímo na pozici. Snadnou manipulaci s robustním čerpadlem lze připsat také jeho principu činnosti, dvojici zubových rotorů rotujících ve statoru čerpadla zcela bez dotyku a opotřebení. CLAWVAC se také odlišuje od standardních zubových čerpadel na trhu výběrem materiálů. Rotory vyrobené z nerezové oceli a vakuově uzavřené komory odolné vůči korozi se osvědčují i v náročných provozních podmínkách. To významně přispívá ke spolehlivému provozu.

Modulární konstrukce čerpadla umožňuje rychlou demontáž, otevření a vyčištění nezbytných částí čerpadla, jako je čerpací komora a tlumič. Tyto kroky lze provést během několika minut a frekvence čištění závisí jen na kvalitě čerpaného média. Kromě udávaných 20 tis. hodin pro výměnu oleje a těsnění není vyžadována žádná další pravidelná údržba, která je navíc nezávislá na použití.

Konstrukce suchých vývěv CLAWVAC umožňuje uživateli rychle a snadno rozebrat a vyčistit zubové rotory, protože je lze vyjmout, aniž by bylo nutné znovu nastavovat jejich synchronizaci. To především usnadní provoz u nečistých procesů, kdy čerpadla dříve vyžadovala synchronizaci od výrobce. Nastavení vývěv CLAWVAC je založeno na rychlé výměně komponent, která musí zajistit minimální prostoj a nízké náklady na údržbu.

Systém s více čerpadly je umístěn do jedné protihlukové skříně a nabízí kompaktní a inteligentní systémové řešení. Robustní skříň chrání čerpadla, snižuje hluk, teplo a kombinuje veškerou technologii nezbytnou pro provoz do jednoho krytu. Leybold nabízí tyto prostorově úsporné systémy s rychlostmi čerpání vakua mezi 604 až 1 144 m³/h. Stejně jako u jednotlivých zubových čerpadel, umožňuje systém několika vývěv také sání až do absolutního tlaku 140 mbar.

» www.leybold.com

NOVÉ MODELY MIKROBIÁLNÍCH MONITORŮ VZDUCHU IMPACTAIR

Cherwell Laboratories, specialisté na čisté prostory, představují nové modely mikrobiálních monitorů ImpactAir, které distribuují od společnosti Pinpoint Scientific.

Rozšířená řada ImpactAir-ISO-90 a zcela nová řada ImpactAir-90 mají za cíl podporovat nové požadavky EU GMP Annex 1 pro nepřetržitě monitorování životního prostředí. Jsou navrženy pro použití ve farmaceutickém, zdravotnickém a speciálním potravinářském průmyslu, kde může být kritické monitorování procesu životaschopných částic a kde musí být splněna shoda s normami ISO-14698, BS EN 17141 a GMP Annex 1.

Obr.: Nový model mikrobiálního monitoru ImpactAir



Monitorovací platforma používaná v řadách ImpactAir-ISO-90 a ImpactAir-90 splňuje přísné požadavky těchto předpisů a nabízí řadu flexibilních řešení, která lze přizpůsobit konkrétním potřebám koncových uživatelů. Výhody plynou z použití běžných komponent a uživatelských rozhraní v obou modelových řadách. To snižuje požadavky na zaškolení obsluhy, snižuje riziko, zefektivňuje audit regulátorů, zjednodušuje podporu a kalibraci produktu a umožňuje srovnávat data z různých oblastí na stejné základní úrovni.

Přístroje ImpactAir-90 a ISO-90 mají komoru pro 90 mm Petriho misku a používají vysoce účinnou metodu umístění vstupní štěrbinu nad agar, která nabízí vysoký stupeň spolehlivosti zaznamenaných dat. Vzduch je nasáván vysokou rychlostí úzkou vstupní štěrbinou, což zajišťuje, že částice, včetně mikrobů, dopadnou na povrch agaru v misce. Protože se miska pod vstupem pomalu otáčí, vzduch je vždy v kontaktu s čerstvým agarem. To dramaticky snižuje riziko vysoušení mikrobů, což má za následek velmi vysokou biologickou a fyzickou účinnost, kterou ostatní typy vzorkovačů nebo systémů v reálném čase nepřekonají. Další výhodou rotující agarové desky je, že výsledky jsou časově korelovatelné. Lokalizovaný růst na destičce lze odhadnout časově na základě jeho polohy na destičce.

» www.cherwell-labs.co.uk

MARKES INTERNATIONAL PŘEDSTAVUJE PASIVNÍ VZORKOVAČ PRO VOC ANALÝZU

Společnost **Markes Int. Ltd.** uvedla na trh pasivní vzorkovač nové generace, který kombinuje všechny výhody radiálních a axiálních vzorkovačů VOC, a to v evolučním designu, o kterém společnost říká, že v konečném důsledku usnadní provádění cenově dostupnějšího monitorování vzduchu. Vzorkovač je označován jako POD Sampler.

Nový POD vzorkovač je první z nové generace difuzních vzorkovačů pro monitorování vzduchu. Přináší analytikům lepší citlivost, vyšší přesnost a rychlejší doby odezvy a zároveň zlepšuje snadnost použití a opakovanou použitelnost ve srovnání s jinými pasivními vzorkovači.

Ve srovnání se stávajícími vzorkovači s extrakcí rozpouštědlem je POD Sampler ze své podstaty zelenější řešení, které odstraňuje nejen zdravotní, bezpečnostní a environmentální problémy spojené s používáním rozpouštědel, ale nabízí i mnohem lepší citlivost a méně náročnou přípravu vzorků.

Obr.: POD Sampler – radiální difuzní vzorkovač těkavých organických sloučenin



POD Sampler (Pocket Diffusive Sampler) je radiální difuzní vzorkovač těkavých organických sloučenin (VOC), kompatibilní s analýzou prováděnou tepelnou desorpce. Byl vyvinut ve spolupráci s průkopníky radiálního odběru vzorků ve Společném výzkumném středisku EK. Ve srovnání s konvenčními (axiálními) vzorkovači mají radiální vzorkovače větší difuzní povrchovou plochu pro adsorpci a kratší difuzní dráhu. Výsledkem je rychlejší absorpce, umožňující kratší doby vzorkování nebo zvýšenou citlivost.

- Robustní, snadno použitelný a vhodný pro širokou škálu běžných těkavých organických látek znečišťujících ovzduší (C4–C9).
- Ideální pro krátkodobý difúzní odběr vzorků s nízkou atmosférickou koncentrací.
- Snižovaný účinek proměnných prostředí na vzorkovací frekvence ve srovnání s jinými radiálními vzorkovači.
- Lze je znovu upravit a vyčistit pro několikanásobné použití.
- Kompatibilní se všemi komerčními systémy termické desorpce.

» www.markes.com

VÝROBA DICYKLOPENTADIENU V ORLEN UNIPETROLU

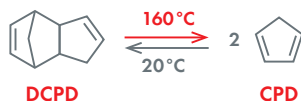
HERINK T.¹, PAŠEK J.²

1 ORLEN Unipetrol a.s.

2 Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Procesem štěpení uhlovodíkových směsí vzniká vedle ethylenu, propylenu a benzenu celá řada pro průmyslovou chemii významných uhlovodíků, mezi které patří i uhlovodíky jako je isopren, piperylen a cyklopentadien (CPD), resp. jeho dimer dicyklopentadien (DCPD). Uvedená řada dienu je z hlediska dalšího chemického využití velmi atraktivní, neboť tyto dieny představují monomery pro řadu různých aplikací.

Dicyklopentadien (DCPD) vzniká velice snadno dimerací 1,3-cyklopentadienu (CPD) Dielsovým-Alderovým mechanismem. Reakce je silně exotermní a probíhá spontánně již při teplotách okolo 20 °C. Při zvýšené teplotě lze převést dicyklopentadien zpět na monomer.



Obě sloučeniny tvoří vzájemně propojenou soustavu, kterou lze využít při řadě chemických reakcí a průmyslových technologií. Vzhledem k chemické reaktivitě systému DCPD/CPD se stal dicyklopentadien klíčovou výchozí surovinou pro ekonomicky významnou skupinu návazných monomerů, polymerů, pryskyřic a řadu specialit s vysokou přidanou hodnotou, od organických chemikálií a léčkových substancí až po parfümické komponenty.

Dicyklopentadien se vyskytuje ve dvou stereoizomerních formách: exo a endo. Produktem dimerace CPD při teplotách do přibližně 150 °C je téměř výhradně endo-DCPD, kdežto exo izomer se tvoří až při teplotách vyšších. Komerční produkty DCPD obsahují převážně jen endo-DCPD. Chemicky čistý DCPD je bezbarvá krystalická látka s bodem tání 34 °C a bodem varu 172 °C, avšak komerční produkty nižší čistoty jsou většinou kapalné.

Cyklopentadien je bezbarvá kapalina s bodem varu 41 °C. Lze jej prakticky uchovávat pouze v oblasti velmi nízkých teplot, kdy dimerace probíhá pomalu, a proto se tohoto způsobu nevyužívá a veškerý cyklopentadien se převádí na stabilnější dimer. V tomto stavu je skladován a přepravován. V chemických reakcích nebo technologiích pak vystupuje DCPD jako výchozí látka, přestože v některých případech je reakční složkou monomerní cyklopentadien, příkladem může být výroba ethylenornorbornenu pro EPDM elastomeru.

Použití dicyklopentadienu

Prakticky jediným významným průmyslovým zdrojem cyklopentadienu a dicyklopentadienu je v současnosti proces pyrolýzy uhlovodíkových směsí. Na trhu se objevuje ve čtyřech kvalitativních třídách, lišících se koncentrací DCPD:

- 65–80 hm. % (nízká čistota pro výrobu uhlovodíkových pryskyřic),
- 80–90 hm. % (střední čistota pro výrobu nenasyčených polyesterových pryskyřic),
- 90–95 hm. % (vysoká čistota pro výrobu ethylen-propylen dienových pryskyřic, ethylen norbornenu a kopolymerů s cykloolefiny),
- 98–99 hm. % (ultra-čistý určený především pro polydicyklopentadien).

Uhlovodíkové pryskyřice vznikají oligomerací (termickou, katalytickou) dicyklopentadienu a dalších složek obsažených v surovině, např. kodimery CPD-isopren, CPD-piperylen či izomery methyl-dicyklopentadienu. Někdy se vzniklá pryskyřice hydrogenuje pro zlepšení barvy (vodově bezbarvé pryskyřice) a termické stability. Nenasyčené DCPD pryskyřice jsou používány pro nátěry a laky. Mohou reagovat s vybranými chemickými látkami jako např. maleinanhydrid ke zlepšení pojivových vlastností. Hydrogenované DCPD pryskyřice jsou používány jako tavná lepidla s termoplastickými kaučuky. Typickými aplikacemi je rovněž výroba adhesiv na pleny a hygienické potřeby.

Jsou také používány v bílých barvách pro značení silnic, kde je důležitá jejich světelná stabilita a chemická odolnost. Chemicky modifikované DCPD pryskyřice a DCPD-kopolymery jsou používány v tiskařských inkoustech, zvláště pro ofsetový tisk v průmyslu novin.

Nenasyčené polyesterové pryskyřice jsou vyráběny polykondenzací nasycených a nenasyčených dikarboxykyselin s vícesytnými alkoholy, především glykoly. Protože se jedná o křehké materiály, jsou často kombinovány se skleněnými vlákny. Tyto materiály jsou pak používány jako konstrukční např. v loďařském nebo automobilovém průmyslu. Nezpevňované slouží k přípravě laků, pojiv, umělých mramorů, kuželkářských koulí a pod. DCPD byl původně zaváděn do produkce polyesterových pryskyřic jako levnější náhrada ftalanhydridu u nižších kvalit nenasyčených polyesterových pryskyřic. Průkopníkem v USA byla na začátku 80. let společnost Owens-Corning, používající DCPD ve svých formulovaných směsích pro polyesterové pryskyřice. Tyto typy měly významnou výhodu nižších nákladů díky nižší potřebě styrenu a náhradě ftalanhydridu a propylenglykolu právě DCPD a ethylenglykolem. Nenasyčené polyesterové pryskyřice na bázi DCPD mají své výhody zejména v nižší viskozitě a lepší zpracovatelnosti, lepší povrchové vlastnosti, nižší smršťovatelnosti a lepší odolnosti vůči povětrnostním vlivům a vodě. Tyto pryskyřice obsahující DCPD nejsou vhodné pro aplikace, kde je vyžadována průhlednost, např. vrchlíky, kryty nebo skleníky.

Reakcí cyklopentadienu (CPD) s olefiny a dieny vzniká řada norbornenů. CPD se vyvíjí in situ rozkladem DCPD. Nejběžnějším komerčně vyráběným je ethylen norbornen, který se vyrábí reakcí CPD s 1,3-butadienem a je používán jako preferovaný termonomer pro výrobu EPDM elastomeru. S pokračujícím vývojem kopolymerů olefinů s cykloolefiny nacházejí norborneny významnější uplatnění při modifikování vlastností těchto nových a zajímavých polymerů.

Kopolymery s cykloolefiny jsou amorfni transparentní polymery podobné polykarbonátům a polymethylmethakrylátu. Jejich vlastnostmi jsou nízká hustota, vynikající průhlednost, nízká vztlakovost vody, chemická odolnost, izolační vlastnosti a dobrá zpracovatelnost. Hlavním cílovým trhem pro kopolymery s cykloolefiny je výroba transparentních materiálů, optiky či elektronických médií jako CD a CD ROM. Tyto materiály budou konkurenčními materiály polykarbonátům a pravděpodobně i polymethylmethakrylátu.

DCPD velmi vysoké čistoty (poly-DCPD) slouží především k přípravě tzv. formulovaných směsí, které se používají při reaktivním vstřikování. Vzniklé tuhé předměty mají dobrou odolnost proti nárazu, a to v širokém spektru teplot. Jsou z něj vyráběny komplikované tvážené součástky, např. pro vozidla. Ultra-čistý DCPD v polymerní kvalitě nebo ve velmi vysoké čistotě se většinou získává monomerizací DCPD nižší čistoty a následnou dimerizací vzniklého cyklopentadienu.

Příklady využití dicyklopentadienu různé čistoty pro různé aplikace ve stavebnictví, automobilovém průmyslu, elektronice apod. jsou uvedeny na obr. 1.

Technologie výroby DCPD

Ethylenová jednotka ORLEN Unipetrolu v Litvínově je kapacitně významným evropským producentem monomerů a vzhledem k unikátnosti jednotky ve skladbě surovin je také významným potenciálním

Obr. 1: Příklady využití dicyklopentadienu různé čistoty

DCPD	Nízká čistota 65–80 %	Střední čistota 80–90 %	Vysoká čistota 90–95 %	Ultra-čistý 98+ %
	Uhlovodíkové pryskyřice	Nenasycené polyesterové pryskyřice	Kopolymer (EPDM, ENB, COC)	Poly-DCPD
Aplikace	– Stavebnictví – Barviva – Hygiena	– Konstrukce – Loďní doprava – Automobilový průmysl	– Automobilový průmysl – Elektronika – Transparentní materiály	– Automobilový průmysl – Elektronika – Konstrukce
Příklad použití	Kolorované asfalty Barvy	Loďní komponenty Větrné elektrárny	Nárazníky Optika	Vyzhizované plasty Skelety

producentem uvedených cenných uhlovodíků, zejména DCPD a CPD. Možností vyrábět DCPD se ORLEN Unipetrol zabývá více než 20 let v rámci dlouhodobého strategického projektu využití vedlejších produktů Etylenové jednotky. Cílem projektu bylo nalézt způsob izolace uhlovodíků, které jsou vyráběny jako vedlejší produkty ve výrobních jednotkách petrochemie, mají vyšší přidanou hodnotu a jsou zároveň dobře uplatnitelné na trhu. DCPD je právě jedním z takových příkladů.

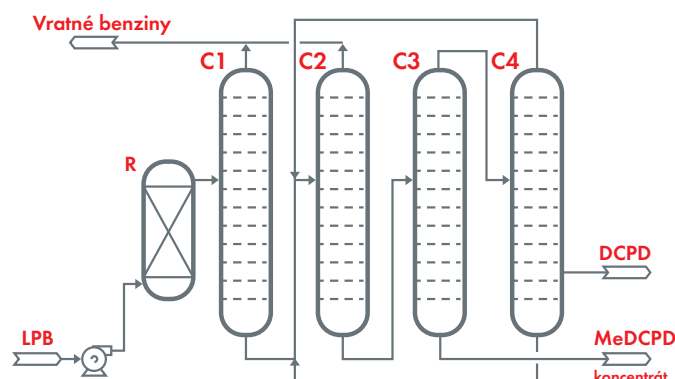
Proces na izolaci technického DCPD v širokém rozmezí komerčních kvalit rektifikací lehkého pyrolyzního benzínu vyvinul ORLEN Unipetrol ve spolupráci s VŠCHT Praha. Vyvinutá technologie byla patentována v roce 2012. V letech 2001–2004 byly na pilotní jednotce v Orlen Unipetrolu testovány různé varianty technologie a byly hledány optimální varianty výroby s ohledem na požadovanou kvalitu výrobku. V průběhu let 2004–2007 byla navázána spolupráce se zahraničními firmami (výrobci produktů z dicyklopentadienu), se kterými se testoval poloprodukt připravený dicyklopentadien různých kvalit na podmínky výroby spotřebitelů. V roce 2007 byla dokončena technologie a investiční projekt byl v lednu 2008 schválen do realizace. Realizaci však v roce 2008 pozastavila hospodářská recese a celosvětová ekonomická krize. Od roku 2017 bylo úspěšně obnoveno jednání s potencionálními odběrateli DCPD a investice byla v květnu 2020 schválena opětovně do realizace.

Navržená technologie výroby DCPD předpokládá zpracování tzv. lehkého pyrolyzního benzínu (LPB) v sérii čtyř rektifikačních kolon s předřazenou kaskádou reaktorů. Lehký pyrolyzní benzin je v technologickém uspořádání etylenové jednotky patovým produktem tzv. debutanizéru, kde jsou od směsi uhlovodíků odděleny uhlovodíky C₄. LPB jakožto destilační zbytek tvoří směs více než 130 složek, převážně uhlovodíků C₅ a C₆ s obsahem okolo 35 hm. % benzenu a 5 hm. % toluenu. Ve vařáku debutanizéru a následně v reaktorech dochází k dimeraci CPD obsaženého v surovině. Výsledkem dimerace dienu jsou v LPB navíc obsaženy dimery CPD a MeCPD a příslušné kodimery těchto cyklických dienu s lineárními dieny (isopren, piperylen).

Technický dicyklopentadien je možné v navržené technologii vyrábět v kampaních, a to v kvalitách od 80 do 95 % DCPD. V případě izolace 80–85% DCPD jsou hlavní příměsi izomery methyl-dicyklopentadienu (MeDCPD). Reálně je možné produkovat ročně až 26 kt DCPD s 80% koncentrací a přibližně 20 kt DCPD s 94% koncentrací. Proces je flexibilně koncipován tak, aby mohl vyrábět v kampaních buď 80% nebo 93–95% DCPD. Zjednodušené technologické schéma linky na výrobu DCPD je patrné na obr. 2.

Lehký pyrolyzní benzin je veden do série dimerizačních reaktorů R, kde probíhá dimerizační reakce cyklopentadienu. Pyrolyzní benzin z reaktorů vstupuje do rektifikační řady. V koloně C1 a C2 se postupně oddestilovává hlavní podíl těkavých uhlovodíků, které jsou vráceny do etylenové jednotky jako tzv. vratný benzin do procesu selektivní hydrogenace. V koloně C3 se oddestiluje DCPD od výševroucích látek, destilační zbytek (methyl-dicyklopentadienový koncentrát) je buď vrácen do etylenové jednotky jako vratný benzin nebo může být využit jako surovina pro izolaci koncentráту MeDCPD. Hlavní produkt kolony C3 je veden jako nástržik do kolony C4. V koloně C4 se od produktu oddělují níževroucí žluté látky, které se vytvořily rozkladem výševroucích látek v průběhu rektifikace. Výsledný produkt DCPD dosahuje kvality uvedené v tab. 1.

Obr. 2: Zjednodušené schéma výroby DCPD



Tab. 1: Kvalita vyráběného DCPD

	DCPD 80	DCPD 94
Dicyklopentadien [hm. %]	80 min	93 min
Cyklopentadien [hm. %]	0,05 max	0,05 max
Trimery [hm. %]	0,10 max	0,05 max
Benzen [ppm]	1 max	1 max
Toluen [ppm]	50 max	50 max
Barva [APHA]	100 max	50 max
Peroxidy [ppm]	20 max	20 max
Inhibitor (BHT) [ppm]	100–200	100–200

Na zrealizovanou technologii izolace dicyklopentadienu lze výhodně navázat a izolovat hodnotný koncentrát izomerů methyl-dicyklopentadienu. Technologie izolace methyl-dicyklopentadienu jako vedlejšího produktu výroby dicyklopentadienu byla již navržena a je připravena. Čtvrtprovozně vyrobený methyl-dicyklopentadien byl úspěšně testován u zahraničních zpracovatelů, realizace jeho výroby je však podmíněna výstavbou jednotky na výrobu dicyklopentadienu. Lze předpokládat, že pokud se podaří nalézt vhodného zákazníka, bude výroba methyl-dicyklopentadienu realizována krátce po uvedení výroby dicyklopentadienu do provozu, nejpozději do roku 2024.

Obr. 3: Výrobní závod ORLEN Unipetrol v Litvínově



Závěr

ORLEN Unipetrol bude po uvedení jednotky do provozu schopen vyrábět DCPD v 80–94% kvalitě. Produkt bude mít širokou škálu využití v automobilovém průmyslu, stavebnictví, elektrotechnice či lékařství a farmacii. Po produktu je na globálních trzích vysoká poptávka. V Evropě je v současné době deficit výrobních kapacit DCPD a do roku 2030 je očekáváno navýšení poptávky o dalších dvacet procent, na amerických trzích o čtyřicet procent a na asijských trzích dokonce o šedesát procent. Investice do výstavby nové výrobní jednotky dosahuje 831 milionů Kč. Dokončení realizace se předpokládá v první polovině roku 2022, přičemž instalovaná kapacita 26 tis. tun DCPD ročně bude představovat přibližně 25 % celkové produkce v Evropě, kde dalšími producenty jsou Dow Chemical (Nizozemí, 20 kt/rok), ExxonMobil (Francie, 20 kt/rok), Shell (Nizozemí, 19 kt/rok) a Versalis (Itálie, 12 kt/rok). Uvedení produktu na trh se očekává v druhé polovině roku 2022. Pro zajištění nové výroby otevře ORLEN Unipetrol dvacet nových pracovních míst.

NOVÁ TECHNOLOGIE DCPD PRO ORLEN UNIPETROL DÍKY SPOLUPRÁCI PROFESORA PAŠKA

Na předchozích dvou stránkách časopisu máte možnost se seznámit s technologií výroby dicyklopentadienu v Orlen Unipetrolu. Na jejím vývoji se významnou měrou podílel profesor Josef Pašek z Vysoké školy chemicko-technologické v Praze. Vzhledem k tomu, že není běžné, aby se vysoká škola podílela na průmyslové technologii, oslovila redaktorka vysokoškolského webu pana profesora Josefa Paška o vysvětlení jeho dlouholeté spolupráce na tomto projektu. Tento velmi zajímavý rozhovor s potěšením přinášíme i čtenářům časopisu CHEMAGAZÍN.

Kdy jste se poprvé zapojil do technologie dicyklopentadienu?

Začátkem tisíciletí rozjížděli v tehdejším Chemopetrolu (dnes ORLEN Unipetrol) poloprodukt na výrobu ultračistého dicyklopentadienu (DCPD). Tato technologie spočívala v polymeraci C5 frakce a z polymerátu se destiloval asi 85% DCPD a ten pak rozkládali. Dimer se při vyšší teplotě rozkládá na monomer velmi snadno a další dimeraci se získá ultračistý DCPD. Poloprodukt měl být na 400 t ročně, ale nedařilo se ho zprovoznit a tak se obrátili na nás. Vždy jim vařák zpolymeroval a vyrobili něco, čemu říkali sádlo, které to opravdu hodně svou konzistencí připomínalo.

To připomíná knihu Mladý muž a bílá velryba. V čem byl problém a podařilo se Vám ho vyřešit?

Hlavním problémem poloproduktu bylo očekávání, že látka, která má bod varu 40 °C, se může destilovat za normálního tlaku a chladit vodou. Ale bohužel DCPD polymeruje a tak se musí destilovat za vakua, v tom bylo celé tajemství. Aby se snížila teplota ve vařáku, tak bylo nutné destilovat za vakua a v tom případě se na chlazení musí použít propylen. Chlazení propylenem je ale na pyrolýze běžné, mají funkční okruh kapalného propylénu a tak to nebyl problém.

Za pár let se ale koncepce změnila a bylo rozhodnuto, že se bude vyrábět DCPD v nižší čistotě a jinou technologií, pouze rektifikací.

A tak jste začal na DPCD spolupracovat podruhé?

Na lince jsme začali pracovat v roce 2008 a tehdy se připravila technologie na přípravu 26 tis. tun DCPD a 40 tis. tun C9 frakce, vstupem pro technologii DCPD byl lehký pyrolyzní benzin a pro C9 frakci těžký pyrolyzní benzin. V lince DCPD byly navrženy 4 kolony na rektifikaci a reaktorový uzel, který vypadal jako 3 ležaté doutníky a v něm docházelo k homogenní reakci CPD na DCPD.

Jak jste se na technologii Vy a Váš tým podíleli?

My jsme dělali mnoho počítačových simulací, přičemž 4 kolonový systém se simuluje velmi dobře. Některé látky byly známe a jejich vlast-

nosti v databázi programu byly, ale jiné jsme neznali a neznáme doteď, pojmenovali jsme si je x1, x2, x3 atd., změřili jejich relativní těkavosti a tato data vložili do simulačního programu. Například se zjistilo, že pokud je konverze polymerace příliš vysoká, tak roste koncentrace asi 7 kodimerů s podobným bodem varu a čistota konečného produktu klesá. Doktor Krupka kvantově chemickými výpočty definoval kodimery a na základě bodů varu a jejich spekter u některých z nich určil jejich strukturu. To byl náš teoretický přínos k této problematice, protože tyto kodimery pomalu vznikají, ale také se pomalu rozkládají.

Tato linka se nakonec nerealizovala, a proto jste se po letech vrátil k DPCD potřeťi?

Ano, ale nyní je rozdíl v tom, že už se nepočítá s výrobou C9 frakce. Naše výpočty jsme oprávnili, přepočítali. Oproti předchozí technologii je rozdíl v tom, že reaktorový uzel již stojí a provozuje se za účelem hydrogenace dienu, které navyšují výrobu nafty asi o 12 tis. tun. Takže tyto reaktory stojí, na jejich vývoji jsme se také podíleli a jsou tentokrát 4 a dá se u nich regulovat stupeň polymerace, například obtokem.

Původní poloprodukt byl u pyrolýzy a jsou tam umístěny i dimerizační reaktory. Bohužel už u pyrolýzy není další místo a tak se nově rektifikační kolony budou stavět ve starém závodě a to znamená táhnout dimerovaný lehký pyrolyzní benzin 2 km potrubím a z něj se zase 85 % bude vracet potrubím nazpátek. To považují za určitý handicap.

Čtyřkolonová rektifikace zní celkem jednoduše. Byl v něčem zádrhel?

Určitě. Tím je barva produktu. Když se DCPD vydestiluje, tak je žlutý. Již dříve jsme zjistili, že produkt zabarvují 2 typy uhlovodíků, jeden, který již ve směsi je, a druhý vzniká až termickým rozkladem v kolonách. Kolega Jiří Krupka je zkoumal a pojmenoval tzv. žlutény. Při destilaci vznikající žlutén je tak intenzivně žlutý, že stačí jeho minimální koncentrace a i produkt je žlutý jak kanárek. Jedná se o nějakou C8 látku s 3 konjugovanými dvojnými vazbami, pravděpodobně je to cyklooktatrien. Doteď však nevíme, zda je to opravdu tak.

Jak se žluténů zbavujete?

Na to slouží poslední čtvrtá kolona, máme to se spolupracovníky z Unipetrolu patentováno. Destilátem ze třetí kolony je žlutý DCPD, a ten jde na dočišťovací kolonu, kdy horem jdou níževroucí žluté látky, které se pak vrací do první nebo druhé kolony a zbyde bezbarvý DCPD. Je to velký paradox, obvykle když něco destilujete, tak z hlavy jde bezbarvý produkt a barva a nečistoty zůstávají dole. Ale protože žlutén vzniká z výševroucích látek hlavně ve třetí koloně, je možné jej oddestilovat až po

jejich oddělení.

Jakou barvu výsledný DCPD bude mít?

Barva výsledného produktu má asi 20 APHA, přičemž APHA je americká norma žlutosti původně používaná pro určení barvy odpadních vod. Norma pro DCPD je asi 50, ale v naší technologii by bez poslední kolony byla určitě žlutost 100. Anilín (jiná technologie profesora Paška) má normu žlutosti APHA 100, když se vyrobí, tak má asi 40, takže tam je rezerva, ale časem tmavne. I DCPD trochu tmavne.

Co se se žluténem dělá?

Žlutén se samozřejmě nevyhazuje, vrací se do lehkého pyrolyzního benzínu. Na první koloně se oddestiluje asi 85 % lehčích uhlovodíků, které jsou zavedeny zpět do lehkého pyrolyzního benzínu. Na druhé koloně se oddělují látky jako toluen a xyleny. Oddělení kodimerů, které se bodem varu liší pouze o 2 nebo 3 stupně, je náročné, a proto druhá a třetí kolona musí mít 80 teoretických pater. A odděluje se tam ten původní, výševroucí žlutén, který má bod varu asi 150 °C a který se chová jako běžný uhlovodík, například jako kumen (isopropylbenzen).

Ze studia organické chemie a technologie si mnoho barevných uhlovodíků nepamatuji...

Kdysi, když jsem byl začínající chemik, jsem si také myslel, že všechny uhlovodíky jsou bezbarvé. Ale teď jsme našli intenzivně žluté uhlovodíky a již dlouho jsou známe intenzivně modré uhlovodíky, azulény. Těmi se vlastně zabýval profesor Šorm, zakladatel Ústavu organické chemie a biochemie, modrými hojivými látkami z heřmánku. My jsme se s azulény potkali v pyrolýze, když jsme stavěli izolaci naftalenu z vedlejších pyrolyzních produktů, tato technologie tam jede řadu let. A když destilujete při 250 °C, tak je destilát naprosto neprůhledný, destilát obsahuje uhlovodíky mezi methylnaftalenem a difenylem. Kromě většinového methylnaftalenu a difenyly na chromatogramu vyleze mnoho dalších látek, ale žádné není víc než 1 %. A tyto látky jsou tak intenzivně modré, že vše zabarví. Asi jako když máte v lahvičce inkoust, tak neprůhledné to je. Určitě tam jsou i léčivé azulény a je jich tam víc než v heřmánku a je to určitě i levnější, ale rozhodně bych tuto frakci na léčení nedoporučovat. (smích)

Počítačové modelování je jedna věc, ale pak musí přijít reálná simulace...

Fyzické simulaci kolon na DCPD se věnují v současné době v Tréninkovém centru v ORLEN Unipetrolu na poloproduktu destilací. Zde simulují všechny 4 kolony, které jsou v technologii DCPD navrženy. Na tomto poloproduktu jsme také spolupracovali, a to při návrhu vařáků s padajícím filmem. Bohužel zatím mají kolony příliš velké vařáky, což je pro izolaci DCPD nežádoucí, protože pak ve vařáku probíhají chemické reakce. Na to, že

kolona má průměr 8 cm, tak je padesátilitrový vařák velký, byly by lepší malé vařáky pro kontinuální provoz. A zase jsou problémem ty žlutény, které vznikají během destilace z destilačního zbytku. Kvůli nevyhovující velikosti vařáků se na poloprovozu zatím nepodařilo dosáhnout světlejšího produktu než APHA 50.

O vybudovaném Tréninkovém centru v ORLEN Unipetrolu jsem už slyšela, jak ho vnímáte?

Tréninkové centrum je výborná věc, slouží například pro výchovu operátorů, kteří se tam technologii naučí, například jak reflux mění složení produktu. A určitě musím zmínit přínos profesora Tomáše Herinka na celé akci, on se zasadil o Tréninkové centrum i o dlouhodobou vědeckou spolupráci ORLEN Unipetrolu a VŠCHT Praha. Poznal jsem ho v době, kdy ještě nebyl špičkovým manažerem, ale byl výzkumným a vývojovým pracovníkem a společně s Ing. Petrem Fulínem se věnovali laboratornímu výzkumu technologie DCPD v Chemopetrolu. Postupně se stal docentem na VŠCHT Praha, ředitelem pro výzkum a vývoj v Unipetrolu a jediným Čechem v představenstvu ORLEN Unipetrol. Přesto se věnuje studentům, učí v Univerzitním centru Litvínov a po večerech simuluje kolony z DCPD! Je chválné, že se takto vysoce postavený člověk věnuje vědě. Takové manažery potřebuje chemický průmysl a takové profesory potřebuje i VŠCHT Praha.

Převzato z webu www.vscht.cz. Autor: Petra Karnetová, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Petra.Karnetova@vscht.cz

Ob.: prof. Ing. Josef Pašek, DrSc. (Foto: VŠCHT Praha)



Prof. ing. Josef Pašek, DrSc. se narodil v r. 1930 v Mrtníku na Plzeňsku. Vystudoval Vysokou školu chemicko-technologickou v Praze a prakticky nikdy ji neopustil.

Jeho schopnosti a zkušenosti využívá nejen český chemický průmysl, ale i zahraniční společnosti, např. belgické, švýcarské, slovenské, čínské, americké a brazilské. Na prvním místě je však třeba zmínit výstavbu a uvedení do pro-

vozu výroby anilinu japonské firmy Tosoh, postavenou na základě know-how zakoupeného od BC-MCHZ, které připravil prof. Pašek. Zatím se jedná o největší výrobu anilinu na světě.

Za výsledky své práce obdržel řadu vysokých státních ocenění, jako např. prestižní cenu Česká hlava, dále medaili Josefa Hlávky, cenu rektora VŠCHT Praha, cenu Viktora Ettela nebo medaili Emila Votočka.

NOVÝ TOMOGRAF V TECHNOPARKU VŠCHT OTEVÍRÁ POHLED DO HLUBIN MATERIÁLŮ

Kralupy nad Vltavou, 19.4.2021 – **Technopark Kralupy Vysoké školy chemicko-technologické v Praze** uvedl do provozu nové unikátní zařízení – tomograf pro studium struktury materiálů. Přístroj bude využíván především ke studiu vnitřní struktury pevných materiálů, odhalování výrobních vad nebo vad vzniklých při používání, a to ve spolupráci s průmyslovou sférou.

Výpočetní tomografie se hojně používá v medicíně jako základ radiologické vyšetřovací metody umožňující neinvazivní zobrazení vnitřních orgánů a tkání člověka pro diagnostiku širokého spektra poranění a chorob. Materiálový tomograf pracuje na stejném principu. „Zkoumaný objekt je prozářen z nejrůznějších úhlů v jedné rovině a ze získaných projekcí jsou počítačově rekonstruovány plošné řezy. Pro prozáření kovových, keramických a dalších pevných materiálů je však zapotřebí výrazně vyšší energie rentgenového záření,“ říká doktor Václav Šeřl z výzkumné skupiny kovových konstrukčních materiálů.

Tomograf d2 od německé firmy **Diondo** má maximální urychlovací napětí 240 kV a výkon 50 W a díky kombinaci vysokého stupně fokuse a přesné manipulaci se vzorkem umožňuje dosáhnout velmi vysokého rozlišení. Hlavní předností je silný rentgenový zdroj, umožňující prozařo-

Ob.: Tomograf d2 instalovaný v Technoparku Kralupy



vání i rozměrných dílů, v závislosti na materiálu. U menších vzorků lze naopak dosahovat velmi vysokého rozlišení, až 1 μm . Takové rozlišení je dostatečné pro sledování trhlin v kovových materiálech, ale i pro studium velikosti částí jemnozrnných materiálů a mnoho dalších aplikací.

Zcela unikátní je integrovaný stolek pro mechanické zatěžování a systém pro kontrolu teploty a vlhkosti prostředí. Tato kombinace umožňuje mechanické namáhání vzorku a současně nastavení podmínek pro kondenzaci nebo sušení. Při kontaminaci povrchu vzorku tak lze iniciovat a ovlivňovat míru korozního napadení. Právě kombinace tahového namáhání a korozního poškození vede u mnoha materiálů ke vzniku korozního praskání a selhání dílu v poměrně málo korozivním prostředí při působení nízkých úrovní mechanického napětí.

„Přístroj budeme nabízet našim partnerům ke studiu vnitřní struktury pevných materiálů, odhalování výrobních vad nebo vad vzniklých při používání, jako jsou trhliny, póry, dutiny a korozní důlky, studiu vnitřních jinak nedostupných povrchů, a podobně,“ říká doktor Šeřl s tím, že vzhledem k tomu, že se jedná o komplikované a drahé zařízení, nejčastěji půjde o tzv. kolaborativní výzkum s průmyslovou sférou. „V současnosti jsou připraveny projekty zaměřené na podporu moderních vodíkových technologií,“ doplňuje doktor Šeřl.

V souvislosti s přechodem na „zero-emission“ technologie se v mnoha oblastech uvažuje o použití plyného vodíku. Ten lze vyrábět elektrolýzou vody s použitím přebytků elektrické energie z fotovoltaických nebo větrných elektráren, jejichž výkon v čase značně fluktuje. Vyrobený vodík je pak možné přidávat do zemního plynu do stávající rozvodné soustavy. Pro tento scénář je však nutné zaručit bezpečnost fungování plynovodů pocházejících převážně z poloviny minulého století, s čímž souvisí rozsáhlý výzkum pro vyloučení praskání vlivem vodíku. „Přítomnost, případný vznik a šíření trhlin způsobených vstupem disociovaného atomárního vodíku do struktury oceli je možné studovat právě pomocí našeho tomografu,“ vysvětluje doktor Šeřl.

Další oblastí aplikace je studium struktury kompozitních tepelně odolných materiálů používaných v leteckém průmyslu, především jejich chování při mechanické zátěži nebo vysokopevnostních ocelí pro automobilový průmysl.

» www.technopark-kralupy.cz

OPTIMÁLNÍ ŘÍZENÍ SPALOVACÍHO PROCESU S VYUŽITÍM LASEROVÝCH ANALYZÁTORŮ

ZETEK T.

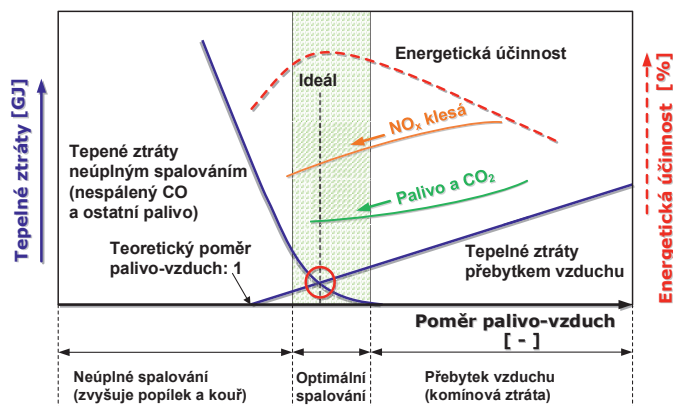
Yokogawa Czech Republic s.r.o.

Provozovatelé průmyslových zdrojů spalování pro ohřev produktů, výrobu páry, tepla nebo elektrické energie jsou pod silným politickým i ekonomickým tlakem, aby jejich výrobní aktivity měly minimální a do budoucna „nulovou“ uhlíkovou stopu. Kromě udržování dobrého technického stavu k zajištění bezpečnosti a kontinuity výroby se snaží zvyšovat účinnost, kapacitu zdroje a generovat maximální možný zisk. Ten je ohrožován rostoucí cenou emisních povolenek (nyní 56,-€/tCO₂), sankcemi při překračování stále se zostřujících environmentálních limitů a může hrozit i nucené odstavení zdroje. Laserové spektroskopické analyzátoři spalin TDLS8000 a nyní i TDLS8200 se svou rychlostí odezvy, prostorovým pokrytím, přesností a spolehlivostí mohou při vhodném začlenění do pokročilého řídicího algoritmu přispět k nižším emisím skleníkových plynů, bezpečnějšímu a ekonomičtějšímu spalování.

Řízení poměru palivo - vzduch

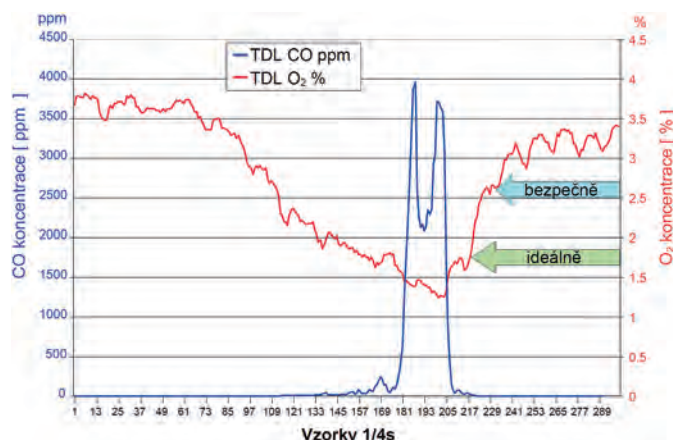
Proces hoření vyžaduje palivo, vzduch (kyslík), promísení (turbulenci), prostor pro oxidaci paliva, teplotu a čas. Vliv poměru palivo/vzduch na ekonomii spalování byl notoricky známý [1], před více než 40 lety uveřejněný obrázek – viz obr. 1: Poměr palivo-vzduch a energetická účinnost. K optimalizaci spalovacího procesu je nutné znát obsah kyslíku ve spalinách (přebytek po spalování) a obsah CO, který indikuje účinnost i bezpečnost spalování. Ideální pracovní bod s nejnižšími ztrátami má nejmenší přebytek kyslíku, dokud ještě nedochází k rapidnímu nárůstu CO, jako indikátoru nedokonalého spalování. Aktuální hodnota dosažitelného minimálního kyslíku ve spalinách závisí na typu paliva, jeho okamžité výhřevnosti, konstrukci hořáků, míře jejich zanesení, těsnosti pece/kotle, vlhkosti a teplotě spalovacího vzduchu, promísení směsi, teplotě a časové expozici. Zejména však na schopnosti rychle a reprezentativně měřit CO na konci spalovacího procesu a reakční schopnosti či zpoždění a opotřebení systému a akčních prvků poměr palivo / vzduch rapidně změnit a limitovat nebezpečný stav s vysokým obsahem spalitelných složek mimo oblast plamene.

Obr. 1: Poměr palivo-vzduch a energetická účinnost



Dynamiku vztahu O₂-CO popisuje trend na obr. 2, kdy na jedné rafinérské peci [2] byly v roce 2006 použity laserové analyzátoře se vzorkováním 4s a byl záměrně snižován a poté zvyšován objem vzduchu do hořáků. Pro konkrétní případ docházelo při snížení hodnoty kyslíku ve spalinách pod 2 % k počátku tvorby CO v hodnotách jednotek až desítek ppm. Avšak při snížení hranice pod 1,5 % O₂ již CO hodnota prudce narůstá nad 4000 ppm. Nárůst i pokles CO je velmi rychlý děj, trvající jednotky, maximálně desítky sekund. Tyto exkurze vysokých hodnot CO nelze brát na lehkou váhu, protože oxid uhelnatý má kumulativní, aditivní charakter a může se hromadit v málo provětrávaných částech pece/kotle. Pak stačí zdánlivě malý incident s nadbytkem paliva, který může vést k explozi. Řízení poměru palivo-vzduch tedy můžeme pojímat konzervativně s ohledem na uvedená nebezpečí, tedy s vysokým přebytkem kyslíku, nebo řídit spalování ideálně, ekonomicky i ekologicky. Aby však takové řízení bylo možné, je potřeba na prvním místě změnit způsob měření spalin.

Obr. 2: Dynamika vztahu O₂-CO



Limitace stávajících O₂ a CO analyzátorů

Nejrozšířenější způsob měření kyslíku ve spalinách je s pomocí zirkoniového napěťového článku. Za teplot nad 600 °C se chová oxid zirkonitický s příměsí yttria jako elektrolyt a na platinových elektrodách, které jsou vystaveny rozdílnému parciálnímu tlaku kyslíku vzniká napětí úměrné zápornému logaritmu podílu tohoto tlaku mezi měřicí a referenční stranou článku.

Yokogawa dodává špičkové analyzátoře na tomto principu již více jak 50let a také letos přichází s novinkou – inovovaným odděleným převodníkem ZR802G a ZR802S (pro prostředí s nebezpečím výbuchu) tím tak kompletuje možnosti zapojení se sondami ZR22G a ZR22S ale také integrované verze ZR202G a ZR202S. Nabídku doplňuje až 8 kanálový převodník AV550G – viz obr. 3.

Obr. 3: Osmikanálový převodník AV550G



Převodníky ZR802G/S lze ovládat bez nutnosti otevírat čelní dveře, základní model ZR802G barevným dotykovým displejem a nevýbušný model ZR802S pomocí IR tlačítek. Převodníky mají slot pro SD kartu se záznamem měřených i diagnostických dat, s automatickou tvorbou

reportů a predikcí údržby a výměny článku. Životnost článku s trendovaným měřením impedance se měří kontinuálně, nejen při prováděných kalibracích, kterých bývá díky extrémní stabilitě velmi málo. Převodník má kromě proudových výstupů také síťové připojení pomocí Modbus RTU nebo Ethernet TCP/IP. Přestože se tento způsob měření pro nízké pořizovací náklady a snadnou údržbu těší oblibě uživatelů, nevyznívá jeho hodnocení v API RP 556 (1997 až 2011) [3] velmi příznivě.

K jeho nečinnostem patří:

- Bodové měření s dosahem cca 1m od hrotu sondy. Rozvrstvení koncentrací ve spalínovodu se může místně lišit i o 1,5 % O_2 a místa s reprezentativním (průměrným) obsahem se mění s průtočným profilem podle zatížení kotle.
- Umístění měření, kde teplota spalin $< 700^\circ C$ (v konvekční části peci, za přehříváky, EKO nebo LUVO) vede k možnosti průniku vzduchu v podtlakovém režimu netěsnostmi v konstrukci pece / kotle a zkreslování měřených výsledků. Při jen odhadovaných netěsnostech je spalování řízeno s většími přebytky vzduchu (kyslíku), než je nutné, ale místo hoření může být bez dostatečného přísunu vzduchu a těmito netěsnostmi nebezpečně maskováno.
- Odezva článku t_{90} bývá do 10 sekund, avšak se zaneseným filtrem nebo restriktorem plamene se doba prodlouží mnohem více a je těžké toto zpoždění v procesu odhadovat.
- Spalitelné složky jako SO_2 , CO , H_2 , CH_4 ve spalinách na vyhřívání článku ($750^\circ C$) dohořívají a při konzumaci kyslíku měří hodnotu nižší, než je skutečnost.
- Vyhřátý článek při opětovném restartu pece je nejteplejším místem v dosahu nezapálených hořáků. Palivo se tedy může na článku iniciovat, takže pro náběh (doba, kdy je měření nejpotřebnější) se někdy doporučuje sondy odepínat od napájení.
- Bez údržby a periodické kalibrace není funkčnost měření možná a v případě nezjištěných netěsností mezi referenční a měřicí stranou zirkoniového článku je měření zdrojem nevalidního a nebezpečného signálu.

Stejně doporučení API pojednává také o analýze oxidu uhelnatého, jehož odběrové měření s úpravou (sušením) vzorku a NDIR analyzátorů má dopravní zpoždění $> 1\text{min}$, pro které je nelze pro řízení spalování použít. CO analýza prováděná jako součást emisního systému na patě komína je již za možnou zónou druhotné oxidace CO na CO_2 ($750\text{--}800^\circ C$ @ $4\text{--}5\%$ O_2), takže mnohdy s odstupem 20 min. informuje, že k nějakému nárůstu CO ve spalovací zóně došlo, ale o jeho skutečné hodnotě můžeme jen spekulovat. Měření kombinovanými sondami O_2/CO_e (ekvivalent CO , zahrnující vodík a ostatní spalitelné komponenty kromě metanu) využívá katalytický (Pt) článek a „close extractive“ uspořádání. Vyhřívání článku (také možný iniciátor plamene) potřebuje pro spalování kyslík ($> 1,5\%$). Analyzátor, který jej nedodává externě, nemohou při náhlém výronu CO při nedostatečném O_2 v procesu fungovat. V praxi dosahovaná nejistota CO bývá $\pm 75\text{ ppm}$ a detekční minimum kolem 50 ppm CO . Rychlost odezvy $20\text{--}25\text{ s}$ pro výše popsané dynamické chování CO pro řízení v oblastech kolem 1% O_2 zcela nevyhovuje. Navíc SO_x plyny při současné přítomnosti CO mohou snižovat životnost Pt článků a způsobovat posun výsledku i o 200 ppm . Jako každý jiný elektrochemický článek vykazují drift a potřebují údržbu a kalibraci.

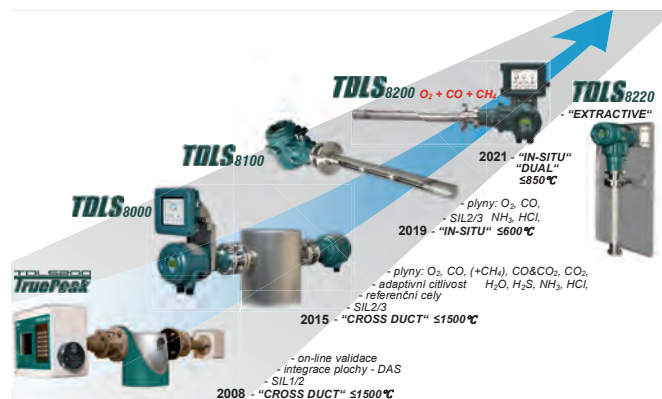
Přednosti laserových spektroskopických analyzátorů TDLS

Výše citovaný materiál doporučuje pro rychlé řízení využít k analýze O_2 a CO laditelné laserové analyzátorů s odezvou do 5 s. Nyní dosahuje odezva 2 s a v opci 1 s. Jedná se o přímo vložné nebo přes spalovací komoru umístěné selektivní měření absorpce žádané komponenty, kde plocha absorpční špičky (píku) je přímo úměrná koncentraci podle Beer-Lambertova zákona. Laser je Peltierovým článkem s řízenou teplotou $\pm 0,001^\circ C$ vyladěn do frekvenční oblasti měření a pak jemně proudovým signálem přeladován přes útlumovou špičku dané komponenty. Přímá spektroskopie DAS (Direct Absorption Spectroscopy) [4] využívá k potlačení šumu a nestability laseru mnohočetné měření a průměrování. Plocha útlumu = koncentrace, je nezávislá na přítom-

nosti a koncentraci dalších komponent v pozadí, je lineární s tlakem a nelineární s teplotou. Pro změny nad $\pm 5\text{ kPa}$ a $\pm 10^\circ C$ je doporučena kompenzace externími snímači. Kyslíkový analyzátor může teplotu spalin měřit v celé délce optické cesty porovnáním dvou sousedních O_2 útlumových čar. Starší (30let) a na trhu rozšířenější metoda druhé harmonické frekvence – 2f, WMS (Wave Modulation Spectroscopy) eliminuje šum měřením výšky zvlnění derivovaného signálu, který byl modulován druhou harmonickou frekvencí z nosné měřicí rozbitané frekvence. Takto získaný signál není nezávislý na proměnném složení pozadí (například vlhkost spalin) a je nelineární s teplotou i tlakem. Nelze u něj provádět aditivní validaci měření.

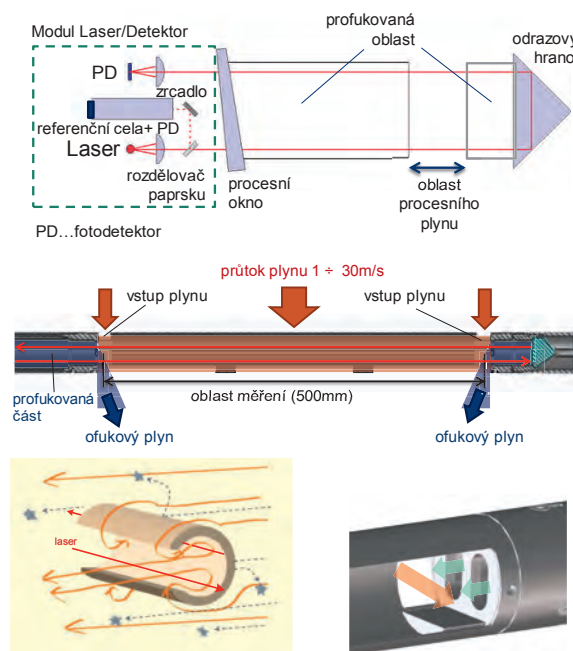
Po zakoupení firmy ASI (Analytical Specialities Inc.) Yokogawa v roce 2008 představila „True Peak“ TDLS200, laditelný laserový analyzátor s měřením spalin do $1500^\circ C$, rozpětím $\sim 30\text{ m}$ a odezvou 5 s. Následovaly další modely: TDLS8000 a TDLS8100 splňující požadavky SIL2/3 podle IEC61508 s integrovanými referenčními kavitami pro stabilitu měřicí frekvence a s adaptivním přepínáním zesílení podle opacity měřeného plynu, viz obr. 4.

Obr. 4: Řada laserových analyzátorů ASI TDLS



Tento měsíc přichází Yokogawa s novým sondovým provedením analyzátoru a dvojitým laserem – TDLS8200 i extraktivní podobou jednoduchého laseru TDLS8220. Sonda TDLS8200 měří dvěma lasery současně O_2 ($0\text{--}25\%$), CO ($0\text{--}200\text{ ppm}/0\text{--}1\%$) i CH_4 ($0\text{--}5\%$) v teplotách $600^\circ C$, od příštího měsíce také do $850^\circ C$, v jednom pásmu o rozpětí 500 mm ve vzdálenosti $0,7; 1,0; 1,5$ a $2,0\text{ m}$. Obr. 5 znázorňuje zjednodušeně princip měření s referenční kavitou a ofukovaným odrazovým hranolem.

Obr. 5: Princip měření novým sondovým provedením analyzátoru a dvojitým laserem – TDLS8200



Dokončení na další str.

Pro přesnost je důležité ohraničení optické cesty, kterou vymezuje proud spalin odnášející čistící pomocný dusík. Zajímavý je způsob vyřešení eliminace ztráty transmise vlivem zaprášení. Jedna stará praktická poučka pro úpravné systémy říká: „Nejspolehlivější čerpadlo je žádné čerpadlo a nejspolehlivější filtr je žádný filtr.“ Metodou simulací průtoků (doporučená rychlost 1–30 m/s) byl nalezen tvar výřezu, eliminující potřebu filtru, kdy jsou pevné prachové částice většinou nesený setrvačností proudů dál, kdežto plynná složka je vortexovým jevem vrácena zpět do oblasti měřících laserových paprsků. Účinnost tohoto řešení byla ověřena na sondě TDLS8100 ve spalínách uhlénné kotle při měření čpavkového skluzu za SNCR DeNO_x technologií, kdy při prašnosti 20 g/m³, teplotě > 300 °C a rozsahu 0–10 ppm NH₃ byla transmise zachována.

Analýzátor uchovává záznam z naměřených dat i spekter 50 dní a umožňuje zpětnou verifikaci měření. Využitím smart modulů jsou všechny komponenty zaměnitelné a opravitelné bez nutnosti převozu k výrobci a recalibraci. Nejistota u měření O₂ je ± 0,01 % u CO ± 1 ppm. Měření metanu (± 0,02%) má význam zvláště při najížděcích sekvencích, kdy je před zapálením pilotních hořáků užitečné verifikovat nepřítomnost paliva v peci, nebo při poruše celistvosti potrubí s produktem.

Řešení CombustionONE

I ten nejlepší analyzátor na trhu bez vhodné aplikace do technologie bývá zmařenou investicí, poskytující přesný pohled do špatně řízeného procesu. Protože většina pecí a tepelných zdrojů je věkovitých (i více jak 30 let), nevede cesta k optimalizaci spalovacího procesu jen přes nasazení nových měření – analyzátorů a implementaci dokonalejších řídicích algoritmů. Problém vyžaduje celostní přístup, dokonalou diagnostiku a poznání místních omezení. Yokogawa spojila znalosti spalovacích procesů, konstrukce hořáků i pecí, matematického modelování, pokročilých algoritmů, řídicích i bezpečnostních systémů, instrumentace a nových laserových analyzátorů do holistického řešení, které zahrnuje zjištění aktuálního stavu, předprojektovou studii proveditelnosti pozitivních i negativních dopadů řešení, fyzikální model pece, projekt s garantovanou návratností, implementaci HW+SW a záruční i pozáruční servis.

Přestože Yokogawa vyrábí bezpečnostní odstávkové systémy ProSafe-RS (SIL3) a oblasti funkční bezpečnosti v systému pro řízení hořáků BMS (burner management system) podle standardů EN746 (ISO12100) a dobře jim rozumí, netýká se řešení CombustionONE (C1) primárně tohoto subjektu.

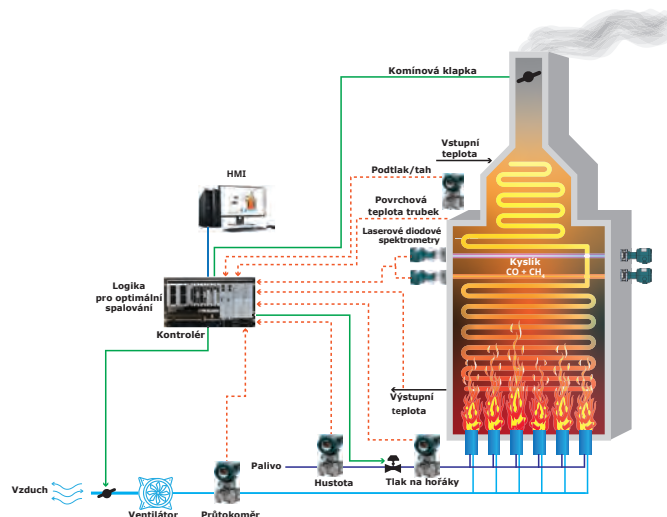
Snahou je snížit množství neznámých a nekontrolovaných proměnných na minimum a zabezpečit standardní řízení spalování s nižším přebytkem vzduchu na vyšší úrovni bezpečnosti, aby stávající odstávkový systém nemusel havarijně zdroj odstavovat. Časté odstavování a najíždění má negativní důsledky na životnost pecí a nese v sobě inherentní rizika. Podstatou je znalost hmotnostních bilancí a zajištění stechiometrické a termodynamické rovnováhy systému. Typy zajištění přísunu vzduchu pro hoření / tahů jsou různé. Na Obrázku 6 je naznačen způsob s nuceným tahem FDF (forced draft fan) s klapkou v komíně. Objektem řešení může být také podtlaková pec IDF (induced draft fan) se sacím ventilátorem na komíně, nebo s kombinovaným tahem BDF (balanced draft fan) s oběma ventilátory, nebo jen přirozeným tahem ND (natural draft) bez ventilátorů jen s klapkou v komíně.

V našem řešení se snažíme znát a řízením těsně svázat hmotnostní průtoky paliva a vzduchu pro hoření. Podle Lyman F. Gilberta by koncentrace CO měla být v optimální spalovací zóně (s největší tepelnou účinností na jednotku paliva) okolo 200 ppm bez ohledu na druh použitého paliva a zařízení. Systém musí zajistit dostatečný přísun O₂ pro spalování, monitorovat koncentraci CO v reálném čase a udržet její hodnotu konstantní v nízkých hodnotách. Měření O₂ a CO pro ekonomické a bezpečné řízení ještě nestačí.

Nejistotu řízení zvyšují tyto faktory:

- neznámý hmotnostní průtok vzduchu,
- neznámý hmotnostní průtok paliva,
- neznámá hustota paliva,

Obr. 6: Zajištění přísunu vzduchu pro hoření s nuceným tahem FDF (forced draft fan) s klapkou v komíně



- neznámá skutečná aktuální výhřevnost paliva,
- nejistota v podání paliva (např. rotující hrníček),
- neznámá pozice ručně ovládané vzduchové klapky,
- podhodnocená běžná údržba hořákových ústí,
- zakoksování palivových potrubí k hořákům,
- nezpozorovaný únik paliva,
- neznámá vlhkost vytěšňující páry,
- neznámá hodnota skutečného tahu v různých bodech pece,
- neznámé falešné přísávání vzduchu netěsnostmi pece,
- ručně zmanipulované polohy žaluzií vzduchu a ručních palivových ventilů,
- možná neuzavřená žaluzie na odstavených hořácích,
- nízká spolehlivost detektorů plamene,
- neznámý stav pilotních hořáků,
- neznámé množství hořavin v peci před najetím,

Přínosy a reference

Realizace C1 má přímé dopady na provoz v ohledech účinnosti, výkonu, ekologie a bezpečnosti:

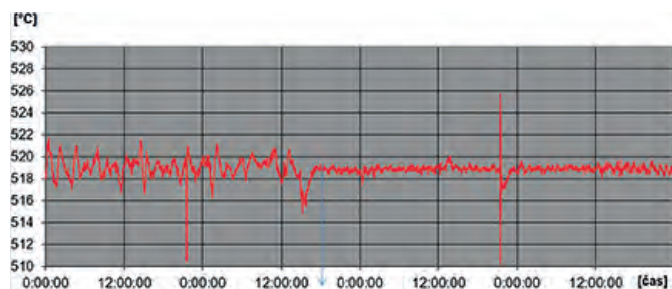
- 1) Zvyšuje účinnost snížením provozních nákladů:
 - snížením spotřeby paliva,
 - snížením spotřeby vzduchu.
- 2) Zvyšuje výkonnost výroby:
 - zvýšením využitelné tepelné kapacity pece,
 - optimální tepelnou expozicí snižuje koksování produktových potrubí,
 - zvýšením prostupnosti produktu přes pec,
 - zajištěním stability výstupní teploty produktu.
- 3) Snižuje emise a tím přispívá také k lepší ekonomii provozu:
 - menšími emisemi skleníkových plynů: CO₂ – náklady na povolenky,
 - menšími emisemi NO_x a nižší spotřebou DeNO_x, méně CO,
 - nižší teplotou spalin a globálním oteplování.
- 4) Zvyšuje bezpečnost a životnost výrobního zařízení:
 - snižuje četnost výronu paliva při výpadku hořáků,
 - zabraňuje náhlým výpadkům a teplotním šokům vedoucím k praskání trubek a závěsů,
 - zabraňuje ztrátám produktu a emisím z jeho uvolnění,
 - minimalizací nechtěných odstávek snižuje riziko výroby,

a celkově tak přispívá k udržitelné výrobě v proměnlivých podmínkách.

Za 8 let od první pilotní aplikace v MOL Maďarsko (H21-CCR) jsme realizovali v Evropě 20 projektů s C1 řešením. Na této peci se podařilo snížit obsah kyslíku ve spalinách z 3,5 % na 1 % i při proměnném složení paliva (rafinérský plyn) a docílit nejen úspory energie 5,7 %, ale také prokázat návratnost investice do 1 roku. Navíc, jak ukazuje obr. 7, se podařilo dosáhnout stabilnějšího provozu pece a tím důležité menší

variability teploty výstupního produktu a tím přispět k prodloužení životnosti používaného katalyzátoru. V návrzích řešení a pak v realizaci se snažíme dosáhnout návratnosti investice do 2 let provozu. Jsme rádi, že se úspěšně podařilo toto řešení uvést do praxe také u nás, na provozu EJ, Orlen Unipetrol RPA s.r.o. v Litvínově, viz obr. 8.

Obr. 7: Stabilnější provoz pece a menší variabilita teploty výstupního produktu



Závěr

Jen investice, která se vyplatí, má být realizována! Protože je mnohdy stávající měření O_2 ve spalínách ve špatném stavu nebo neměří reprezentativní a skutečnou hodnotu, může být odhad návratnosti investice jen z energetické úspory v nižší komínové ztrátě při snížení přebytku kyslíku např. z 2,5 % na 1,2 % zavádějící. Proto se vždy vyplatí zkontrolovat měření podle návrhových výpočtů pece a skutečných procesních parametrů s kalkulací přenosů tepla do produktů a zvážení všech technologických dopadů realizace. Yokogawa v České republice má inženýrský tým, který je schopen zajistit úspěšnou realizaci C1 řešení s analyzátory TDLS8000 a TDLS8200. Stojí za to ověřit, jestli se dá vygenerovat také na Vašich provozech některá z uvedených úspor!

Obr. 8: Provoz EJ, Orlen Unipetrol RPA s.r.o. v Litvínově



Literatura

- [1] Yoshitaka Yuki, Akihiro Murata: *Optimum Combustion Control by TDLS200 Tunable Diode Laser Gas Analyzer*, Yokogawa Technical Report English Edition Vol.53 No.1 (2010)
- [2] Dr. JD Tate: *Advanced Combustion Diagnostics and Control for Furnaces, Fired Heaters and Boilers*, The Dow Chemical Company Final Report DE-FG36-06GO16093, 29.9.2006 – 29.12.2009
- [3] API Recommended Practice 556 Second Edition, April 2011: *Instrumentation, Control, and Protective Systems for Gas Fired Heaters*
- [4] Jie Zhu, Alan Cowie, Anatoliy Kosterev, Don Wyatt: *ADVANTAGES OF USING DIRECT ABSORPTION METHOD FOR TDLAS MEASUREMENT*, YCA paper, 2009



OpreX™ Analyzers

TDLS8200, další krok v technologii laditelných diodových laserů

Nedělejte kompromisy, spalujte bezpečně, ekologicky a s maximálním ziskem!

Snadná náhrada poruchových a údržbu vyžadujících ZrO_2/COe analyzátorů. Měření $O_2+CO+CH_4$ ve 2s jedním vložitelným analyzátozem do teplot 850 °C.

Yokogawa Czech Republic s.r.o. Bráfova 3070/9a, 616 00 Brno
Tel.: +420 541 241 255, office@cz.yokogawa.com, <https://www.yokogawa.cz>

YOKOGAWA 
Co-Innovating tomorrow™

ORLEN UNIPETROL TESTUJE CHEMICKOU RECYKLACI ODPADNÍCH PLASTŮ

ORLEN Unipetrol zprovoznil ve svém chemickém závodě v Litvínově testovací pyrolýzní jednotku na zpracování odpadních plastů. V ní bude v následujících třech letech zkoumat chemickou recyklaci plastů a způsob její implementace do standardní výroby. Největší petrochemická skupina v Česku zaváděním principů cirkulární ekonomiky do výrobních procesů chce rozšířit tradiční výrobu pohonných hmot a plastových produktů z fosilních zdrojů o nové zdroje, které pomohou k dekarbonizaci Česka a jsou v souladu s politikou Evropské unie.

V České republice je podle Ministerstva průmyslu a obchodu ročně vyprodukováno více jak 400 tisíc tun plastových odpadů. Z uvedeného množství plastového odpadu je zhruba 37 % využito pro materiálovou recyklaci a 18 % využito energeticky, tj. pro výrobu tepla anebo elektrické energie.

„Téměř polovina plastového odpadu vyprodukovaného v Česku zůstává zatím nevyužita, protože recyklace plastů je náročná. Námi testovaná technologie chemické recyklace toto může změnit,“ řekl Tomasz Wiatrak, generální ředitel a předseda představenstva skupiny ORLEN Unipetrol, a dodal: „Kdo jiný by se měl pokoušet hledat nová řešení a cesty vpřed, než jeden z pilířů české ekonomiky, kterým naše petrochemická skupina je. Aplikací principů cirkulární ekonomiky přispíváme k rozvoji konkurenceschopné a ekologické budoucnosti Česka.“

ORLEN Unipetrol jako tradiční petrochemický výrobce zásobuje zejména český a střeoevropský trh palivy a plastovými produkty každodenní potřeby. Ty vyrábí z ropy, kterou dováží z celého světa. V poslední době se snaží do výroby začleňovat i další vstupní suroviny. Zejména ty, které byly doposud vnímány jako odpadní materiál.

„Chemická recyklace využívající principy pyrolýzy, neboli termického rozkladu za vysokých teplot, se zdá být velmi efektivní technologií pro opětovné využití odpadních plastů. Do-

Obr.: Testovací pyrolýzní jednotka na zpracování odpadních plastů v litvínovském chemickém závodě ORLEN Unipetrol



chází při ní k vysokému vytěžení původního odpadu a jeho přeměně na uhlovodíky, které lze zpětně integrovat do petrochemické výroby. Tím dochází efektivnějšímu využití stávajícího plastového odpadu a k výraznému snížení uhlíkové stopy,“ řekl Tomáš Herink, člen představenstva skupiny Unipetrol zodpovědný za výrobu, výzkum a vývoj, a dodal: „Naši ambice je v horizontu několika let chemickou cestou recyklovat odpadní materiály z nejbližšího okolí i celé České republiky.“

Výstupem projektu bude komplexní návrh technologie v průmyslovém měřítku na bázi pyrolýzy pro zpracování odpadních plastů a pryží z pneumatik, jejichž produkty budou využitelné v petrochemickém průmyslu při výrobě základních chemikálií, jako je etylen, propylen, butadien nebo benzen. Z těch jsou navazujícími procesy vyráběny finální petrochemické produkty – polyetylen, po-

lypropylen, polystyren apod. V rafinérském průmyslu budou pyrolýzní produkty přidávány do stávajících zpracovávaných surovin za účelem zvýšení produkce motorových paliv, tj. automobilový benzín, motorová nafta.

ORLEN Unipetrol na tomto výzkumném projektu spolupracuje s Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze a ORLEN Unipetrol výzkumně-vzdělávacím centrem. Náklady na pořízení testovací technologie dosáhly výše 18 milionů korun a jsou hrazeny za přispění Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky, které z programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost uvolnilo bezmála sedm milionů korun. Náklady na samotný výzkumný projekt dosahují bezmála 72 milionů korun. Technologická agentura České republiky přispěla z dotačního programu TREND částkou ve výši 50 milionů korun.

www.unipetrol.cz

LINDE ENGINEERING A AGR BUDOU REALIZOVAT PROJEKT ZELENÉHO VODÍKU

Společnost Linde Engineering vyhrála výběrové řízení na návrh a konstrukci integrované vodíkové palivové stanice a elektrolyzy pro společnost AGR v německém Hertenu.

Projekt zahrnující výrobu vodíku a vysoce výkonnou technologii zásobování paliva získá od německého spolkového ministerstva dopravy a digitální infrastruktury v rámci Národního inovačního programu technologie vodíku a palivových článků (NIP) podporu až 6,2 milionu eur.

Pokyny pro financování jsou koordinovány společností NOW GmbH a implementovány společnostmi Project Management Jülich.

Projekt zahrnuje elektrolyzéry, kompresory, zásobníky a vysoce výkonné čerpací stanice s protonovou membránou. Elektrolyzéry budou mít roční kapacitu kolem 440 000 kg vodíku. Elektřina bude pocházet z tepelné elektrárny AGR na výrobu energie z odpadu, kde komunální a komerční odpad s biogenním obsahem kolem 50 % slouží jako primární zdroj paliva. Elektřina potřebná k výrobě zeleného vodíku bude pocházet z energetiky společnosti AGR a ta současně zajistí dodávku zelené elektřiny a tepla šetrného k životnímu prostředí do veřejných sítí.

Plánovaná čerpací stanice bude schopna plnit vozidla při tlaku 350 barů a 700 barů, a proto

bude vhodná pro osobní i nákladní automobily. Zelený vodík vyrobený v Hertenu bude primárně používán k zásobování vozidel veřejné i soukromé dopravy. Důraz bude kladen na popelářské vozy obsluhující okolní komunity, vlastní vozový park AGR a prodej vodíku komerčním a průmyslovým podnikům.

Prostřednictvím tepelné recyklace místního odpadu a jeho přeměny na vodík je podnik úspěšným příkladem oběhového hospodářství v praxi. V blízké budoucnosti bude zelená elektřina z elektrárny na výrobu energie z odpadu využívána k výrobě zeleného vodíku jako paliva pro nákladní vozy. Kombinace integrované čerpací stanice a elektrolyzérů navíc slouží jako výkladní skříň decentralizované výroby a distribuce vodíku.

» www.linde-engineering.com

Fourier Transform Infrared Spectrophotometer

IRSpirit



IRSpirit, připraven k akci

Snadné ovládání, jednodušší analýza a velká možnost rozšíření: Nová série FTIR spektrofotometrů IRSpirit poskytuje řešení pro přesné a spolehlivé IR analýzy v různých odvětvích. Díky výkonnému optickému systému a detektorům, mohou kompaktní IRSpirit-T a IRSpirit-L přístroje uspokojit požadavky uživatelů jak vysokou citlivostí přístroje, tak i rozumnou cenu.

Prostorově efektivní a flexibilní

Díky velmi malému půdorysu a současně velkému prostoru pro příslušenství

IRPilot program s 23 připravenými metodami

Dovoluje snadné a rychlé analýzy i nezkušeným uživatelům

Velká škála příslušenství

Je schopná pokrýt širokou oblast aplikací



NOVÁ GENERACE VÍCEPLYNOVÝCH PŘENOSNÝCH DETEKTORŮ HONEYWELL BW™ SÉRIE BW ICON

GES CZ s.r.o., oficiální distributor výrobků společnosti BW technologies (by Honeywell), nabízí přenosné detektory plynů včetně veškerého jejich příslušenství. Tyto detektory plynů jsou určeny pro pracovníky ve všech průmyslových oborech, pro příslušníky hasičských sborů a záchranářů. Všechny typy přenosných detektorů plynu BW Technologies jsou navrženy tak, aby splňovaly požadavky na ekonomický a spolehlivý provoz, jednoduchou obsluhu, údržbu a dlouhou životnost. Všechny modely mají certifikaci Atex do zóny 0 (G1) a vyhovují IP 66, 67, 68.

Kalibrovatelný detektor čtyř plynů s výběrem ze šesti senzorů – Honeywell BW™ Icon+ přináší možnost zobrazovat údaje pomocí ikon, a to v kalibrovatelném provedení. To umožňuje maximalizovat životnost čtyřplynových detektorů, optimalizovat dlouhodobé náklady na jejich vlastnictví a vybírat si z několika senzorů plynu pro flexibilní aplikace.

Displej s ikonami pro rychlá rozhodnutí

Detektor Honeywell BW™ Icon+ je pojmenován podle svého displeje. Tento displej jako první v oboru zobrazuje úroveň plynů a stav

Obr.: Kalibrovatelný detektor čtyř plynů s výběrem ze šesti senzorů – Honeywell BW™ Icon+



zařízení pomocí jednoduchých, intuitivních ikon. To znamená, že pracovníci nemusí interpretovat žádné aktuální hodnoty sledovaných

plynů a zároveň nemusí procházet časově náročným školením. Jakmile dojde k plynovému alarmu, jednoduše se na displeji rozsvítí ikona zvonku a zároveň vedle senzoru, jehož se poplach týká, červená dioda. Jednotlivé senzory jsou viditelně označeny příslušnou chemickou značkou (názvem plynu). Pracovníci tak musí danou oblast rychle a bez meškání opustit.

Nejrychlejší odezva na trhu

Nově vyvinuté senzory řady 1 reagují na nebezpečnou úroveň měřených plynů během několika málo vteřin, dokonce i při extrémních teplotách.

Spolehlivost

Dvouměsíční výdrž baterie po 4,5 hodinovém nabíjení – čtyřměsíční výdrž baterie, pokud se detektor na konci každé směny vypne. O správné činnosti detektoru je pracovník upozorňován nepřetržitým blikáním zeleného světla – „světla života“. Nutnost provedení kalibrace či bump testu přístroj oznamuje rozsvícením červené ikony na displeji. Kompaktnost, malá velikost a nízká váha umožňuje snadné používání i ve stísněných prostorách. Ovládání jedním tlačítkem maximálně usnadňuje

PŘENOSNÉ DETEKTORY PLYNŮ HONEYWELL & SENKO



GES CZ s.r.o.

Oficiální distributor pro ČR a SR

www.gasmonitors.cz • www.ges-senko.cz

Kanceláře, sklad, dílna:

Husova 1697, 530 03 Pardubice

Tel.: +420 466 655 488

Mobil: +420 603 820 488 | +420 608 231 313

E-mail: ges13@gasmonitors.cz

obsahu detektoru a zamezuje neúmyslnému přenastavování detektoru.

Pokročilá infračervená technologie senzoru hořlavých a výbušných plynů

Za dlouhou výdrž baterie vděčí detektory infračervenému senzoru hořlavých plynů, který má stokrát menší příkon než tradiční katalytické senzory.

Nový infračervený senzor LEL od společnosti Honeywell je odolný proti „otravě“ tedy zničení senzoru některými čisticími prostředky, rozpouštědly a mazivy, které běžné katalytické senzory LEL nenávratně poškodí. Z toho vyplývá, že infračervený senzor LEL dokáže přesně detekovat hořlavé plyny po celou dobu životnosti přístroje a vyžaduje méně času i nákladů na údržbu.

Inteligentní senzory pro předvídatelnou údržbu

Základem všech detektorů plynů jsou spolehlivé senzory. Proto je důležité znát odpovědi na následující otázky. Jaká je zbývající životnost senzoru H₂S vzhledem k jeho stáří a tomu, jak byl vystavován plynu? Kdy je zapotřebí kalibrovat senzor O₂? Detektor Honeywell

BWTM Icon+ je vybaven inteligentními senzory řady „i“, které jsou schopny uveřejnit otázky zodpovědět. Tato funkce výrazně přispívá k bezpečnosti provozu a také poskytuje možnost včas provést patřičné kroky a zabránit tak neočekávaným prostojům.

Extrémní ochrana proti prachu a vodě

Detektory Honeywell BWTM Icon+ mají stupeň krytí 66 a 68, takže bez problémů odolávají prachu i ponoření do vody. Jeho odolnost umožňuje použití v extrémních podmínkách všech průmyslových odvětví.

2 typy detektorů icon

Detektor ICON se dodává ve dvou provedeních. Kalibrovatelný ICON+ nebo bezúdržbový detektor ICON. ICON+ vám přináší možnost dlouhodobého používání detektoru s možností výměny prošlých senzorů, ale bez nutnosti kalibrace a údržby. Verze ICON má výhodu bezúdržbového provozu bez nutnosti nabíjení, ale po 2 letech se stává nefunkčním. To vše vám umožňuje maximalizovat životnost vašich čtyřplynových detektorů, optimalizovat dlouhodobé náklady na jejich vlastnictví a vybírat si z několika senzorů plynu pro flexibilní aplikace.

Hlášení a analýza na vašem chytrém telefonu

Detektory ICON mají zabudovaný Bluetooth® modul, který umožňuje propojení s mobilním telefonem nebo PC. Chcete zobrazit aktuální koncentrace plynů nebo další informace, které se na displeji s ikonami neobjevují? Chcete upravit hodnoty alarmů detektoru nebo jiné funkční nastavení? Jednoduše si stáhněte aplikaci Honeywell Safety Suite Device Configurator, pomocí Bluetooth® spárujete svůj chytrý telefon/notebook/PC s detektorem, poté aplikaci spusťte, data se vám zobrazí a vše vygeneruje do hlášení, které je připraveno k odeslání.

Zajištění souladu s předpisy (Compliance)

Vnitřní paměť detektoru uchovává všechna data spojená s provozem přístroje. V případě mimořádné události to umožní její zdokumentování pro potřeby vyšetření a objasnění dané události.

Štěpán STROUHAL,
GES CZ s.r.o.,
ges13@gasmonitors.cz

DETEKTORY PLYNŮ SENKO – KVALITA ZA ROZUMNOU CENU

Bezpečnost práce by měla být vždy na prvním místě bez ohledu na to, v jakém průmyslovém oboru působíte. V jakémkoliv pracovním prostředí se zaměstnanci musí cítit chráněni před nebezpečím v podobě toxických či výbušných plynů nebo nedostatku kyslíku. Společnost SENKO Co., Ltd. masivně investovala do vývoje a výzkumu nových plynových senzorů a výsledkem je vyvinutí unikátní série elektrochemických senzorů, které uspokojí požadavky i těch nejnáročnějších uživatelů. Zákazníci SENKO jsou v současné chvíli firmy jako Samsung Electronics nebo LG Electronics. Široká nabídka přenosných detektorů SENKO zajistí maximální efektivitu a produktivitu poskytnutím nejvyšších bezpečnostních standardů.

Tyto spolehlivé detektory plynů jsou určeny pro pracovníky ve všech průmyslových oborech včetně příslušníků hasičských sborů a záchranářů. Všechny typy přenosných detektorů plynů SENKO jsou navrženy tak, aby splňovaly požadavky na ekonomický a spolehlivý provoz, jednoduchou obsluhu, údržbu a dlouhou životnost. Veškeré námi dodávané modely mají potřebné certifikace pro používání v rámci EU a vyhovují IP 67.

Detektory plynů SENKO včetně všech senzorů a dalšího příslušenství jsou vyráběny pomocí nejmodernějších technologií v Jižní Koreji a vyznačují se vynikajícím poměrem cena/kvalita/výkon.

Obr.: Jednoplýnový detektor SENKO iGAS CO₂ (vlevo) a víceplynový přístroj MGT P



V nabídce jsou jak víceplynové přístroje MGT P (O₂, LEL, CO, H₂S), tak i jednoplýnové detektory, a to buď bezúdržbové s fixní životností 24 měsíců (SGT) nebo kalibrovatelné s neomezenou životností (SGT P). Novinkou je jednoplýnový iGAS CO₂, který se může pochlubit až 7 denní výdrží baterie na jedno nabití!

Kompletní nastavení fungování detektorů probíhá jednoduchým způsobem pomocí bezplatného PC softwaru a zařízení IR Link.

Detektory značky SENKO distribuujeme jako výhradní zástupce této firmy v ČR a SR již 2 roky www.ges-senko.cz. Během této poměrně dlouhé doby jsme nezaznamenali žádné technické ani jiné problémy.

www.ges-senko.cz

NEJMENŠÍ PŘENOSNÝ VÍCEKOMPONENTNÍ FTIR ANALYZÁTOR PLYNŮ

Nový analyzátor plynů FTIR GT5000 Terra od Gasmet Technologies GmbH měří za běžných podmínek až 50 škodlivých plynů aktivovaných infračerveným zářením ve vzduchu v nižším rozmezí ppm koncentrací. Díky ochraně proti stříkající vodě a hmotnosti 9,4 kg je ideální i pro venkovní použití. Bezdrátově připojený tablet PC slouží jako řídicí a úložná jednotka, která neustále ukládá kompletní IR spektra. Patentovaný software Calcmeter je porovnává s referenčními spektry čistých složek známé koncentrace. Kromě kvantifikace software identifikuje i neznámé látky. Naměřená spektra se používají pro dokumentaci a kontrolu kvality. To znamená, že výsledky měření lze ověřit i po delší době. GT5000 Terra je nastaven a dodáván podle konkrétní aplikace každého zákazníka. Samotný proces měření lze tedy provést rychle a snadno a uživatel nepotřebuje žádné analytické znalosti.

Obr.: Analyzátor plynů FTIR GT5000 Terra



» www.gasmet.com

ŠVÝCARSKÉ DETEKTORY KIMESSA PRO VÝBUŠNÉ PLYNY A PÁRY

Detekce a monitoring plynů je dnes nedílnou součástí zajištění dostatečné bezpečnosti provozu a neomezuje se v současnosti pouze na průmyslové aplikace, ale je zásadní i v laboratorích (věda/výzkum/lékařství), vnitřních parkovacích prostorách, chladírnách nebo kotelnách. KIMESSA AG je švýcarský výrobce kvalitních zařízení pro měření a monitoring nebezpečných plynů a par průmyslu, výzkumu, obchodu nebo v domácnostech. Současně je zaměřen na dlouhodobý vývoj stacionárních detekčních systémů, jejich výrobu, servis a prodej s celosvětovou působností. Na českém trhu tuto firmu zastupuje společnost LABIMEX s.r.o., která si vám dovoluje představit nové detektory do výbušného prostředí ATEX - Zóna I.

GSIM – infračervený detektor, velmi vyhledávaný systém pro svou přesnost, životnost senzoru a jednoduchost při měření zejména oxidu uhličitého, freonů a metanu. Využití najde zejména v chladírenských systémech a petrochemii.

GSPM – Pelistor – detektor měřící na principu katalytického spalování a je předurčen k měření hořlavých plynů a par. Nasadit ho lze do všech prostředí se zbytkovým podílem kyslíku, kde se postará o kvalitní měření na úrovni do 100 % DMV metanu, vodíku, ale i dalších CxHx. Určen je proto především

Obr.: Detektor GSBM 1461



pro kotelny, energetiku, chemickou výrobu, kolektory apod.

GSEM / GSBM – detektor s elektrochemickým senzorem typickým pro měření toxických plynů a kyslíku, pro ochranu zdraví a života podle hygienických norem. Měří např. oxid uhelnatý, amoniak, chlor, kyslík, NO_x a další plyny a jejich směsi. Aplikovat ho lze v parkovacích domech a garážích, chemii, potravinářství nebo ČOV.

GSSM – jednoduchý, polovodičový a všestranný detektor se senzorem cíleně použitelným pro plyny a páry s danou koncentrací bez nároku na vysokou přesnost a selektivitu. Doporučen je pro amoniak, butan, etylen, metan, propan, chladiva apod.

Detektory spolu s ústřednami CANLine 02 / 10 / 32+ tvoří monitorující systém umožňující zahrnout až 256 senzorů. MONOLine pak nabízí samostatnou jednotku měření a informací pro jeden až dva plyny.

LABIMEX CZ, výhradní zástupce společnosti KIMESSA AG, kromě dodávek systémů detekce a monitoringu plynů nabízí dále komplexní řešení celého bezpečnostního systému spojeného s problematikou úniku nebo výskytu nebezpečných plynných látek. Od senzoru ideálního pro dané prostředí, přes typ detektoru a ovládací stanici, až po varovné signalizační prvky, hlásiče a ovládání únikových tras a ventilátorů.

K problematice je přistupováno individuálně a výsledná řešení jsou na klíč pro maximální spokojenost klienta. V tomto ohledu je proto LABIMEX CZ autorizována pro kalibrace a pozáruční servis všech nabízených zařízení pro detekci a monitoring plynů.

LABIMEX CZ s.r.o., www.labimexc.cz

Tab. 1: Přehled detekce plynů za použití různých typů senzorů KIMESSA AG

Detekované plyny	Měřicí rozsah	Typ senzoru
oxid uhličitý CO ₂	0–5/10/20 % obj.	Elektrochemický
oxid uhelnatý CO	0–100/250/300/500/1000 ppm	
metan CH ₄	0–100 % DMV; 0–100 % obj.	Infračervený, pelistor, polovodič
vodík H ₂	0–2000 ppm, 0–1/4 % obj.; 0–100 % DMV	Elektrochemický, pelistor
kyanovodík HCN	0–10/30/100 ppm	Elektrochemický
sulfan H ₂ S	0–1/30/50/100/200 ppm	Elektrochemický
chlorovodík HCl	0–30/100 ppm	Elektrochemický
amoniak NH ₃	0–100/250/500/1000 ppm; 0–1,5/3 % obj.	Elektrochemický, polovodič, pelistor
oxid siřičitý SO ₂	0–10/50/100 ppm	Elektrochemický
oxid uhličitý NO ₂	0–10/20/50/100 ppm	Elektrochemický
kyslík O ₂	0–25/100 % obj.	Elektrochemický

Další detekované plyny: acetylen, butan (R600a), chlor, oxid chloričitý, diboran, etanol, ethylen, ethylenoxid, fluor, hexan, fluorovodík, peroxid vodíku, hydrogen sulfid, isobutan, LPG, metanol, NO_x, ozon, pentan, fosgen, fosfin, propan, R134a, R 143a, R404a, R407c, R410a, silan, fluorid siřový, oxid siřový, fluorovodík, kerosin, HNO₃+SO₃+PH₃+Br₂ + verze s doplňujícím elektrolytem – GSBM a další na vyžádání.

Tab. 2: Technická data a specifikace detektorů KIMESSA AG

Stupeň krytí	IP 65/67
Provozní teplota / Relativní vlhkost / Tlak	–20 °C ... +60 °C / 5–95 % RH / 900–1100 mbar
Displej	Víceřádkový OLED-displej, komunikace pomocí magnetického klíče
Spínané kontakty relé	3x relé ...1A (na vyžádání)
Programovatelné časové prodlevy	0...999 sekund
Výstupní signál analogový	4–20 mA, volitelně 0–10 V, 0–20 mA
Výstupní signál digitální	CANBus / Modbus-RTU (na vyžádání)
Napájecí napětí / Příkon	24 VDC, min. 17 VDC / max. 1,6 W
Certifikace detektoru – třída ATEX specifikace pro senzory	II 2G Ex d IIC T4 – polovodič, pelistor, infračervený II 2G Ex d ia IIC T4 – elektrochemický

LABIMEX CZ

DODAVATEL VYSPĚLÝCH TECHNOLOGIÍ
PRO LABORATOŘE A PRŮMYSL

AUTORIZOVANÝ DISTRIBUTOR A SERVISNÍ STŘEDISKO PRODUKTŮ SPOLEČNOSTI
KIMESSA AG PRO ČESKOU REPUBLIKU A SLOVENSKO NABÍZÍ

DETEKTORY PLYNŮ GSxM ... EX - ZÓNA I PRO VÝBUŠNÉ PLYNY A PÁRY



KIMESSA
SWISS

- ELEKTROCHEMICKÉ
- INFRAČERVENÉ
- POLOVODIČOVÉ
- PELISTOR

skrivanek@labimex.cz, tel.: 602 329 339

WWW.LABIMEXCZ.CZ

VÍCEPLYNOVÉ ANALYZÁTORY PRO VÍCE APLIKACÍ

Analyzátory dodávané společností **Signal Group** řady NDIR s více plyny S4 PULSAR jsou k dispozici s konfigurací plynových kanálů 1, 2, 3, 4 nebo 5 a nabízejí vysokou úroveň výkonu s možnostmi monitorování plynů včetně oxidu uhličitého, metanu, oxidu dusnatého, oxidu dusného, oxidu siřičitého, chlorovodíku a kyslíku.

Díky flexibilitě a pokročilým schopnostem těchto analyzátorů jsou analyzátoři ideální pro širokou škálu aplikací, včetně monitorování životního prostředí, měření čistoty plynu, analýzy spalování, monitorování procesů, měření emisí plynových turbín, testování emisí z automobilů, výzkum, integraci systémů CEMS a OEM.

S ultranízkým driftem jsou analyzátoři PULSAR ideální pro aplikace s malým dosahem a vysokou přesností měření. Unikátní konstrukce detektoru přístroje zabraňuje křížové citlivosti na jiné plyny a eliminuje riziko kontaminace částicemi.

Použitím technologie korelace plynových filtrů PULSAR měří pouze sledovaný plyn se zanedbatelným rušením jinými plyny a vodní párou. Optická stolice je uzavřena ve vyhřívaném pouzdře, takže u nekondenzujících vzorků není nutný externí chladič. Použitím dvou plynových kyvet různých délek zapojených v sérii je možné vybrat nízký a vysoký rozsah, což zvyšuje celkový dynamický rozsah přístroje.

Každý z přístrojů řady IV má svou vlastní IP adresu a běží na softwaru Windows. Vzdálené

připojení je k dispozici s 3G, 4G, GPRS, Bluetooth, Wi-Fi a satelitní kompatibilitou. Uživatelé tak mají jednoduchý a bezpečný přístup ke svým analyzátorům kdykoli a odkudkoli, takže jsou tyto přístroje ideální pro vzdálená pracoviště a pro zákazníky s více měřeními místy.

Všechny analyzátoři S4 mohou být dodávány s volitelnou odnímatelnou dotykovou obrazovkou, která má intuitivní strukturu nabídky pro jednoduché ovládání, kalibraci, hledání chyb atd. Uživatelé mohou analyzátor prohlížet a obsluhovat na dálku (až 50 m) pomocí vestavěných Wi-Fi nástrojů. Alternativně je pro systémové integrátory k dispozici OEM verze PULSAR. Dodává se bez předního panelu s dotykovou obrazovkou a využívá software Windows ke spuštění všech funkcí analyzátoru ze vzdáleného počítače.

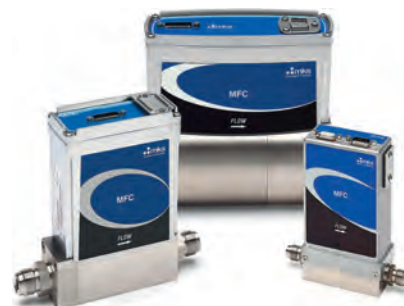
» www.signal-group.com

PRŮMYSLOVÝ REGULÁTOR HMOTNOSTNÍHO PRŮTOKU S KRYTÍM IP66

Regulátor IE1000A je jedním z řady regulátorů hmotnostního průtoku MKS I-Serie. Tyto regulátory hmotnostního toku společnosti **MKS Instruments, Inc.** jsou elastomerem utěsněná zařízení pro více plynů, navržena pro použití v drsných prostředích, kde je zásadní odolnost proti vniknutí kapaliny a prachu. S krytím IP66 splňuje řada přísné požadavky agresivních prostředí. Regulátory hmotnostního průtoku řady I jsou k dispozici v rozsahu od 5 sccm do 1000 slm. Rychlá odezva na nastavenou hodnotu s minimálním překmitem je dosažena konstrukcí regulačního

ventilu vhodně přizpůsobeného konkrétně požadovanému rozsahu průtoku a jedinečným regulačním algoritmům MKS. Konstrukce regulačního ventilu také umožňuje údržbu a odstranění případných úniků plynů.

Obr.: Regulátory hmotnostního průtoku MKS I-Serie



Funkce multi-gas a multi-range, spolu s dalšími ovládacími prvky, jsou přístupné prostřednictvím integrovaného diagnostického rozhraní MFC, které k provozu nevyžaduje žádný speciální software nebo hardware. Standardní ethernetový kabel a prohlížeč HTML s podporou JAVA, široce dostupný, jsou všechno, co je potřeba. Kritické parametry plynu pro typické plyny s vysokým průtokem jsou již v zařízení uloženy. Konfigurace zařízení je otázkou výběru plynu z nabídky a zadání požadovaného rozsahu průtoku. Diagnostické rozhraní také umožňuje uživateli provádět běžné kontroly stavu zařízení, vykreslit odezvu toku a ukládat provozní data pro offline analýzu.

» www.mksinst.de

5 NEJBĚŽNĚJŠÍCH PROBLÉMŮ PŘI VÝBĚRU PRŮTOKOMĚRŮ PLYNŮ NEBO KAPALIN

VELEBA J.

D-Ex Instruments, s.r.o., jveleba@dex.cz

Ať už provádíme výzkum nebo se pohybujeme v některém průmyslovém odvětví, dříve či později se dostaneme do situace, kdy budeme potřebovat změřit nebo regulovat protékající plyn (případně kapalinu). Čeká nás tedy výběr přístroje, který musí splňovat parametry, které chceme měřit, to ovšem nemusí být tak přímočaré, jak se na první pohled může zdát. Díky našemu dlouholetému působení na trhu s měřením průtoků se s vámi prostřednictvím tohoto článku chceme podělit o nejčastější komplikace, se kterými se naši zákazníci potýkají při výběru správného přístroje.

1 Neexistuje univerzální přístroj

Průtok plynu lze měřit mnoha způsoby, od lopatkového, přes termické čidlo reagující na změnu teploty, až po měření velikosti Coriolisovy síly. Metod měření je ještě mnohem více, ale každá má své výhody a svá úskalí. Na některé aplikace se může některá z metod hodit lépe, na jiné můžeme být nuceni použít pouze určitou metodu, kvůli kompatibilitě procesu. V tomto článku se zaměříme konkrétně na měření průtoku hmotnostního, jelikož se s ním oproti volumetrickému pracuje mnohem častěji.

O měření průtoku byly vydány celé učebnice, takže nelze mít za zlé, když nás zákazník poprvé osloví a nemá jasné představy o zařízení, které požaduje, od toho jsme tu my, abychom vám s výběrem správného zařízení pomohli. Zákazník často požaduje vysoce přesný přístroj schopný měřit v rozsahu od mikrolitrů za minutu po tisíce litrů za minutu, aplikovatelný na všechny plyny od těch nejlehčích po ty nejtěžší, od inertních po vysoce korozivní atd. Takový přístroj bohužel neexistuje.

2 Není plyn jako plyn

Levnější typy hmotnostních průtokoměrů je třeba kalibrovat na konkrétní plyn, se kterým budou používány, dražší kalibraci nepotřebují. Tím by si člověk mýslil, že má vyhráno a že když tedy zainvestuje, bude mít přístroj na měření kteréhokoli plynu. Chyba lávky, na scénu nyní přichází konverzní faktor a jmenovitý průtok.

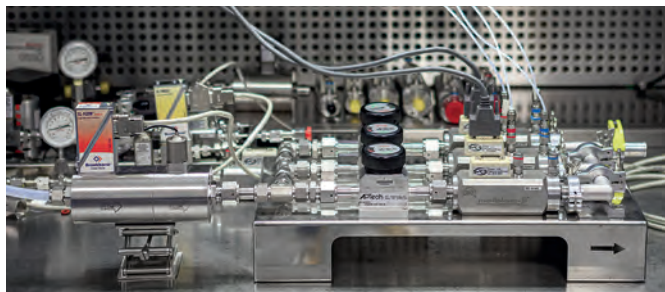
Pro průtokoměry, které pracují s teplotním čidlem, je konverzní faktor zásadní. Konverzní faktor je poměrem molekulové hmotnosti plynu k molekulové hmotnosti dusíku a díky tomuto zlomku nemusíme přístroj kalibrovat skutečným plynem, což by bylo velice nepraktické, ale postačí nám dusík a kalibrovaný výsledek poté vydělít konverzním faktorem plynu, který chceme měřit. Jako příklad si můžeme uvést přístroj, který jsme používali na měření průtoku helia a nyní stejný přístroj chceme použít na měření fluoridu sirového. Záměrně uvádíme velice rozdílné plyny, pomůže nám to lépe si představit, jaký budou mít na průtokoměr vliv.

Pokud jsme předtím naměřili na průtoku helia 10 litrů za minutu a nyní přístrojem budeme měřit fluorid sirový, ve chvíli, kdy nám bude přístroj ukazovat 10 litrů za minutu, bude skutečný průtok pouze necelé dva litry. Nyní, když víme o konverzním faktoru, je řešení přeci jednoduché, podělíme průtok a podle výsledku skutečný průtok zvýšíme, aby odpovídal hodnotě 10 litrů za minutu a máme vystaráno. Nebo ne?

3 Vše nám komplikuje fyzika

Ne tak docela, zvýšili jsme průtok fluoridu, přístroj měří vyšší hodnoty, ale růst průtoku se po chvíli zastavil a na vstupu do přístroje stoupá tlak. Zde už řešení nebude tak jednoduché jako v případě konverzního faktoru. Přístroj byl původně vyroben pro měření helia o určitém maximálním průtoku, pokud použijeme plyn, jehož hustota je více než třicetkrát vyšší, čistě z fyzikální podstaty není možné, aby takové množství plynu tělem průtokoměru za potřebný čas prošlo. V praxi se setkáváme se změnami na plyny s podobnými vlastnostmi, kde je to často jen otázka nové kalibrace. Není však vzácností, že je třeba přístroj i přestavět.

Obr.: Přesný hmotnostní průtokoměr a regulátor průtoku Bronkhorst



4 Optimální měření nám stále „uniká“

Uvažujme ovšem dále naše dva plyny, helium a fluorid sirový. Dejme tomu, že jsme obeznámeni jak s konverzním faktorem, tak s možnostmi maximálního průtoku v průtokoměru u fluoridu. Začneme tedy měřit průtok fluoridu, vše probíhá tak, jak má, na oslavy je však moc brzy, protože po chvíli detekujeme na několika spojích únik, v případě regulátoru nám přístroj přestane regulovat správně a dávkované množství začne kolísat. Ještě, že jde o fluorid sirový, který není na rozdíl od svých ostatních fluoridových příbuzných jedovatý. Zapomněli jsme totiž při změně plynu zkontrolovat kompatibilitu těsnících materiálů, které jsou na spojích průtokoměru a u regulátoru také na ventilu.

Helium je inertní plyn, takže není důvod, aby zákazník platil vyšší cenu za těsnění, jehož odolnost nevyužije, pokud je ovšem těsnění vystaveno fluoridu sirovému, začne rychle křehnout a drolit se. Proto je zároveň třeba při výběru průtokoměru uvažovat i do budoucna.

Tyto problémy často potkávají výzkumníky. Ti potřebují průtokoměr jen na určitý experiment a po splnění jeho účelu průtokoměr pošlou například do sousední laboratoře, kde provádí experiment s úplně jinými parametry.

5 Někdy zlatou střední cestu nenajdeme

Zapomeňme už na naše dva pomocné plyny, které jsme používali jako příklad, a pojďme si namyslet přístroj se všemi nabytými znalostmi. Známe tedy, které plyny budeme chtít měřit, náš proces jsme uzpůsobili tak, že průtoky jednotlivých plynů si navzájem odpovídají i s konverzním faktorem a víme, že přístroj bude za daných parametrů všechny průtoky zvládat. Problémem ovšem může být právě volba těsnícího materiálu, i běžně používané plyny mohou vzájemně vylučovat některé typy materiálů. V jiných případech může začít s materiálem plyn reagovat až při zvýšení tlaku. To stejné se může stát, pokud jsou naše nároky na rozdíl vstupního a výstupního tlaku moc vysoké. Výrobci se snaží dělat přístroje co nejkompaktnější a malý solenoidový ventil nedokáže zůstat pootevřený, pokud na něj bude z jedné strany tláčit několik desítek bar a na druhé straně sít vakuum. V těchto případech nezbyvá než pořídit přístroje dva, a pokud je to žádané, tak, aby se jejich rozsahy překrývaly.

Závěr

Doufáme, že se nám povedlo přiblížit vám problematiku měření průtoku, pokud budete potřebovat poradit, obraťte se s důvěrou na naši společnost D-Ex Instruments, s.r.o.

Měření, regulace, detekce a rozvody plynů

přesné hmotnostní
průtokoměry a
regulátory průtoku

Bronkhorst®
dex.cz/bronkhorst



vysoce citlivé sondy pro
měření koncentrace
 CO_2 , O_2 , H_2 , H_2O_2

VAISALA
dex.cz/vaisala



ventily a šroubení, včetně
ultračistého provedení,
hadice a filtry

HAM-LET®
ADVANCED CONTROL TECHNOLOGY
dex.cz/hamlet



DEX®
www.dex.cz



Uni-Export Instruments, s.r.o.

MOUNTECH Macsorb®



- plně automatický BET analyzátor specifického povrchu
- automatické zásobníky na 8 - 30 vzorků

MOUNTECH Co.,Ltd.

www.mountech.co.jp

Unikátní suché vývěvy nXDS



EDWARDS

CHROMSPEC
SPOL. S R.O.

Zastupuje: CHROMSPEC spol. s r.o.
252 10 Mníšek pod Brdy 634 00 Brno
Lhotecká 594 Plachty 2
Tel.: 318 599 083 Tel.: 547 246 683
info@chromspec.cz www.chromspec.cz

VYUŽITÍ FTIR SPEKTROSKOPIE PRO STUDIUM POLUTANTŮ Z CHOVŮ HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT

TOMKO J.¹, KAMENÍK R.², BABIAR J.², MATOUŠEK D.³

1 GasTech s.r.o., j.tomko@gastech.sk

2 FUTÚRUM DYNAMIS s.r.o.

3 OPTIK INSTRUMENTS s.r.o., david.matousek@brukeroptics.cz

Moderní FTIR spektroskopie nám nabízí nejen výhody kvalitativní analýzy organických látek, případně při kontinuálním režimu kontroly kvality výrobků i zachytávání změn, které nastávají postupně v procesech syntéz a rozkladu látek, ale také její využití při kvantifikaci látek. Jedná se o samostatnou úroveň hardwarového i softwarového řešení, která nachází využití i při kvantifikaci látek v plynech s nízkými koncentracemi. V tomto případě platí pravidlo, že přesnost výsledků odpovídá tomu, s jakou přesností jsou použity, případně vlastními technickými prostředky naměřené referenční FTIR spektra látek, aby bylo možné provést kvantifikaci. Metoda využití referenčních FTIR spekter ve vysokém rozlišení vás zbaví přípravy kalibračních setů a současně naplno využijete možnosti FTIR spektroskopie v systému zpracování samostatných projektů pro jednotlivé druhy měření a vyhodnocování, tak jak je to uvedeno na příkladu kvantifikace aromatických látek.

1 Úvod

Zemědělská výroba jako jeden z producentů skleníkových plynů a amoniaku má svůj podíl na znečišťování ovzduší, čímž přispívá k ovlivňování životního prostředí nejen v okolí své produkce, ale je brána v globálním měřítku jako jeden z velkých znečišťovatelů ovzduší. V současné době při neustálém tlaku na snižování těchto emisí plynů je přistupováno k nasazování nových prostředků při potlačení jejich tvorby, případně na jejich likvidaci. Zde si musíme uvědomit, že zdrojem emisí jsou nejen samotná zvířata při procesu trávení, dýchání, ale také procesy rozkladu exkrementů a technologií na jejich skladování a aplikaci při využití v navazujících procesech zemědělské výroby. Běžný člověk nemá možnost smyslu zachytit skleníkové plyny, ale je citlivý na ostatní polutanty s nízkou mírou prahové vnímavosti, jako je amoniak, některé ketony, alkoholy, kyseliny, alkany, sirné a dusíkaté sloučeniny a aromatické sloučeniny. Podle druhu chovu hospodářských zvířat a drůbeže se mění nejen jejich kvalitativní zastoupení, ale i výrazně kvantitativní členění. Proto není problém identifikovat u některých chovů běžně i 160 druhů analytů. Po stránce kvantitativní jsou zajímavé pouze ty druhy analytů, které jsou ve vyšších koncentracích, případně analyty s nízkým prahem čichové vnímavosti – Odoři. Jednou z metod jejich přesného stanovení je metoda plynové chromatografie v kombinaci s hmotnostním spektrometrem (GC-MS). Obsluha zařízení GC-MS je poměrně náročná a vyžaduje obsluhu se zkušenostmi v oblasti měření nízkých koncentrací jednotlivých přítomných analytů. Odběr vzorků vzhledem na jejich vzájemnou reaktivitu v plynné fázi a případný rozklad, vyžaduje vhodné technické řešení a rychlost provedení analýzy. U vzorků ze živočišné výroby proto není možné hovořit o vysloveně přesných metodách, jelikož už samotný odběr vzorku je poměrně náročný a je proměnlivý od zvířete ke zvířeti, doby odběru, typu použitého krmiva jakož i dalších faktorů. Tento fakt odzkoušen prakticky s přesným přístrojem GC-MS nás umocnil v přesvědčení o potřebě zkoumání využití nových analytických metod pro tuto oblast výzkumu. Současně, provedené GC-MS analýzy nám posloužily jako základ pro tvorbu databáze přítomnosti analytů v exkrementech.

Proto z naší strany bylo přistoupeno k ověřování nových metod analýz, které by se daly využívat v této oblasti plynných polutantů. Jelikož naše analyty jsou běžně organické látky, které se často identifikují pomocí metod infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR), po konzultacích se společností OPTIK INSTRUMENTS s.r.o. jako zástupcem společnosti Bruker Optics, jsme se rozhodli pro přístroj Matrix MG5 (obr. 1), jako univerzální analyzátor plynů a systém OPS (obr. 2), jako aktivní systém dálkové detekce plynů.

2 Použitá technika pro měření polutantů

FTIR přístroj Matrix MG5C je univerzální analyzátor plynů, který je určen pro běžné použití nejen v laboratorních podmínkách, ale po malé úpravě i na měření přímo na místě tvorby polutantů. Vzhledem k možnosti využití napájení přes baterie stává se tento přístroj nezávislý,

Obr. 1: FTIR spektrometr pro analýzu plynů MATRIX MG5



Obr. 2: Přístroj OPS pro dálkovou analýzu plynů



přičemž je třeba pouze řešit profoukávání přístroje dusíkem z malé tlakové láhve, jakož i pro potřeby měření spektra pozadí.

Náš Matrix MG5 využíváme pro praktické měření v rozsahu 555–4500 cm⁻¹ se spektrálním rozlišením lepším než 0,5 cm⁻¹. Je vybaven MCT detektorem s cryo-coolerem bez potřeby kapalného dusíku, což považujeme za velkou výhodu při jeho citlivosti. Měření plynné fáze je realizováno v temperované plynné kyvetě s optickou dráhou 5 m, vybavené teplotním a tlakovým čidlem. Vzhledem k zabránění případné kondenzace látek v měřicí kyvetě, vzorky byly vždy odebrány při nižší teplotě, než byla nastavena teplota temperování plynové kyvety: ± 25 °C. Uvedená teplota vycházela i z unifikace databáze referenčních IČ spekter plynných složek ve vysokém rozlišení, jak to bude uvedeno v popisu praktické části.

Mezi nejdůležitější část celého systému Matrix MG5 patří jedinečný program na kvantitativní vyhodnocování naměřených spekter pomocí softwaru OPUS-GA. Tento software pro plynné látky, ke kterým máte, nebo jste sami naměřili referenční spektra ve vysokém rozlišení, vám

umožní kvantifikovat jednotlivé složky bez nutnosti zpracování kalibračních křivek. Všechna referenční spektra jsou vztažena na koncentraci 1 ppm / 1 m délky plynové kyvety. Právě s tímto druhem referenčních spekter pracuje OPUS-GA a pomocí algoritmu nelineárního fitování jsou do naměřeného spektra dosazována tato referenční spektra plyných složek. Abychom blíže specifikovali tato referenční spektra, jedná se o spektra s rozlišením 0,01–0,1 cm^{-1} . Proto pokud porovnáme běžná IČ spektra s rozlišením 2–4 cm^{-1} , případně 8 cm^{-1} , zjistíte, že se jedná o podstatně vyšší preciznost výsledků.

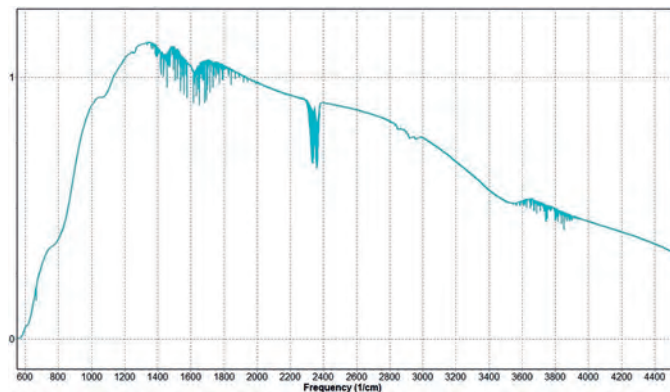
Systém FTIR umožňuje proto naměřit vzorek plynu a následně IČ spektrum vyhodnocovat po jednotlivých složkách kdykoliv a hlavně vrátit se znovu k jejímu vyhodnocování v případě, že si doplníte knihovnu referenčních spekter o vlastní databázi. Nepotřebujete dělat nové měření, pokud jste neměli dost podkladů pro vyhodnocování, protože máte již IČ spektrum naměřené. Je to velké plus pro využití FTIR metody.

3 Metodika měření a vyhodnocování FTIR spekter

Samotné měření bylo prováděné pro potřeby vyhodnocení koncentrací polutantů nad exkrementy. Vzorky byly odebírány do tedlarových vaků o objemu 10 litrů za pomoci odběrové vakuové komory a čerpadla s řízeným průtokem 0,5 litry/min (SKC INC.). Vzorky byly v reagenčních láhvích s přívodem dusíku 99,999% z tedlarových vaků o stejném objemu 10 litrů těsně nad povrch exkrementů. Byly prováděny odběry vzorků v různých časových úsecích z pohledu samotného rozkladného procesu a změny složení polutantů v čase.

Plynová kyveta Matrix MG5 o objemu cca 250 ml byla před samotným měřením profukovaná kontinuálně dusíkem 99,999% s průtokem 3 litry / minutu po dobu 3 minut. Po promytí kyvety dusíkem bylo změřeno IČ spektrum pozadí.

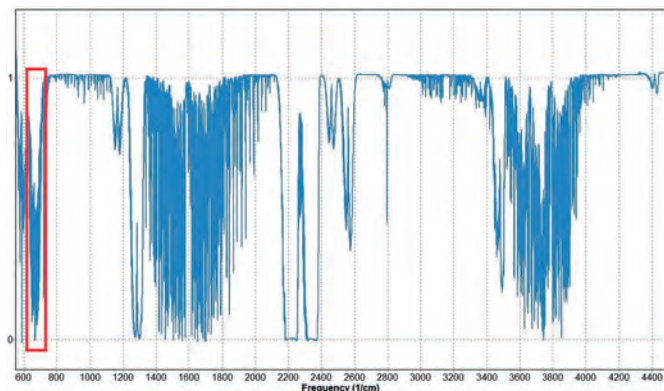
Obr. 3: Spektrum pozadí po promytí dusíkem



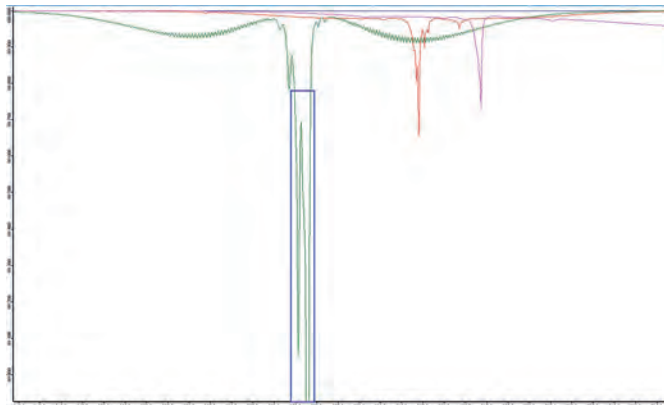
Následně po změření pozadí byla plynová kyveta vevakuovaná a uzavřena. Po připojení tedlarového vaku byl plyný vzorek otevřením ventilu tímto vakuem nasát do plynové kyvety. První část vzorku byla zase vevakuována z plynové kyvety a nasát nový vzorek z vaku, přičemž tento proces byl několikrát opakován a nakonec byla kyveta profouknutá samotným vzorkem o objemu cca 5 litrů. Uvedený způsob zajistí u této průtočné plynové cely její dokonalé vyčištění. Následně po tomto procesu naplnění plynové kyvety vzorkem bylo spuštěno samotné měření se sekvencí 256 scanů/bod. Uvedený systém zajistí, že se dosáhne maximální citlivost měření.

Naměřené transmisní spektrum vzorku na obr. 4 těsně nad povrchem exkrementů vždy obsahuje několikanásobně vyšší koncentrace H_2O , N_2O a CO_2 oproti okolnímu vzduchu, tyto údaje jsme potřebovali získat pro posouzení navrhovaného adsorbentu. Jak je patrné, pásy CO_2 , H_2O a N_2O jsou velmi intenzivní a překrývají skoro celé měřené pásmo a v rámci těchto pásů budeme měřit i jednotlivé polutanty. Není reálné to řešit systémem matematického odpočtu těchto složek ze spektra, protože naše koncentrace jsou na úrovni ppm a je to vlastně nerealizovatelné, pokud chceme dosáhnout reálných výsledků. Proto je velmi důležité u takto složitého spektra správně vybrat zájmový region – oblast spektra, kde budeme danou látku vyhodnocovat. U nás je to znázorněno na obr. 4 červenou barvou. Jako příklad použijeme měření množství benzenu. Z databáze analýz GC-MS víme, že jako další látky jsou přítomny

Obr. 4: Naměřená transmisní spektra vzorku



Obr. 5: Určení šířky pásma spektra, které vstupuje do výpočtu



i fenol, toluen a p-xylen, kromě složek ovzduší. Nalik benzen má nejvyšší intenzitu pásů v oblasti 671–675 cm^{-1} , je vybrána na začátek celá oblast pro fitování, kterou budeme postupně úpravou reference této látky upřesňovat.

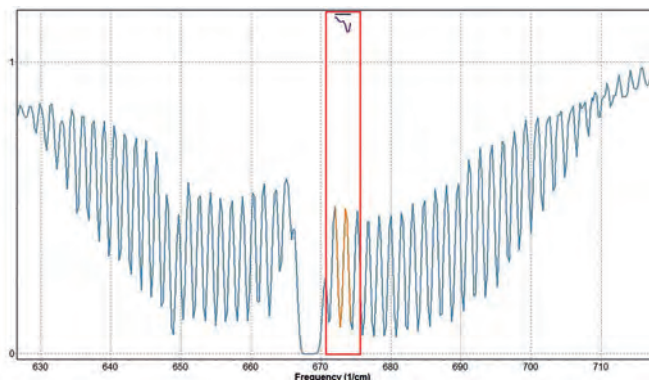
Pro každou měřenou složku je v programu OPUS-GA zpracována reference, kde jsou uvedeny i interferující látky pro danou oblast (max. 10) a je možné k naší zkoumané látce přidat kromě H_2O , CO_2 , N_2O , NH_3 i fenol a toluen, nalik jejich pásy se nacházejí v našem zájmovém pásmu. Takto zadaná reference vstupuje do výpočtu nelineárního fitování a výpočtu koncentrace benzenu. Samotný program umožňuje pomocí funkce Correlation si ověřit, s jakou přesností je látka správně určená a její přídavek ve spektru i vypočítaný. Proto postupně pás spektra pro vyhodnocování je upřesňován, až se dosáhne shoda 1,0, což u aromatických sloučenin vzhledem na intenzivní pásy není problematické dosáhnout. Současně program OPUS-GA umožňuje zobrazovat přídavky jednotlivých látek pro zadanou oblast spektra. Jak je na obr. 6 znázorněno, přídavek benzenu pro danou oblast je znázorněn i tvarem a velikostí, což je možné porovnat z referenčních spekter. Jedná se o velmi užitečnou funkci programu při samotné kontrole fitování a napomáhá k upřesnění zájmového regionu pro dosažení co nejlepší korelace. U ostatních aromatických látek byly zkoumány pásy FTIR spektra vybírány s ohledem na minimalizaci počtu interferujících látek, intenzitu pásů spektra látky, jakož i intenzitu pásů skleníkových plynů vždy mimo úseky totální absorpce.

Jak je patrné z obr. 6, vybraná oblast se nacházela v intenzivní části vibračního spektra CO_2 , kde je stejně přítomna i H_2O , N_2O a NH_3 se svými přídavky k danému spektru. Zde je zřejmé, že pouze matematický odpočet jednotlivých složek spektra by nepřinesl přesnost tomuto druhu výpočtu, jakož i použití spektra při nízkém rozlišení, kde je pak problematické modelovat fitování. Stejně je pak postupováno u dalších látek, které jsou vyhodnocovány. Takto jsou připraveny reference pro všechny látky napříč měřeným spektrem a zahrnují alkoholy, kyseliny, alkany, aldehydy a ketony, jakož i sirié a dusíkaté látky v samostatných projektech vyhodnocování. OPUS GA umožňuje v kontinuálním režimu vyhodnocovat současně 10 látek, a v případě vyhodnocování již

Dokončení na další str.

naměřeného spektra až 25. Podle způsobu vyhodnocování a samotného typu měření je jednoduché tyto projekty spojovat a vytvářet si nové projekty, jelikož při správném určení referenčního souboru dané látky se tento soubor již pouze přenáší mezi jednotlivými projekty měření.

Obr. 6: Vypočtený přírůstek benzenu ve sledované části spektra, kde převládá CO_2

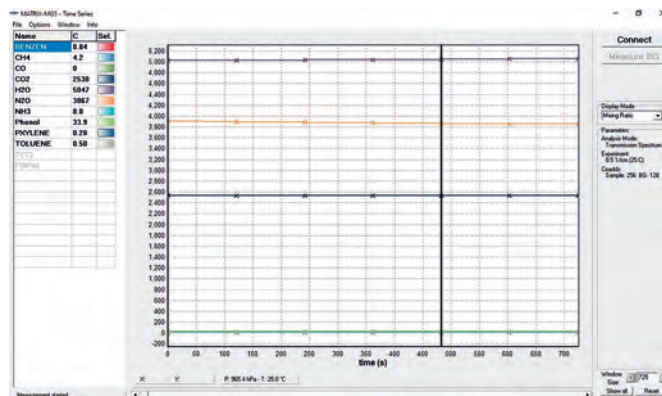


4 Kvantitativní analýza FTIR spektra vybrané skupiny polutantů

Jak bylo výše uvedeno, výhodou této FTIR metody je možnost kvantifikovat zájmové látky, případně skupiny látek dle potřeby vytvořením samostatného projektu pro daný typ měření, případně vyhodnocování po měření. Na obr. 7 jsou znázorněny výsledky měření, ve kterých je možné pro dané naměřené body v čase kontrolovat koncentrace jednotlivých látek. Aby bylo možné stanovovat nízké koncentrace polutantů v prostředí s vysokým obsahem skleníkových plynů a amoniaku, je důležité, aby nedocházelo ke kondenzaci vody, čemuž temperovaná plynová kyveta napomáhá. Jakákoli kondenzace má následně vliv na snižování všech látek obsažených v plynném vzorku. Pro správné vyhodnocení koncentrací je proto důležité sledovat fitování dané oblasti spektra výpočtem, jakož i korelaci určení sledované látky. Jako

další stupeň kontroly slouží i simulační výpočet se znázorněním tvaru přidavku dané látky pro zadanou koncentraci.

Obr. 7: Ukázka časového průběhu měření aromatických látek v ppm



5 Závěr

Aby nebyl celý systém kvantifikace zjednodušeně pochopen, dovoluujeme si upozornit, že vyžaduje dobrou přípravu každé reference analytu. Poměrně často se stává, že je třeba pro danou látku vytvořit několik referencí vzhledem na širší problematiku pro oblast živočišné výroby ve vazbě na změnu vstupního složení, hlavně na změnu interferentů ve zkoumané šířce pásu FTIR spektra.

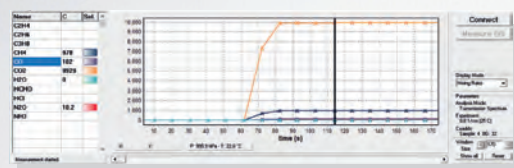
Navzdory těmto skutečnostem, se kterými se v praxi setkáváme, považujeme směr kvantifikace pomocí FTIR metody za pomoci systému Matrix MG5 s programovým vybavením OPUS GA za jednu z nejperspektivnějších metod na přesné měření nízkých koncentrací polutantů v ovzduší.

Poděkování: Příspěvek byl vypracován na základě řešení projektu základního výzkumu č. 2018/14434: 1-26C0 – „Emise odorizujících látek v zemědělské výrobě s dopadem na životní prostředí“.

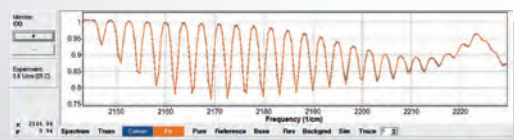
FT-IR ANALYZÁTOR PLYNŮ OMEGA

DLOUHÁ ŽIVOTNOST | VÝKONNOST | ŠIROKÁ NABÍDKA PŘÍSLUŠENSTVÍ | JEDNODUCHÁ OBSLUHA

- Rychlé kontinuální měření v reálném čase
- Hotové kalibrace pro více než 400 plynů
- Příprava kalibrací na míru
- Kompaktní design a malé rozměry
- Nízké provozní náklady, žádný spotřební materiál



Online měření vicesložkových směsí



Přesný výpočet koncentrací ze spektra



www.optikinstruments.cz

MISA – NOVÝ PŘENOSNÝ SYSTÉM NA ANALÝZU POTRAVIN

Zakázaná barviva v barevných bonbonech. Rezidua pesticidů v ovoci a zelenině. Nezákon- ná léčiva používaná k napodobování tradičních rostlinných léků. Příspěvy, které zvyšují zdánlivé hladiny bílkovin v zředěném mléce. Zařízení MISA od Metrohm je kompletním, přenosným řešením, které pomáhá veřejným orgánům v terénu za pár sekund odhalit a identifikovat stopy těchto a mno- ha dalších kontaminantů potravin.

Bohužel falšování potravin je častější, než si většina lidí uvědomuje. S přenosným systémem MISA od společnosti **Metrohm** kontroloři přiná- šejí samotnou technologii ke vzorku a za pár sekund získávají spolehlivé výsledky.

MISA přesahuje tradiční schopnosti Raman technologie. Se zapojením SERS technologie dokáže detekovat materiály, které jsou přítomny v ppm a dokonce i ppb koncentracích ve složi- tých matricích potravin.

Obr.: MISA – nový přenosný systém na analýzu potravin



Stručný přehled výhod zařízení MISA:

- Mobilní aplikace poskytuje jednoduché, intu- itivní, navazující pracovní postupy.
- Automatizovaná analýza rychle a přesně iden- tifikuje stopové množství kontaminantů.
- Inteligentní mobilní platforma umožňuje vzdá- lené sdílení upozornění na výsledky, polohu a stupeň nebezpečí.
- Specifické aplikace a metody analýzy vzorků vytvořené přímo od Metrohm pro vás.
- Mobilní, rychlé a spolehlivé testování potravin.

Jakmile MISA detekuje zdravotní riziko, aplika- ce MISA app neztrácí čas a okamžitě nabídne důležité informace o detekované látce. Veřejné kontrolní orgány tak mohou podniknout okamžité kroky na ochranu spotřebitelů přímo v terénu či laboratoři.

» www.metrohm.com/cs-cz/produkty/spektro- skopie/mira-handheld-raman-spectrometer/ misa-sers-portable-raman-analyzers/

POČÍTAČOVÝ SYSTÉM PRO MÍSENÍ A ŘEDĚNÍ PLYNŮ

Enviro-nics® 4020 vyráběný americkou spo- lečností **Enviro-nics Inc.** je počítačový systém mísení a ředění plynů, který nabízí jedinečnou schopnost směšování nebo ředění plynů v jedi- ném systému. Směsi plynů lze použít při přípravě přesných kalibračních standardů plynů, vytváření plyných atmosfér nebo výrobě plyných směsí pro analytický výzkum nebo pro účely výroby. Sé- rie 4020 může produkovat koncentrace plynů od

úrovně procent do úrovně ppb pro jednobodovou nebo vícebodovou kalibraci.

Série 4020 dokáže míchat až sedm plyných komponent současně a vytvářet přesné stan- dardy kalibračních plynů a plyné atmosféry v širokém dynamickém rozsahu. Systém umožňu- je ředění v poměru od 1:1 do 10 000:1 v závis- losti na konfiguraci systému.

Obr.: Enviro-nics® 4020 – počítačový systém mísení a ředění plynů



Série 4020 se skládá z jediného systému podporujícího až osm regulátorů hmotnostního průtoku. Regulátory hmotnostního průtoku jsou z výroby kalibrovány pomocí standardu primár- ního průtoku navázaného na Národní institut pro standardy a technologii Spojených států (NIST). Každý regulátor průtoku využívá 11-bodovou ka- librační tabulku s lineární interpolací ke zvýšení přesnosti a snížení nelinearity regulátoru průtoku.

» www.enviro-nics.com

JEDNODUCHÝ KVADRUPOÁL OD SCION INSTRUMENTS

Plynový chromatograf s hmotnostní detekcí od nizozemské společnosti **SCION Instruments** má inovativní designové funkce, jako je iontová dráha bez čoček, vyhlížená iontová optika a de- tektor rozšířeného dynamického rozsahu, které umožňují přístroji s jednoduchým kvadrupólem rutinně poskytovat přesnou kvantifikaci a iden- tifikaci, a to i ve složitých matricích. Jak ionty pro- cházejí hmotnostním spektrometrem, ztrácí se významná část pokaždé, když narazí na čočku. Díky svému jedinečnému designu nemá SCION SQ žádné čočky, což zvyšuje citlivost přístroje snížením iontových ztrát. Další hlavní výhodou toho, že nemá žádné čočky, je zdroj, který se čistí jako jediný, takže je možno věnovat více času analýze vzorků a méně času údržbě přístro- je. Jednoduchý kvadrupól (SQ) je integrován do SCION 436 nebo 456 GC jako jediný nebo jako předvádný detektor.

Obr.: Plynový chromatograf s hmotnostní de- tekcí SCION 436



» www.scioninstruments.com

NOVÉ MĚŘENÍ TLAKU PAR

MINIVAP VP Vision od společnosti **AMETEK Inc.** je vysoce univerzální přenosný tester tlaku par, který se vyznačuje nejlepší přesností ve své třídě a rozsahem tlaku 0–2 000 kPa. Je to prv- ní analyzátor, který dokazuje vynikající technic- ké výsledky získáním certifikátů pro robustnost a trvanlivost. Na základě špičkové technologie Gpitner Cockpit™ nabízí přístroj bezkonkurenč- ní možnosti zapojení do sítě a umožňuje přístup k různým analyzátorům.

Obr.: Vysoce univerzální přenosný tester tla- ku par MINIVAP VP Vision



MINIVAP VP Vision měří tlak par benzínu, paliv, ropy, LPG a rozpouštědel. Analyzátor poskytuje široký rozsah měření tlaku od 0 do 2 000 kPa, aniž by byla ohrožena jeho přesnost. Dlouhodo- bé testování prokázalo opakovatelnost menší než 0,2 kPa. Nově vyvinutý nástroj Grabner 2D-Cor- rection™ a přesné polohování pístu zaručují, že jsou získány přesné výsledky v celém rozsahu měření. MINIVAP VP Vision zahrnuje pístový ven- til Grabner Sampling Pro™, který se během testů odolnosti ukázal jako nejlepší pro minimalizaci křížové kontaminace mezi různými typy vzorků.

MINIVAP VP Vision jedinečně kombinuje snadné použití s flexibilitou. Moderní uživatel- ské rozhraní aplikací usnadňuje výběr, spuštění a sledování měření přímo na dotykové obrazov- ce. Pouhými několika kliknutími lze vytvořit mě- řicí šablony a přidat vlastní metody. Počítačový software Grabner's Cockpit™ navíc nabízí labo- ratořím maximální flexibilitu. Software kombinuje výsledky měření z více míst.

S PC softwarem Cockpit™ je automaticky roz- poznáno více přístrojů a zařízení z více míst mo- hou být konfigurována, monitorována, diagnos- tikována, servisována a upgradována z jediné centrální laboratoře. K softwaru lze přistupovat prostřednictvím zabezpečeného připojení VPN, které umožňuje mobilní přístup k nástrojům z ja- kéhokoli místa a kdykoli.

MINIVAP VP Vision je první tester tlaku par cer- tifikovaný pro práci v chladném, horkém a vlhkém klimatu. Prokázala se u něj schopnost odolávat vibracím a silným otřesům přicházejícím z jaké- hokoli směru. Tento přístroj je ideální pro použití v mobilních laboratořích, ve vojenských aplika- cích nebo v drsných podmínkách.

MINIVAP VP Vision je plně nakonfigurován pro provozování všech hlavních metod měření tlaku par. Každý analyzátor obsahuje třepačku, která zajišťuje rychlou rovnováhu pro testování ropy a poměru V / L.

» www.grabner-instruments.com

RYCHLÁ A SNADNÁ ANALÝZA MIKROPLASTŮ INFRAČERVENÝM MIKROSKOPEM SHIMADZU

Shimadzu, jako jeden z největších dodavatelů laboratorních přístrojů, má ve svém portfoliu také infračervenou spektroskopii v kombinaci s mikroskopem, jež je ideálním řešením pro analýzu mikroplastů. Fenomén znečištění moří, oceánů a řek mikroplasty se stal vážným problémem životního prostředí a vědci po celém světě je zkoumají v mořských druzích.

Shimadzu představuje IRTracer™-100, infračervený spektrofotometr s Fourierovou transformací, a AIM-9000 infračervený mikroskop, který je svou citlivostí jedničkou na trhu.

Obr. 1: IRTracer-100 Infračervený spektrofotometr s Fourierovou transformací a AIM-9000 infračervený mikroskop

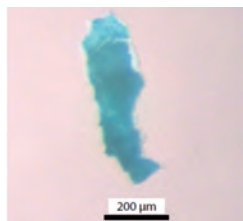


Za použití této technologie Shimadzu vědci z Newcastle University ve Velké Británii a Wageningen Marine Research v Nizozemsku získali přesné výsledky o složení mikroplastů o velikosti přibližně 100 µm, které byly odebrány z polární tresky žijící v Severním ledovém oceánu a z krevety hlubinné (řád *Amphipoda*) žijící v hlubinách. Podmínky měření jsou uvedeny v tabulce 1.

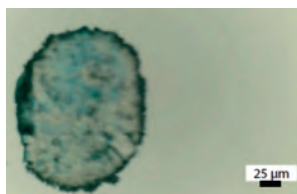
Tab. 1: Podmínky měření

Instrument	IRTracer-100, AIM-9000
Rozlišení	8 cm ⁻¹
Zvětšení	100x (obr. 2), 50x (obr. 3)
Funkce apodizace	Happ-Genzel (obr. 2), Sqr-Triangle (obr. 3)
Detektor	MCT
Velikost clony	25 × 25 µm (obr. 2)

Obr. 2: Mikroplast odebraný polární tresce

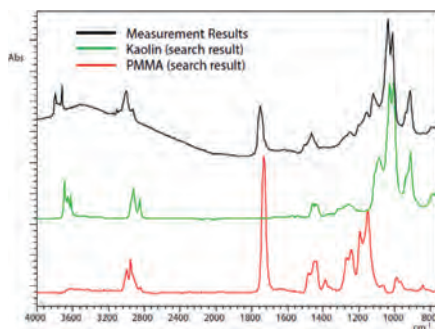


Obr. 3: Mikroplast odebraný krevetě hlubinné

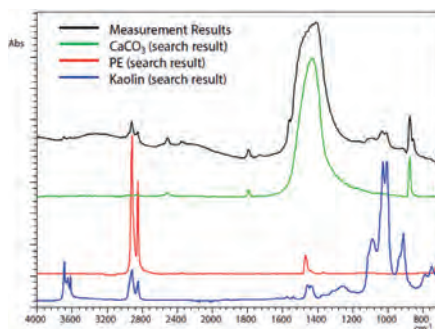


Modrý kus mikroplastu z polární tresky na obr. 2 byl měřen pomocí mikroskopické metody ATR a kus mikroplastu odebraný z hlubinné krevety (obr. 3) byl stlačen do diamantové cely a měřen metodou mikroskopické transmise. Výsledky měření první metody jsou zobrazeny na obr. 4 a druhé metody na obr. 5.

Obr. 4: Výsledek měření pro mikroplast odebraný polární tresce



Obr. 5: Výsledek měření pro mikroplast odebraný krevetě hlubinné



Výsledek analýzy mikroplastu odebraného z polární tresky ukázal, že hlavní složkou byl PMMA (polymethylmetakrylát) a dále byl zastoupen kaolin (křemičitan hlinitý). PMMA je lehký polymer s vynikající odolností vůči počasi, vodě a jiným vlivům, a proto se používá v předmětech pro každodenní použití a různé zboží.

Výsledek analýzy mikroplastu odebraného z hlubinných krevet ukázal, že hlavní složkou byla směs PE (polyetylen), CaCO₃ (uhličitan vápenatý) a kaolinu (křemičitan hlinitý). PE je běžně používaným polymerem pro více účelů (např. obalové materiály), který je často

detekován v mikroplastech.

Vědci za pomoci přístrojů Shimadzu dokázali, že i vzdálené oceánské oblasti jsou ovlivněny znečištěním způsobeným lidmi, a v mikroplastech určili hlavní složky a aditiva

Zažijte i vy rychlou a snadnou analýzu mikroplastů a jiných mikrovzorků pomocí systému infračerveného mikroskopu AIM-9000. Jeho funkcionality pro analýzu vzorků jsou jednodušší a pohodlnější než kdykoli dřív, díky automatickému zoomu, tedy přiblížení z velikosti viditelné očím po velikost kontaminantů prostřednictvím funkce širokoúhlé kamery. Také funkce automatického rozpoznávání kontaminantů nastaví clonu na měřicích bodech za vás. Prostřednictvím programu analýzy kontaminantů automaticky identifikujete spektrum a předejdete chybám při analýze mikroskopických vzorků. V neposlední řadě široká škála příslušenství doplní nástroj tak, aby plně podporovala pozorování, měření a identifikaci látek. S AIM-9000 bude přesnost vašich výsledků zaručená nejvyšší citlivostí na trhu, s neuvěřitelným poměrem signálu ku šumu 30 000:1.

Shimadzu Corp. nabízí kromě infračervené spektroskopie v kombinaci s mikroskopem i další techniky, molekulární spektroskopie v UV a viditelné oblasti a spektrofotometrii, atomární spektroskopie – AAS, ICP OES, ICP MS a EDX, separační techniky – kapalinovou a plynovou chromatografii včetně hmotnostních detektorů a stanovení celkového uhlíku/dusíku.

Literatura

- [1] *In every ocean, at every depth – microfibers and microplastics Micro FTIR analysis of smallest particles from deep sea to polar ice*, Susanne Kuhn, Wageningen Marine Research, The Netherlands, Alan Jamieson, Newcastle University, Great Britain Robert Keighley, SUK, Great Britain, Marion Egelkraut-Holtus, Shimadzu Europa GmbH, Germany, SHIMADZU NEWS, 2, 2018

Luna Azul CANTILLO,
Business Specialist, Shimadzu Corp.,
Luna.cantillo@shimadzu.eu.com

Připravujeme další vydání časopisu CHEMAGAZÍN č. 4/2020
– Téma vydání: Pevné a syké látky

Procesy – Zařízení pro výrobu, manipulaci a dopravu pevných a sykých látek – sušení, mletí, drcení, míchání, třídění, povlakování, granulaci, finalizaci, přepravu, balení a skladování. Protivýbuchová ochrana. Příprava nanomateriálů a jejich aplikace. Procesní měření apod.

Laboratoře – Částicová analýza – digitální mikroskopie, obrazová a spektrální analýza, měření Zeta-potenciálu, analýza částic a povrchů, materiálové a mineralogické zkoušky, granulometrie. Zařízení pro přípravu vzorků, váhy, laboratorní nábytek, aj.

Své příspěvky a inzerci zasílejte nejdéle do: 20.7.2021

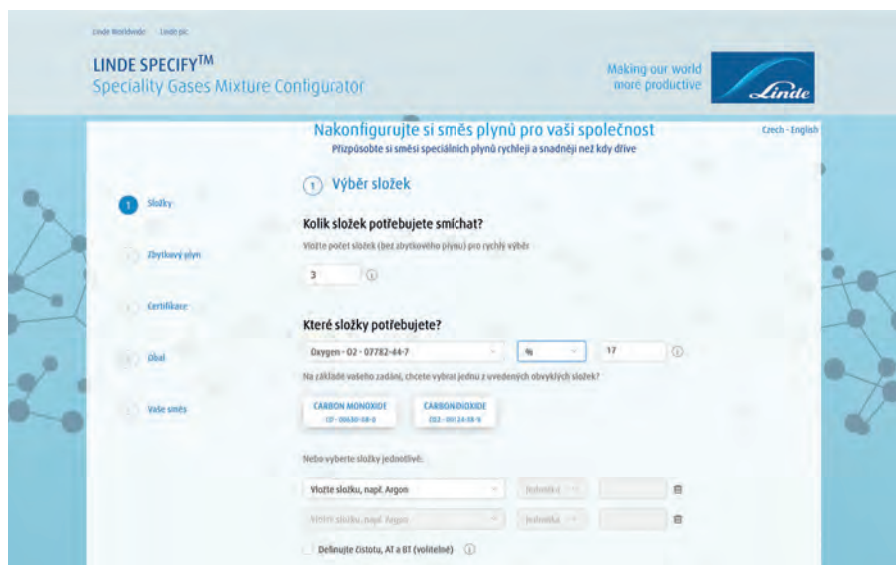
BĚŽNÉ, ALE I NA MÍRU SESTAVENÉ SMĚSI PLYNŮ – APLIKACE SPECIFY 1.0 NABÍZÍ ZÁKAZNÍKŮM ŘEŠENÍ NA MÍRU

Donedávna byla v mnohých průmyslových oborech možnost individualizovat požadavky na výrobu takřka nemyslitelná, s postupující digitalizací se to ovšem pomalu, ale jistě stává standardem. Nejinak je tomu dnes také v Linde v oblasti výroby speciálních plynů.

Vedle standardních produktových řešení si zákazníci Linde nyní mohou nakonfigurovat plynou směs podle vlastních požadavků. Pomocníkem jim v tom je speciální aplikace Specify 1.0, která v online prostředí ověří, zda jimi preferovaná směs je standardně vyráběitelná a běžně doručitelná. Aplikace od Linde nabízí řízený samoobslužný proces, který je navržen tak, aby výběr správné směsi speciálních plynů byl lehký, časově efektivní a přehledný. „Se Specify 1.0 mohou zákazníci konfigurovat a požadovat téměř jakoukoli směs speciálních plynů, kterou si dokážete představit,“ říká Ivan Smolík, senior manažer Speciálních plynů a chladiv CZE/SVK.

Možnosti výroby směsi speciálních plynů přijdou vhod chemikům, farmakologům i výzkumným pracovníkům. Podle Reginy Grasslové, specialistky na speciální plyny ve společnosti Linde, mají klienti z farmaceutického průmyslu a oblasti R&D životního prostředí, kteří používají metody analýzy (například plynové a kapalinové chromatografie), potřebu vysoce specifických testovacích plynů, aby mohli kalibrovat své měřicí přístroje. Čím přesnější a vhodnější je kalibrační plyn, tím méně času analýza trvá. „Některí z našich klientů čelí technologickým výzvám vyplývajícím z nových průmyslových standardů nebo zákonných požadavků,“ upřesňuje Grasslová, přičemž příkladem jsou třeba měřicí zařízení CO_2 a NO_x pro automobilové aplikace. „Pomáháme našim zákazníkům v průběhu pro-

Obr.: Aplikace Specify 1.0 pro konfiguraci plynou směsi podle vlastních požadavků



cesu certifikace a poskytujeme jim okamžitou odpověď na jejich otázky a pomáháme jim splnit všechny požadavky včas, čímž přispíváme k jejich úspěchu,“ dodává.

Jak aplikace Specify 1.0 funguje? Jakmile zákazník vybere požadovaný počet složek směsi, aplikace automaticky navrhne další nejběžnější složku. Uživatelé si mohou i vybrat ze seznamu více než 700 pevných směsí speciálních plynů a rovněž ručně vybrat nejen jednoduché plyny (například oxid uhličitý), ale i složité chemické látky (kupříkladu 1,3,5-trimethylbenzen). Aplikace ovšem nabízí ještě další možnosti: „Pokud si sami sestavujete svou lichou nebo neznámou směs, aplikace Specify 1.0 vám doporučí podobnou směs, která je už z technického hlediska dostupná. Ale ponechá i možnost trvat na předchozí indi-

viduální volbě,“ přibližuje variabilitu aplikace Ivan Smolík.

Po dokončení specifikace směsi, aplikace Linde zákazníka okamžitě informuje, jestli může být jeho směs bezpečně vyrobená. Odborníci Linde souběžně provádějí závěrečný test vyráběitelnosti a obratem kontaktují zákazníka s nabídkou. V případě manuálního vypořádání poptávek by reakce a získání odpovědi na dotaz zákazníka trvaly až dva týdny.

Dotazy na směsi speciálních plynů vyřešíte díky aplikaci Linde Specify 1.0 lehce, časově efektivněji a přehledně. Běžně se už dnes používá ve více než 20 zemích v Evropě a vyzkoušet si ji můžete také sami na <https://specify.linde.com/cz>.

www.linde-gas.cz

NOVÝ HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETR OD SEPSOLVE ANALYTICAL

Britská společnost **SepSolve Analytical Ltd.** uvedla na trh BenchTOF2 – hmotnostní spektrometr nové generace pro GC a GC-GC, který díky zvýšené citlivosti, vylepšené spektrální kvalitě, zvýšené selektivitě a rozšířenému dynamickému rozsahu maximalizuje množství informací získaných z každého vzorku a odstraní dohady spojené s identifikací sloučenin. Navzdory svým velkým schopnostem je nový BenchTOF2 malý a kompaktní, vyžaduje minimální prostor a lze jej spojit se všemi populárními GC a je ideálním partnerem GC x GC. Je plně certifikován pro použití s vodíkem jako nosným plynem.

BenchTOF2 má detekční limity menší než 20 fg, vylepšené faktory shody a přesnost hmotnosti méně než 50 ppm a pokročilý software, který zahrnuje inovace, jako jsou izotopové pře-

krvy, nástroje pro automatickou filtraci chromatogramů a kalkulačtor vzorců.

Obr.: BenchTOF2 v sestavě s Agilent 8890 GC System a Sample Automation Platform Centri od Markes International



Rovněž těží z dynamického rozsahu, který zahrnuje pět řádů, což je mimořádně užitečné pro přesnou kvantifikaci sloučenin s vysokou koncentrací při zachování nízkých detekčních limitů pro stopové analyty v jednom průchodu.

BenchTOF2 dále obsahuje patentovanou tandemovou ionizaci společnosti SepSolve Analytical, která nabízí simultánní tvrdou a měkkou ionizaci za účelem zjednodušení strukturní analýzy. Zatímco některé hmotnostní spektrometry spoléhají při rozlišování analytů pouze na hromadné rozlišení, BenchTOF2 jde dále tím, že nabízí jedinečnou funkčnost tandemové ionizace, s novým formátem tandemového souboru, který umožňuje integrovat oba datové bloky MS do jednoho datového souboru pro efektivní zpracování. Pomocí nových softwarových nástrojů, jako je vyhledávání duálních knihoven, lze nyní rychle a spolehlivě identifikovat izomery, které nelze odlišit na základě jejich spektru.

Kombinace s upgradovaným softwarem a zvýšenou citlivostí znamená, že ve spojení s pokročilými chromatografickými technikami, jako je GC x GC, je konečným výsledkem systém, který je stejně vhodný pro práce na necílových sloučeninách ve výzkumném sektoru, jako i pro rutinní analýzy.

» www.sepsolve.com

ANALÝZA PERMANENTNÍCH PLYNŮ A LEHKÝCH UHLOVODÍKŮ V PODÁNÍ VENTILOVÉHO PLYNOVÉHO CHROMATOGRAFU AGILENT 8860

SANDER D.

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

Analýza směsí permanentních plynů a lehkých uhlovodíků je aplikována v mnoha laboratořích petrochemického, chemického a energetického průmyslu. Permanentní plyny, jako jsou O_2 , N_2 , CH_4 , CO a CO_2 , bývají hlavními cílovými analyty těchto aplikací. Koncentrace jednotlivých složek jsou pak pochopitelně středem zájmu zmíněných laboratoří. Triventilový GC systém Agilent 8860 je jednoduchou, a přitom výkonnou platformou pro řešení všech aplikací podobného charakteru.

Úvod

Triventilový GC systém Agilent 8860 představuje výkonný a zároveň nízkonákladový instrument pro analýzy permanentních plynů a lehkých uhlovodíků. Elektronická kontrola tlaku poslední generace GC 88** zajišťuje laboratoři jednoduchou obsluhu a excelentní opakovatelnost analýz jak z hlediska retenčních časů analytů, tak co se týká ploch piků daných koncentrací. Níže popsany systém lze brát jako referenční konfiguraci pro analýzy zemního plynu, ropného plynu, směsí syntetického a čištěného plynu nebo směsí plynů z vysokých pecí či komínů.

Lámete si hlavu s analýzou složení plyné směsi a pracujete s omezeným rozpočtem? Plynová chromatografie od výrobce Agilent pro tyto situace nabízí řešení. GC 8860 s konfigurací 3 ventilů, plamenově ionizačním detektorem (FID) a tepelně vodivostním detektorem (TCD), sestavený pro separaci směsí permanentních plynů a lehkých uhlovodíků je pravděpodobně určený právě vám.

Kanál zakončený TCD detektorem je věnován separaci nejčastěji se vyskytujících permanentních plynů H_2 , CO_2 , O_2 , N_2 , CH_4 a CO . Kapilární kolona (Al_2O_3 PLOT: 50 m $\times$ 0,53 mm) a FID detektor slouží k separaci všech lehkých uhlovodíků (C1-C6) včetně methanu.

Obr. 1: GC systém Agilent 8860



Experimentální část

V našem GC systému figurují tři ventily. Šestiporťový dávkovací, desetiporťový dávkovací s možností zpětného toku ven ze systému a poslední, šestiporťový ventil pro izolaci kolony. Ventilový diagram a zapojení kolon si můžete prohlédnout na obr. 1. Dávkovací smyčky jsou zapojeny v sérii pro umožnění simultánního dávkování do obou kanálů najednou. Ovládání ventilů je umožněno chromatografickým SW OpenLab CDS Workstation. Separační podmínky časování přepínání ventilů jsou uvedeny v tab. 1 a 2. V případě této aplikace byl použit standard směsí permanentních plynů o stálém složení. Jeho složky a jejich koncentrace jsou uvedeny v tab. 3.

Na obr. 2 můžete vidět, jak plyný vzorek vstupuje do šesticestného dávkovacího ventilu a díky sériovému propojení obou dávkovacích ventilů je tak plněn do obou smyček současně. V momentě přepnutí dávkovacích ventilů dochází k simultánní separaci na obou kanálech.

Tab. 1: Parametry metody

Objem dávkovací smyčky	0,25 ml
Průtok FID kanálem	5 ml/min
Teplota FID detektoru	300 °C
Nosný plyn FID kanálu	N_2
Splitovací poměr	200 °C
Teplota splitteru	25:1
Průtok TCD kanálem	30 ml/min
Teplota TCD detektoru	250 °C
Nosný plyn TCD kanálu	He
Teplota ventillového boxu	120 °C
Teplotní program pece	45 °C (6 min) >180 °C (2,25 min) při 20 °C/min

Tab. 2: Časování přepínání ventilů

Děj	Čas [min]
Valve 1 ON*	0,01
Záporná polarita TCD detektoru ON	0,6
Záporná polarita TCD detektoru OFF	1,4
Valve 2 ON	1,7
Valve 1 OFF*	2,5
Valve 2 OFF	3,2
*Přepínání ventilu 3 je shodné s ventilem 1	

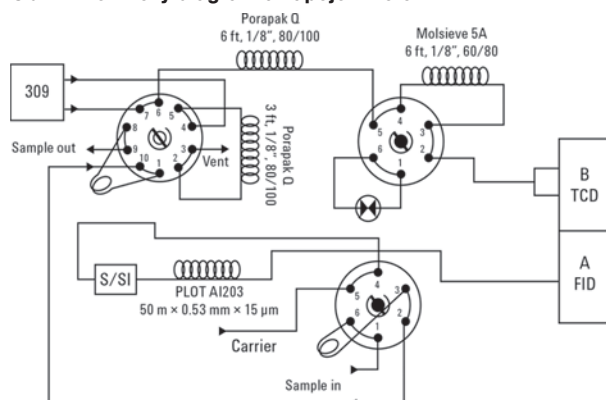
Tab. 3: Standard směsí permanentních plynů o stálém složení

Komponenta	H_2	O_2	N_2	CO	CO_2	CH_4	C_2H_6
Koncentrace [%]	6,09	3,00	9,97	1,99	3,48	71,92	2,00
Komponenta	C_3H_8	iC_4	nC_4	iC_5	nC_5	nC_6	
Koncentrace [%]	0,99	0,11	0,10	0,12	0,12	0,11	

Na FID kanálu prochází vzorek přes S/SL inlet, na němž lze splitovat celkový objem u koncentrovaných vzorků pro optimalizaci rozlišení metody. Následně prochází směs přes PLOT kolonu, kde je separována do FID detektoru.

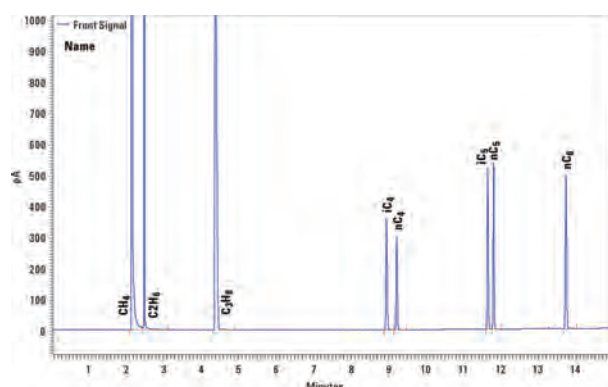
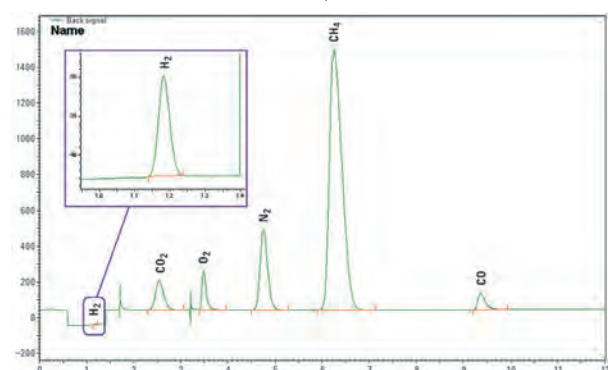
Na TCD kanálu prochází směs nejprve přes Porapak Q předkolonu, kde jsou odděleny vyšší uhlovodíky, které jsou následně po přepnutí toku odstraněny ze systému. Zbylé permanentní plyny prochází přes druhou Porapak Q kolonu, kde jsou dále separovány především CO_2 a nižší uhlovodíky. Tyto složky se zde zdrží, zatímco ostatní (H_2 , O_2 , N_2 , CH_4 a CO) prochází k separaci na třetí kolonu Molsieve 5A. Tato kolona je tak izolována před vstupem CO_2 , který by se zde zachytil a nepostupoval dále. Na TCD detektor tudíž následně první prochází CO_2 a nižší uhlovodíky z Porapak Q kolony a poté ostatní permanentní plyny z Molsieve 5A kolony.

Obr. 2: Ventilový diagram a zapojení kolon



Výsledky

Chromatogramy pro oba kanály (FID, TCD) jsou znázorněny na obr. 3 a 4. Uhlovodíky C1 až C6 jsou separovány kolonou PLOT Al₂O₃ do 15 minut. U vzorků zemního plynu, které obsahují uhlovodíky vyšší než C6, mohou být konečné teploty gradientu pece nastaveny až na 220 °C, což dostačuje pro eluci uhlovodíků až do délky řetězce C11.

 Obr. 3: Chromatogram směsi CH₄, C₂H₆, C₃H₈, iC₄, nC₄, iC₅, nC₅, a nC₆ z FID kanálu

 Obr. 4: Chromatogram směsi H₂, O₂, CO₂, N₂, CH₄, CO z TCD kanálu


Linearita

Standard plyné směsi byl za účelem kalibrace dynamicky ředěn do pěti stupňů. Výsledky pro linearitu měření u všech složek směsi jsou uvedeny v tab. 4.

Tab. 4: Linearita odezvy TCD kanálu

%	H ₂	CO ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO
Stupeň ředění	0,305	0,174	0,150	0,500	3,596	0,100
Stupeň ředění 2	0,609	0,348	0,300	0,997	7,192	0,199
Stupeň ředění 3	1,523	0,870	0,750	2,493	17,98	0,498
Stupeň ředění 4	3,045	1,740	1,500	4,985	35,96	0,995
Stupeň ředění 5	6,090	3,480	3,000	9,970	71,92	1,990
R ²	0,999	0,999	0,999	1,000	0,999	0,999

Opakovatelnost

Při uplatnění splitování objemu vzorku během nástřiku na FID kanál byly relativní směrodatné odchylky (RSD) pro všechny uhlovodíkové složky směsi nižší než 0,8 %. Tato opakovatelnost systému dosahuje díky kompletní elektronické kontrole tlaku od injektoru po detektor. Opakovatelnost pro ostatní plyny (tab. 5) na TCD kanálu taktéž dosahuje skvělých hodnot. Koncentrace jednotlivých složek byly 0,305 % pro H₂, 0,174 % pro CO₂, 0,15 % pro O₂, 0,5 % pro N₂, 3,596 % pro CH₄, a 0,1 % pro CO.

Tab. 5: Opakovatelnost TCD kanálu

Ná- střík	H ₂	CO ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO
1	10389	753601	137865	2180997	10904896	370250
2	10630	750304	142332	2191591	10947696	378184
3	10498	749748	140281	2156911	10926314	379868
4	10595	745289	139133	2168986	10822886	374996
5	10358	744909	140300	2172639	10826691	371749
RSD %	1,15	0,49	1,18	0,6	0,53	1,09

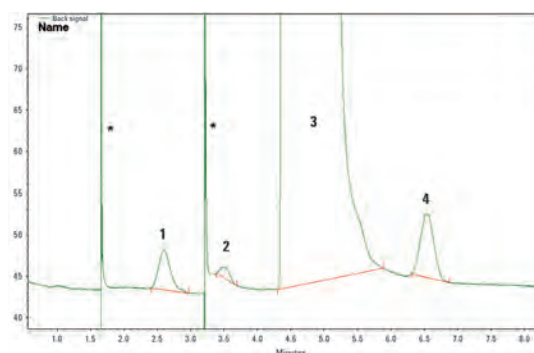
Nízké koncentrace permanentních plynů

Pro nízké koncentrace byla testována ještě další standardní plyná směs. Záměrem bylo zhodnocení citlivosti a opakovatelnosti pro tyto nižší koncentrace. Obr. 5 ukazuje chromatogram směsi permanentních plynů v tomto složení. Obr. 6 pak vykresluje překryv záznamů pěti různých analýz téhož vzorku. Chromatografické podmínky a koncentrace všech složek jsou uvedeny v tab. 6.

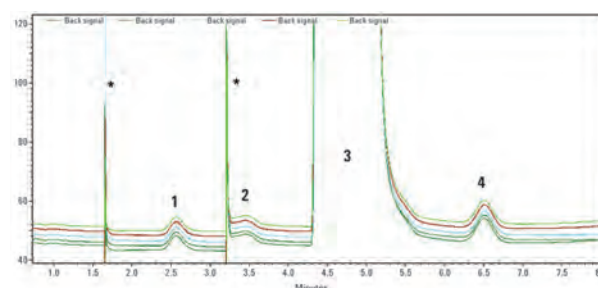
Tab. 6: Chromatografické podmínky a koncentrace všech složek

Nosný plyn	He
Objem smyčky	1 ml
Teplotní gradient pece	45 °C (6 min) >180 °C (2,25 min) při 20 °C/min
Teplota TCD	250 °C
CO ₂	200 ppm
O ₂	176 ppm
N ₂	Doplňující plyn
CH ₄	810 ppm

Obr. 5: Chromatogram standardu směsi o nízkých koncentracích permanentních plynů



Obr. 6: Překryv chromatogramů pěti nástřiků



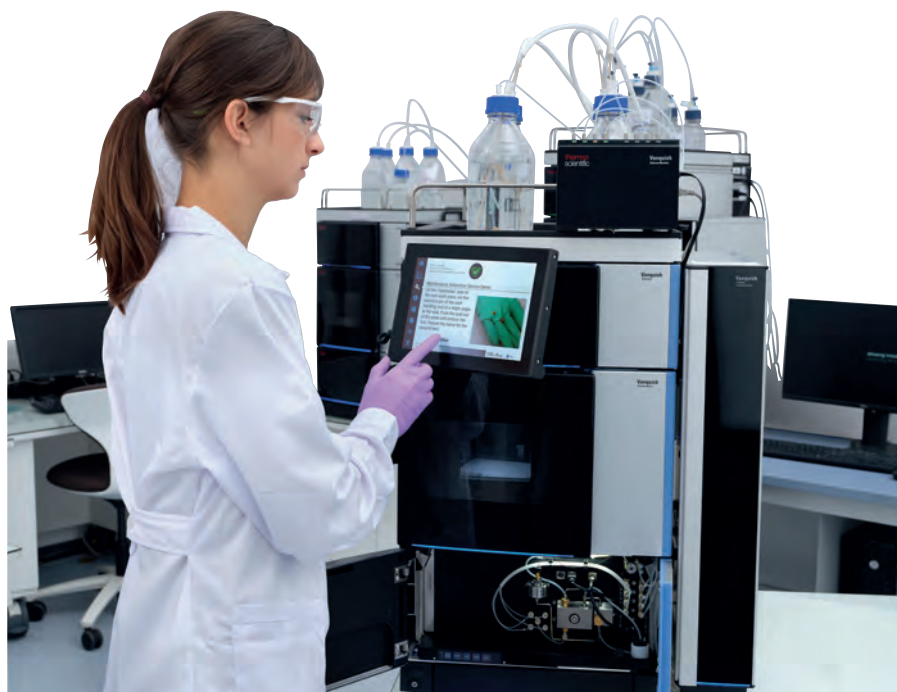
CO MÁ SPOLEČNÉHO OTRAVA BEČVY A MISE NA MARS? ODPOVĚĎ ZNÍ: SPEKTROMETRY. TYTO PŘÍSTROJE SE NOVĚ BUDOU VYVÍJET V BRNĚ

Brno je známé jako světové centrum elektronové mikroskopie. Udává se, že zhruba každý třetí elektronový mikroskop pochází právě odsud. Největší místní výrobce, společnost Thermo Fisher Scientific, se nyní zaměří i na vývoj hmotnostních spektrometrů. Tyto přístroje poskytují informace o chemické struktuře látek a nacházejí široké uplatnění například ve farmaceutickém průmyslu, potravinářství, zemědělství nebo vodárenství. Nezanedbatelnou roli hrají i v boji proti drogám nebo terorismu.

Hmotnostní spektrometrie je pokročilá metoda analytické chemie, která poskytuje informace o chemickém složení vzorku a struktuře biomolekul. Velká výhoda této metody spočívá v tom, že je velmi rychlá a dokáže určit chemické složení i z velmi malého množství vzorku, přičemž nehraje roli, zda se jedná o pevné skupenství, plyn nebo kapalinu. „Hmotnostní spektrometry se využívají například při analýze léků, pomáhají nalézat cizí látky v řekách nebo ve vzduchu. Většina z nás se s nimi setkala na letištích, používají je pracovníci bezpečnostní kontroly pro detekci drog nebo výbušných látek. Najdeme je i ve vesmírném výzkumu, kde zkoumají složení odebraných vzorků z povrchu Marsu nebo Měsíce,“ vysvětluje Petr Střelec, generální ředitel brněnské pobočky Thermo Fisher Scientific, ve které se budou nové přístroje vyvíjet.

Záběr brněnského technologického centra, které nyní zaměstnává téměř 1 300 lidí, se tak rozroste o další oblast. „Jsem velmi rád, že se naše společnost rozhodla část vývoje hmotnostních spektrometrů umístit právě do

Obr.: UHPLC systém Thermo Scientific™ Vanquish™ Duo



Brna. Máme roky zkušeností s vývojem elektronových mikroskopů, od roku 2018 vyvíjíme i spektrometry pro objemovou analýzu prvků a povrchovou analýzu, které jsou používány hlavně v průmyslu. Hmotnostní spektrometry pro nás budou novinkou, ačkoli se technologicky jedná o příbuznou kategorii produktů,“ vysvětluje Petr Střelec jeden z důvodů, proč se budou zmíněné přístroje vyvíjet právě v Brně. „Máme široký tým výzkumu a vývoje, v Brně

pracují špičkoví softwaroví vývojáři, elektroinženýři, konstruktéři, fyzici a mnozí další. Věříme, že díky tomu dokážeme tyto přístroje nadále zdokonalovat,“ dodává Petr Střelec.

Vývoj hmotnostních spektrometrů v Brně umožní vznik zhruba 25 nových pracovních míst, které Thermo Fisher plánuje obsadit v průběhu tohoto roku.

www.thermofisher.com

THERMO SCIENTIFIC UVEDL NOVÝ GC-MS S VYSOKÝM ROZLIŠENÍM

Analytické zkušební laboratoře provádějící analýzy v oblasti bezpečnosti potravin, životního prostředí, farmacie, antidopingu a forenzní toxikologie mohou těžit z využití zjednodušeného přesného hmotnostního plynového chromatografu s hmotnostním spektrometrem (GC-MS) s vysokým rozlišením, který je navržen tak, aby poskytoval citlivá data efektivně, což umožňuje laboratořím zrychlit dobu zpracování a rozšířit jejich schopnosti.

Orbitrap Exploris GC-MS od Thermo Scientific umožňuje analýzu s vysokým rozlišením při každodenním testování v kompaktním a snadno použitelném přístroji, který poskytuje špičkovou citlivost a výkon při hromadném rozlišení až 240 000. Prostřednictvím analytického dynamického rozsahu může nový systém poskytovat přesnou kvantifikaci a detekci chemických složek při stopových i vysokých koncentracích pro cílené i necílené aplikace. Schopnost získávat přesná hromadná data při úplném skenování umožňuje

více složených identifikačních bodů, což zjednodušuje získávání dat, usnadňuje retrospektivní analýzu dat a zrychluje nastavení přístroje pro zvýšení doby provozu a produktivity.

Obr.: Orbitrap Exploris GC-MS



Pro analýzu s vysokou propustností poskytují Orbitrap Exploris GC-MS:

- Zjednodušené nastavení přístroje pro zahájení, vyladění a kalibraci za méně než pět minut.
- Snadno použitelný operační software a předdefinované šablony metod, které snižují potřebu školení.

- Datová jistota a příležitost rychle zvýšit rozsah s více identifikačními body.
- Integrovaná informatická řešení se systémem Thermo Scientific Chromeleon Chromatography Data System (CDS) nebo softwarem TraceFinder k efektivnímu přenosu dat.
- Konfigurovatelný systém k dispozici s možností MS/MS nebo bez něj a s flexibilním maximálním rozlišovacím výkonem, rozšiřitelný v terénu pro snazší škálování.
- Testování pro řadu aplikací, jako jsou kvantitativní pesticidy, perzistentní organické znečišťující látky, sportovní doping, kontaminanty životního prostředí a nitrosaminy.

Nový systém spolu s Thermo Scientific Orbitrap Exploris GC 240 rozšiřuje portfolio přesných hmotnostních systémů s vysokým rozlišením Thermo Scientific Orbitrap Exploris pro GC-MS a LC-MS, které nyní zahrnuje hmotnostní spektrometr Thermo Scientific Orbitrap Exploris 480, uvedený na trh v roce 2019 a hmotnostní spektrometry Scientific Orbitrap Exploris 240 a Thermo Scientific Orbitrap Exploris 120, uvedené na trh v roce 2020.

» www.thermofisher.com/orbitrapexplorisgc

PLNĚ AUTOMATICKÉ MĚŘENÍ SPECIFICKÉHO POVRCHU PŘÍSTROJEM MACSORB®

Neustále pokračuje vývoj nových materiálů, jako jsou celulózo- a nanovláknina a uhlíkové nanotrubičky, a posun surovin do oblasti nanometrových velikostí probíhá v řadě oblastí, jako jsou například součásti automobilů, elektronika, baterie, katalyzátory, keramika apod. Nejčastěji používaným způsobem vyhodnocování fyzikálních vlastností prášků je měření velikosti částic, převážně reprezentované měřením distribuce velikostí částic laserovou difrakcí, pro kterou je měření nanočástic problémem. Proto se v současné době ukazuje jako výhodnější používat pro charakterizaci nanočástic měření specifického povrchu.

V tomto článku bychom chtěli představit Macsorb® plně automatický BET analyzátor specifického povrchu, který je schopen měřit rychle a s vysokou přesností, což splňuje zvyšující se požadavky na urychlení vývoje a vysokou kvalitou v mnoha průmyslových oborech.

Obr. 1: Přístroj Macsorb s autosamplrem s dvaceti pozicemi (MS1220)



Macsorb® – Vysoce přesné měření s plně automatickým počítačovým řízením měření

U běžných zařízení na měření specifického povrchu jsou výsledky měření ovlivněny zkušenostmi operátora, protože jeho ruce se účastní všech procesů, jako jsou uchytení měřicí cely, odplynovací proces, adsorpční a desorpční proces a kalibrace. Proto je potřeba, aby s přístrojem neustále někdo pracoval a lidské chyby pak mohou způsobovat změny v přesnosti měření. Macsorb® odstraňuje tento problém konvenčních přístrojů a poskytuje plnou automatizaci všech procesů díky přímému počítačovému řízení. Tím se zvyšuje přesnost měření odstraněním lidských chyb, zvyšuje se efektivita, měření mohou probíhat 24 hodin denně a snižují se náklady na personál.

Standardní sestavou je měřicí přístroj + řídicí PC + software, ale v závislosti na frekvenci měření a použití může být doplněn autosampler. Autosamplery jsou k dispozici v konfiguraci od 8 do 30 pozic.

Vlastnosti přístroje Macsorb®

Zde je uveden přehled rozdílů mezi přístrojem Macsorb® a konvenčními přístroji.

„Workflow“ měření u konvenčních přístrojů

U konvenčních přístrojů je potřeba téměř každý krok měřicího procesu, od přípravy vzorku, přes odplynění, adsorpci, desorpci po kalibraci, provádět manuálně. Protože specifické množství čistého plynného dusíku je ovládáno manuálně, je obtížné dodržet vždy přesnou dobu, což je zdrojem chyb. Navíc toto vyžaduje čas a úsilí kvalifikované obsluhy.

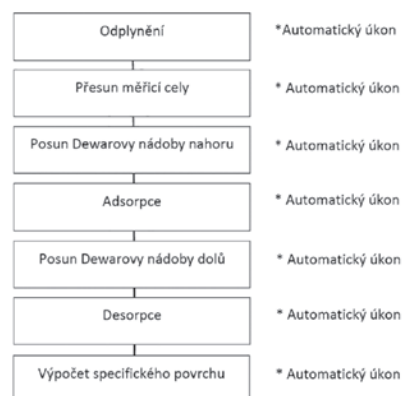
Obr. 2: Postup měření u konvenčních BET analyzátorů



Postup měření u přístroje Macsorb®

Po manuální přípravě vzorku (uložení vzorku do měřicí cely, zvažení cely) se všechny další kroky provádějí automaticky. S použitím autosamplru je možné zautomatizovat výměny vzorků a bez přerušení proměřit až 30 vzorků. Během měření nemusí být přítomna obsluha, která se může třeba věnovat jiné činnosti.

Obr. 3: Postup měření s přístrojem Macsorb®

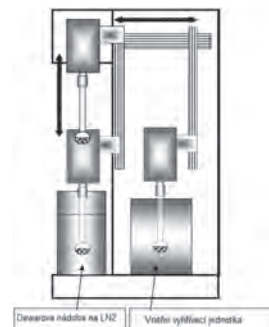


Závislost měření na okolních vlivech

Při měření specifického povrchu je jako adsorbovaný plyn většinou používán dusík, ovšem měření je ovlivňováno i okolními vlivy, jako jsou změny teploty a atmosférického tlaku v čase. Změny teploty a tlaku atmosféry ovlivňují velikost adsorbovaných molekul, což má dále vliv na množství adsorbovaného plynu.

Macsorb® odstraňuje nestabilitu naměřených dat způsobenou okolními vlivy měřením atmosférického tlaku a teploty v reálném čase a neustálými korekcemi dat.

Obr. 4: Schéma přístroje Macsorb® a postup měření při použití tohoto přístroje



Ovládací software

Protože konvenční zařízení jsou manuálně ovládaná, je vždy otázkou zkušenost operátora a vliv lidských chyb se okamžitě projevuje na měřených hodnotách. Macsorb® má nejen hardware, ale i software uzpůsoben tomu, aby mohl být užíván a ovládán kýmkoliv stejným způsobem.

U konvenčního zařízení je veškerá činnost přístroje řízena samotným přístrojem bez použití PC, ale u přístroje Macsorb® jsou všechny úkony prováděny za přímého řízení PC. Veškeré úkony včetně základních operací, jako jsou zadávání podmínek měření, vkládání hmotnosti měřicí cely a výpočty specifického povrchu (automatický výpočet), jsou prováděny s pomocí počítače. Software je také vybaven funkcemi, jako jsou zaznamenání a opětovné vyvolání podmínek měření a hmotnosti měřicí cely, aby se omezilo riziko chyb při vkládání hodnot a zvýšila se efektivita práce.

Dokonce i během měření je možné zkontrolovat stav měřeného vzorku, po měření je možné vzorek v Autosamplru vyměnit za nový a naměřená data je možné zanalyzovat kdykoliv. Proto lze provádět každodenní práci efektivně v reálném čase.

Zhodnocení

Macsorb® představuje ideálního pomocníka pro rutinní měření velkého množství práškových vzorků. Od představení přístroje Macsorb® uplynulo více než 20 let a počet prodaných zařízení překročil 1 200. Díky centrále v Německu se prodej zvedá nejen v Asii, ale i v Evropě, kde je též zajištěna všeobecná podpora. Každodenním úsilím o zvyšování přesnosti měření a uživatelského komfortu by přístroj měl i nadále uspokojovat zvyšující se požadavky uživatelů.

Isamu SUZUKI, Mountech Co., Ltd.
Přeložil Ing. Marek ČERNÍK, Uni-Export
Instruments, s.r.o., www.uniexport.co.cz.

Bezpečné skladování tlakových lahví

asecos®

Optimální protipožární ochrana a maximální bezpečnost

Bezpečnostní skříně zajišťující
požární ochranu min. 90 minut

Možnosti skladování:

šířka 120 cm / 4 ks 50 l lahví

šířka 60 cm / 2 ks 50 l lahví

Splňují normy EN 14470-2
a EN16121



MERCI
laboratoř jak má být

Autorizovaný servisní a prodejní partner
www.merci.cz

INTERTEC

Smokerlyzer

*dychový monitor oxidu
uhelnatého*



- na prevenciu proti otravám osôb pri úniku CO do prostredia
- na zistenie príčiny otravy osôb pri priemyselných haváriách
- na určenie miery otravy v dôsledku nadýchania sa CO pri požiaroch
- na detekciu osôb porušujúcich zákaz fajčenia na pracovisku



INTERTEC s.r.o., ČSA 6, Banská Bystrica, Tel.: +421 905 440 611, e-mail: mkovac@intertec.sk, www.laboratornepristroje.sk

Nejnovější přístroj pro GC-HRMS analýzu - ORBITRAP

Orbitrap Exploris™ GC
Mass Spectrometer



Orbitrap Exploris™ GC 240
Mass Spectrometer



Analytické testování

Vědecký výzkum

Vzorky se složitými maticemi

Cílená analýza a screening – Bezpečnost potravin – Životní prostředí – Forenzní výzkum

Průmyslový výzkum

Neznámé látky/strukturní analýza
Metabolomika – Farmakologický výzkum



www.pragolab.cz

thermoscientific
Authorized Distributor

Generátory provozních plynů Peak Scientific



Peak Scientific je předním inovátorem a celosvětovým lídrem v oblasti vývoje a výroby generátorů dusíku a vodíku pro LC/MS, GC, GC/MS sestavy a další aplikace používané v laboratořích po celém světě.

Kontaktujte nás a zjistěte, jak lze snížit provozní náklady a environmentální stopu vaší laboratoře ruku v ruce s úsporou prostoru, a navíc v případě vodíku i zlepšením bezpečnosti pracoviště.

info@hpst.cz
www.hpst.cz



JE VAŠE LABORATORNÍ DIGESTOŘ SKUTEČNĚ DIGESTOŘÍ?

Každý, kdo někdy pracoval v laboratoři, jistě zná pocit, kdy se mu do nosu dostaly například páry chlorovodíku nebo kterékoliv jiné dráždivé látky. Tyto situace nejsou nijak příjemné a už vůbec ne zdraví prospěšné. Každá laboratoř je proto vybavena zařízením pro práci s látkami, u kterých dochází k přenosu jejich částic do okolního ovzduší, ať už se jedná o sloučeniny těkavé nebo například prašné. Tedy laboratorní digestoři.

Nicméně je potřeba si položit otázku, zda je Vaše laboratorní digestoř skutečně digestoř, a ne pouze boxem napojeným na odťah – tedy zda splňuje všechny bezpečnostní požadavky a poskytuje uživateli dostatečný komfort při práci. Často se lze setkat s pojmem kontinuálně odťahované pracoviště. Tímto způsobem jsou však nazývána zařízení, která neplní konstrukční nebo jiné požadavky, aby je bylo možné nazývat laboratorní digestoři.

Základním požadavkem na laboratorní digestoř je splnění normy EN 14175. Norma definuje digestoř jako zařízení sloužící k ochraně personálu, ventilované prouděním vzduchu skrz nastavitelné otevírání pracovního prostoru. Dále musí splňovat přísná kritéria s ohledem na konstrukci, ovládání, připojení médií a přístupnost jednotlivých prvků z hlediska údržby a další.

Konstrukce digestoře by měla být ocelová, zvláště vhodná je pak odolná povrchová úprava, případně bezpečnostní vyložení pracovního prostoru k zajištění co nejdelší životnosti digestoře. Veškeré ovládací prvky musí být dostupné z přední části. Vybavení digestoře z přední strany modulárními kazetami pro umístění jednotlivých prvků (médií, el. zásuvky), poskytuje uživateli možnost přizpůsobení jejich potřebám (i zpětně v čase) a samozřejmě také umožňuje údržbu z přední strany, bez nutnosti manipulace s digestoři. Tato vlastnost rozhodně není standardem napříč výrobky na trhu.

Okno uzavírající pracovní prostor musí být konstruováno s ohledem na omezení rozptylu kontaminantů směrem k uživateli. V tomto případě plní okno také funkci fyzické bariéry a chrání uživatele před nebezpečnými látkami v jiném než plynném skupenství (odlétávání střepů při rozbití laboratorního skla, vystříknutí látek při reakci). Z tohoto důvodu je velmi důležité použití kvalitních a mechanicky odolných materiálů při výrobě předního okna – temperované nebo laminované bezpečnostní sklo, hliníková konstrukce. Výška otevření okna by v pracovní poloze neměla přesáhnout 600 mm, přičemž je hlídána softwarem nebo mechanickou zádržkou v závislosti na použitém pohonu elektrický/mechanický. Je velice vhodné, pokud mechanismus umožňuje krátkodobé přesáhnutí max. polohy z důvodu např. vložení vysoké aparatury atd.

Obr. 1: Laboratorní digestoř s certifikací DIN EN 14175 part 2 a 3 Koettermann EXPLORIS®



Řídicí systém digestoře musí zajišťovat kontrolu průtoku vzduchu, přičemž signalizuje limitní stavy, jak vizuálně, tak akusticky (příliš vysoký nebo nízký průtok vzduchu). Vše je zobrazováno na ovládacím displeji, který zahrnuje také další ovládací prvky. V současné době můžeme již na digestořích nalézt ovládací panel v dotykovém provedení, který umožňuje umístění veškerých ovláda-

Obr. 2: Dotykový ovládací panel digestoře Koettermann EXPLORIS



cích prvků a provozních hodnot na jedno místo. Standardem je elektronicky řízený posuv okna s přidavkem bezpečnostních systémů – automatické zavření při nečinnosti, zastavení posuvu při přítomnosti překážky, iniciace posuvu působením síly ve směru pohybu, nožní spínač k ovládání okna při plných rukou uživatele. Všechny zmíněné atributy zvyšují bezpečnost uživatelů a zajišťují vysoký komfort při práci.

Ovládání médií přivedených do digestoře musí být vždy umístěno z venkovní strany digestoře, aby je bylo možné ovládat i při zavřeném okně. Vnitřní vývody médií musí být dostupné bez nutnosti vnošení hlavy uživatele do pracovního prostoru – často vídané umístění vývodů na zadní straně pracovního prostoru tedy není vhodné. Správné umístění vývodů je na boční straně nebo vnitřní straně předních sloupků. Stejně tak, pokud jsou umístěny elektrické zásuvky v pracovním prostoru, musí být ovladatelné z vnější strany např. přepínači nebo v případě dotykových řídicích panelů přímo z displeje.

Pokud jsou pod pracovní deskou skladovány chemikálie, musí být digestoř k tomuto účelu vybavena odpovídající bezpečnostní skříňkou, která zajišťuje maximální bezpečnost a dotváří tak účel, ke kterému je laboratorní digestoř určena – tedy k ochraně uživatele.

Obr. 3: Bezpečnostní skříňka laboratorní digestoře Koettermann EXPLORIS



Laboratorní digestoře německého výrobce s dlouholetou tradicí Koettermann splňují nejpřísnější požadavky na bezpečnost, materiálové provedení, dlouhou životnost a uživatelský komfort – neměly by tedy chybět ani ve vaší laboratoři!

www.koettermann.cz

VODÍK JAKO PALIVO BUDOUNOSTI? HYTEP VTIPNÝM VIRÁLNÍM VIDEEM ODPOVÍDÁ NA NEJČASTĚJŠÍ DOTAZY

Vodík: nejlehčí a nejjednodušší chemický prvek, který tvoří převážnou část hmoty ve vesmíru. Jeho specifické vlastnosti, zejména vysoká energetická hustota a nulové emise skleníkových plynů při jeho využití, z něj dělají ideálního kandidáta na palivo budoucnosti. Díky HYTEP, České vodíkové platformě, začíná rozmach i v České republice. Příkladem může být zapojení Ústeckého kraje do projektu vodíkových údolí, který cílí na maximalizaci využití vodíku v dopravě, průmyslu a energetice.

HYTEP na svém webu představil video, které zábavnou cestou představuje veřejnosti hlavní výhody vodíku v mobilitě a odpovídá na nejčastěji kladené otázky v souvislosti s využíváním, výrobou a skladováním vodíku.

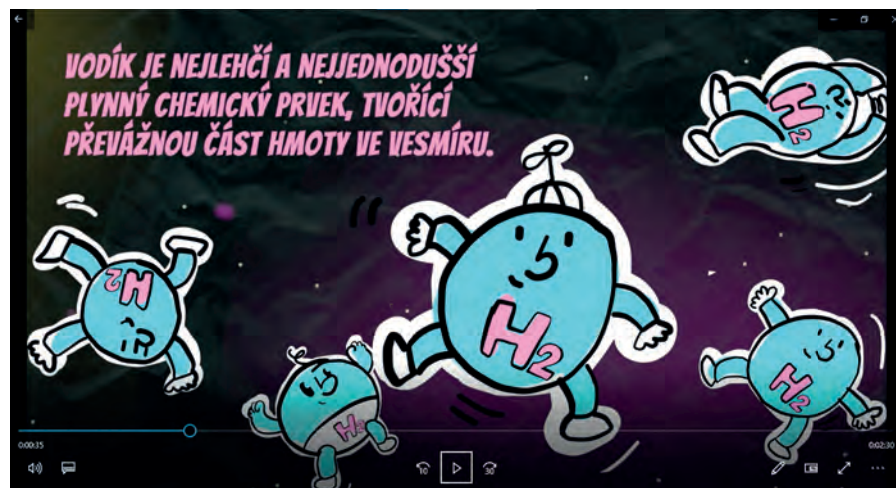
„Chceme touto cestou vyvrátit stereotypy panující o bezpečnosti vodíkových technologií, jejich výhodách i nevýhodách. Cílem je nabídnout širší veřejnosti ucelené informace a bližší pohled na fenomén rozvoje vodíkového hospodářství,“ uvedla výkonná ředitelka platformy HYTEP, Karin Stehlík. „Širší veřejnost dnes velmi často slyší o nástupu bateriové elektromobility. Existují ale i další cesty, které jsou v mnohém pohodlnější a podobnější tomu, co lidé znají ze spalovacích automobilů. Ve videu a naší sekci FAQ (Frequently Asked Questions) chceme mimo jiné veřejnosti ukázat, že vodíkové technologie nejsou v rozporu s bateriemi, naopak se doplňují. Video a FAQ vznikly za podpory Visegrádského fondu a jsou propagovány i u našich partnerů na Slovensku, v Polsku a Maďarsku,“ zakončuje Karin Stehlík.

Kde a jak lze očekávat nástup vodíku?

O vodíkových technologiích a jejich potenciálu přispět k dekarbonizaci sektorů energetiky, dopravy a průmyslu se v posledních měsících hovoří často. Že je vodík na vzestupu dokazuje stále větší počet vznikajících národních vodíkových strategií po celém světě. I Česká republika pracuje v současné chvíli na své vlastní. Kromě závazků jednotlivých států je oproti minulým letům vidět i výrazný nárůst financí, které na podporu vodíkových technologií putují. I v nejpesimističtější scénáři se dá očekávat, že se v Evropské unii podaří vybudovat vodíkovou ekonomiku nejpozději do roku 2050.

Vodík se v současnosti vyrábí z 96 % z fosilních paliv. Pouze 4 % výroby se dají považovat za nízkoemisní, až bezemisní. Evropská unie si do budoucna vytyčila za cíl navýšit výrobu z obnovitelných zdrojů energie, a to až na 1 milion tun produkce zeleného vodíku do roku 2025. Dosáhnout toho chce stavbou velkých elektrolyzérů, které budou používat vyrobenou

Obr.: Video, které zábavnou cestou představuje veřejnosti hlavní výhody vodíku v mobilitě,



elektrickou energii ze solárních a větrných elektráren. Nyní je cena zeleného vodíku vysoká, v závislosti na ceně výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů se pohybuje mezi 3–7,5 dolary za kilogram.

Cena vodíku na komerčních stanicích, která se v Německu pohybuje okolo 9,5 eur za 1 kg se bude snižovat s navyšováním jeho produkce. Auta poháněná palivovými články používajícími vodík dokáží v současnosti pojmout až 6 kilogramů vodíku a mají dojezd okolo 600 kilometrů.

Pokud vás zajímají další informace o vodíku, neváhejte a navštivte www.hytep.cz, sekci FAQ. Osvětlové video najdete na hlavní stránce.

Česká vodíková technologická platforma

Česká vodíková technologická platforma (Czech Hydrogen Technology Platform; HYTEP) je sdružení českých firem a výzkumných subjektů s posláním zavádět a koordinovat aktivity vodíkového hospodářství v ČR. Platforma propaguje aktivity související s rozvojem

českých vodíkových technologií a prosazuje zájmy svých členů v EU i ve světě. HYTEP také vede semináře, konference a poradenství s cílem rozvoje vědomostí o aktuálních tématech a implementaci vodíkových technologií.

www.hytep.cz

SPOLEHLIVÉ GENERÁTORY ČISTÝCH PLYNŮ

LabTech

Zastupuje: CHROMSPEC spol. s r.o.

252 10 Mníšek pod Brdy	634 00 Brno
Lhotecká 594	Plachty 2
Tel.: 318 599 083	Tel.: 547 246 683
info@chromspec.cz	www.chromspec.cz

VYUŽITÍ SIMULAČNÍCH PŘÍSTUPŮ K ANALÝZE A ŘÍZENÍ RIZIK PRŮMYSLOVÝCH PROCESŮ

ŠPAČEK M.¹, PŮLPÁN P.², KOPECKÝ Z.³

1 Vysoká škola ekonomická v Praze, miroslav.spacek@vse.cz

2 Wak Systems, s.r.o., pulpan@waksystem.cz

3 Vysoká škola ekonomická v Praze, zdenek.kopecky@vse.cz

Článek se zabývá riziky a nejistotami, které souvisí s řízením průmyslových procesů. Manažerská praxe ukazuje, že rizika a nejistoty (vyjádřené jako tzv. rizikové faktory) mohou významně ovlivnit výkonnost organizace, tvorbu hodnot a dlouhodobou udržitelnost. Hlavním výstupem článku je představení cíleně vyvinutého softwarového nástroje, který využívá stochastickou simulaci rizik a nejistot podnikových procesů k podpoře optimálních manažerských rozhodnutí. Software je schopen simulovat jakékoli rizikové faktory procesu, které lze popsat matematickým modelem. Model byl testován na příkladech manažerských rozhodnutí vztahujících se k praktickému řízení procesů v chemickém a farmaceutickém průmyslu. Předkládaná případová studie se zaměřuje na výběr optimální technologie, která konfrontuje náklady a rizika dvou zvažovaných technologií.

1 Úvod

Podnikání v prostředí Průmyslu 4.0 je spojeno s mnoha riziky a nejistotami. Tyto jevy často zastřešené pojmem rizikové faktory představují překážku budoucího rozvoje společnosti. Podnikání ovlivňuje celá řada rizikových faktorů (nejistota cen a prodeje, nepředvídatelnost investičních výdajů, chování konkurence, zkrácení životního cyklu produktu atd.). Tyto rizikové faktory mohou mít jak kontinuální, tak i diskontinuální charakter. Jednotlivé rizikové faktory nejenže působí na systém různou intenzitou, ale mohou být navíc vzájemně statisticky závislé. Spolehlivá manažerská rozhodnutí, která by zahrnovala vliv a vzájemnou závislost těchto faktorů, jsou přijímána s obtížemi. Je zřejmé, že manažeři stále nedokážou zvládnout vysokou míru ekonomické nejistoty a velmi často inklinují k intuitivním rozhodnutím, která jsou často chybná. Tuto skutečnost je třeba považovat za hlavní problém, který je nutné řešit aplikací pokročilých nástrojů řízení rizik.

Příspěvek reaguje na tuto situaci a pomocí softwarového nástroje pro analýzu rizik nabízí manažerům logicky strukturované a racionální řešení tohoto problému. Hlavním výstupem výzkumu je softwarový nástroj, který je schopen identifikovat a analyzovat klíčová podnikatelská rizika, určit dopad rizikových faktorů na hlavní charakteristiky výkonnosti společnosti a přispět k hledání optimálních rozhodnutí, která podporují stabilitu podnikání.

2 Použité výzkumné metody

Design SW řešení využívá přístup BPMN (Business Process Modeling Notation), který je osvědčený, poměrně flexibilní a dostatečně názorný. Pomocí BPMN byly popsány klíčové firemní procesy. Následná stochastická simulace vychází z identifikace nejdůležitějších rizikových faktorů. Rizikové faktory byly identifikovány buď pomocí citlivostní analýzy, nebo na základě expertního stanoviska. První přístup spočíval v testování citlivosti výstupní proměnné (obvykle čistý zisk, peněžní tok nebo čistá současná hodnota) vůči klíčovým vstupním proměnným (rizikové faktory), mezi které se řadí jednotková cena, objem prodeje, investiční výdaje nebo míra využití výrobní kapacity.

Identifikace rizikových faktorů byla provedena s využitím kreativních metod, jako jsou brainstorming, brainwriting, Crawford Slip nebo Delphi (Al Badi, 2019), částečně i pomocí kontextuálních rozhovorů s odborníky, kteří jsou obeznámeni s podnikovými procesy. Nakonec byla pro potvrzení modelu použita metoda případové studie, která umožňuje z kvalitativního hlediska prozkoumat problémy a související okolnosti. Yin (2014) vnímá případovou studii jako empirický dotaz, který zkoumá konkrétní případ pomocí účelně formulovaných otázek „Jak“ a „Proč?“.

3 Teoretické aspekty modelování a simulace procesů

3.1 Modelování procesů

Business Process Modeling (BPM) představuje soubor technologií a standardů, které se využívají při návrhu, realizaci, administraci

a monitorování podnikových procesů (Havey, 2005). BPM usnadňuje porozumění jednotlivým činnostem organizace, podporuje pochopení procesu v jeho souvislostech a využívá technologickou podporu pro zefektivnění vykonávaných činností (Rubinstein & Kroese, 2007). Cílem BPM je vyvinout model, který odráží funkčnost organizace, a to nejen nově navržených, ale i zavedených podnikových procesů. BPM lze tak s přípustným zjednodušením považovat za předchůdce simulace podnikových procesů, která se provádí pomocí simulačních nástrojů nebo softwaru.

Jádrem BPM jsou jazyky zaměřené na modelování procesů. Mezi modelovacími jazyky hraje důležitou roli tzv. BPMN (Business Process Modeling Notation). Tento přístup, který byl vyvinut v roce 2001, představuje vrstvu vizuálního designu specificky zaměřeného na systém transakčních pracovních toků. Zahrnuje soubor zásad a pravidel, která jsou zaměřena na vizualizaci podnikových procesů. Za poslední dvě desetiletí se BPMN stal uznávaným standardem pro správu a grafickou notaci, která zobrazuje důsledky kroků v obchodním procesu. Současně nabízí uživatelům komplexní možnosti modelování obchodních procesů v unifikovaném prostředí. BPMN se skládá z pěti základních typů objektů, kterými jsou (Silver, 2009): (i) objekty toku, (ii) spojovací předměty, (iii) „bazény a plavecké dráhy“ a (iv) datové objekty, artefakty (tj. produkt vytvořený nebo upravený přijetím prvku procesu). Další komponenty, které úzce souvisí s BPMN, jsou procesy, spolupráce a choreografie. Jakmile je obchodní proces popsán pomocí BPMN, může modelář použít přístup k simulaci procesu a vytvořit jeho optimalizovanou formu (Pereira & Freitas, 2019). BPMN využívají známé firmy, jako Oracle, Intel či SAP.

3.2 Simulace procesů

Simulace jsou zásadní součástí vývoje inteligentních výrobních systémů. Předpovídají chování průmyslových operací včetně např. podpory plánování výroby, plánování a rozhodování o údržbě zařízení (Gosilverdall, Sharpe & West, 2019). Simulační modelování zahrnuje vývoj modelu, který napodobuje operace v reálném světě, statistické analýzy a jejich praktické využití s cílem zlepšit účinnost a výkonnost (Schindlerová & Šajdlerová, 2020). V minulosti se společnosti vesměs spokojovaly s metodou „what if“, která jim poskytla dostatečné řešení nejisté budoucnosti pomocí vypracování určitého počtu strategických scénářů. V dnešní době se situace stává složitější, neboť dramaticky vzrostl počet rizikových faktorů, tyto faktory se neustále mění a jsou na sobě statisticky závislé. Tato situace vyvolala pokus aplikovat procesní simulaci, která by zahrнула vysoké množství rizikových faktorů i jejich neočekávané chování do podnikatelského plánování. Procesní simulace se stává metodou volby v situacích, kdy je nemožné nebo příliš nákladné získat data, systém, který má být analyzován, je příliš složitý, analytické řešení problému je nesmírně obtížné a je nemožné nebo příliš nákladné ověřit matematický experiment (Rubinstein & Kroese, 2007). Podobně je simulace použitelná v situacích, kdy jsou vstupní data zatížena kvantifikovatelnými nejistotami a vypočítaná nejistota výstupní hodnoty výstupní veličiny musí přesně odrazet ne-

jistoty vstupních dat. Kalkulovaná nejistota hodnoty výstupní veličiny musí být přesným měřítkem validity modelu. Podstatou simulačního přístupu je simulace velkého množství scénářů, jejichž počet se může pohybovat od deseti do statisíců (Špaček, 2015). Vstupní hodnoty (typicky finanční údaje) jsou vyjádřeny pomocí jejich rozdělení pravděpodobnosti se známou střední hodnotou. Výstupní hodnota (např. čistý zisk, peněžní tok, zisková marže, čistá současná hodnota - NPV) se získává ve formě pravděpodobnostního rozdělení (histogram). Úspěšné uplatnění simulačního přístupu závisí na spolehlivém a ověřeném matematickém modelu, který logicky popisuje vztahy mezi vstupní a výstupní veličinou. Matematický (někdy vnímaný jako finanční model) představuje páteř simulačního přístupu. Matematický model popisuje stochastickou závislost mezi závislými a nezávislými proměnnými, jak je známo z rovnice 1.

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n), \quad (1)$$

kde parametr Y je výstupní (závislá) proměnná a parametry $X_1, X_2, \dots, X_n$ jsou vstupní (nezávislé) proměnné.

Tento model jasně stanoví, která výstupní kritéria budou respektována. Dalším krokem je stanovení rizikových faktorů buď pomocí analýzy citlivosti nebo expertní metodou. Je nezbytné maximálně přesně přiřadit konkrétní typ rozdělení pravděpodobnosti každému zvolenému rizikovému faktoru. K tomuto účelu je možné použít historická data, která lze aproximovat tak, aby odpovídala předem definovanému pravděpodobnostnímu rozdělení. Historická data však často nejsou k dispozici, případně jsou k dispozici v omezeném rozsahu. Zde se potom uplatňují expertní stanoviska, která jsou většinou založena na subjektivním vnímání a profesionální intuici. Navzdory určité nepřesnosti je tento přístup plně opodstatněný, protože velmi často využívá dlouhodobých zkušeností a znalostí odborníků o konkrétní problematice. Navíc velmi často představuje jediný použitelný přístup ke stanovení rozdělení pravděpodobnosti rizikových faktorů. Je také možné přenášet data z jiných případů (průřezová data). Velmi důležitý krok spočívá ve správném stanovení korelace mezi dvojicemi rizikových faktorů. Pomocí statistické závislosti rizikových faktorů definujeme jejich vzájemné propojení a podmíněnost. V praxi jsou proměnné modelu obvykle navzájem stochasticky závislé. Tzn. hodnota jedné vstupní proměnné je do určité míry ovlivněna hodnotou jiné vstupní proměnné. Nejméně pravděpodobné kombinace hodnot vstupních proměnných jsou tak ze simulace vyloučeny. Vzájemná korelace podstatně ovlivňuje pravděpodobnostní rozdělení výstupních parametrů. Nastavení korelací jednotlivých rizikových faktorů se realizuje začleněním korelační matice, která umožňuje zadat korelační koeficient pro jakoukoli dvojici rizikových faktorů. Aby se zabránilo vysoké složitosti systému, může být nastavení korelačního koeficientu zjednodušeno a stanoveno na expertní bázi, jak je uvedeno v tabulce 1.

Tab. 1: Nastavení korelačního koeficientu

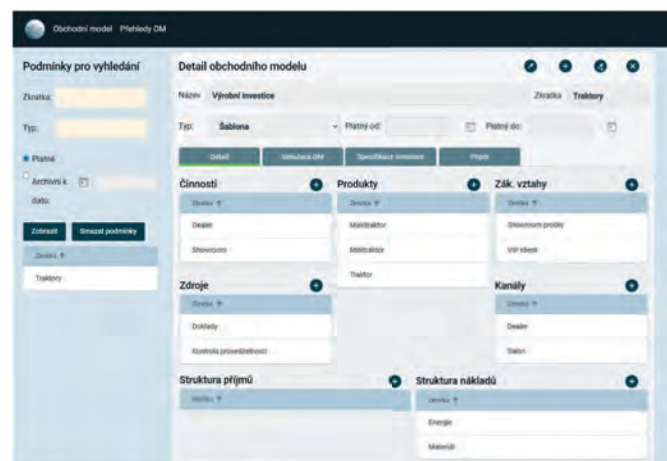
Pozitivní deterministická závislost	1
Vysoká pozitivní korelace	0,75
Nízká pozitivní korelace	0,5
Žádná korelace	0
Nízká negativní korelace	-0,5
Vysoká negativní korelace	-0,75
Negativní deterministická závislost	-1

Nakonec je nevyhnutelné zvolit počet simulačních kroků (obvykle 50–100 tis.). Vyšší počet kroků vede k přesnějším výsledkům a poskytuje „vyhlazenější“ distribuční křivky. Procesní simulace se stala, díky dostupnosti softwarové podpory, účinným nástrojem, který zjednodušuje a usnadňuje manažerské rozhodování. Gudcemir a Hasan (2018) navrhli integrovaný systém podpory rozhodování, který kombinuje simulační modelování a multikriteriální rozhodování. Procesní simulace se také příležitostně používají ke stanovení hodnoty očekávaných peněžních toků, které jsou spojeny s vysokou mírou rizika (Kazakova, Zayarky, & Medvedev, 2019). Poslední model byl podroben testování pouze na experimentální úrovni.

4 Softwarová podpora pro usnadnění manažerských rozhodnutí

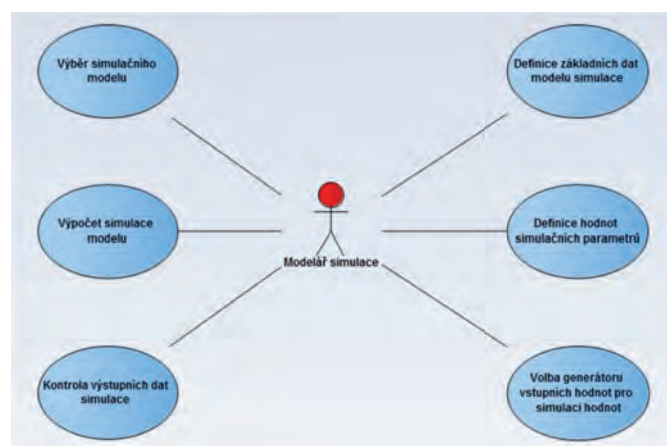
Cílem projektu bylo vytvořit softwarově založený nástroj manažerského rozhodování, který bude podporovat a usnadňovat strategická podnikatelská rozhodnutí. Model byl postaven na základě Osterwalderova konceptu Business Model Canvas (BMC), který byl záměrně upraven pro účely projektu (Osterwalder & Pigneur, 2010). Hlavní úpravy spočívaly ve zjednodušení BMC, které spočívalo v zavedení pouze těch prvků, které lze podrobit jasnému matematickému popisu. Prvky, které nebyly popsitelné pomocí matematického modelu, byly z návrhu vyloučeny. Obr. 1 ilustruje návrh rozhraní softwarového nástroje, který představuje BMC. Zároveň ukazuje, jak byl model BMC přizpůsoben jednomu konkrétnímu testovacímu případu.

Obr. 1: Přizpůsobený Business Model Canvas (BMC)



Tento nástroj zohledňuje nejistoty podnikání nahrazením diskretních vstupních (nezávislých) proměnných jejich statistickým rozdělením. Tímto způsobem byla řešena možná variabilita těchto proměnných. Zavedením jednoduché korelační matice byly zohledněny intenzity vzájemných korelací vstupních proměnných. Takto lze modelovat výstupní proměnné (zisk, peněžní tok, parametry návratnosti investic, parametry tvorby hodnoty atd.) pro zvažované varianty podnikání, a tím podpořit spolehlivost manažerských rozhodnutí. Takto navržený nástroj umožňuje vzít v úvahu klíčové rizikové faktory, propojit počáteční předpoklady s očekávanými výsledky a navrhnout vhodná opatření pro řízení. Obr. 2 ukazuje případy použití softwarového nástroje z pohledu modeláře simulace.

Obr. 2: Případy použití softwarového nástroje z pohledu modeláře simulace



Návrhový vzor, který ilustruje obecnou funkčnost a interakci mezi komponentami modelu, je uveden na obr. 2. Rovněž ilustruje základní knihovny softwarových nástrojů integrující prvky BMC, jazykové třídy BPMN a třídy simulačního modelu.

Dokončení na další str.

4.1 Využití simulace při volbě optimální chemické technologie

Společnost hodlá zavést technologii výroby Corey lactonu, což je univerzální chemický intermediát používaný ve farmaceutické výrobě. Existuje několik technologických alternativ, jak vyrábět tuto sloučeninu. Po důkladném technologickém výzkumu a testování různých možností v pilotním závodě společnosti R&D byl výběr vhodné technologie zúžen na dvě možnosti. První technologie používala jako výchozí materiál dicyklopentadien (DCPD). Tento technologický proces sestával z nižšího počtu reakčních kroků, ale provoz této technologie byl náročnější. Kromě toho byla tato technologie vysoce parametricky citlivá. Druhá technologie vychází z norbornadienu (NB), který je snadno dostupným terpenickým uhlovodíkem. Související technologický proces se skládal z vyššího počtu reakčních kroků, které byly poměrně robustní a vykazovaly nižší citlivost na fluktuaci technologických parametrů. Obě technologie byly technicky proveditelné a splňovaly požadované bezpečnostní a environmentální normy. Parametry, které se ukázaly jako rozhodující (faktory rizika), byly výrobní náklady a reprodukovatelnost technologie. Soubor rizikových faktorů zahrnoval materiálové náklady, náklady na energii, osobní náklady, kapitálové výdaje atd. Vzhledem k tomu, že výroba produktu byla zamýšlena výlučně pro vlastní spotřebu, nebyly do simulace zahrnuty proměnné související s komercializací (prodejní cena, prodané množství). Jako klíčová výstupní proměnná byla zvolena současná hodnota nákladů (PV – Present Value). Klíčovým vstupním proměnným bylo přiřazení rozdělení pravděpodobnosti, které odpovídá trojúhelníkovému rozdělení. Matematický model byl navržen tak, aby korespondoval s výpočtem současné hodnoty (PV) (rovnice 2):

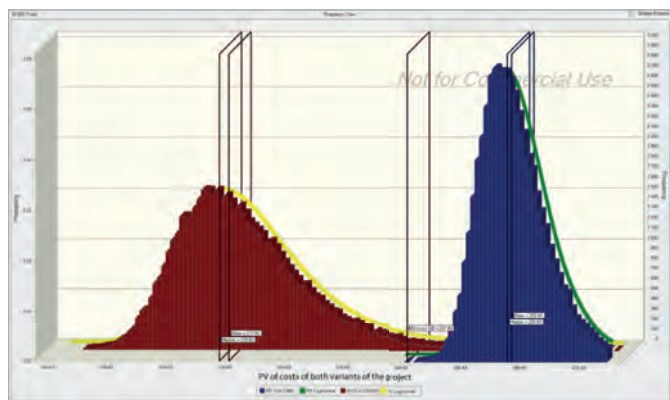
$$PV(\text{nákladů}) = \frac{CF_1}{(1+k)^1} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n} = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+k)^i} \quad (2)$$

kde CF_i – peněžní tok v i -roce, k – diskontní sazba (vážený průměr kapitálových nákladů - WACC)

Parametry simulace:

- Finanční model projektu byl vypočítán v nominálních cenách.
- Předpokládaná životnost projektu byla 10 let.
- Počet rizikových faktorů byl 117 (58 pro technologii NB a 59 pro technologii DCPD).
- Diskontní sazba byla vypočtena jako vážený průměr kapitálových nákladů (WACC)
- Počet simulačních kroků byl v obou případech stanoven na 50 000.

Obr. 3: Porovnání PV nákladů u dvou variant technologie



Interpretace výsledků je poměrně ilustrativní. Tabulka 2 ukazuje nejpravděpodobnější hodnotu PV (současná hodnota nákladů) pro obě varianty a také rozptyl pro obě varianty. Je zřejmé, že technologie DCPD funguje ekonomičtěji než technologie NB, přičemž DCPD technologie je zároveň rizikovější (vyšší rozptyl) než NB technologie (nižší rozptyl). Rozhodnutí o volbě optimálního typu technologie může být podpořeno také prvním pravidlem stochastické dominance. Vzhledem k tomu, že se jedná o PV nákladů („čím nižší, tím lepší“), je nutné obrázek interpretovat protichůdně k rutinním kritériím „příjmového“ typu. Na základě srovnání statistických rozdělení lze dojít k závěru, že technologická varianta DCPD dominuje technologické variantě NB, protože hodnota

distribuční funkce pro variantu DCPD je pro téměř jakoukoli hodnotu nákladového kritéria výhodnější než pro variantu NB. Na základě provedených analýz bylo majitelům doporučeno realizovat projekt v technologické variantě DCPD, která nabízí nejlepší hodnotu parametrů ekonomické efektivity. Toto rozhodnutí bylo učiněno s představou, že rizika této technologie se budou v průběhu času a pokračující optimalizace snižovat. Pravděpodobnost, že technologie DCPD bude vykazovat horší ekonomické charakteristiky než NB technologie, je pouze 2,5 % (odpovídá ploše pod překryvem obou distribučních křivek – viz obr. 3).

Tab. 2: Srovnání režimů pro obě technologie

Technologická varianta	Současná hodnota nákladů [mil. Kč] (modus)	Rozptyl [Kč]
Výroba produktu z DCPD	206	116
Výroba produktu z NB	257	33

5 Výsledky a diskuse

Softwarový nástroj zaměřený na optimalizaci manažerských rozhodnutí poskytoval spolehlivé výsledky při testování z oblastí produkčních, investičních a servisních činností. Simulace klíčových výkonnostních charakteristik, jako je čistý zisk, provozní peněžní tok nebo čistá současná hodnota, nabídla cenný příspěvek k usnadnění a urychlení rozhodovacího procesu. Využití modelu je spojeno s omezeními, která spočívají ve skutečnosti, že některé procesy nelze jednoduše popsat matematickým modelem. Výhodou řešení je jeho otevřenost a přizpůsobivost konkrétním potřebám společnosti. Software byl záměrně zjednodušen, aby neodradil manažery a firemní praktiky od jeho používání. Pro odhad rozdělení pravděpodobnosti byla doporučena preferovaná alternativa využívající trojúhelníkového rozdělení vstupních proměnných (rizikových faktorů). Argumentem pro tuto volbu je nepochybná snadnost určit nejnižší, nejvyšší a nejpravděpodobnější hodnotu parametru. Jelikož simulace probíhá velmi rychle, je doporučeno použít 50 000–100 000 simulačních běhů k získání spolehlivějších výsledků.

Závěr

Opakovaná selhání komplexně strukturovaných rozhodovacích procesů, které vyžadují multikriteriální přístup, přesvědčivě ukazují, že volba intuitivního rozhodovacího přístupu je nadále neudržitelná. V kontextu Industry 4.0 jsou manažeri pod rostoucím tlakem činit klíčová rozhodnutí za rizika a nejistoty ve zkracujícím se čase. Možným přístupem k řešení tohoto problému je návrh a konstrukce software určeného pro usnadnění rozhodovacích procesů. Softwarový nástroj umožňuje simulaci všech podnikových procesů, které lze popsat matematickým modelem. V zásadě je použitelný v rutinních situacích, kdy je realita transformovatelná na matematický model, jako je rozhodnutí o koupi, analýza uzavření výrobní jednotky, rozhodnutí o outsourcingu, posouzení variant obchodního plánu atd. Zvládnutí daného softwaru vyžaduje pouze elementární školení ve statistických metodách a metodice hodnocení rizik. Interpretace výstupních hodnot, které jsou vyjádřeny z hlediska pravděpodobnostního rozdělení, vyžaduje rovněž určité dovednosti ve statistice a pravděpodobnostním počtu. Manažeri si v minulosti zvykli na deterministický pohled na realitu, který jim brání v mnohostranném vnímání dynamických podnikatelských systémů. Softwarová podpora rozhodování ukazuje obrovský potenciál tohoto přístupu, který lze v budoucnu ještě zvýšit propojením s algoritmy umělé inteligence.

Poděkování: Tato práce byla dotována Ministerstvem průmyslu České republiky, programem TRIO, Nástroje pro inovaci a optimalizaci výkonu firemních procesů v rámci INDUSTRY 4.0 (číslo grantu FV30110).

Literatura

- [1] Al Badi, K., Discrete event simulation and pharmacy process reengineering, *International Journal of Health Care Quality* 32, (2) 398–411.
- [2] Goodall, P., Sharpe, R. & West, A., A data-drive simulation support remanufacturing operations, *Computers in Industry*, 105, 48–60.

- [3] Guçdemir, H. & Hasan, S., Integrating simulation modelling and multi criteria decision making for customer focused scheduling in job shops, *Simulation Modelling Practice and Theory*, 88, 17–31.
- [4] Havey, M., *Essential Business Process Modelling*, O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, CA.
- [5] Kazakova, H., Zayarky, I. & Medvedev, M., Forecasting of financial flows in business systems taking into account the risk and uncertainty of interaction, International Conference on Numerical Analysis and Applied mathematics (ICNAAM-2018), Rhodes, Greece, *AIP Conference proceedings*, 2116, Article No. 430021.
- [6] Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation*. Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey (2010)
- [7] Pereira, J. L. & Freitas, A. P., Towards a characterization of BMP tools 'simulation support: the case of BPMN process models, *International Journal for Quality Research*, 13, (4) 783–796 (2019)
- [8] Schindlerová, V. & Šajdlerová, I., Use of dynamic Simulation to Reduce Handling Complexity in the Manufacturing Process, *Advances in Science and Technology Research Journal*, 14, 1 81–88 (2020)
- [9] Silver, B., *BPMN Method and Style*, 2nd Edition, with BPMN Implementer's Guide. Aptos, CA, USA: Cody-Cassidy Press.
- [10] Rubinstein, R. Y. & Kroese, D. P., *Simulation and the Monte Carlo Method*, 2nd Edition, Wiley-Interscience (2007)
- [11] Špaček, M., *Pravděpodobnostní přístupy k analýze rizik investičních projektů a jejich využití v praxi*. NAVA - Nakladatelská a vydavatelská agentura, Plzeň (2015)
- [12] Yin, R. K., *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE Publications Inc., 5th edition (2014)

Abstract

THE APPLICATION OF SIMULATION APPROACHES TO THE ANALYSIS AND MANAGEMENT OF INDUSTRIAL PROCESS RISKS

Summary: The paper deals with risks and uncertainties that are related to business processes. The risks and uncertainties (risk factors) can significantly influence organizational performance, value creation and long term sustainability. The main outcome of the paper is the presentation of purposefully developed software tool that uses stochastic simulation of risks and uncertainties of business processes to support making optimum managerial decisions. This software is able to simulate any processes' risk factors that are describable by a mathematical model. The model was tested on the examples of industrial processes in chemical and pharmaceutical industry. The research was also supported by the evidence provided by the case study that illustrates software based decision-making process relating to opting for technology variant.

Key words: simulation, risk management, industrial processes

TECHNIKA A PŘÍSTROJE

METROHM AUTOLAB PŘEDSTAVUJE NOVÝ PŘÍSTROJ: VIONIC POWERED BY INTELLO

Jediný potenciostat, který nabízí napětí ± 50 V, proud ± 6 A a elektrochemickou imedanční spektroskopii (EIS) až do 10 MHz.

VIONIC powered by INTELLO je přístroj nové generace vyvinutý vývojáři z **Metrohm Autolab**. Nabízí kompaktní rozměry a zaoblené křivky s funkčním designem, který jste v této kategorii neměli šanci doposud vidět. VIONIC se může pochlubit nejmodernější elektronikou a jedinečnými funkcemi, které zajistí lepší výkon i bezpečnost laboratoře. Software INTELLO navazuje na dlouholetou tradici a bohaté zkušenosti společnosti AUTOLAB, která respektuje potřeby a cíle současných vědkyň a vědců – maximum možností a radost z objevování doposud nepoznaného.

Obr.: Potenciostat VIONIC



Rozšiřující funkce jsou nyní standardem:

- Elektrochemická imedanční spektroskopie.
- Analogový sken.
- Druhá Sense elektroda.

VIONIC má unikátní funkce otevírající další možnosti ve vašem výzkumu. Plovoucí uzemnění (Selectable Floating) umožňuje pracovat s měřicí celou v jakémkoliv uspořádání, a to nezávisle na uzemnění jednotlivých částí a elektrod. Pure Sig-

nal Bridge s adaptivními kabely zajišťuje stabilitu signálu a nabízí různé možnosti připojení.

Software s funkcemi šetřícími čas

Program INTELLO se přizpůsobuje aktuálním požadavkům vědeckých pracovníků, a to nastavením uživatelského rozhraní pro výzkumná měření i analýzy rutinní povahy. Funkcí Main parameters si zobrazíte pouze parametry a nastavení, které si sami vyberete. Práce se softwarem je tedy efektivnější a usnadňuje provádění rutinních měření.

» www.metrohm.com/cs-cz/produkty/elektrochemie/autolab-vionic/

CHROMATOGRAF JMS-T2000GC ACCUTOF™ GC-ALPHA

JEOL uvedl na trh nový GC-MS systém s vysokým rozlišením JMS-T2000GC „AccuTOF™ GC-Alpha“. Tento systém nové generace GC-MS se vyznačuje významným zlepšením výkonu i funkcí pomocí dvou nově vyvinutých klíčových technologií. U chromatografu AccuTOF™ GC-Alpha se výrazně zlepšil základní výkon hardwaru a přístroj obsahuje novou generaci softwaru pro automatizovanou analýzu dat, který je součástí standardní konfigurace.

JMS-T2000GC „AccuTOF™ GC-Alpha“, šestá generace úspěšné řady AccuTOF™ GC, má nový vysoce výkonný hardware, který dosahuje trojnásobku rozlišovacího výkonu hmotnosti ($R = 30\,000$) pomocí zcela nového designu iontové optiky, čímž dosahuje vynikající citlivosti a vysoké rychlosti sběru dat. Systém má také široký dynamický rozsah, který je přínosný nejen pro kvantitativní analýzu, ale také pro kvalitativní analýzu komplexních směsí.

Kromě standardní elektronové ionizace (EI) je navíc volitelně k dispozici široká škála ionizačních technik – ionizace polem (FI), desorpce polem (FD), fotoionizace (PI) a chemická ionizace (CI). Na přání jsou k dispozici také dva kombinované iontové zdroje – kombinovaný iontový zdroj EI/FI/FD a kombinovaný iontový zdroj EI/

Obr.: Plynový chromatograf s hmotnostním spektrometrem s vysokým rozlišením JMS-T2000GC „AccuTOF™ GC-Alpha“



PI, které umožňují snadné přepínání mezi ionizačními technikami bez přerušování vakua nebo výměny iontových zdrojů.

JMS-T2000GC jako nejnovější řada AccuTOF™ GC obsahuje také nový analytický software msFineAnalysis. Software msFineAnalysis je nová generace softwaru pro automatizovanou analýzu dat, která poskytuje kvalitativní výsledky kombinací dat získaných EI ionizací a měkkou ionizací (FI, CI nebo PI) jednoduchým, rychlým a automatizovaným způsobem.

Volcano Plots je nová sw funkce pro porovnání dvou vzorků, která může vizuálně ilustrovat rozlišující komponenty mezi těmito dvěma vzorky. Po určení, zda existují rozdíly, se provede integrovaná analýza pro všechny komponenty. Software také podporuje samotnou analýzu dat GC/EI.

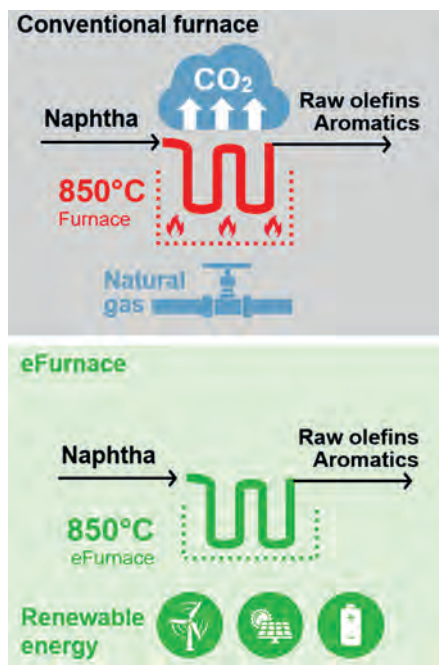
» www.jeol.co.jp/en/

INOVACE V KRAKOVÁNÍ S POTENCIÁLEM ELIMINACE VĚTŠINY EMISÍ CHEMICKÉHO PRŮMYSLU

Společnosti **BASF**, **SABIC** a **Linde** podepsaly společnou dohodu o vývoji a prezentaci řešení pro elektricky vyhřívané parní krakovací pece. Toto strategické partnerství může mít doslova přelomový význam pro celý segment chemického průmyslu: jeho záměrem je posunout chemickou produkci o milový krok kupředu k vizi bezemisní ekonomiky.

Parní krakovací jednotky mají zásadní význam při výrobě základních chemikálií. Nacházejí se totiž úplně na začátku výrobního řetězce chemického průmyslu a zodpovídají za dělení složitějších uhlovodíků na jednodušší sloučeniny, tedy za výrobu základních chemikálií, jako jsou etylen, propylen či butadien.

Obr.: Srovnání konvenčního a inovativního krakování



„Tato látková přeměna je značně energeticky náročná, protože reakce se provádí při teplotách kolem 850 °C. Doposud se k vytápění pecí používala fosilní paliva, BASF však spolu s partnery usiluje o jejich nahrazení elektřinou z obnovitelných zdrojů,“ říká Filip Dvořák, generální ředitel společnosti BASF spol. s r.o. v České republice.

Obr.: Krakovací pec ve výrobním závodě BASF v Ludwigshafenu



Při nasazení zelené elektřiny má nová technologie potenciál snížit emisní stopu procesu až o 90 %. Výroba základních chemikálií odpovídá

podle kalkulací BASF přibližně za 70 % emisí chemického průmyslu. Snaha BASF, SABIC a Linde transformovat jeden z pilířů petrochemického průmyslu má proto potenciál snížit emise v rámci celého odvětví přibližně o dvě třetiny, a tak pomoci naplnit vizi bezemisní ekonomiky, jak ji vytyčila Zelená dohoda pro Evropu.

Zatímco BASF a SABIC do projektu přináší své know-how z oblasti chemických procesů a provozu parních krakovacích pecí, Linde poskytuje odborné znalosti týkající se vývoje a výroby technologií pro parní krakování.

» www.basf.com

BASF PŘEDSTAVUJE PLÁN PRO DOSAŽENÍ KLIMATICKÉ NEUTRALITY

Skupina **BASF** revidovala své klimatické cíle a do roku 2050 chce dosáhnout nulových emisí. Zároveň BASF usiluje o významné zvýšení střednědobého emisního cíle do roku 2030: oproti roku 2018 redukuje své celosvětové emise o 25 %. Tohoto cíle chce dosáhnout i přes předpokládaný nárůst produkce a výstavbu velkého výrobního závodu v jižní Číně. Pomineme-li dopady posilování výroby, znamená to snížení emisí CO₂ stávajících provozů o polovinu, a to do konce tohoto desetiletí. V zájmu dosažení tohoto nového klimatického cíle plánuje skupina BASF investovat do roku 2025 až 1 miliardu eur a další 2–3 miliardy eur do roku 2030.

V roce 2018 činily celosvětové emise skupiny 21,9 milionů metrických tun ekvivalentu CO₂. V roce 1990 bylo toto číslo zhruba dvojnásobné. Nový emisní cíl do roku 2030 představuje snížení přibližně o 60 % oproti úrovni z roku 1990, což překračuje cíl 55% snížení stanovené EU.

„Nové klimatické cíle potvrzují odhodlání BASF dostát svému závazku k Pařížské dohodě o klimatu. Změna klimatu je největší výzvou 21. století. V reakci na to musíme jednak přizpůsobit své procesy a produktové portfolio, jednak akcelarovat transformaci. BASF nejprve zvýší využívání energie z obnovitelných zdrojů. Urychlíme také vývoj a uplatňování nových bezuhlíkových procesů při výrobě chemických látek. Transparentností a nabídkou nejen systematického, ale také stále intenzivnějšího omezování uhlíkové stopy u výrobních jednotek BASF napříč celým hodnotovým řetězcem pomáháme zákazníkům ve všech průmyslových odvětvích snižovat uhlíkovou stopu jejich vlastních výrobků,“ říká Dr. Martin Brudermüller, předseda správní rady BASF SE.

BASF nahradí fosilní paliva novými technologiemi

Klíčem k dosažení nulových emisí CO₂ do roku 2050 je využívání nových technologií, které pomohou nahradit fosilní paliva (například zemní plyn) elektřinou z obnovitelných zdrojů. Ve většině těchto technologií je BASF spolu se svými partnery průkopníkem. V současnosti se tyto technologie nacházejí v pilotní fázi, jejich plošné nasazení bude plně uskutečnitelné až po roce 2030. Aby skupina zrychlila eliminaci emisí ještě před tímto datem, pokračuje v systematické implementaci zlepšujících procesů pro stávající výrobní závody. Vedle toho BASF progresivně přechází na obnovitelné zdroje k pokrytí své spotřeby elektřiny. V této souvislosti BASF také plánuje investice do větrných parků.

Jednu z nejdůležitějších nových technologií, které BASF v současnosti vyvíjí, představují elek-

tricky vytápěné jednotky pro parní krakování, v nichž se vyrábějí základní chemikálie, jako jsou například etylen, propylen a butadien. Tyto chemikálie tvoří základní stavební kameny pro celou řadu hodnotových řetězců a jsou nezbytné pro chemickou výrobu. Další důležitou surovinou pro chemické výrobní procesy je vodík. V zájmu dosažení bezuhlíkové produkce vodíku pracuje BASF souběžně na dvou projektech: konkrétně se jedná o komerčně dostupnou elektrolýzu vody a pyrolyzu metanu, pro niž BASF vyvinula novou výrobní technologii. Dalším významným milníkem, který skupině pomůže zvýšit energetickou účinnost, je využití elektrických tepelných čerpadel pro výrobu bezuhlíkové páry z odpadního tepla. Ve spolupráci se společností **Siemens Energy** usiluje BASF o nasazení této technologie v průmyslovém měřítku a její využití pro regeneraci odpadního tepla v rámci celých závodů.

V důsledku přechodu na klimaticky neutrální výrobní procesy očekává BASF v následujících desítkách let prudké zvýšení poptávky po elektřině ve svých hlavních závodech, a to včetně největšího výrobního závodu v Ludwigshafenu. Okolo roku 2035 předpokládá skupina oproti dnešku více než trojnásobnou spotřebu energie.

„Tato změna si vyžádá investice do vývoje a výstavby nových výrobních závodů. Nezbytnou podmínkou transformace chemické výroby je spolehlivá dostupnost velkého množství obnovitelné elektřiny za konkurenceschopné ceny. V současnosti tomu však situace v Německu neodpovídá. Aby BASF uspokojila své potřeby, chce participovat na investicích do obnovitelných zdrojů energie. Pro ekonomickou uskutečnitelnost této transformace jsou klíčové rovněž podmínky regulačního rámce,“ dodává Brudermüller.

Obr.: Výrobní závod BASF v Antverpách



BASF pracuje na celé řadě vlajkových projektů. Kromě plánovaných investic do obnovitelných energií BASF rozvíjí několik dalších konkrétních vlajkových projektů:

- Ve spolupráci se společnostmi SABIC a Linde pracuje BASF na vývoji pilotní pece pro první technologii parního krakování s elektrickým vyhřevem na světě. V porovnání s konvenčními krakovacími postupy tato technologie umožní téměř plně bezuhlíkovou výrobu základních chemikálií. Pokud se podaří zajistit nezbytný rozpočet, zahájení pilotní výroby by se mělo stihnout již v roce 2023.
- BASF vyvíjí technologii pyrolyzy metanu pro bezuhlíkovou výrobu vodíku ze zemního plynu. Oproti jiným postupům bezemisní výroby vodíku vyžaduje pyrolyza metanu pouhou pětinu elektrické energie. Pilotní reaktor vybudovala BASF v Ludwigshafenu a v současnosti jej spouští. Financování tohoto projektu poskytl německý spolkový ministerstvo pro vědu a vzdělání.
- Ve spolupráci se společností Siemens Energy

nyní BASF zkoumá možnosti výstavby systému elektrolyzy vody využívajícího PEM (protonovou výměnnou membránu) o kapacitě 50 MW pro bezuhlíkovou výrobu vodíku z vody a elektřiny ve svém závodě v Ludwigshafenu. Tento vodík bez uhlíkové stopy by se využíval primárně jako surovina v rámci koncernu, v omezeném rozsahu by však také mohl podpořit nastartování mobility budoucnosti v metropolitním regionu Rýn-Neckar.

- V závodě v Antverpách plánuje BASF investovat do jednoho z největších projektů pro zachycování a ukládání uhlíku (CCS) v oblasti Severního moře. Spolu s partnery v konsorciu **Antwerp@C** tak BASF otevírá příležitost eliminovat více než 1 milion metrických tun emisí CO₂ ročně z výroby základních chemikálií. Konečné rozhodnutí o investici bude v roce 2022.

Konkurenceschopnost musí být zachována

Společnost BASF si vytklá ambiciózní cíl dosáhnout klimatické neutrality do roku 2050, protože je přesvědčena o jeho dlouhodobé strategické nezbytnosti i o jeho technické proveditelnosti. Většina nových technologií však v současných podmínkách není konkurenceschopná. Jelikož nahrazení stávajících vysoce efektivních výrobních procesů novými technologiemi je nesmírně náročné na kapitál, usiluje BASF o zajištění financování z evropských a národních programů, jako je např. IPCEI (Important Projects of Common European Interest).

„Nemáme nejmenších pochyb, že všichni zainteresovaní hráči nakonec spojí své síly pro úspěšné dosažení této mimořádné transformace. To se týká mimo jiné přijetí vyšších cen bezemisních výrobků ze strany zákazníků na přič hodnotovým řetězcem. Zmíněný nárůst cen bude kompenzovat vyšší provozní náklady a dodatečné investice. Máme-li dosáhnout takto významného posunu, budeme se potřebovat opřít o širokou spolupráci mezi průmyslem a politickými představiteli, která povede k pozitivním regulacím orientovaným na výstupy a jež nám zaručí mezinárodní konkurenceschopnost,“ zdůrazňuje Bruder Müller.

» www.basf.com

PROJEKT AIR UDRŽITELNÉ VÝROBY METANOLU

Perstorp plánuje rozsáhlou výrobu udržitelného metanolu ze zachyceného oxidu uhličitého a dalších odpadů. To by mohlo podstatně přispět ke klimaticky neutrálnímu odvětví. Projekt AIR, který Perstorp vytvořil s partnery, byl schválen pro další úroveň hodnocení pro podporu z Inovačního fondu EU, jednoho z největších programů financování demonstrace inovativních nízkouhlíkových technologií na světě.

Projekt AIR je jedinečný rozsáhlý projekt, který do roku 2025 sníží roční emise uhlíku do atmosféry o půl milionu tun. Toho bude dosaženo vybudováním největší jednotky zachycování a využití uhlíku na světě v areálu společnosti Perstorp ve švédském Stenungsundu. S využitím nového závodu na elektrolyzu a získávání bioplynu jako zdroje bude ročně vyrábět 200 000 tun udržitelného metanolu, což umožní dodávky udržitelných chemických produktů do široké škály odvětví a konečných produktů.

Společnost Perstorp společně s partnery **Fortum** a **Uniper** požádala o podporu pro projekt AIR z Inovačního fondu EU. V počátečním hod-

nocení z Fondu získal Projekt AIR nejvyšší možné skóre v kategoriích „Vyloučení skleníkových plynů“ a „Stupeň inovace“, přičemž získal celkem 14 z 15 možných bodů. Tím byl vybrán pro další hodnocení z hlediska financování.

Ve svém hodnocení projektu AIR Inovační fond EU uvádí, že navrhovaná rozsáhlá udržitelná výroba metanolu poprvé prokazuje zvýšenou flexibilitu a účinnost při používání různých surovin (např. biometanu, zbytkového plynu z rafinérie, proudů odpadního CO₂). Kromě toho také využívá recyklované zdroje uhlíku spolu se zachyceným CO₂ pro cyklickou výrobu metanolu. Kromě toho bude navrhovaná elektrárna používat jako surovinu v elektrolyzní stanici místo komunální vody odpadní vodu. Odpadní voda se nepoužívá jako surovina v žádném jiném komerčním elektrolyzátoru. Návrh představuje průlomovou inovaci. Konečné rozhodnutí o tom, jaké projekty budou financovány z Inovačního fondu EU, se očekává koncem tohoto roku.

» www.perstorp.com

LABORATOŘE ORLEN UNIPETROL TESTUJÍ PALIVA, KVALITU ODPADNÍCH VOD ČI INTENZITU HLUKU A OSVĚTLENÍ

Laboratorní testování je důležitou součástí výrobního a provozního procesu rafinérské a petrochemické skupiny **ORLEN Unipetrol**. Ta své laboratoře využívá nejen k internímu testování svých produktů či provozních podmínek, ale jejich kapacitu poskytuje i pro potřeby externích subjektů. Jedním z nich byl i bezpečnostní tým amerického prezidenta Baracka Obamy, který v nich během návštěvy České republiky v roce 2010 testoval vzorek leteckého paliva pro prezidentský letoun Boeing 747 Air Force One. Laboratoře nyní úspěšně prošly reakreditačním procesem **Českého institutu pro akreditaci**, který jim vydal akreditační osvědčení na dalších pět let a současně povolil rozšíření testovacích aktivit.

Skupina ORLEN Unipetrol provozuje tři hlavní laboratorní týmy se zaměřením na rafinérský segment, petrochemický segment a segment agrochemie a čistoty vod v lokalitě Záluží u Litvínova a Kralupy nad Vltavou. Laboratoře prošly náročným prověřováním celého systému bez výhrad a bylo jim vydáno osvědčení o akreditaci na 26 zkoušek pro laboratoř v Litvínově a 32 zkoušek pro laboratoř v Kralupech nad Vltavou.

„Proces získání akreditace je náročný, vyžaduje striktní plnění mezinárodních norem a několikaletou systematickou přípravu. V procesu akreditace jsou kladeny vysoké nároky jak na kvalitní přístrojové vybavení jednotlivých laboratoří, tak na kvalifikovaný personál. Těší mě, že laboratoře společnosti ORLEN Unipetrol RPA v litvínovském Chemparku i v Kralupech nad Vltavou splňují obě tato kritéria,“ uvedl Adam Jarosz, člen představenstva zodpovědný za řízení hospodářství odpadů a vod, a dodal: *„Díky realizovaným investicím se nám podařilo vybudovat špičková a plně konkurenceschopná pracoviště, jejichž personál se neustále vzdělává pod vedením profesionálů. Především díky vysoce kvalifikovanému a angažovanému týmu se nám povedlo akreditaci úspěšně obhájit a současně rozšířit jejich rozsah. Díky tomu můžeme provádět nezavislý monitoring odpadních vod přímo v našich*

laboratořích, což přinese mimo jiné úsporu finančních prostředků.“

Laboratoře zajišťují kompletní analytický servis pro skupinu ORLEN Unipetrol i externí zákazníky a spolupracují také se společnostmi nadnárodní skupiny ORLEN. Provádějí také akreditované vzorkování paliv z důvodu legislativního požadavku vycházejícího ze zákona o spotřebních daních. Od roku 2019 zajišťují laboratoře v Litvínově a Kralupech nad Vltavou také kontrolu paliv Efecta a Verva, které ORLEN Unipetrol prodává v rámci sítě čerpacích stanic **Benzina ORLEN**. Testování je realizováno dvojitým systémem kontroly, kdy každá dodávka pohonných hmot je laboratorně kontrolována již před samotnou expedicí a poté jsou následně realizovány průběžné kontroly kvality přímo na čerpacích stanicích. Zákazníci tak na každém výdejním stojanu Benzina ORLEN naleznou zlatou samolepku s logem LAB GARANCE, která je zárukou té nejvyšší kvality.

Obr.: Snímek jedné z laboratoří zajišťující kompletní analytický servis pro skupinu ORLEN Unipetrol



Laboratoře také monitorují emise skleníkových plynů dle legislativních požadavků Evropské unie. V rámci akreditace na hygienu práce laboratoře kontrolují pracovní prostředí na obsah uhlovodíků v ovzduší, prach, hluk či umělé osvětlení. Zajišťují také analytickou kontrolu všech odpadních vod a nyní získaly akreditaci pro plný rozsah legislativně požadovaných zkoušek, což přineslo skupině ORLEN Unipetrol nezávislost na externích službách, neboť dříve musela společnost tyto zkoušky realizovat u externích dodavatelů.

Akreditace pro laboratoře se vydává po splnění požadavků normy ČSN EN ISO/IEC 17025 a to na období pěti let. V průběhu tohoto období je realizováno několik pravidelných dozorových návštěv. Velké nároky jsou kladeny na vedení laboratoře a na technický personál. Laboratoře musí zpracovávat a udržovat velké množství dokumentace, jako jsou laboratorní, kalibrační a pracovní postupy. Nedílnou součástí těchto postupů a výstupních protokolů (atestů) je také vyhodnocení nejistot měření, které obnáší provedení velkého množství náměrů a výpočtů.

Laboratoře také musí prokázat metrologickou návaznost zkušebního zařízení či nestrannost a důvěrnost informací laboratoře včetně možných rizik. Několikrát do roka se zúčastňují zkoušení způsobilosti (mezilaboratorního porovnání), kde se prověřují výsledky zkoušek vůči předem stanoveným kritériím. V loňském roce bylo v úseku kontroly jakosti provedeno 500 mezilaboratorních porovnání.

Kromě dozorových návštěv jsou v akreditovaných laboratořích prováděny i interní audity, které nastavený systém neustále prověřují, a poskytují tak podklad vedení akreditované laboratoře pro přezkoumání systému managementu a neustálé zlepšování.

» www.unipetrol.cz

NOVÝ FOND PODPOŘÍ SPOLUPRÁCI VĚDCŮ Z ČESKÉ REPUBLIKY A MIT

Navazování vědecké spolupráce mezi vědci z České republiky a světového **Massachusettského technologického institutu** (Massachusetts Institute of Technology, MIT) usnadní nový program MIT-Czech Republic Seed Fund. Fond vzniká ve spolupráci MIT, **Akademie věd ČR** a **Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR**, jehož dceřiná společnost **IOCB Tech** do fondu vloží 300 tisíc amerických dolarů.

MIT má v současnosti 16 podobných programů zaměřených na konkrétní země, jako např. Německo, Japonsko či Izrael. Program má za cíl podporovat spolupráci vědců v rané fázi, kterou nepokrývá standardní grantová podpora.

„Považujeme to za „první vlaštovku“ tohoto typu spolupráce a současně důležitý signál o kvalitě vědy v České republice,“ komentuje vznik fondu Eva Zažimalová, předsedkyně Akademie věd ČR. „Nepochybujeme o tom, že to našim výzkumným ústavům velmi rozšíří obzory a možnosti jejich výzkumu. To všechno jsou i důvody, proč o takovou dohodu a spolupráci s MIT Akademie věd tolik usilovala.“

„Z českých zemí v minulých staletích vzešlo mnoho úžasných vědců, intelektuálů a umělců, kteří formovali civilizaci a rozvíjeli naše společné lidství. Díky vynikajícímu výzkumu v takových oblastech, jako je např. umělá inteligence, nanotechnologie, fyzika vysokých energií či biochemie, je Česko pro MIT přirozeným partnerem,“ vysvětluje zájem o spolupráci ze strany MIT Markus Buehler, profesor inženýrství na MIT a předseda poradní komise fondu.

„Jsem rád, že se podařilo tuto spolupráci přivést. Českým vědcům přinese nové možnosti a zároveň pomůže upevnit partnerství mezi Českou republikou a MIT,“ říká o spolupráci Hynek Kmoníček, velvyslanec ČR ve Spojených státech amerických. „Doufám, že se MIT-Czech Republic Seed Fund etabloje jako součást česko-amerických vztahů ve výzkumu a vývoji a zároveň, že spolupráce nastartovaná s jeho pomocí povede k zajímavým objevům a inovacím.“

Obr.: Komplex Massachusettského technologického institutu



Vznik fondu umožní finanční podpora společnosti **IOCB Tech**, kanceláře pro transfer technologií při Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR (ÚOCHB). „ÚOCHB vidí v mezinárodní spolupráci jeden ze základních předpokladů pro špičkovou vědu a MIT je rozhodně tou institucí, která v celé řadě oborů patří k nejlepším,“ říká Zdeněk Hostomský, ředitel ÚOCHB.

„Je nám ctí, že můžeme finančně podpořit tento skvělý projekt, který bude pomáhat všem vědeckým institucím v České republice navázat plodnou spolupráci s MIT, a budeme se těšit na

její výsledky,“ dodává Martin Fusek, ředitel společnosti **IOCB Tech**.

Program MIT-Czech Republic Seed Fund bude v příštích třech letech rozdělovat každoročně 100 tisíc USD, a to mezi 3–5 nových spoluprací. Peníze budou moci být využity na úhradu nákladů za cestování a ubytování spojených s pracovními setkáními a vědeckými stážemi. O finanční podporu budou žádat společné týmy vědců z MIT a ČR. Letos na jaře a v létě zorganizuje MIT dva webináře s praktickými informacemi pro uchazeče. Příhlášky bude možné zasílat od září do půlky prosince, o úspěšných žadatelích se rozhodne do dubna následujícího roku a první cesty bude možné uskutečnit v červnu 2022. Na české straně bude program zastřešovat Akademie věd ČR. Otevřený bude pro vědce z výzkumných a akademických institucí v České republice a jejich partnery z MIT.

» www.avcr.cz

NOVÝ MIKROSKOP UMOŽNÍ VĚDCŮM POZOROVAT LIPIDY A LÉPE POCHOPIT DĚNÍ V SRDCI BUNĚK

Detailně pozorovat viry nebo proteiny bylo ještě nedávno snem vědců po celém světě. Moderní metoda kryoelektronové mikroskopie zobrazuje buněčné struktury v téměř atomárním rozlišení a umožňuje lépe pochopit chemické vazby a fungování živých organismů. Posunout možnosti tohoto výzkumu na ještě vyšší úroveň je cílem spolupráce **Ústavu molekulární genetiky Akademie věd České republiky** a předních technologických firem v čele s brněnským výrobcem elektronových mikroskopů **TESCAN**.

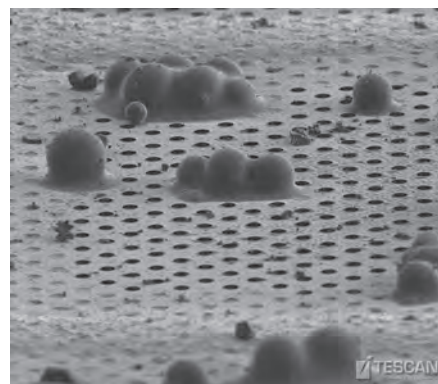
Ústav využívá nový elektronový mikroskop

Od začátku roku 2021 mohou vědci Ústavu molekulární genetiky (ÚMG) ve svých laboratořích využívat nový elektronový mikroskop **TESCAN AMBER Cryo**, který jim v rámci vědeckého partnerství zapůjčil brněnský technologický holding **TESCAN**. Přístroj je speciálně upravený pro pozorování biologických vzorků při teplotách kolem $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$, což umožňuje zachovat vnitřní struktury buněk. O přípravu a zmrazení preparátů se stará laboratorní vybavení, které ústavu zapůjčil německý výrobce **LEICA Microsystems**. Poskytnutím vybavení vzájemná spolupráce neskončila a ÚMG s oběma firmami dále prohlubuje vědecko-výzkumnou spolupráci.

Nové technologie umožní lépe pochopit buněčnou biologii

„Zaměříme se na prohloubení poznatků o strukturách buněčného jádra zajišťujících regulaci přepisu genů do RNA. Zjistili jsme, že na tomto životně důležitém a nesmírně komplikovaném procesu se zásadním způsobem podílí kromě proteinů a nukleových kyselin také některé lipidy. Pro studium lipidových struktur jsou nejlepším nástrojem právě mrazové metody, které umožní jejich charakterizaci v plně hydratovaném stavu, nejbližším k nativnímu. Cílem spolupráce je propojit vývojáře špičkových laboratorních přístrojů s aplikací jejich řešení přímo v praxi,“ říká Pavel Hozák, vedoucí oddělení biologie buněčného jádra a ředitel výzkumné infrastruktury **Czech-Biolmaging**. Vybavení pro kryotransmisní elektronovou mikroskopii, které se v rámci projektu využívá na servisním pracovišti elektronové mikroskopie ÚMG, bylo pořízeno díky podpoře MŠMT pro výzkumnou infrastrukturu

Obr.: Buňky kvasinek na povrchu TEM mřížky



turu **Czech-Biolmaging** a vznikající nové postupy tak budou přístupné pro všechny badatele i firmy.

Nové poznatky dostupné i pro další vědce

Spolupráce vědeckých institucí a komerčních firem je trendem poslední doby. „Jsem rád, že díky tomuto partnerství máme možnost ovlivňovat vývoj špičkových vědeckých přístrojů tak, aby co nejlépe odpovídaly praktickému použití,“ říká Petr Dráber, ředitel ÚMG AV ČR.

Kolaborativní projekt si nechce nechávat získané poznatky pro sebe. Účastníci počítají s pořádáním vědeckých workshopů, publikováním v odborných časopisech, sdílením aplikačních listů a intenzivní spoluprací s širší vědeckou komunitou. „Zpětná vazba od uživatelů je pro vývoj našich elektronových mikroskopů velmi důležitá a zjišťujeme ji pravidelně. Tato spolupráce je ale výjimečná v tom, že můžeme být přímo součástí týmu profesora Pavla Hozáka, který je ve svém oboru na světové špičce,“ uvedl za **TESCAN** Ondřej Šulák, ředitel produktového marketingu pro segment Life Sciences. **TESCAN** chce díky projektu optimalizovat stávající postupy přípravy vzorku a vyvinout nové techniky, které zároveň přímo otestuje v praxi. Partnerství je uzavřeno do konce roku 2021 s možností prodloužení.

» www.tescan.cz, www.img.cas.cz

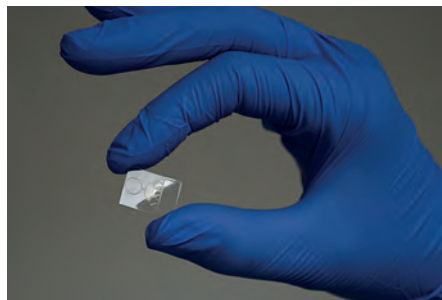
VĚDCI UNIVERZITY PARDUBICE SE PODÍLELI NA VÝVOJI ČIPU PRO PŘESNĚJŠÍ TESTOVÁNÍ NA COVID-19

Výzkumníci **Univerzity Pardubice**, tým prof. Zuzany Bílkové z Fakulty chemicko-technologické, vyvinuli ve spolupráci s vývojáři firmy **IQS Group** speciální čip, který by mohl zpřesnit výsledky testů na Covid-19. Díky jeho vlastnostem, které koncentrují virové částice, bude možné zachytit i pacienty zcela bez příznaků. Na novém využití unikátního nanomateriálu se podílel i tým Dr. Jana Macáka z **Centra materiálů a nanotechnologií Univerzity Pardubice**.

Vědci našli způsob, jak ze vzorku vychytat všechny virové částice, virové částice přímo v čipu rozrušit a nukleovou kyselinu viru vyčistit od všech kontaminujících látek. Celý proces je kompatibilní s následnou metodou PCR. Přípravu vzorku lze po odběru udělat okamžitě, kdekoliv mimo laboratoř a zvládne ji i poučený laik. „Oživil jsme nanostrukturovanou destičku o velikosti menší než kreditní karta. Tento čip s mikrometrovými kanálky a různě strukturovanými zónami je vyroben pomocí přímého litografického zápisu a replikací mechanickým lisováním,“ popisuje

je podobu čipu vedoucí excelentního týmu na Fakultě chemicko-technologické Univerzity Pardubice prof. RNDr. Zuzana Bílková, Ph.D.

Obr.: Čip pro přesnější testování na Covid-19 (Autor: IQS Group)



Tým vědců při vývoji designu čipu vsadil na magnetické vlastnosti nanomateriálů a na možnost jejich velký specifický povrch „ozdobit“ molekulami, které dokážou specificky reagovat s virovými částicemi, nebo přímo s RNA molekulou. Ideálním vychtávačem virů jsou specifické protilátky a pro izolaci RNA experti použili nový a unikátní nanomateriál, který má schopnost na sebe vázat pouze tyto polymerní molekuly a pochází také od výzkumníků Univerzity Pardubice.

Materiál vyvinul Dr. Ing. Jan Macák z Centra materiálů a nanotechnologií (CEMNAT) Fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice. „Jsem velmi rád, že náš materiál na bázi magnetických nanotubic má takové schopnosti, že poráží v této aplikaci i komerční materiály. Vždy se snažíme o to, aby naše vyvíjené materiály měly špičkové vlastnosti. Je skvělé, že tento čip, vyvinutý ve spolupráci týmu paní profesorky Bílkové a IQS Group, je dokáže využít právě pro tuto aplikaci,“ uvedl Dr. Jan Macák.

Expertí Univerzity Pardubice spolupracují na speciálním čipu s vývojáři firmy IQS Group. V současné době jednají o výrobě, ceně, kvalitě a spolehlivosti takového testu tak, aby se výrobek dostal co nejdříve na trh. Kromě testů na nový typ koronaviru může mít čip využití všude tam, kde je třeba detekce RNA nebo DNA, tedy kromě medicíny třeba v případě forenzních analýz.

» www.upce.cz

BIOKATALYZÁTOR BEZ PLATINY PRO PALIVOVÉ ČLÁNKY A ELEKTROLÝZU VODY

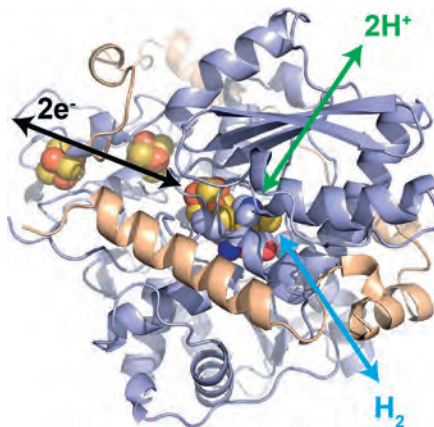
Enzymy mohou splnit sen energetického průmyslu. Mohou účinně vyrábět vodík pomocí elektřiny a mohou také vyrábět elektřinu z vodíku. Enzym je chráněn zabudováním do polymeru. Mezinárodní výzkumný tým s významnou účastí vědců z Technické univerzity v Mnichově představil nový systém v renomovaném vědeckém časopise Nature Catalysis.

Palivové články přeměňují vodík na elektřinu, zatímco elektrolyzéry používají elektřinu k rozkladu vody na vodík. Oba potřebují vzácnou, a tedy drahou platinu jako katalyzátor. Příroda vytvořila jiné řešení. Enzymy, označované jako hydrogenázy, katalyzují přeměnu vodíku velmi rychle a téměř bez ztráty energie.

V minulosti však tyto biokatalyzátory nebyly považovány za vhodné pro průmyslové použití kvůli jejich vysoké citlivosti na kyslík. Nyní se výzkumnému týmu z Technické univerzity v Mnichově,

Univerzity v Bochumi, Francouzského národního centra pro vědecký výzkum v Marseille a Max-Planckova institutu pro přeměnu chemické energie podařilo začlenit citlivé enzymy v ochranném polymeru způsobem, který umožňuje jejich použití při technické přeměně vodíku.

Obr.: Strukturální obrázek hydrogenázy



Když jsou citlivé hydrogenázy zapouzdřeny do vhodných polymerů, jsou aktivní několik týdnů, a to i za přítomnosti kyslíku. Bez této ochrany ztratí svoji účinnost během několika minut. Zavedení hydrogenáz do polymerů, jejichž boční řetězce mohou přenášet elektrony označované jako redoxní polymery, mělo nicméně dvě rozhodující nevýhody: vysoká úroveň odporu vyrovnávala tok elektronů redoxním polymerem. To vyžadovalo investici energie, která se poté ztratila ve formě tepla. A zabudované hydrogenázy úplně ztratily schopnost generovat vodík.

Díky chytrému výběru správných postranních řetězců polymeru se nyní výzkumnému týmu podařilo nastavit redoxní potenciál polymeru takovým způsobem, že k překonání odporu je nutné pouze malé přepětí.

Podrobnější výzkumy pak odhalily, že potenciál postranních řetězců se mírně posunul na pozitivní hodnoty kvůli zapouzdření do polymerní matrice. Při dalším pokusu použili postranní řetězec s odpovídajícím negativním potenciálem. Tento trik byl průlom. Hydrogenáza byla nyní schopna katalyzovat reakci v obou směrech bez ztráty energie.

S využitím tohoto systému pak výzkumný tým postavil palivový článek, ve kterém je kyslík redukován enzymem bilirubin oxidázou z bakterie Myrothecium verrucaria, zatímco hydrogenáza zabudovaná do polymerního filmu oxiduje vodík z bakterie Desulfovibrio desulfuricans a generuje v tomto procesu elektřinu.

Buňka dosáhla hodnoty s napětím otevřeného obvodu 1,16 V, vůbec nejvyšší naměřené hodnoty pro systém tohoto typu a blízké termodynamickému maximu. Se třemi miliampéry na čtvereční centimetr dosáhla buňka současně velmi vysoké hustoty energie pro biologické buňky. Tento systém lze také použít pro reverzní reakci, produkující vodík spotřebováním elektronů. Účinnost přeměny energie se blíží 100 procentům, a to i při hustotách energie přes čtyři miliampéry na čtvereční centimetr. Snížení ztrát energie má dvě rozhodující výhody, za prvé, činí systém výrazně efektivnějším, za druhé, teplo generované v palivových článcích při vysoké úrovni výkonu by představovalo problém pro biologické systémy.

Aby byl jejich systém konkurenceschopný se systémy, které používají katalyzátory na bázi platiny, je nyní probíhající výzkum týmu zaměřen na zlepšení stability hydrogenáz při vyšších výko-

nech. Zjištění lze dále přenést na další vysoce aktivní, ale citlivé katalyzátory pro přeměnu energie a elektrolyzátory. Přímými cíli zde jsou především enzymy snižující obsah oxidu uhličitého, které mohou využívat elektřinu k výrobě kapalných paliv nebo meziproduktů z oxidu uhličitého.

» www.tum.de

PŘEMĚNA MOBILNÍHO TELEFONU NA VÝKONNÝ CHEMICKÝ DETEKTOR

Obyčejný mobilní telefon s komponentami v hodnotě pouze 50 dolarů se přemění na sofistikovaný vědecký přístroj schopný identifikovat chemikálie, léky a patogeny.

Vědci z Texas A&M Engineering Experiment Station (TEES) vyvinuli rozšíření běžného mobilního telefonu, které z něj dělá nástroj schopný detekovat chemikálie, léky, biologické molekuly a patogeny.

Moderní mobilní telefony obsahují vysoce kvalitní fotoaparáty schopné detekovat nízkou hladinu světla a eliminovat digitální šum pomocí softwarového zpracování zachycených snímků. Nedávná práce využila této citlivosti k výrobě mobilních fotoaparátů, které lze použít jako přenosné mikroskopy a detektory srdečního tepu.

Aktuální postup měření je založen na dvou typech spektroskopie. Jeden typ, známý jako fluorescenční spektroskopie, měří fluorescenční světlo emitované vzorkem. Další, známá jako Ramanova spektroskopie, je užitečná pro detekci molekul, jako jsou DNA a RNA, které nefluoreskují ani nevyzařují světlo při velmi nízké intenzitě. K vývoji detektoru mobilních telefonů byly použity oba typy.

Systém obsahuje levný diodový laser jako zdroj světla, orientovaný kolmo k ose spojující vzorek a fotoaparát mobilního telefonu. Uspořádání v pravém úhlu zabraňuje vniknutí zpětně odraženého světla do kamery.

Kromě toho má tato pravouhlá excitační geometrie tu výhodu, že se snadněji používá pro analýzu vzorků, kde se má měřit objemová vlastnost.

Vědci studovali pomocí svého detektoru z mobilního telefonu řadu vzorků, včetně běžných rozpouštědel, jako je etanol, aceton, isopropylalkohol a metanol. Zaznamenali Ramanova spektra pevných předmětů, včetně mrkve a bakterií.

Pro tuto studii byla vybrána mrkev, protože obsahuje pigment karoten. Laserové světlo použité v jejich systému má vlnovou délku, kterou snadno absorbují tento oranžový pigment a pigmenty v bakteriích.

Vědci porovnávali citlivost svého systému s nejcitlivějšími dostupnými průmyslovými Ramanovými spektrometry. Poměr signálu k šumu pro komerční přístroj byl asi 10krát vyšší než u mobilního systému. Citlivost detektoru z mobilního telefonu by však mohla být zdvojnásobena použitím jediného kanálu RGB pro analýzu. Systém má poměrně omezený dynamický rozsah, ale vyšetřovatelé poznamenávají, že tento problém lze snadno překonat pomocí aplikace HDR, která kombinuje obrázky z více expozic. Dodatečné komponenty, včetně laseru, zvyšují cenu typického mobilního telefonu pouze o 50 dolarů, což činí tento systém levným, ale přesným nástrojem pro detekci chemikálií a patogenů v terénu.

» <https://tees.tamu.edu>

15.–16.6.2021 on-line

ACHEMA Pulse

Digitální akce pro globální komunitu chemických inženýrů. Navazujte kontakty a rozšiřujte svou obchodní síť, prezentujte své nejnovější produkty a vyměňujte si nápady na inovace a vizionářská řešení v této on-line platformě.

l: www.achema.de

5.–10.9.2021, Hotel Srní

22. Škola hmotnostní spektrometrie

Tématem letošního ročníku je „Analýza malých molekul“ – přednášky týkající se postupů používaných pro jejich identifikaci, interpretaci hmotnostních spekter nebo jejich kvantitativní analýzy. Samostatné sekce budou věnovány i GC/MS, využití softwaru ve vyhodnocování a procesování LC/MS dat, statistické analýze a nejruznějším aplikacím. Zájemci se mohou také přihlásit na krátké kurzy, které budou pořádány v neděli 5. září odpoledne a v pondělí 6. září dopoledne. Letos nabízíme pět krátkých kurzů, zaměřených na statistické vyhodnocení dat v bioanalytické chemii, Mzmine software, interpretace EI spekter, lipidomickou a metabolickou analýzu. Program obohatí také přednáška světoznámého ruského fyzika Alexandra Makarova, vynálezce Orbitrapu, který tento rok přislíbil svou osobní účast.

l: <http://skolams2021.spektroskopie.cz>

6.–7.9.2021, Kampus Univerzity Pardubice

MEMPUR 2021 – MEMBRÁNOVÉ PROCESY PRO UDRŽITELNÝ ROZVOJ

Prof. Ing. Petr Mikulášek, CSc., předseda vědeckého výboru konference, vás opět po dvou letech zve na třetí ročník konference „Membránové procesy pro udržitelný rozvoj“ – MEMPUR 2021, která se bude konat tradičně na Fakultě chemicko-technologické Univerzity Pardubice.

Jedním z hlavních záměrů konference je vytvářet prostředí pro vzájemné propojování akademické sféry s průmyslem a je tedy i příležitostí pro manažery a podnikatele vytipovat si mezi mladými vědci a výzkumníky své nové spolupracovníky.

Konference v tomto ročníku rozšiřuje svůj oborový zájem z oblasti základních membránových separačních procesů a jejich uplatnění v průmyslových procesech na celou oblast průmyslové a komunální ekologie zařazením témat souvisejících s vodním hospodářstvím a emisemi škodlivých látek do ovzduší.

Je určena k prezentaci výsledků výzkumu nejen z oblasti separačních membránových procesů, ale rovněž i nových materiálů, nakládání s odpady (kapalnými i plynými), sanací ekologických zátěží, včetně dekontaminačních technologií (mechanické, fyzikální, chemické, biochemické, biotechnologické a kombinované membránové metody) uplatňovaných při inovačních technologiích pro životní prostředí.

Klíčovým tématem konference MEMPUR 2021 je voda – uzavřené cykly vodního hospodářství a zpracování koncentrátů, im-

22. Škola hmotnostní spektrometrie

5. – 10. září 2021

Hotel Srní, Šumava

REGISTRACE OTEVŘENA!

- Krátké kurzy (Statistické plánování a vyhodnocení studie, Mzmine software, interpretace EI spekter, lipidomická analýza, metabolická analýza)
- Odborný program zaměřen na analýzu malých molekul
- Pozvaný přednášející: **Alexander Makarov**
- Společenské večery a výlety

Více informací na: <http://skolams2021.spektroskopie.cz/>

plementace membránových procesů, nové postupy a technologie, které zvyšují kvalitu membránových procesů.

l: www.mempur.cz

10.–11.9.2021 Třebíč

42. ročník mezinárodního odborného semináře – ENERGOCHEMIE

Odborný seminář je určen k výměně zkušeností nejširšího okruhu pracovníků energetických provozů a úpraven vod v průmyslových podnicích i elektrárnách, správců zařízení, vodo-hospodářů, chemiků a radiochemiků jaderných i konvenčních energetických a teplárenských provozů, pracovníků radiační kontroly, výzkumných a vývojových pracovišť, vysokých škol, specialistů z oboru a dalších.

l: www.energochemie.cz

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.

l: www.european-coatingsshow.com

19.–22.9.2021, Vinařství u Kapličky

Česká chromatografická škola – HPLC.cz 2021

Vědecká konference Česká chromatografická škola – HPLC.cz patří mezi pravidelná setkání odborníků pracujících v oblasti analytické chemie se zaměřením na separační metody, zejména HPLC/UHPLC, SFC a kapilární elektroforézu.

8. ročník odborné konference pořádá zapsaný spolek Česká chromatografická škola a Farmaceutická fakulta Univerzity Karlovy

v Hradci Králové, Katedra analytické chemie ve spolupráci s projektem STARSS (reg. č.: CZ.02.1.01/0.0/0.0/15_003/0000465 spolufinancovaného z EFRR).

Konference je zaměřena zejména na praktické aplikace a je vhodná jak pro pracovníky QC laboratoří, tak pro studenty a učitele vysokých škol.

l: www.ceskachromatografickaskola.cz

20.–23.9.2021, Hotelu DAP, Praha

20. mezinárodní konference výživy a diagnostiky – INDC 2021

Cílem konference je pochopení vztahu mezi výživou a klinickou diagnostikou. INDC je již tradičním místem pro setkání lidí, kteří se zajímají o to, jak strava ovlivňuje naše zdraví, pocity, pracovní výkonnost a stárnutí. Ročník 2020 přivítá odborníky z oblastí výživy, klinické biochemie, potravinářské technologie, analytické chemie a medicíny.

Konference se bude skládat z bloků přednášek a posterových sekcí s vyhodnocením nejlepšího posteru. Po loňském úspěchu bude i v letošním roce zařazena přednášková sekce pro mladé vědce s oceněním nejlepší přednášky. Celá konference bude probíhat v anglickém jazyce.

Témata: Probiotika, prebiotika, složky potravy a přírodní látky s blahodárnými účinky pro lidské zdraví, analytické metody užívané v nutriční diagnostice.

Doufáme, že svou účastí na konferenci získáte nejen spoustu cenných informací, ale také využijete volnočasové aktivity zahrnující objevování krás staré Prahy. Včasná registrace/snížený poplatek: 20. srpna 2021 Registrace přednášek a posterů: 15. srpna 2021 Možnost registrace online: <http://www.indc.cz/en/registration/registration-form/>

l: www.indc.cz

29.–30.9.2021, Kolín nad Rýnem + on-line (D)

CHEMSPEC EUROPE – Evropský veletrh

čistých a speciálních chemikálií

Nový termín konání mezinárodního veletrhu za účasti předních světových výrobců, dodavatelů a distributorů čistých a speciálních chemikálií.

I: www.chemspeceurope.com

4.–6.10.2021, Penzion Za Vodou, Dvůr Králové nad Labem

VITATOX

Vědecká konference zaměřená na vývoj v oboru analytické chemie a představení diskutovaných témat jako Vitaminy, Antioxidanty, Terapeutické monitorování léčiv, Drogy, Alkohol a Toxicita látek kolem nás v „době jedové“.

I: www.radanal.cz

6.–10.10.2021, Vysoké Tatry

73. zjazd chemikov

I: 73zjazd.schems.sk

19.–21.10.2021 (nový termín), Hustopeče

TVPIP + APROCHEM

Další ročník Týdne výzkumu a inovací pro praxi a životní prostředí proběhne v novém termínu. Zastřešuje dvě tematicky specializovaná odborná setkání: konferenci APROCHEM a symposium ODPADOVÉ FÓRUM.

I: www.tretiruka.cz/konference/

8.–12.11.2021 (nový termín), Výstaviště Brno

Mezinárodní strojírenský veletrh

– MSV 2021 ukáže inovace pro průmysl budoucnosti

Brány MSV se opět otevrou v listopadu letošního roku. Mezi stěžejní témata se zařadí digitalizace průmyslu a pozornost bude věnována také 3D tisku, který v současnosti zaznamenává významný vzestup.

Řešení pro průmysl budoucnosti

V uplynulém roce došlo k zásadnímu urychlení zavádění digitálních technologií do průmyslové praxe. „Nejnovější služby a produkty v oblasti digitalizace podniků budou k vidění ve speciální expozici Digitální továrna 2.0, která se na MSV představí již podruhé. Hlavním tématem tohoto projektu bude technologická transformace české ekonomiky. Prezentovat se zde budou prototypy chytrých autonomních strojů a zařízení s ohledem na vazby související s firemním prostředím,“ uvedl Michalis Busios, ředitel MSV. Zájemci poznají i principy kooperace mezi zaměstnanci a umělou inteligencí a budou se moci seznámit s možnostmi využití blockchainu. Součástí bude také digitální stage, která nabídne prostor pro diskuzi, včetně online přenosu. Uskuteční se i druhý ročník mezinárodní konference zaměřené na otázku zvládnutí digitální transformace firmy a následného digitálního propojování firem vedoucí ke zvýšení efektivity.

3D tisk i investiční příležitosti

Letošní MSV se zaměří také na aktuální téma 3D tisku. „Firmy působící v tomto oboru zásadně pomohly v době nedostatku ochranných pomůcek, což bychom na veletrhu rádi akcentovali,“ doplnil Busios. Prostor bude



KONFERENCE PIGMENTY A POJIVA 15.–16. 11. 2021 • SEČ

PIGMENTY – POJIVA – SPECIÁLNÍ MATERIÁLY

Konference zaměřená na aplikovaný výzkum v oblasti pigmentů, pojiv a specialit pro povrchové úpravy materiálů pomocí organických povlaků a nátěrových hmot. Je platformou k setkání zástupců výrobních firem, výzkumných organizací, univerzitní sféry a obchodních společností.

www.pigmentyapojiva.cz



věnován také prezentaci start-upů. Právě ty jsou motorem inovací a zároveň zajímavými investičními příležitostmi. Konat se bude také tradiční soutěž Zlatá medaile MSV o nejlepší exponáty. V průběhu veletrhu se chystá i rozsáhlý doprovodný program reagující na aktuální témata v průmyslu.

Doprava, logistika a cirkulární ekonomika

Souběžně s MSV se v letošním roce uskuteční veletrhy Transport a Logistika a Envitech. První z dvojice veletrhů se zaměří na novinky z oblasti automatizace a digitalizace logistiky. Prezentovat se budou opět i firmy nabízející specializovaný software a IT řešení pro logistiku. Hlavním tématem veletrhu Envitech bude cirkulární ekonomika neboli systém opětovného využívání materiálů, které udržujeme v oběhu co nejdéle. Tato problematika se řadí k prioritám udržitelného rozvoje v EU a spočívá především v zodpovědném zacházení se zdroji a optimalizaci výrobních procesů.

Osobní kontakt je základem úspěšného byznysu

Ztráta osobních kontaktů v době pandemie potvrdila, že veletrhy jsou nejen pro průmysl nepostradatelné. Obchodní a marketingový význam MSV prokázal i průzkum mezi vystavovateli, kteří vnímají strojírenský veletrh za firemně důležitou prezentaci umožňující efektivní osobní jednání se stávajícími i novými zákazníky a partnery. „Vnímáme značnou poptávku firem po konání veletrhu, vystavovatelé se chtějí opět osobně setkat. Ukazuje se, že virtuální akce nemohou nahradit fyzický veletrh, který je založen na emocích a budování osobních vazeb. Online nástroje mohou fungovat jen jako doplněk, který zefektivní fyzickou návštěvu veletrhu. Snažíme se pracovat například na rozvoji našeho online katalogu, který umožní lepší prezentaci firem

a jejich exponátů ještě před samotným začátkem veletrhu,“ sdělil Busios.

Prezentujte se na MSV 2021

Mezinárodní strojírenský veletrh bude důležitý pro restart ekonomiky a průmyslu. Jedná se o nejvýznamnější průmyslový veletrh ve střední Evropě. Většinu návštěvníků tvoří odborná veřejnost, přičemž 80 % z nich rozhoduje nebo spolurozhoduje o investicích a nákupech ve firmách. Řádná uzávěrka přihlášek pro vystavovatele je 30. června 2021. V letošním roce navíc došlo k upravení podmínek účasti tak, aby byla pro vystavovatele minimalizována rizika spojená s aktuální situací.

I: www.msvbrno.cz

9.–11.11.2021 Fiera Milano, Milan (IT)

CPH Worldwide

Veletrh produktů od API, strojů a obalů, přes outsourcing až po biofarmaceutika.

I: www.cphi.com

15.–16.11.2021, hotel JEZERKA, Seč

XIII. konference pigmenty a pojiva

Konference pro oblast výroby nátěrových hmot, povrchové úpravy a předúpravy povrchů a jejich dalších aplikací.

Organizátorem konference je redakce časopisu CHEMAGAZÍN ve spolupráci s Ústavem chemie a technologie makromolekulárních látek, Fakulty chemicko-technologické, Univerzity Pardubice. Hlavním sponzorem je společnost RADKA spol. s r.o. Pardubice.

I: www.pigmentyapojiva.cz

4.–8.4.2022 (nový termín), Messe Frankfurt (D)

ACHEMA 2022

Nový termín konání veletrhu pro zpracovatelský průmysl, který se přesunul na rok 2022!

I: www.achema.de



Něco je ve vzduchu?

Komplexní řešení pro mikrobiální monitorování vzduchu

Aeroskopy MAS-100

- určené pro individuální potřeby mikrobiálního monitorování vzduchu v potravinářském, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu, v nemocnicích, ...
- regulace průtoku na 100 litrů/min
- použití standardních Petriho misek 90-100 mm
- validace podle ISO 14698 část 1 a 2
- modely:
 - MAS-100 Eco®
 - MAS-100 VF®
 - MAS-100 NT®/NT® Ex (s filtrem/bez filtru)
 - MAS-100 CG Ex®
 - MAS-100 Iso NT®
 - MAS-100 Iso MH®
- zajištění servisních a validačních činností

Více informací najdete na:

SigmaAldrich.com/portable-airsamplers

MerckMillipore.com/MAS-100producttour

ICR/ICRplus & LI sedimentační misky

- pro aktivní i pasivní odběr vzduchu v izolátorech a čistých prostorech (ICR/ICRplus) a monitorování prostředí (LI)
- skladování při teplotě 15-25°C
- γ -ozářené, balené v trojbalu (ICR/ICRplus)
- dlouhá doba expirace & prodloužená doba inkubace
- 30 ml kultivačního média
- maticový 2D kód na každé misce
- ICRplus: zámek pro bezpečný transport & vhodné kultivační podmínky

Více informací najdete na:

SigmaAldrich.com/settle-plates