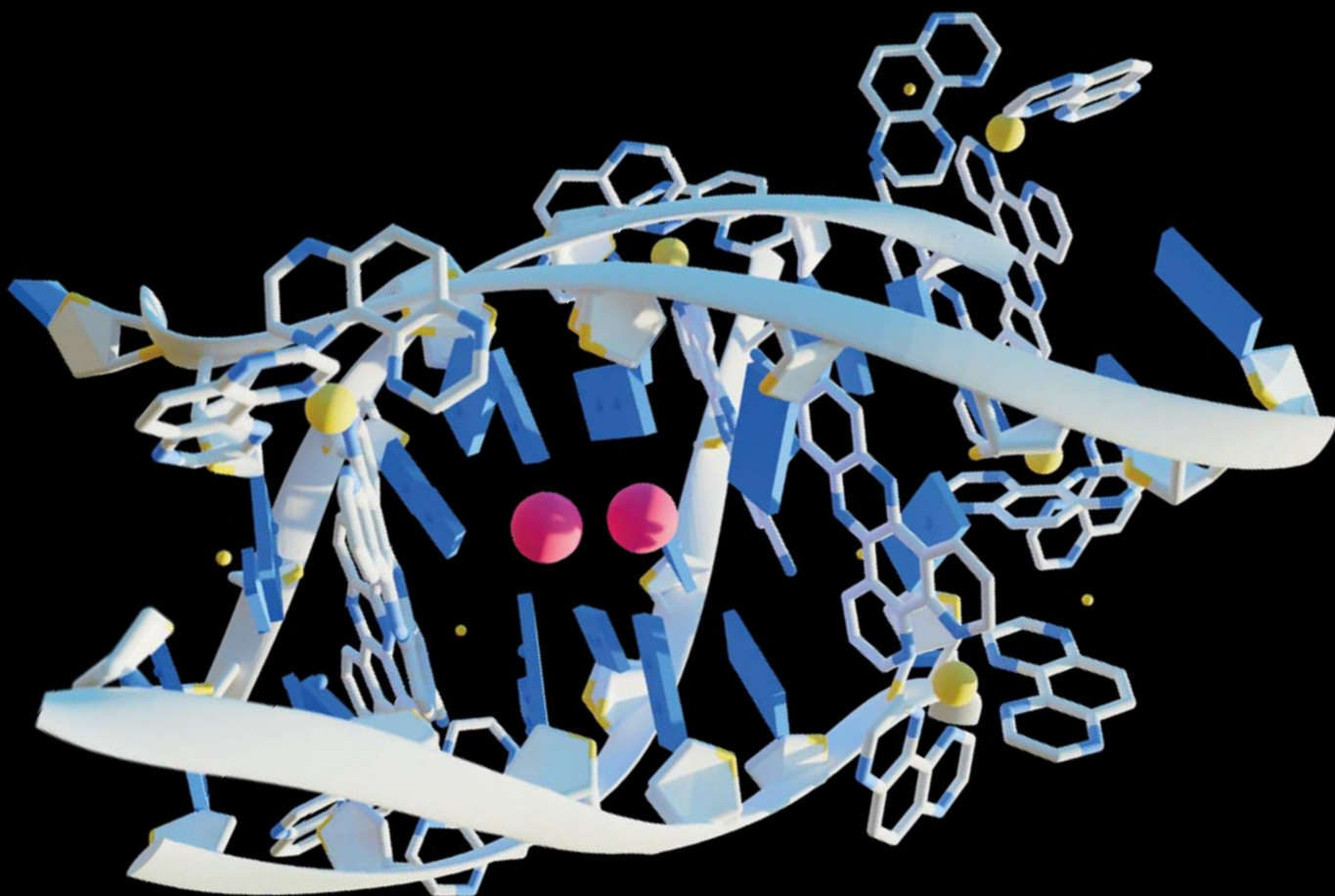


# Chemické Listy

# 7

ročník • 118



Elektrochemie tetranitrokalix[4]arenů

Historie steroidní chemie u nás

Jak učit o pH

Bulletin



# Jsme Teva, Vaše jistota, Vaše místo k růstu.

## PŘIDEJ SE K NÁM!

Jsme jedna z nejmodernějších farmaceutických firem v Evropě

- Vlastní vývojové centrum na účinné farmaceutické látky
- Laboratoře se špičkovými technologiemi
- Výzkumné projekty, zahraniční workshopy a stáže
- Bakalářské a diplomové práce
- Placený trainee program

## DO OPAVSKÉHO ZÁVODU HLEDÁME:

- Absolventy oboru chemie farmacie nebo přírodních věd
- Nabízíme uplatnění ve farmaceutické a v chemické výrobě, v R&D, laboratořích, kvalitě a dalších oborech

## NABÍZÍME:

- Trainee program
- Zaškolení, šance rychlého růstu – kariérní postup s jasně danými pravidly
- Roční bonus a každoroční navýšení mzdy
- Moderní technologie
- Spousta benefitů + Cafeterie 17 000 Kč ročně
- Skvělá dostupnost – vlak, autobus

# Metrohm demonstrační laboratoř na Univerzitě Karlově



Please join us in congratulating

# Chemistry Europe Fellows Class 2022/2023



Alessandro  
Abbotto



Federico  
Bella



Guillaume  
Berionni



João  
Borges



Daniel  
Brandell



Pierre  
Braunstein



Stefanie  
Dehnen



Maria  
Duca



M. Concepción  
Gimeno



Marcin  
Górecki



Emiel  
Hensen



Eva  
Hevia



Ingo  
Krossing



Caroline E.  
Paul



Maren  
Podewitz



Radek  
Pohl



Maria João  
Ramos



Ivan  
Šalitroš



Miguel A.  
Sierra



Rita  
Skoda-Földes



Kristof  
Van Hecke



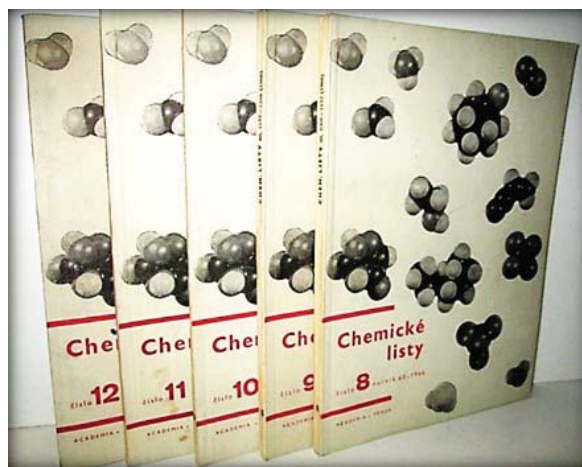
Georgios E.  
Vassilikogiannakis

## Ztráty a nálezy časopisecké

V úterý 9. dubna 2024 byl na webových stránkách časopisu *Chemistry World* v sekci novinek uveřejněn krátký článek<sup>1</sup> s názvem „A Key Chemistry Journal Disappeared from the Web. Others Are at Risk“ (přeloženo do českého jazyka: „Z webu zmizel klíčový chemický časopis. Další jsou ohroženy“), jenž následně po komunitním sdílení vzbudil řadu diskuzí na různých sociálních sítích. Jeho autorka v něm popisuje zkušenost profesora Jonathana Goodmana<sup>2</sup> působícího na Univerzitě v Cambridgi, který si při hledání článku publikovaného v populárním chemickém časopise *Heterocycles* uvědomil něco zvláštního – nejenže článek, který hledal, nebyl k dispozici, ale z webu zmizel i veškerý obsah tohoto časopisu. Ve webovém archivu periodika *Heterocycles* lze nalézt vysvětlení<sup>3</sup>, že časopis pozastavil své vydávání v prosinci roku 2023 z důvodu „různých okolností“. Dále se v něm dodává, že časopis *Heterocycles* „ukončil svou úlohu při podpoře uznávání heterocyklické chemie jako oboru“.

Případ časopisu *Heterocycles* ale není ojedinělý. Martin Paul Eve, hlavní vývojář ve společnosti Crossref (což je registr vydávající jedinečné identifikátory digitálních objektů DOI pro články v časopisech a kapitoly v knihách), uveřejnil v lednu 2024 studii<sup>4</sup>, ve které zkoumal více než 7,4 milionu článků a ve které došel k zjištění, že téměř 28 % z nich se nedochovalo v žádném elektronickém (online) archivu, což znamená, že velké části vědecké literatury hrozí ztráta, pokud bude jejich vydávání ukončeno. Dalším důležitým závěrem jeho studie je fakt, že čtvrtina členů registru Crossref nemá pro svůj obsah zavedenu žádnou digitální ochranu. Dříve bylo povinností knihovníků uchovávat tištěné kopie rukopisů a zpřístupňovat je, poznamenává Eve, ale tato povinnost přešla na vydavatele, protože časopisy přešly na digitální formát<sup>5</sup>. Ne všichni vydavatelé ale vědí, že mají povinnost zajistit trvalou dostupnost materiálů, které publikují.

Česká společnost chemická (ČSCH) jakožto vydavatel časopisů *Chemické listy*<sup>6</sup>, *Bulletin Asociace českých chemických společností (Bulletin)*<sup>6</sup> a *Czech Chemical Society Symposium Series*<sup>7</sup> (CCSSS) si je této povinnosti a odpovědnosti vědoma, a dlouhodobě proto pečuje ve spolupráci s českými a slovenskými knihovnami o důslednou archivaci tištěných i elektronických kopií publikovaných rukopisů. Samozřejmě dnešní doba zcela zřetelně upřednostňuje vyhledávání v archivech elektronických, proto se i náš redakční kruh dlouhodobě snaží o celkovou revizi a kompletaci online archivů našich časopisů. Elektronické archivy *Bulletinu* (od roku 1997, kdy začal pravidelně čtvrtletně vycházet jako součást *Chemických listů*)<sup>6</sup> a časopisu CCSSS<sup>8</sup> jsou úplné, pravidelně doplňované o nová čísla a díky zavedení režimu *Open Access*<sup>9</sup> také zdarma přístupné široké čtenářské veřejnosti. Historie *Bulletinu* však sahá až do



roku 1970, kdy spatřilo světlo světa jeho první vydání, tehdy ještě vydávané odděleně. V letech 1970–1995 (ročníky 1–26, 3. číslo) nesl *Bulletin* název *Bulletin České společnosti chemické*, v letech 1995–1998 (ročník 26, 4. číslo až ročník 29, 1. číslo) název *Bulletin českých chemických společností* a od roku 1998 (2. číslo ročníku 29 a dále) pak *Bulletin Asociace českých chemických společností*. V jeho digitálním archivu<sup>6</sup> je pak možné dohledat plné texty ve formátu HTML od čísla 3 z roku 1994 po číslo 1 z roku 2001 a plné texty ve formátu PDF od 2. čísla z roku 2001 až po současnost. Za pozornost jistě stojí rovněž seznam příspěvků<sup>10</sup> a jejich autorů z let 1970–1996, který může zájemcům o historii sloužit jako zdroj pro následné pátrání v archivech tištěných spisů.

Digitální archiv časopisu *Chemické listy*<sup>11</sup> je rovněž pravidelně doplňovaný a zdarma veřejně přístupný, avšak na jeho celkové zkompletování se zatím ještě, a to již několik roků, usilovně pracuje<sup>12</sup>. Přece jen se jeho historie píše od roku 1876, resp. již od roku 1869 (cit.<sup>13,14</sup>). A tak jsou v současnosti čtenářům k dispozici archivní čísla *Časopisu chemiků českých* z roků 1869–1875 (cit.<sup>11,15</sup>), *časopisu Zprávy spolku chemiků českých* z roků 1872–1876 (cit.<sup>11,16</sup>), *časopisu Listy chemické* z roků 1877–1906 (cit.<sup>11,17</sup>), *časopisu Chemické listy pro vědu a průmysl* z roků 1907–1945 (cit.<sup>11,18</sup>) a *časopisu Chemické listy* z roků 1997–2024 (cit.<sup>11</sup>). Z uvedeného výčtu je patrné, že chybí vydání z let 1946–1996. Ve spolupráci s Knihovnou Akademie věd České republiky probíhá v současnosti digitalizace těchto tištěných svazků s cílem je v krátkém čase nabídnout čtenářům v ucelené podobě v elektronickém archivu této knihovny<sup>19</sup>. Prozatím se v něm nacházejí jednotlivá čísla z období 2016–2024, ale každým dnem se archiv rozrůstá hlouběji do minulosti. A brzy bude rovněž doplněn o archiv našeho časopisu CCSSS.

Jsmo moc rádi a náležitě hrdí na to, že časopisům ČSCH neblahý osud, jakým si prošly časopisy *Heterocycles* a další, rozhodně nehrozí.

Vlastimil Vyskočil

## LITERATURA

1. Chawla D. S.: Chem. World (2024), <https://www.chemistryworld.com/news/a-key-chemistry-journal-disappeared-from-the-web-others-are-at-risk/4019265.article>, staženo 12. 6. 2024.
2. <https://www.ch.cam.ac.uk/person/jmg11>, staženo 12. 6. 2024.
3. <https://web.archive.org/web/20240217181955/https://www.heterocycles.jp/newlibrary>, staženo 12. 6. 2024.
4. Eve M. P.: JLSC 12, eP16288 (2024). doi: 10.31274/jlsc.16288.
5. <http://www.chemicke-listy.cz/>, staženo 12. 6. 2024.
6. <http://chemicke-listy.cz/Bulletin/>, staženo 12. 6. 2024.
7. <http://www.ccsss.cz/>, staženo 12. 6. 2024.
8. <http://www.ccsss.cz/index.php/ccsss/issue/archive>, staženo 12. 6. 2024.
9. Horecká A., Procházková Ž.: Chem. Listy 118, 1 (2024).
10. <http://chemicke-listy.cz/Bulletin/bulletin291/980101.html>, staženo 17. 6. 2024.
11. <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/Archives>, staženo 12. 6. 2024.
12. Vyskočil V.: Chem. Listy 112, 270 (2018).
13. Drašar P.: Chem. Listy 116, 638 (2022).
14. Drašar P.: Chem. Listy 117, 593 (2023).
15. <https://kramerius5.nkp.cz/periodical/uuid:ae74c372-435d-11dd-b505-00145e5790ea>, staženo 12. 6. 2024.
16. <https://kramerius.techlib.cz/kramerius-web-client/periodical/uuid:54bb8c01-9b45-4396-a0d1-0712b5dd7355>, staženo 12. 6. 2024.
17. <https://kramerius5.nkp.cz/periodical/uuid:c66f0b80-8bc4-11dd-8e3d-000d606f5dc6>, staženo 12. 6. 2024.
18. <https://kramerius.techlib.cz/kramerius-web-client/periodical/uuid:12ff1d89-6340-11df-b3e5-0050568253d9>, staženo 12. 6. 2024.
19. <https://kramerius.lib.cas.cz/periodical/uuid:109a956b-0c99-499c-a2e3-443d82482448>, staženo 12. 6. 2024.



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.

## STEREOELEKTROCHEMIE TETRANITROKALIX[4]ARENŮ

Nové pohledy na analytickou chemii\*

VOJTĚCH BIČÁK<sup>a,b</sup>, ALAN LIŠKA<sup>a</sup> a JIŘÍ LUDVÍK<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Oddělení molekulární elektrochemie a katalýzy, Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i., Dolejškova 3/2155, 182 23 Praha, Česká republika, <sup>b</sup> Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha, Česká republika  
vojtech.bicak@jh-inst.cas.cz

Došlo 14.12.23, přijato 18.3.24.

Stereoelektrochemie využívá výsledky voltametrických experimentů k získání informací o tvaru, geometrii, konformaci a dynamickém chování molekul v roztoku. Tento nový přístup k interpretaci elektrochemických dat se ukázal být zásadní při studiu redoxních vlastností několika sérií nově syntetizovaných *oligo*-nitrokalix[4]arenů. V tomto příspěvku je úvodní část rozšířena o „minireview“, kde na nedávno publikovaných výsledcích je představena stereochemie a její principy.

Po ní následuje původní experimentální a výpočetní práce zabývající se rozlišením čtyř atropoisomerů studovaných tetranitrokalix[4]arenů pouze na základě elektrochemických dat za využití stereochemického přístupu.

Čtyři možné atropoisomery (*cone*-, *paco*-, *1,2-alt*- a *1,3-alt*-) *para*-tetranitrokalix[4]arenů byly zkoumány polarografií a cyklickou voltametrií v bezvodém *N,N*-dimethylformamidu.

Již publikovaný, nejvíce symetrický *cone*-konformer přijímá první čtyři elektrony ve dvou oddělených krocích, což je důkaz „pinched“  $C_{2v}$  tvaru molekuly a jejího dynamického chování v roztoku (periodická přeměna *pinched cone*–*pinched cone*). Podobné chování (dvě dvouelektronové vlny a flexibilita v roztoku) bylo pozorováno u *1,3-alt*-konformeru, kde je ale separace potenciálů pro distální a proximální polohu nitroskupin menší. *Paco*-konformer (a jeho dinitroanalog) se redukuje ve třech krocích (1+1+2 elektrony), při kterých se „vykloněná“ aromatická jednotka redukuje jako první, následována protilehlou (distální) a nakonec se redukují obě zbývající proximální nitroskupiny, které jsou si navzájem ekvivalentní, najednou. Nejméně symetrický *1,2-alt*-konformer ( $C_1$ ) se redukuje ve čtyřech jednoelektronových, špatně rozlišitelných krocích, kvůli malým rozdílům mezi energiemi jednotlivých nitroskupin. Interpretace experimentálních dat byla potvrzena kvantovými výpočty.

Klíčová slova: stereochemie, atropoisomery kalix[4]arenů, elektrochemická redukce nitrosloženin, polarografie a voltametrie, DFT výpočty

## 1. Úvod

Molekuly kalixarenů jsou sestaveny z několika (typicky tří až osmi) aromatických (benzenových) stavebních bloků vzájemně propojených přes polohy *meta*- vhodnými dvojnásobnými spojkami, můstky, v jejichž roli se uplatňují methylenové skupiny  $-CH_2-$  (názvoslovně kalixareny bez další specifikace), atomy síry  $-S-$  (thiakalixareny), sulfoxidové  $-SO-$  (sulfinylkalixareny) a sulfonové  $-SO_2-$  (sulfonylkalixareny), dále atomy kyslíku (oxakalixareny), sekundární aminové skupiny  $-NH-$  (azakalixareny) a podobně<sup>1</sup>.

Vhodně funkcionalizovaný kalixarenový skelet představuje cenný strukturální motiv při designu vysoce selektivních receptorů a senzorů založených na tvorbě koordinač-

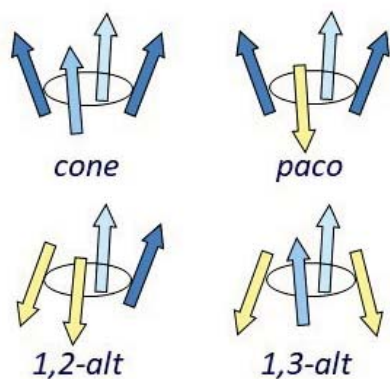


Vojtěch Bičák studuje třetím rokem na Fakultě chemického inženýrství na VŠCHT Praha a pracuje v Oddělení molekulární elektrochemie a katalýzy v Ústavu fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského. Aktuálně se věnuje elektrochemické studii kalixarenů a acylgermanů. Své výsledky prezentoval na Študentské vědecké konferenci (2022), v soutěži O cenu Karla Štulíka (2023) a na 75. sjezdu chemiků (2023). Tato publikace je částí jeho bakalářské práce.

ních částic s cílovým analytem. Využívají se přitom elektrostatické a kovalentní interakce ligand – kation kovu, interakce ligandu s anionty zprostředkované vodíkovými vazbami nebo již navázanými kationty, případně vznik asociátů s nepolárními molekulami vlivem interakce host – hostitel typu  $\pi$ - $\pi$  stohování či makrocyclické inkluze<sup>2-4</sup>. Jedná se tedy o významný stavební blok v supramolekulární chemii v kontextu aplikací směřujících do analytické a fyzikální chemie (senzory, interakce host – hostitel), medicíny (transport léčiv), environmentální technologie (dekontaminace), materiálového inženýrství (molekulární stroje) apod. Kromě vhodných stereochemických vlastností kalixarenové kavity je pro cílové užití důležitá možnost ladit vlastnosti receptoru zavedením potřebných funkčních skupin na periferii molekuly<sup>1</sup>.

Nitroskupina v tomto ohledu představuje vhodný synton umožňující po (elektro)redukci na aminoskupinu zavedení pendantních ramen přes Schiffovy báze. Základní výzkum redukčních mechanismů různě substituovaných (poly)nitrokalixarenů je tedy nutným prvním krokem.

Kalix[4]areny mohou existovat ve čtyřech různých atropoisomerních formách: *cone*-, *partially cone* (*paco*-), *1,2-alternating* a *1,3-alternating* lišících se vzájemným protočením aromatických jednotek (obr. 1). Na rozdíl od flexibilnějších vyšších kalixarenů (např. kalix[6]arenů a kalix[8]arenů) jsou kalix[4]areny dobře stereochemicky definovány, a tak substituenty na horním a dolním okraji molekuly (obr. 2) představují z hlediska možnosti ladění vlastností celé supramolekuly nejen faktor elektronový (induktivní, mesomerní), ale i sterický. Zatímco na horním okraji kalix[4]arenů může (a nemusí) být zaveden libovolný substituent v některé z dvou možných neekvivalentních poloh *para* a *meta* (obr. 2), substituce na dolním okraji je nezbytná a nejčastěji zahrnuje vazbu přes atom kyslíku. Aby byl daný konformer při laboratorní teplotě stabilní vůči isomeraci, je v případě kalix[4]arenů zapotřebí, aby na dolním okraji byl přítomen substituent o minimální velikosti ethoxylové skupiny, která zajistí stabilitu za niž-



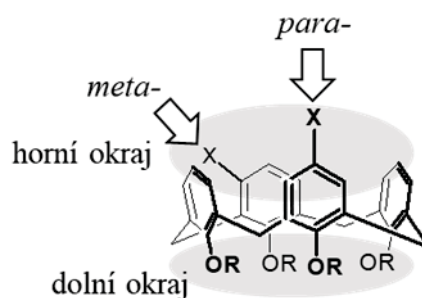
Obr. 1. Atropoisomery kalix[4]arenů, kde šipky naznačují polohu substituentu na horním okraji, vyjdeme-li z konformace „cone“

ších teplot. Pokud by bylo zapotřebí, aby jednotlivé konformery byly stabilní i při vyšší teplotě, je nutné použít propoxylové skupiny<sup>1</sup>.

## 2. Elektrochemická redukce *cone*-nitrokalix[4]arenů a zavedení stereoelektrochemie (Minireview)

Samotný kalix[4]arenový skelet je z hlediska možností elektrochemického studia neaktivní, nelze jej tedy v roztoku v dosažitelných potenciálech elektrochemicky oxidovat ani redukovat. Proto je potřeba do molekuly zavést vhodný substituent, který poskytuje nejlépe reverzibilní redukční odezvu. Již zmíněná nitroskupina<sup>5</sup> je vhodnou volbou nejen z hlediska případné budoucí elektrosyntézy kalixarenového receptoru, ale také pro základní výzkum elektronové struktury kalix[4]arenů, protože ochota její redukce (vyjádřená hodnotou redukčního potenciálu) odráží rozmístění elektronů v molekule a rozsah jejich komunikace (delokalizace) mezi redoxními centry (polynitrokalix[4]areny totiž představují molekuly s více redoxními centry). A protože elektronová struktura zásadně ovlivňuje i tvar, geometrii a symetrii molekuly, její znalost nám o těchto vlastnostech molekul mnohé napoví (proto „stereoelektrochemie“).

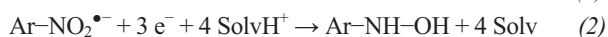
Bylo zjištěno, že počet redukčních dějů, jejich příslušné redukční potenciály a rozdíly mezi nimi jsou významně ovlivněny nejen kvalitou substituentů a můstkových skupin (charakterizovaných jejich elektronovými efekty), ale také polohou na aromatickém jádře (*meta*- nebo *para*- vůči dolnímu okraji)<sup>6-8</sup>. Samostatná studie popisující pouze vliv konformace na elektrochemické chování při udržení konstantních ostatních strukturálních vlivů však ještě publikována nebyla. Jinými slovy, elektrochemická data nebyla dosud použita na určení typu konformace mezi isomery.



Obr. 2. *Cone*-kalix[4]areny a jejich substituce



Obecný redukční mechanismus aromatických nitrosloučenin v aprotickém prostředí zahrnuje reverzibilní tvorbu radikálového aniontu (1) následovanou jeho tříelektronovou ireverzibilní redukcí za vzniku derivátu hydroxylaminu (2)<sup>5</sup>. Solv je v tomto případě zbytková vlhkost, která je v roztoku přítomna z rozpouštědla DMF nebo ze soli základního elektrolytu.



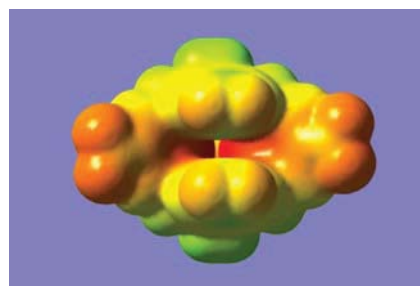
*Tetranitrokalix[4]areny* patří mezi molekuly s více redoxními centry, kde je hlavní otázkou, zda a jak silně spolu tato centra komunikují, tedy zda a jak elektronově delokalizované jsou části molekuly spojující tato centra. Krajní případy jsou dva: buďto elektronově delokalizovaný systém způsobí, že jakmile je jedno redoxní centrum zredukované, zvýší se hustota elektronů na ostatních centrech, která se pak redukuje obtížněji, tedy při negativnějších potenciálech, nebo díky chybějícímu elektronovému propojení spolu centra nekomunikují, jsou tedy izolovaná a zcela na sobě nezávislá.

Při pohledu na vzorec tetranitrokalix[4]arenu<sup>2,6,7,9–11</sup> tvaru *cone*- se zdá být horní okraj molekuly kruhový se symetrií  $C_{4v}$ , (kalix = kalich). Přitom se následně dá uvažovat o dvou možnostech redukce jeho čtyř nitroskupin. První možností je, že v případě jejich vzájemné komunikace se jednotlivé nitroskupiny budou redukovat jedna po druhé, tedy že redukce jedné nitroskupiny způsobí, že se další nitroskupiny budou redukovat při negativnějším potenciálu a budeme pozorovat čtyři jednoelektronové redukční kroky. Druhá možnost by nastala, když jednotlivé nitroskupiny budou od sebe elektronově izolované (methylenovými můstky) a tedy na sobě nezávislé. Pak by se redukovaly všechny najednou a redukce všech nitroskupin na daném *cone*-konformeru by probíhala při jednom potenciálu v jednom čtyřelektronovém kroku.

Skutečná redukce *cone*-tetranitrokalix[4]arenu však probíhá ve dvou dvouelektronových krocích. To znamená, že v molekule musí být dva páry energeticky rozdílných nitroskupin, které spolu nekomunikují. Jediné vysvětlení je, že molekula nemá kruhový tvar, ale je zploštělá, se symetrií  $C_{2v}$ , tedy že dvě nitroskupiny jsou blízko sebe díky prakticky rovnoběžným benzenovým kruhům (proximální poloha), zatímco druhé dva kruhy jsou od sebe odkloněné a nitroskupiny jsou vzdálené (distální poloha). Kvantově chemické výpočty potvrdily až překvapivě velký rozdíl ve vzdálenostech. V případě *cone*-tetranitrokalix[4]arenu ty blízké nitroskupiny jsou od sebe vzdáleny cca 4,55 Å, zatímco ty vzdálené zhruba 12,42 Å.

Právě tato úvaha vedla k otázce, zda elektrochemická data nemohou být využita také k popisu tvaru molekuly a její geometrie. Následující příklady ukazují, že tento přístup k analýze elektrochemických dat může být obecný a lze jej nazývat stereoelektrochemií.

Odpověď na otázku, ve které poloze se nitroskupina redukuje snadněji, nám podhalilo chování monomerního modelu, jehož redukce se potenciálově shoduje s první



Obr. 3. Mapa elektrostatického potenciálu pro dianion diradikál *cone*-tetranitrokalix[4]arenu. Červená barva – negativní potenciál, zelenomodrá – pozitivní potenciál. (Barevná verze obrázku je dostupná na webových stránkách časopisu Chem. Listy).

vlnou tetranitrokalixu. Z toho lze usoudit, že první se budou redukovat ty „osamocенější“ nitroskupiny, tedy ty vzdálenější. To bylo potvrzeno výpočtem rozložení elektrostatického potenciálu (obr. 3), kdy je zřejmé, že první dvouelektronová vlna představuje současnou redukci dvou distálních nitroskupin, zatímco ta negativnější vlna se týká proximálních nitroskupin (obr. 5). Vysvětlení je založeno na tom, že koncentrace záporného náboje na redukováných nitroskupinách způsobuje jejich odpuzování, a tedy je výhodnější, pokud dvě protilehlé nitroskupiny budou v distální poloze.

#### *Mono-, di-, trinitrokalix[4]areny*

K ověření uvedené hypotézy sloužila následná studie, kde elektrochemická redukce *cone*-tetranitrokalix[4]arenu byla porovnávána s chováním mono-, di- a trinitroderivátů (obr. 4 a 5).

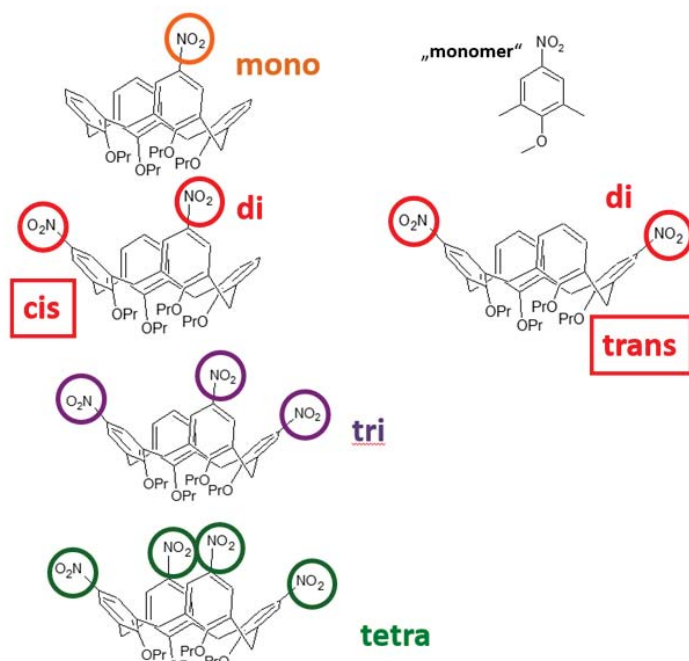
Mononitrokalix[4]aren vykazuje dvě obtížně rozlišitelné vlny o stejné velikosti (poměru výšek 1:1), které odpovídají každá polovině elektronu.

U *cone*-dinitrokalix[4]arenu existují dva isomery: u jednoho se nitroskupiny nachází na sousedních aromatických jádrech (*cis*) a u druhého se nachází na protějších aromatických jádrech (*trans*). Při standardním elektroredukčním experimentu byl u obou pozorován v podstatě stejný průběh polarografické vlny, a to tedy dva jednoelektronové děje o stejné velikosti (poměr výšek 1:1).

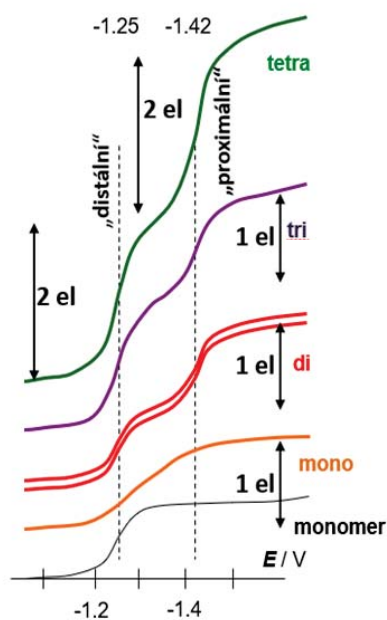
Trinitrokalix[4]aren pak vykazuje opět dva redukční děje, tentokrát však tyto vlny mají jiný poměr velikostí než mono- či dinitrokalix[4]areny, a to 1,7:1,3 (cit.<sup>9</sup>).

Tyto výsledky jsou konzistentní s výše uvedenou hypotézou, že vzdálené nitroskupiny se redukují snadněji, tedy při méně negativním potenciálu („dříve“). Jediný problém představovalo chování obou dinitroderivátů, které poskytly identické dvě vlny, ačkoli s hypotézou souhlasilo pouze chování *cis*-isomeru, kdy jedna nitroskupina je distální a jedna proximální. Jak ale vysvětlit stejné chování u *trans*-isomeru?

Jediné vysvětlení nabízel představa, že zploštělý tvar kalix[4]arenu není rigidní, ale flexibilní, tedy že *cone*-kalix[4]areny v roztoku podléhají pomalé (řádově stovky Hz) periodické přeměně typu „pinched *cone*–pinched *co*–



Obr. 4. Mono/di/tri/tetranitrokalix[4]areny a jako model jejich „monomerní“ jednotka

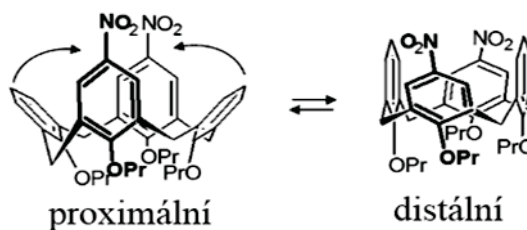


Obr. 5. Polarografické křivky monomeru a mono/di/tri/tetranitrokalix[4]areňů

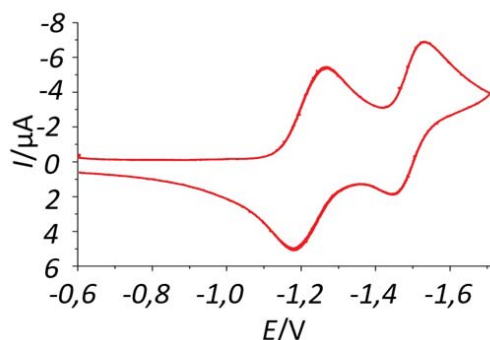
*ne*“, která střídavě převádí proximální aromatické jednotky na distální a naopak (obr. 6).

Protože přenos elektronu je o mnoho řádů rychlejší než toto „kmitání“, pak v každém okamžiku je u obou dinitroisomerů jedna polovina nitroskupin v distální a druhá polovina nitroskupin v proximální poloze. Tato představa funguje i u mononitroderivátu. Periodickou přeměnu i její frekvenci potvrzuje teplotní závislost NMR měření<sup>12,13</sup>.

Důkazem, že tyto všechny výše popsané vlny odpovídají reverzibilní redukci každé nitroskupiny na její radikálový anion podle rovnice (1), je pak cyklická voltametrie (obr. 7), na které jsou jasně vidět dva reverzibilní redoxní děje. Přítomnost stabilních radikálů byla potvrzena



Obr. 6. Přeměna typu „pinched cone–pinched cone“

Obr. 7. Cyklický voltamogram *cone*-tetranitrokalix[4]arenu

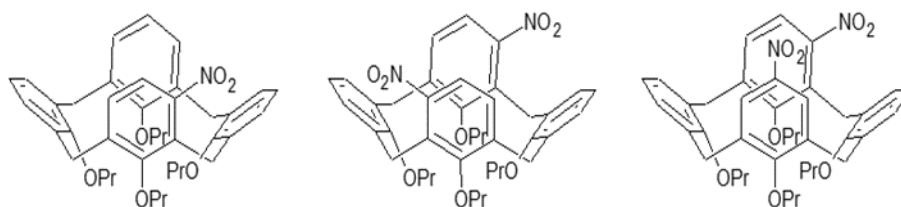
EPR-spektroelektrochemickými experimenty, kdy naměřená spinová intenzita odpovídala počtu redukovaných nitroskupin.

#### *Para*- vs. *meta*-nitroderiváty

Z uvedených výsledků je zřejmé, že u *cone*-konformerů s nitroskupinami v *para* poloze je molekula výrazně zploštělá a vykazuje flexibilní strukturu, která se projevuje přeměnou typu *pinched cone*–*pinched cone*. Jak to ale vypadá u derivátů s nitroskupinou v *meta* poloze?

Proto byly připraveny a studovány tři látky obsahující alespoň jednu nitroskupinu v *meta* poloze, a to mono-*meta*-nitrokalix[4]aren, di-*meta*-nitrokalix[4]aren, kdy jsou nitroskupiny na protilehlých aromatických jádrech, a di-*meta,para*-nitrokalix[4]aren (obr. 8)<sup>8</sup>.

U všech těchto látek se ukázalo, že první redukční děj generující nitroradikálový anion probíhá vždy pouze při jednom potenciálu, což vylučuje flexibilitu celé struktury, nedochází k rozsáhlému kmitání a nelze tedy rozlišit distální a proximální formu. Nitroskupiny *meta*- a *para*- se přitom redukují najednou. Toto chování ukazuje, že už jedna nitroskupina v *meta* poloze zabraňuje flexibilitě, že molekuly jsou rigidní a s menším rozdílem vzdáleností mezi distálními a proximálními polohami.

Obr. 8. *Cone*-nitrokalix[4]areny s alespoň jednou nitroskupinou v *meta* poloze

### 3. Lze elektrochemicky rozlišit *cone*-, *paco*-, *1,2-alt*- a *1,3-alt*-konformery nitrokalix[4]arenů? (Původní práce)

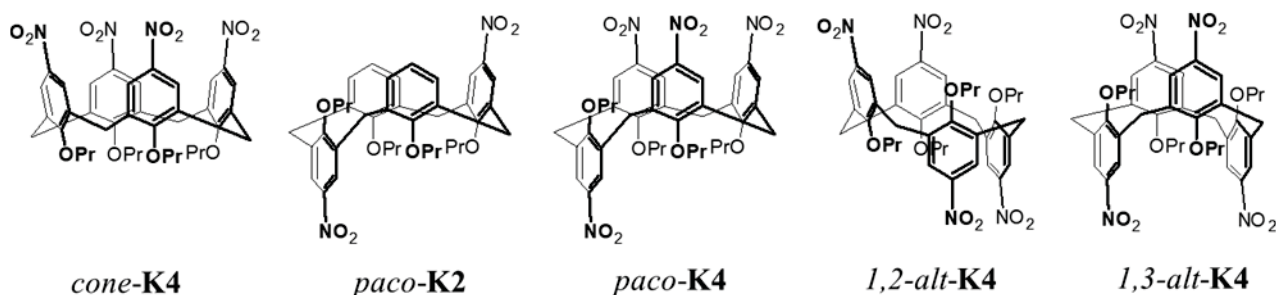
Tato práce navazuje na předchozí poznatky a je zaměřena na zjišťování a interpretování rozdílů v elektrochemickém chování atropoizomerů kalix[4]arenů (K4), doplněných o jeden dinitroderivát K2 v konformaci *paco*- (obr. 9), za účelem je experimentálně rozlišit a identifikovat. Elektrochemické metody tak mohou představovat další nezávislý přístup při zjišťování tvaru i dynamických vlastností těchto molekul („stereochemie“).

Pro potvrzení interpretace elektrochemických dat byly experimenty korelovány s kvantově chemickými výpočty.

#### 3.1. Experimentální část

Veškeré voltametrické experimenty byly standardně provedeny na rtuťových pracovních elektrodách, které vykazují nejpřesnější a nejreprodukovatelnější data ve srovnání s pevnými elektrodami. Kapající rtuťová elektroda (DME) (průměr kapiláry 47  $\mu\text{m}$ , řízená doba kapky 1 s,  $v = 10 \text{ mV s}^{-1}$ ) a visící rtuťová kapková elektroda (HMDE) byly použity jako pracovní elektrody, ve tříelektrodovém zapojení byly dále pomocná elektroda (Pt plíšek) a referenční elektroda (nasycená kalomelová elektroda, SCE), oddělená od bezvodého prostředí dvojitým můstkem. Jako základní elektrolyt byl použit roztok 0,1M  $\text{Bu}_4\text{N}[\text{PF}_6]$  (> 98,0 %, TCI, Tokyo) v bezvodém *N,N*-dimethylformamidu<sup>10</sup>, kyslík byl z roztoku odstraněn argonem (Messer). Koncentrace analytu byla volena mezi 0,5 a 1,0  $\text{mmol dm}^{-3}$ . K měření byl použit analogový potenciostat PA4 s odtrhávačem kapek a X/Y zapisovačem (Laboratorní přístroje, Praha) a digitální potenciostat AFP2 (Pine Research Instrumentation) řízený softwarem AfterMath, pro cyklickou voltametrii byl využit stojánek HMDE (Laboratorní přístroje, Praha).

Kvantově chemické výpočty byly provedeny v programu Gaussian'16 (Gaussian Inc.) na úrovni B3LYP/6-31+G\* se zahrnutím solvatace pomocí CPCM (cit.<sup>14</sup>).



Obr. 9. Studované kalix[4]arenové deriváty

Studované deriváty kalixarenů byly poskytnuty laboratoří prof. P. Lhotáka z VŠCHT Praha, kde byly syntetizovány.

### 3.2. Výsledky a diskuse

Všechny studované deriváty byly elektrochemicky redukovány jednak pomocí metody založené na ustáleném stavu (zde DC polarografie), kde půlvalnový potenciál ( $E_{1/2}$ ) a limitní proud dá nejpřesnější informace o potenciá-

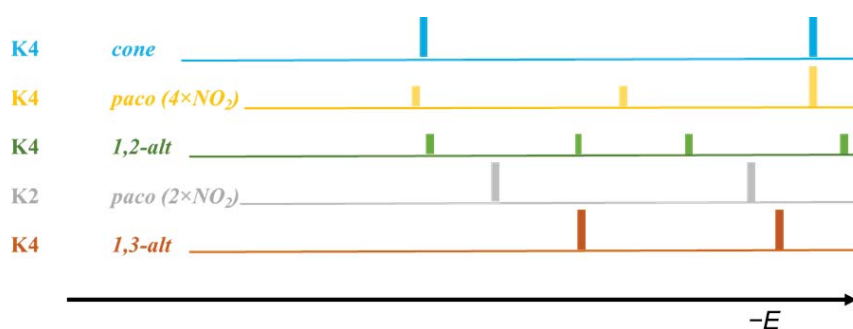
lu redukce a o počtu vyměněných elektronů, jednak pomocí dynamické metody (zde cyklické voltametrie za různých rychlostí nárůstu potenciálu), kde se prokáže jednoznačně reverzibilita redoxního kroku a kde potenciál píku teoreticky posunutý o  $-30$  mV oproti  $E_{1/2}$  slouží k potvrzení polarografických dat.

U kalix[4]arenů nesoucích čtyři nitroskupiny (K4) lze tedy předpokládat celkovou spotřebu 16 elektronů na molekulu, nicméně pouze přenos jednoho elektronu na každou nitroskupinu (rovnice (1)) nejvíce vypovídá o elektro-

Tabulka I

Elektrochemické vlastnosti studovaných látek,  $E_{1/2}$  půlvalnový potenciál,  $E^0$  redoxní potenciál z cyklické voltametrie jako střed mezi katodickým ( $E_{pc}$ ) a anodickým ( $E_{pa}$ ) potenciálem píku

Látka	$E_1$ / V vs. SCE	$E_2$ / V vs. SCE	$E_3$ / V vs. SCE	$E_4$ / V vs. SCE	Počty vyměněných elektronů
<i>cone-K4</i>	$E_{1/2} = -1,15$ $E_{pc} = -1,19$ $E_{pa} = -1,11$ $E^0 = -1,15$			$E_{1/2} = -1,39$ $E_{pc} = -1,42$ $E_{pa} = -1,35$ $E^0 = -1,39$	2:2
<i>paco-K2</i>	$E_{1/2} = -1,19$ $E_{pc} = -1,22$ $E_{pa} = -1,15$ $E^0 = -1,19$			$E_{1/2} = -1,37$ $E_{pc} = -1,39$ $E_{pa} = -1,32$ $E^0 = -1,35$	1:1
<i>paco-K4</i>	$E_{1/2} = -1,14$ $E_{pc} = -1,16$ $E_{pa} = -1,11$ $E^0 = -1,14$	$E_{1/2} = -1,27$ $E_{pc} = -1,30$ $E_{pa} = -1,24$ $E^0 = -1,27$		$E_{1/2} = -1,40$ $E_{pc} = -1,43$ $E_{pa} = -1,35$ $E^0 = -1,39$	1:1:2
<i>1,2-alt-K4</i>	$E_{1/2} = -1,15$ $E_{pc} = -1,17$ $E_{pa} = -1,14$ $E^0 = -1,15$	$E_{1/2} = -1,24$ $E_{pc} = -1,25$ $E_{pa} = -1,21$ $E^0 = -1,23$	$E_{1/2} = -1,33$ $E_{pc} = -1,34$ $E_{pa} = -1,29$ $E^0 = -1,31$	$E_{1/2} = -1,43$ $E_{pc} = -1,43$ $E_{pa} = -1,38$ $E^0 = -1,41$	1:1:1:1
<i>1,3-alt-K4</i>	$E_{1/2} = -1,23$ $E_{pc} = -1,26$ $E_{pa} = -1,19$ $E^0 = -1,22$			$E_{1/2} = -1,37$ $E_{pc} = -1,41$ $E_{pa} = -1,30$ $E^0 = -1,36$	2:2



Obr. 10. Diagram porovnávající systematické posuny potenciálů a jejich separaci v sérii studovaných isomerů K4 (K2)

nové distribuci v molekule, která úzce souvisí s jejím tvarem. Ve všech studovaných případech je redukce prvními čtyřmi elektrony rozdělena do více kroků (tab. I,  $E_1$  až  $E_4$ ), pokaždé ale jiným způsobem, což nám dává charakteristický otisk každého atropoisomeru. To je zřejmé z diagramu na obr. 10.

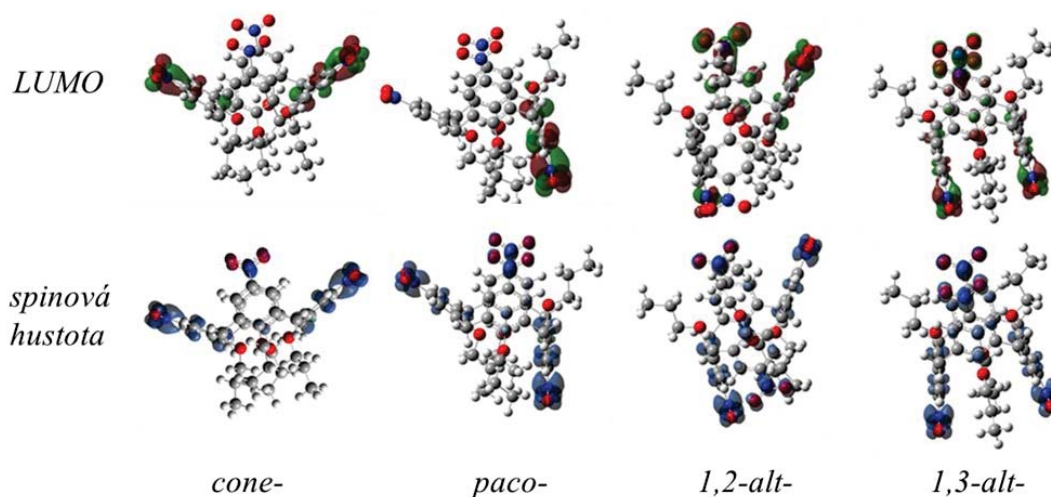
Zásadní roli přitom hraje symetrie molekuly a z ní vycházející tvary a vazebné úhly, jež jsou ovlivněny sterickými podmínkami. Elektronová delokalizace a tím i intramolekulární komunikace mezi redoxními centry zde význam nemá, protože díky methylenovým můstkům mezi nitrofenylovými jednotkami jsou jednotlivé nitroskupiny zcela izolované a na sobě nezávislé. Z toho tedy pro vyhodnocování dat plyne, že kolik pozorujeme jednoelektronových vln, tolik energeticky odlišných je nitroskupin v molekule tetranitrokalix[4]arenu.

Již dříve bylo na základě provedených DFT výpočtů zjištěno, že v případě *cone*-K4 derivátu ( $C_{2v}$ ) se redukují nejprve vzdálené nitroskupiny<sup>10</sup> a první 4 elektrony jsou

rozděleny do dvou dvouelektronových kroků. V molekule jsou tedy dva typy nitroskupin, které se liší energií (potenciálem redukce), v rámci každého páru jsou ale nitroskupiny ekvivalentní a redukují se najednou.

U atropoisomerů *paco*-K4 (a také *paco*-K2) se symetrií  $C_s$  se první zmíněný redukuje ve třech krocích (1+1+2 el.) a druhý ve dvou krocích (1+1 el.). První elektron jde na tu protočenou nitroskupinu, druhý elektron na protější nitroskupinu (obě v distální poloze), zbývající dvě nitroskupiny v proximální poloze jsou ekvivalentní, proto se redukují najednou ve třetím, dvouelektronovém kroku, který je potenciálově stejný jako redukce proximálních nitroskupin u *cone*-K4. Zde je ze získaných dat zjevné, že tento atropoisomer je rigidní a neprobíhá u něj přeměna „pinched *cone*–pinched *cone*“.

Konformer *1,3-alt*-K4 derivát ( $S_4$ ) se chová obdobně jako *cone*-K4 derivát. Má na první pohled také čtyři zdánlivě ekvivalentní nitroskupiny, protože se ale redukuje ve dvou dvouelektronových krocích, je zřejmé, že i zde

Obr. 11. Vizualizace rozložení hraničních orbitalů LUMO u neutrálních molekul K4 a spinové hustoty příslušných radikálových aniontů (v konformacích, zleva: *cone*-, *paco*-, *1,2-alt*- a *1,3-alt*-). (Barevná verze obrázku je dostupná na webových stránkách časopisu Chem. Listy).

v roztoku probíhá dynamická přeměna „pinched cone–pinched cone“ vedoucí k symetrii  $C_{2v}$ . Z menší separace redukčních potenciálů lze odvodit, že mezní vyklonění distálních jader je menší než u cone-K4.

Nejméně symetrický 1,2-*alt*-K4 derivát ( $C_1$ ) vykazuje čtyři jednoelektronové děje přenosu elektronu v souhlasu se vzájemnou neekvivalencí všech redukčních center (obr. 11). Mezi nimi jsou však malé energetické (potenciálové) rozdíly a díky tomu jsou jednotlivé redukční kroky blízko sebe a jsou hůře rozlišitelné. Z důvodu nízké symetrie je zřejmé i tato molekula rigidní, podobně jako *paco*-K4.

#### 4. Závěr

Kalix[4]areny představují vhodný skeletální model pro studium vztahu mezi elektrochemickým chováním a tvarem, geometrií a dynamickým projevem molekul v roztoku („stereochemie“). Na základě provedených experimentů se ukázalo, že symetrie molekuly a geometrické vzdálenosti mezi jednotlivými nitroskupinami jsou hlavní faktory ovlivňující pozorovanou redukční odezvu. V této práci rozšiřující stereochemie přístup se podařilo na základě elektrochemických dat rozlišit všechny čtyři atropoisomery tetranitrokalix[4]arenů a získat informace o jejich dynamickém chování v roztoku.

S využitím vypočítaných map rozložení LUMO v neutrálních molekulách K4, resp. rozložení spinové hustoty v radikálových aniontech, které vzniknou reakcí přenosu prvního elektronu (obr. 10), lze potvrdit již dříve publikovaný závěr<sup>10</sup>, že u cone-K4 se redukují nejprve dvě distální nitroskupiny.

Předložené výsledky ukázaly, že podobný závěr lze odvodit pro *paco*-K4, kde se jako první redukuje v jednoelektronovém kroku vykloněná nitroskupina, následný druhý redukční krok se týká protilehlé nitroskupiny (taktéž i u derivátu *paco*-K2) a teprve potom se redukují dvě proximální nitroskupiny.

Alternáty se redukují zcela odlišně. Zatímco 1,2-*alt*-K4 přijímá první čtyři elektrony v oddělených krocích (nelze určit, která konkrétní nitroskupina se redukuje dříve, protože energetické rozdíly jsou příliš malé), 1,3-*alt*-K4 by se měl teoreticky redukovat najednou čtyřmi elektrony při jednom potenciálu (všechny nitroskupiny jsou v optimalizované geometrii ekvivalentní), nicméně ve skutečnosti se tato látka redukuje ve dvou dějích dvěma elektrony. To znamená, že její idealizovaná struktura ve skutečnosti musí podléhat dynamickým změnám (oscilacím okolo rovnovážné geometrie), která v důsledku vede ke vzniku dvou střídajících se „zploštělých“ struktur s distálními a proximálními páry nitroskupin (první se zřejmě opět redukují ty vzdálenější). Poněvadž existuje

určitá korelace mezi vzdálenostmi nitroskupin a separací příslušných redukčních potenciálů (obr. 10 a 11), lze usoudit, že v limitní „zploštělé“ struktuře 1,3-*alt*-K4 budou dvě distální nitroskupiny vzdáleny méně než v případě cone-K4, což se projeví jako podstatně menší rozdíl mezi pozorovaným prvním a druhým redukčním potenciálem (240 vs. 140 mV, tab. I).

K interpretaci elektrochemických dat významně přispívají kvantově chemické výpočty, v tomto případě zejména lokalizace LUMO orbitalu u neutrálních molekul a spinové hustoty příslušných primárních radikálových aniontů.

*Tato práce vznikla za podpory grantu GAČR 21-23261S a interní podpory RVO: 61388955. Výpočetní zdroje byly poskytnuty z projektu (e-INFRA CZ LM2018140) s podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky. Autoři děkují prof. P. Lhotákovi z VŠCHT Praha a jeho týmu, kde byly syntetizovány studované deriváty kalixarenů.*

#### LITERATURA

- Gutsche C. D.: *Calixarenes: An introduction*. Royal Society of Chemistry, London 2008.
- Liška A., Vojtíšek P., Ludvík J.: *Chem. Commun.* 55, 2817 (2019).
- Salvadori K., Ludvík J., Šimková L., Matějka P., Cuřínová P.: *J. Electroanal. Chem.* 902, 115816 (2021).
- Flídrová K., Liška A., Ludvík J., Eigner V., Lhoták P.: *Tetrahedron Lett.* 56, 1535 (2015).
- Liška A., Ludvík J.: *Chem. Listy* 104, s23 (2010).
- Liška A., Ludvík J.: *Curr. Opin. Electrochem.* 8, 45 (2018).
- Liška A., Flídrová K., Lhoták P., Ludvík J.: *Monatsh. Chem.* 146, 857 (2015).
- Liška A., Lhoták P., Ludvík J.: *Electroanalysis* 28, 2861 (2016).
- Liška A., Rosenkranz M., Klíma J., Dunsch L., Lhoták P., Ludvík J.: *Electrochim. Acta* 140, 572 (2014).
- Liška A., Vojtíšek P., Fry A. J., Ludvík J.: *J. Org. Chem.* 78, 10651 (2013).
- Liška A., Řezanková M., Klíma J., Urban J., Budka J., Ludvík J.: *Electrochem. Sci. Adv.* 3, e2100221 (2023).
- Čajan M., Lhoták P., Lang J., Dvořáková H., Stibor I., Koča J.: *J. Chem. Soc., Perkin Trans.* 2002, 1922.
- Lhoták P.: *Eur. J. Org. Chem.* 2004, 1675 (2004).
- Frisch M. J. a 73 spoluautorů: *Gaussian 16, Revision C.01*, Gaussian, Inc., Wallingford, CT, 2019.

V. Bičák<sup>a,b</sup>, A. Liška<sup>a</sup>, and J. Ludvík<sup>a</sup>  
(<sup>a</sup> Department of Molecular Electrochemistry and Catalysis, J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Prague, Czech Republic, <sup>b</sup> University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic): **Stereo-electrochemistry of Tetranitrocalix[4]arenes**

The present article reveals the differences in voltammetric reduction curves of isomeric nitrocalix[4]arenes (a kind of their “fingerprints”). This observation represents a contribution to a newly introduced utilization of electrochemical approach called “stereoelectrochemistry” and extends the knowledge on these polycyclic molecules. In stereoelectrochemistry, the electrochemical data (potentials and their shifts, number of individual redox steps, proportions of their currents, reversibility etc.) in correlation with a series of derivatives can offer important information concerning the shape, geometry, conformation and static/dynamic behaviour of studied molecules in solution. Four possible atropoisomers of *para*-tetranitrocalix[4]arene were investigated by DC polarography and cyclic voltammetry in aprotic media (anhydrous *N,N*-dimethylformamide). Under such conditions, a typical reduction mechanism of a nitro compound involves a reversible single electron reduction step yielding an anion radical, followed by three-electron irreversible process assisted by protons (from moisture traces). While the already published most symmetric *cone*-conformer accepts first four electrons in two separated steps (which is in accordance with the “pinched”  $C_{2v}$  shape of the molecule), the same behaviour was observed also in the case of *1,3-alt*-derivative, the equilibrium

geometry of which was predicted to be highly symmetric ( $S_4$ ), with no distinction among the nitro substituents. Hence, the *1,3-alt*-molecule must oscillate around the equilibrium geometry (slower than the time scale of electron transfer) to produce a pinched limiting geometry with two different pairs of nitro groups (distal and proximal). The *paco*-derivative (and also its dinitro analogue) is reduced in three steps, during which the “tilted” aromatic unit is reduced first, followed by the opposite one (distal), and eventually another pair of proximal nitro groups (equivalent) is reduced simultaneously. The least symmetric *1,2-alt*-compound ( $C_1$ ) is reduced in four single-electron, difficultly resolved steps due to small differences in the individual nitro groups energy.

Keywords: stereoelectrochemistry, atropoisomers of calix[4]arenes, electrochemical reduction of nitro-derivatives, polarography, voltammetry, DFT calculations

#### Acknowledgements

This work was created with support from grant GAČR 21-23261S and with internal support RVO: 61388955. Computational resources were provided by the *e-INFRA CZ project (ID:90254)*, supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic. Authors thank prof. P. Lhoták from UCT Prague and his team where studied calixarenes were synthesized.



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.

## POČÁTKOVÉ CHEMIE STEROIDŮ V ČESKÝCH ZEMÍCH

PAVEL DRAŠAR

Ústav chemie přírodních látek, Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika  
drasarp@vscht.cz

Došlo 12.3.24, přijato 11.4.24.

Výzkum steroidů v České republice má dlouhou tradici a tento článek si dovoluje shrnout nejpodstatnější detaily a informace, které si autor pamatuje a které se mu podařilo nalézt.

Klíčová slova: historie výzkumu steroidů v České republice, steroidy, suroviny

Tento časopis před časem publikoval článek *První půlstoletí steroidní chemie*<sup>1</sup>, který je však orientován pouze na oddělení steroidů ÚOCHB a nezabývá se řadou chemiků a pracovišť, zúčastněných v této oblasti bádání v Čechách, stojících za zmínku. Pokusíme se to napravit.

Pohled do databáze Chemical Abstracts / SciFinder napoví, že před zformováním skupiny chemiků, jimž dal František Šorm za úkol rozvinout chemii steroidů, se ze syntetického hlediska, v Československu neudálo mnoho. Několik prací se zabývalo steroidy, leč spíše z hlediska biologických a lékařských aplikací. Z našich chemických otců zakladatelů z oboru chemie přírodních látek se zde podepsali např. František Šantavý, Jan Škoda a další.

Obr. 1. Šantavý F.<sup>2</sup>Obr. 2. Škoda J.<sup>3</sup>

O stereoidech se v rámci akcí chemické společnosti dosti přednášelo a Chemické listy a jejich předchůdcové přinášely o nich referáty, tak jako např. brněnský chemik Josef Frejka, který se mj. zabýval chemií přírodních látek, publikoval práci o chemii steroidů<sup>4</sup> v roce 1940. Steroidy se zabýval v Brně na Masarykově universitě též Jaromír Hadáček, který tam dokonce vedl předmět Chemie steroidů<sup>5</sup>. Hadáček se zabýval steroidy i experimentálně a publikoval o nich již od roku 1935 (cit.<sup>6</sup>) řadu prací, potažmo

Obr. 3. Frejka J.<sup>8</sup>Obr. 4. Hadáček J.<sup>9</sup>

z oblasti izolace z přírodního materiálu a úprav přírodních steroidů. Se steroidy pracoval v padesátých letech experimentálně Jiří Janda z Ústavu pro matku a dítě<sup>7</sup>.

Po skončení války vznikl, podle neautorizovaného textu<sup>10</sup>, jehož autorem je zřejmě Antonín Holý, na Vysoké škole chemicko-technologické inženýrství (VŠCHTI, tehdy součástí Českého vysokého učení technického v Praze) pod vedením Františka Šorma Ústav technologie

Obr. 5. Šorm F.<sup>3</sup>

lučebnin organických a výbušných (později Ústav technologie látek organických, a nakonec Ústav organické technologie), který se stal jádrem Ústředního ústavu chemického. Ústřední ústav chemický vznikl jako jeden ze sedmi ústavů základního výzkumu při Ústředí vědeckého výzkumu v roce 1950. Po rozhodnutí o založení ČSAV byl do této



instituce včleněn jako Ústav organické chemie ČSAV; ředitelem se opět stal František Šorm. Ústřední ústav chemický sídlil na Praze 6 v komplexu vybudovaném původně pro potřeby Výzkumných ústavů zemědělských, tehdy s adresou Na Cvičišti (dnes ÚOCHB AV ČR; Flemingovo náměstí 2).

Skupina chemiků kolem Františka Šorma, zabývající se steroidy na VŠCHT ČVUT, a od roku 1950 již v Laboratoři steroidů<sup>12</sup> v Ústředním ústavu chemickém, z počátku zahrnovala doktorandku Helenu Dykovou (později Ústav pro péči o matku a dítě) a postupně přibrala Václava Černého, Ludvíka Láblera, Želimíra Procházku, Jiřího Horu, Jana Fajkoše, posléze se přidruživších Jiřího Josky, Vladimíra Schwarze, Jaromíra Kučery, Vlastimila Šandy, a dalších. Vedoucím skupiny byl F. Šormem ustanoven V. Černý<sup>13</sup>. Oddělení intenzivně spolupracovalo s praxí a vypracovalo výrobní postupy pro výrobu steroidních léčiv v ústecké Chemopharmě (Součást Spofy Praha).

Hezký pohled je na to, za co byli pracovníci laboratoře na začátku její existence postupně odměňováni, akademik Šorm o to zřejmě pečoval. Schwarz zde zpočátku rozvíjel chemii steroidních sapogeninů, za což byl odměněn ČSAV<sup>14</sup>. Lábler a Kasal byli odměněni ČSAV za syntézy 18-substituovaných steroidů<sup>15</sup> a Hora za deaminace 18-aminosteroidů<sup>16</sup>. Lábler studoval i mikrobiální hydroxylace steroidů. Procházka se věnoval mj. chromatografii steroidů (mj. s Láblerem, Kučerou a Verešem), izolaci

látek z přírodního materiálu, enzymatické hydroxylaci a spolu s Šandou mj. problematice kyseliny askorbové, za což též obdrželi odměnu ČSAV<sup>17</sup>. Šanda se věnoval též bromderivátům steroidů. Kučera byl odměněn ČSAV za práce týkající se oxidace steroidů<sup>18</sup>. V roce 1957 se Černý a Fajkoš stali laureáty státní ceny Klementa Gottwalda za vynikající práce v oboru steroidů a alkaloidů<sup>19</sup>. Fajkoš dostal v roce 1959 odměnu ČSAV za přípravu analog steroidních hormonů a příspěvek ke studiu stereochemie steroidů<sup>20</sup>. Pracovníci Laboratoře/Oddělení byli též redaktory časopisu Steroids nakladatelství Elsevier. Pracovníci Laboratoře/Oddělení přispěli autorsky ke vzniku 1296-stránkové „bible steroidářů“, unikátní monografie o konstituci, syntéze, analýze a izolaci i biochemii steroidních sloučenin, postihující také vztahy mezi farmakologickými účinky a strukturou a totální syntézy alicyklických steroidů, vydané již v roce 1960 (cit.<sup>21</sup>). Není bez zajímavosti, že podle tehdejší praxe na ÚOCHB, publikovali steroidáři v Chemických listech práci česky a v Collection ve světovém jazyce. Fajkoš byl první steroidář, kdo publikoval práci bez spoluautorství Šorma<sup>22</sup> ba i v zahraničním časopise<sup>23</sup>.

V šedesátých letech Ludvík Lábler proslul zejména jako teoretik a propagátor chromatografie na tenké vrstvě<sup>24</sup>, který po roce 1968 skončil ve Švýcarsku (CIBA) a Jiří Hora, též v roce 1968 odešel a putoval přes Rakousko a po ročním působení v Anglii na universitě v Londýně skončil u firmy Unilever PLC v Holandsku, kde pracoval v oblasti detergentů. Ostatní jmenovaní pracovali do konce své chemické kariéry na ÚOCHB. Někteří z nich kromě vědecké práce dlouhá léta zásobovali americkou firmu Trevora Arendse „Steraloids“ na míru syntetizovanými steroidy. Po V. Černém vedl oddělení chemie steroidů Alexander Saša Kasal<sup>25</sup>. Skupina většinu svých prací publikovala v sérii „On Steroids“, kde bylo publikováno od první práce série od F. Šorma<sup>26</sup> přes 400 publikací. Po ukončení série v 90. letech minulého století publikovali členové týmu ještě další desítky prací. Široký rozsah syntetické chemie publikované touto skupinou lze stěží několika slovy charakterizovat, za zmínku stojí i komická příhoda, kdy vedoucí skupiny nedovolil mladému chemikovi zahájit syntézu, tehdy nového, brassinosteroidu<sup>27</sup>, do kterého syntézy se sám později pustil<sup>28</sup>.

Obr. 6. Černý V.<sup>11</sup>Obr. 7. Fajkoš J.<sup>3</sup>Obr. 8. Procházka Ž.<sup>3</sup>Obr. 9. Joska J.<sup>3</sup>

Obr. 10. Šanda V.

Obr. 11. Kasal A.<sup>25</sup>

Obr. 12. Chodounská H.

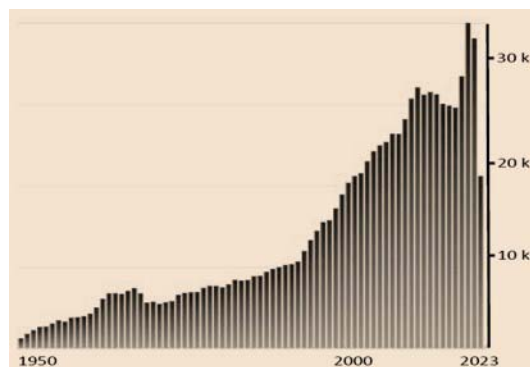
Kasal s Chodounskou popisují jako prvou „steroidní“ publikaci práci F. Šorma a H. Dykové<sup>29</sup> „*On B-nor-cholesterol*“, s afiliací VŠCHT. Ještě rok před tím publikoval František Šorm práci<sup>26</sup> „*A contribution to the oxidation of cholesterol acetate*“, s afiliací Spolek pro chemickou a hutní výrobu v Praze-Vysočanech, která byla retroaktivně zařazena do devícté série „*On Steroids*“.



Obr. 13. Havel M.

Ve své stati Kasal s Chodounskou také pomíjejí podskupinu oddělení chemie steroidů založenou kolem roku 1980 pro Miroslava Havla, který se vrátil z Moskvy, kam odešel z ÚOCHB po roce 1975. V Moskvě pracoval řadu let u I. V. Torgova a S. N. Anančenko<sup>30</sup> v oblasti mj. totální syntézy steroidů. Je zde vidět zřejmý zájem na posílení zdrojové základny pro český chemický a farmaceutický průmysl paralelně s tím, co se dělo v šedesátých a sedmdesátých letech dvacátého století na pracovištích kolem Spofy (viz dále).

Tato podskupina sice neuspěla v oblasti totální syntézy steroidů, oblastí Havlovy moskevské tematiky (čemuž se věnovala několik let), ale podílela se na více než sedmdesáti „devíctých steroidních“ pracích, dále pak pracovala na izolaci a využití kardioglykosidů, syntéze neurosteroidů, steroidních haptenu, vyvinula syntézy supramolekulárních synthonů a stužek se steroidy. Kromě jiného byl Havel v osmdesátých letech i vedoucím Odboru přírodních a technických věd oddělení školství a vědy ÚV KSČ (cit.<sup>31</sup>) a ředitel Úřadu prezidia ČSAV (cit.<sup>32</sup>), z kterýchžto pozic „ÚOCHaBu“ mnohokrát vydatně pomohl.



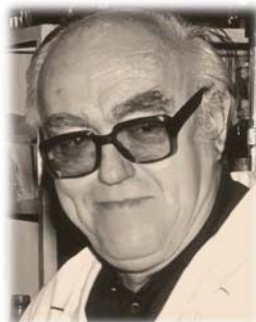
Obr. 14. Roční počet publikací ve WoS na dotaz „steroid\*“

Celá skupina chemie steroidů byla na přelomu století rozkulačena, neboť „chemie steroidů“ se tehdy zdála řadě aktivistů neperspektivní a nevzrušivá, a zbylo z ní torzo, v podobě zmíněných<sup>1,25</sup> Amazonek (H. Chodounská, Slavíková B., Kudová E.). Uvedený drobný omyl těchto „hodnotitelů“ je ilustrován pohledem do WoS (obr. 14). Úhrnem WoS odpovídá dnes na dotaz „cholester\* AND Czech\*“ více než 3500 citacemi a na „steroid\* AND Czech\*“ více než 4000 citacemi.

Na ÚOCHB se kromě oddělení vedeného V. Černým zabývali steroidy, nanejvýš ekdy steroidy a vztahem isoprenoidy a hmyz, i entomologové a terpenáři (K. Sláma<sup>33</sup>, J. V. Jizba<sup>34</sup>, J. Harmatha, J. Vrkoč<sup>35</sup>, K. Stránský,

Obr. 15. Sláma K.<sup>39</sup>

Obr. 16. Harmatha J.

Obr. 17. Herout V.<sup>3</sup>Obr. 18. Souček M.<sup>3</sup>

M. Streibl<sup>36</sup> a další vedení nejprve F. Šormem a po jeho vynuceném odchodu do důchodu<sup>37</sup> v roce 1973 Vlastimilem Heroutem a skupina Milana Součka (viz např.<sup>38</sup>, mj. steroidy z tkání dubu).

Je potřeba vidět, že se pole steroidů v Praze obdělávala i jinde než v Dejvicích. Výzkumný ústav pro farmacii a biochemii (VÚFB) vznikl v roce 1951 z Výzkumného a kontrolního ústavu SPOFA, který byl vytvořen z výzkumných pracovišť několika výrobních závodů převážně v pražském regionu<sup>40</sup>. Část jeho pracovníků se experimentálně zabývala steroidy, najmě jejich mikrobiální transformací (A. Čapek, O. Hanč, M. Protiva, V. Bumba, V. Schwarz a další). V roce 1952 byl v Praze též založen v Hloubětíně Výzkumný ústav léčivých rostlin (VÚLERO; v roce 1960 přejmenován na Výzkumný ústav přírodních léčiv (VÚPL)<sup>41</sup> a roku 1967 amalgamován do VÚFB)<sup>42</sup>, jehož pracovníci se experimentálně zabývali steroidy (S. Heřmánek, K. Syhora a další). Pracovníci těchto dvou institucí, byvše vzájemně propleteni, jen v časopise Collection of Czechoslovak Chemical Communications publikovali v letech 1956–1973 přes šedesát odborných sdělení o steroidech. Je zajímavé, že originální léčiva vyvinutá K. Syhorou ve VÚPL (superlutin a chlor-superlutin) vůbec nejsou na publikovaném seznamu originálních látek vyvinutých VÚFB (cit.<sup>42</sup>).

Problematiku surovinové základny pro výrobu steroidních hormonů dokonce H. Bočková a M. Šmíd z VÚFB široce rozebrali v časopise Československá farmacie<sup>43</sup>. Je nicméně pozoruhodné, že vůbec neuvádějí práce českých autorů, na rozdíl od přehledu Protivova<sup>44</sup>, potažmo z výše citovaných pracovišť kolem Spofy a VÚFB, neboť tam probíhaly rozsáhlé studie možností získávání steroidních surovin, zejména mikrobiálním odbouráváním bočního řetězce, z přírodních surovin a potravinářských odpadů, jako byl tálový olej a semena rajských jablíček, vody po praní ovčí vlny a podobně. Problematiku výzkumu steroidů v VÚLERO-VÚPL popsal podrobně K. Syhora<sup>45</sup>. Zde čteme, že do roku 1957 byl jedinou „domácí“ steroidní surovinou cholesterol z živočišné mozkové a míšní tkáně, který byl přeměňován ve velmi nízkém výtěžku kolem 8 % na androst-5-en-3 $\beta$ -ol-17-on (TDA), který byl zdro-

jem pro další syntézy steroidů. Teprve po roce 1957 zahájil VÚPL ve spolupráci s ÚOCHB ČSAV (cit.<sup>46</sup>) práce na degradaci postranního řetězce solasodinu a přeměně na 3 $\beta$ -acetoxypregna-5,16-dien-20-on, který sloužil jako surovina pro další syntézy steroidních léčiv. Později byly používány podobně i diosgenin, tigogenin a hekogenin. Tak bylo v padesátých letech minulého století na základě postupů z VÚPL, ÚOCHB ČSAV a VÚFB vyráběno u nás více než 15 steroidních léčiv ve firmě Spofa.

Chemii steroidů se věnoval mj. i Karel Vereš<sup>47</sup> z Isotopové laboratoře Biologického ústavu ČSAV. Zabýval se mj. deriváty steroidů, používanými ke konstrukci immunoanalytických souprav.

Experimentálně se pracemi o polarografii steroidů zapojili též pracovníci Polarografického ústavu Akademie věd (P. Zuman, J. Teryngl, M. Březina, V. Černý, J. Volke a další; dnes ÚFCH JH), Masarykovy univerzity v Brně (V. Morávek<sup>50</sup>, N. Černíková<sup>51</sup>, a další) a Palackého univerzity v Olomouci (J. J. Nosek<sup>52</sup> a další).

V roce 1957 byl založen v Praze Endokrinologický ústav a jeho ředitel Karel Šilink angažoval čerstvě dostudovaného organického chemika Luboslava Stárku<sup>55</sup>, který již v roce 1959 začal publikovat experimentální práce o steroidech a budovat kolektiv, který s ním tuto práci rozvíjel (R. Hampl, M. Bičíková, O. Lapčík a další). Sám Stárka publikoval převážně o problematice metabolicky aktivních steroidů přes 1000 prací (z celé laboratoře jich vyšlo přes 2000). Stárkův blízký spolupracovník z III. interní kliniky Fakulty všeobecného lékařství UK v Praze Vratislav Schreiber za objev tzv. endogenního digitalisového faktoru, za něj považoval hydroxylovaný steroid, dostal dokonce Státní cenu.

Delší dobu se chemii steroidů věnovali ve firmě Galena v Opavě (později IVAX a TEVA; L. Cvak<sup>56</sup> a další). Zejména zde rozvinuli výrobu hormonů, ekdysteroidů, kardioglykosidů a dalších (o tom však více jinde<sup>57</sup>).

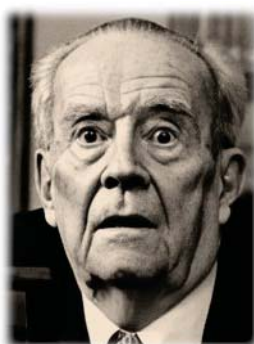
Příspěvek českých chemiků, biochemiků a biologů ke studiu problematiky je nemalý, jak již psali Kasal s Chodounskou<sup>1</sup> a zaslouží si ocenění zejména pro „staré bardy“, kteří budovali tuto oblast chemie přechasto s nebohatými prostředky a vybavením. Je nabíledni, že na záklá-

Obr. 19. Vereš K.<sup>48</sup>Obr. 20. Protiva M.<sup>49</sup>Obr. 21. Zuman P.<sup>53</sup>

Obr. 22. Volke J.



Obr. 23. Stárka L.

Obr. 24. Schreiber V.<sup>54</sup>

Obr. 25. Cvak L.

dě bohatých „počátků“ kvetla a bude kvést chemie steroidů nejen na již zmíněných, ale i na dalších pracovištích.

*Starší fotografie byly zpracovány programem MyHeritage<sup>58</sup>. Fotografie bez citace zdroje jsou z archivu autora.*

## LITERATURA

- Kasal A., Chodounská H.: Chem. Listy 108, 399 (2014).
- Anonym: Hanácká Drbna 8. prosince 2016.
- Archiv ÚOCHB AV ČR Praha.
- Frejka J.: Chem. Listy Vedu Prum. 34, 272 (1940).
- Seznam přednášek, které se budou konati na Masarykově universitě v Brně, Masarykova universita, Brno 1947.
- Hadáček J., Fink F.: Cas. Cesk. Lek. 15, 206 (1935).
- Janda J.: Cas. Lek. Cesk. 91, 21 (1952).
- Archiv Masarykovy univerzity; <https://www.archiv.muni.cz/historie-masarykovy-univerzity/osobnosti/historie-rektoru-a-vedeni/69074-josef-frejka>, staženo 18. 9. 2023.
- Hankovec M., v knize: *Významní rodáci Strakonicka*, str. 89. Nákladem vlastním, Strakonice 2005.
- Akademický bulletin AV ČR, <http://abicko.avcr.cz/2013/11/15/>, staženo 14. 1. 2019.
- Archiv P. Kočovského.
- Kmochová N., Mádlová V.: Práce z dějin Akademie věd 6, 322 (2014).
- Anonym: *Československá akademie věd, Slovenská akademie věd 1964*, ČSAV, Praha 1964.
- Anonym: Věstník ČSAV 67, 625 (1958).
- Anonym: Věstník ČSAV 72, 34 (1963).
- Anonym: Věstník ČSAV 72, 249 (1963).
- Anonym: Věstník ČSAV 68, 236 (1959).
- Anonym: Věstník ČSAV 66, 96 (1957).
- Anonym: Věstník ČSAV 66, 334 (1957).
- Anonym: Věstník ČSAV 68, 283 (1959).
- Černý V., Fajkoš J., Heřmánek S., Janata V., Protiva M., Schwarz V., Syhora K., Sýkora V., Šantavý F., Vystrčil A.: *Chemie steroidních sloučenin*. Práce ČSAV, Sekce chemická. Nakladatelství ČSAV, Praha 1960.
- Fajkoš J.: Chem. Listy Vedu Prum. 48, 1800 (1954) a Collect. Czech. Chem. Commun. 20, 1478 (1955).
- Fajkoš J.: J. Chem. Soc. 1959, 3966.
- Lábler L., Schwarz V.: *Chromatografie na tenké vrstvě*. Nakladatelství ČSAV, Praha 1965.
- Kudová E.: Steroids 147, 2 (2019).
- Šorm F.: Collect. Czech. Chem. Commun. 12, 436 (1947).
- Jurášek M., Drašar P.: Chem. Listy 116, 223 (2022).
- Kasal A.: Chem. Listy 95, 446 (2001).
- Šorm F., Dyková H.: Collect. Czech. Chem. Commun. 13, 407 (1948).
- Топров И. В.: *Пережитое*. Новый Хронограф, Москва 2014.
- Anonym: Vesmír 65, 125 (1986).
- Purš J., v knize: *200 let České společnosti nauk 1784–1984*, (Folta J., Janko J., Nový L., ed.). ÚČSD ČSAV, Praha 1985.
- Lábler L., Sláma K., Šorm F.: Collect. Czech. Chem. Commun. 33, 2226 (1968).
- Jizba J., Sláma K., Herout V., Šorm F.: Czech. CS131136 (1969).
- Ubik K., Vrkoč J.: Insect Biochem. 4, 281 (1974).
- Ismailov A. Ya., Stránský K., Streibl M.: Collect. Czech. Chem. Commun. 40, 3731 (1975).
- Franc M.: Akademický bulletin AV ČR, <http://abicko.avcr.cz/2013/03/08/index-2.html>, staženo 18. 9. 2023.
- Pišová M., Souček M.: Phytochemistry (Elsevier) 12, 2068 (1973).
- <https://cz.linkedin.com/in/karel-slama-a4937242>; staženo 18. 9. 2023.
- Kuchař M., Novotný Z.: Chem. Listy 97, 1181 (2003).
- Drábek P.: Prakt. Lekaren. 8, 42 (2012).
- Starý F.: Živa 34, 173 (1986).
- Bočková H., Šmíd M.: Cesko-Slov. Farm. 28, 243 (1979).
- Protiva M.: Collect. Czech. Chem. Commun. 56, 2501 (1991).

45. Syhora K.: Českoslov. Farm. 11, 502 (1962).
46. Lábler L., Černý V., Šorm F.: CS 92 841 (1958).
47. Kučera J., Procházka Ž., Vereš K.: Chem. Listy Vedu Prum. 51, 97 (1957).
48. <http://martagon-lilie.cz/2020/02/jak-pestovat-krasne-lilie/>; staženo 18. 9. 2023.
49. Brt J.: Květy 22 (20), 31 (1972).
50. Morávek V., Kadanka Z., Minářová L.: Publs. Fac. Sci. Univ. Masaryk 16, 403 (1957).
51. Černíková N.: Fette, Seifen, Anstrichm. 62, 587 (1960).
52. Nosek J. J., Krestinová O., Podivínský R.: Chem. Listy 45, 172 (1951).
53. <https://www.researchgate.net/profile/Petr-Zuman>; staženo 18. 9. 2023.
54. ČTK: Lidovky, 1. 7. 2014.
55. Bičíková M., Hampl R., v knize: *Příběh 60 let Endokrinologického ústavu*, str. 63. Endokrinologický ústav, Praha 2017.
56. Šimánek V.: Chem. Listy 104, 967 (2010).
57. Cvak L.: Chem. Listy 118, 374 (2024).
58. <https://www.myheritage.cz/>, použito naposledy 20. 9. 2023.

**P. Drašar** (*Department of Chemistry of Natural Substances, University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic*): **The Beginnings of Steroid Chemistry in The Czech Lands**

Steroid research in the Czech Republic has a long tradition, and this article takes the liberty of summarizing the most important details and information that the author remembers and that he managed to find.

Keywords: history of steroid research in the Czech Republic, steroids, raw materials



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.

## VÝROBA STEROIDNÍCH HORMONŮ V GALENĚ OPAVA

LADISLAV CVAK

Mihulka s.r.o. Přemyslovců 47, 746 01 Opava, Česká republika  
elce@centrum.cz

Došlo 12.3.24, přijato 11.4.24.

Přípravek Antigest firmy Spofa byl uveden na trh již v roce 1965 a Československo tak bylo čtvrtou zemí na světě, kde byla zavedena orální antikoncepce. Antigest obsahoval jako gestagenní složku originální látku methenmanidonacetát (superlutin), látku vyvinutou ve Výzkumném ústavu přírodních léčiv. Superlutin a některé další steroidní látky byly vyráběny v Galeně Opava. V článku jsou popsány syntézy všech steroidních látek vyráběných v Galeně a také shrnuty důvody ukončení výroby steroidů na začátku osmdesátých let.

Klíčová slova: orální antikoncepce, výroba steroidních léčiv, superlutin, Galena Opava, historie výroby léčiv

## Obsah

1. Úvod
2. Výroba steroidních hormonů v Galeně
  - 2.1. Výroba superlutinu a chlorsuperlutinu
  - 2.2. Výroba neolutinu
  - 2.3. Výroba demalonu
  - 2.4. Norlutin
3. Proč byla výroba steroidních hormonů v Galeně ukončena
4. Použité triviální (steroidářské) názvy

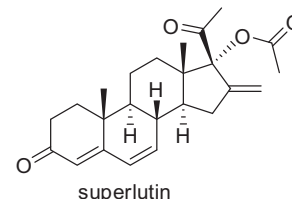
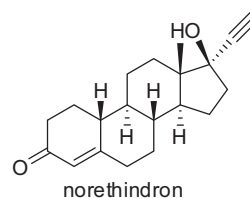
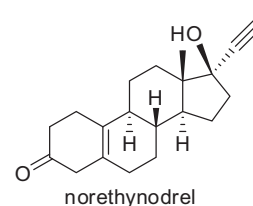
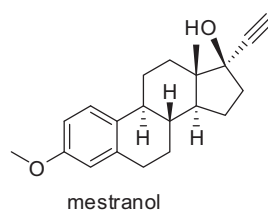
## 1. Úvod

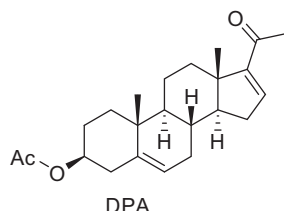
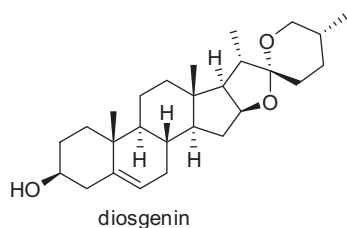
V roce 1957 byly schváleny americkou FDA přípravky *Enovid* firmy Searle a *Norlutin* firmy Syntex pro nekontraktivní použití v gynekologii a v roce 1960 byl pak *Enovid* schválen jako první antikoncepční pilulka na světě. Přípravek firmy Syntex byl pro antikoncepční použití schválen až v roce 1964 a byl uveden na trh pod názvem *Norinyl*. V roce 1961 byl *Enovid* registrován i ve Velké Británii a ve stejném roce zaregistrovala firma Schering jejich antikoncepční přípravek *Anovlar* ve Spolkové republice Německo. No a čtvrtou zemí na světě, kde byla orální antikoncepce vyvinuta a zavedena, bylo v roce 1965 Československo, kde firma Spofa zaregistrovala přípravek *Antigest*.

Všechny tyto přípravky obsahovaly dvě účinné látky. Jako estrogenní složka byl ve všech uvedených preparátech použit mestranol a jako gestagen byl v přípravku *Enovid* použit norethynodrel<sup>1</sup> a v přípravcích *Anovlar* a *Norinyl* byl použit norethindron (19-norethisteron)<sup>2</sup>. V přípravku *Antigest* firmy Spofa byla použita kombinace mestranolu a methenmanidonacetátu<sup>3</sup>. Posledně jmenova-

ný gestagen byla originální látka vyvinutá ve Výzkumném ústavu přírodních léčiv v Praze-Hloubětíně (VÚPL) skupinou vedenou Ing. Karlem Syhorou. Methenmanidonacetát je také znám pod názvem superlutin a pod tímto názvem se od roku 1964 až do poloviny osmdesátých let vyráběl v Galeně Opava. Kromě superlutinu se v Galeně vyráběl ještě jeho chlorovaný derivát chlorsuperlutin, další steroidní hormon neolutin a později i anabolikum demalon.

Rozvoj chemie steroidních sloučenin a vývoj steroidních hormonů byl podmíněn nalezením surovinové základny pro jejich přípravu. Hlavní surovinou byl přírodní saponin diosgenin, izolovaný z hlíz rostliny smldíncec (yam, též jam) mexický (*Dioscorea mexicana*), rostoucí hojně v mexické džungli. Postup na izolaci diosgeninu a následnou chemickou konverzi na dehydropregnenolonacetát (DPA) vyvinula původně mexická firma Syntex, v níž v té době pracoval i jeden z protagonistů steroidní chemie, Carl Djerassi.





To, že se Československo stalo čtvrtou zemí na světě, kde byla hormonální antikoncepce zavedena, bylo jistě podmíněno celkem liberálním přístupem občanů k této problematice, ale rozhodujícím faktorem byl vynikající stav naší steroidní chemie v té době. Založení skupiny steroidů inicioval už na začátku padesátých let František Šorm a od roku 1953 byla tato skupina začleněna do nově založeného Ústředního ústavu chemického v Praze, předchůdce dnešního Ústavu organické chemie a biochemie (ÚOCHB). Prakticky od začátku skupinu vedl Dr. Václav Černý a po jeho odchodu do penze pak Dr. Alexandr Kasal, který na ÚOCHB působí dosud. Během své činnosti skupina publikovala více než 400 původních vědeckých prací. Kromě této skupiny působící na ÚOCHB vznikla i už výše zmíněná skupina na VÚPL vedená Ing. Karlem Syhorou. VÚPL byl jedním z výzkumných ústavů koncernu Spofa a od roku 1967 se stal součástí Výzkumného ústavu pro farmacii a biochemii (VÚFB). Skupina Ing. Syhory zajišťovala vývoj steroidních léčiv pro Spofu<sup>4</sup>. Kromě vývoje nových originálních látek (superlutin, chlorsuperlutin) se zabývala i vývojem postupů pro výrobu substancí neoriginálních léčiv (neolutin, norlutin, demalon), dnes bychom řekli generických. A postupy vyvinuté touto skupinou byly pak převáděny do výroby v opavské Galeně, která také byla součástí Spofy a specializovala se na výrobu přírodních látek. Rozhodnutí Spofy o výrobě steroidních hormonů v Galeně se mi dnes jeví jako trochu nelogické, v té době už se jiná steroidní léčiva vyráběla v jiném podniku Spofy, v Chemopharmě v Ústí nad Labem.

## 2. Výroba steroidních hormonů v Galeně

Jediné aktivní substance, které Galena na začátku šedesátých let vyráběla, byly kardioaktivní glykosidy (kardenolidy) izolované z náprstníku vlnatého, lanatosid C a digoxin. To se však mělo velmi rychle změnit. Během šedesátých let byla v Galeně postupně zavedena výroba námelových alkaloidů (1963, přírodní i semisyntetické

námelové alkaloidy), steroidních hormonů (1964) a semi-syntetických penicilinů (1965) a z tradiční farmaceutické firmy se tak postupně stala firma s velmi slušným chemickým zázemím. Zatímco námelové alkaloidy zůstaly ve výrobním portfoliu firmy dosud a v současné době je firma (dnes součást koncernu Teva) jejich největším světovým výrobcem, tak výroba kardenolidů i výroba polosyntetických penicilinů byly ukončeny jako nekonkurenceschopné, kardenolidy už na začátku osmdesátých let a peniciliny na začátku let devadesátých. Také výroba steroidních hormonů skončila už na začátku let osmdesátých a o konci jejich výroby pojednám v samostatné kapitole.

Když jsem nastoupil do Galeny v roce 1977, tak se chemickému oddělení sice ještě říkalo „Steroidy“, ale výroba steroidů už tam prakticky končila, a protože steroidy byly ve firmě neperspektivní, tak jsem se s nimi ani příliš neseznámil. To až nedávno mi přišlo líto, že se o této významné historii firmy nic neví, a tak jsem začal shánět informace. Bohužel o výrobě steroidů se nezachovala prakticky žádná dokumentace. Ne že by taková dokumentace nikdy neexistovala. Určitě existovaly Výzkumné zprávy na VÚPL a VÚFB, a z vlastní zkušenosti vím, že všechny zprávy vyprodukované na VÚFB měly velmi dobrou úroveň, ale při rušení instituce na začátku devadesátých let byly zlikvidovány. Podobně v Galeně existovaly výzkumné Zprávy technologů a podklady pro výrobu, Technologické reglementy a Pracovní instrukce, ale i ty byly většinou zlikvidovány. Z oficiálních dokumentů jsem našel jeden Technologický reglement pro výrobu demalonu a jednu interní Výzkumnou zprávu k nakonec nerealizované výrobě norlutinu. Takže jsem musel další informace shánět přes pamětníky. Postupně jsem získal jména produktů a společně jsme identifikovali výrobní zařízení a odhadli rozsah jednotlivých výrob. Asi nejcennějším materiálem pro mě byl malý sešitek, do nějž si tehdy mladý mistr výroby steroidů Tomáš Berka zapsal návážky všech surovin do jednotlivých stupňů syntézy superlutinu a neolutinu. Tento sešitek pro mě byla pomůcka pro „retrosyntézu“ postupu a současně to je dokument o tom, jak minimální byla tehdy dokumentace pro výrobu aktivních substancí. Existoval nějaký obecný postup (Pracovní instrukce) a mistr napsal na list papíru návážky surovin pro tu konkrétní šarži a dělník (dnes říkáme operátor) na stejný papír psal další parametry jako časy, teploty a výtěžky, a to byl celý Operační list.

Výroba steroidních látek byla v Galeně zahájena v roce 1964. Výchozí surovinou byl nakupovaný diosgenin, který se ve třech stupních převedl na dehydropregnenolon-acetát (DPA) modifikovaným postupem, který vypracoval Marker<sup>5,6</sup> a do výroby v Galeně ho zavedl Syhora. Postup je prezentován na schématu 1.

### 2.1. Výroba superlutinu a chlorsuperlutinu

Jako první byla zavedena výroba superlutinu postupem podle Syhory<sup>7</sup>, který Syhora sám poněkud modifikoval. Postup používaný v Galeně je prezentován na sché-

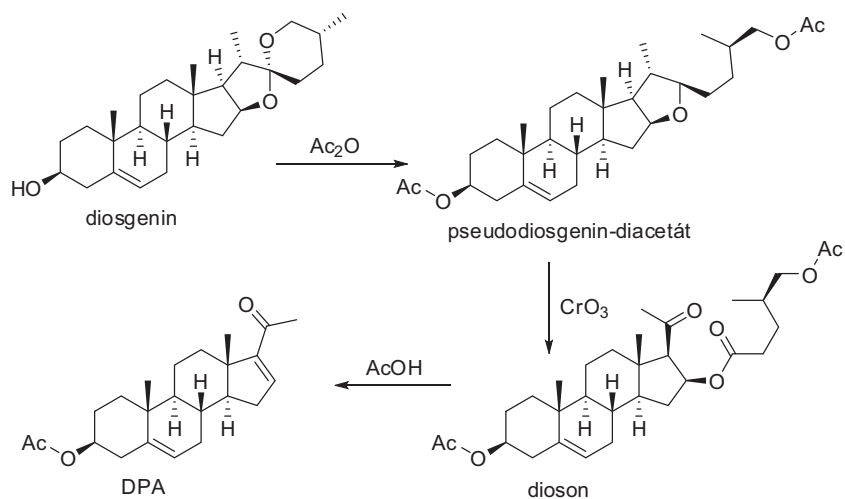


Schéma 1. Odbourání diosgeninu na dehydrorengenolon-acetát

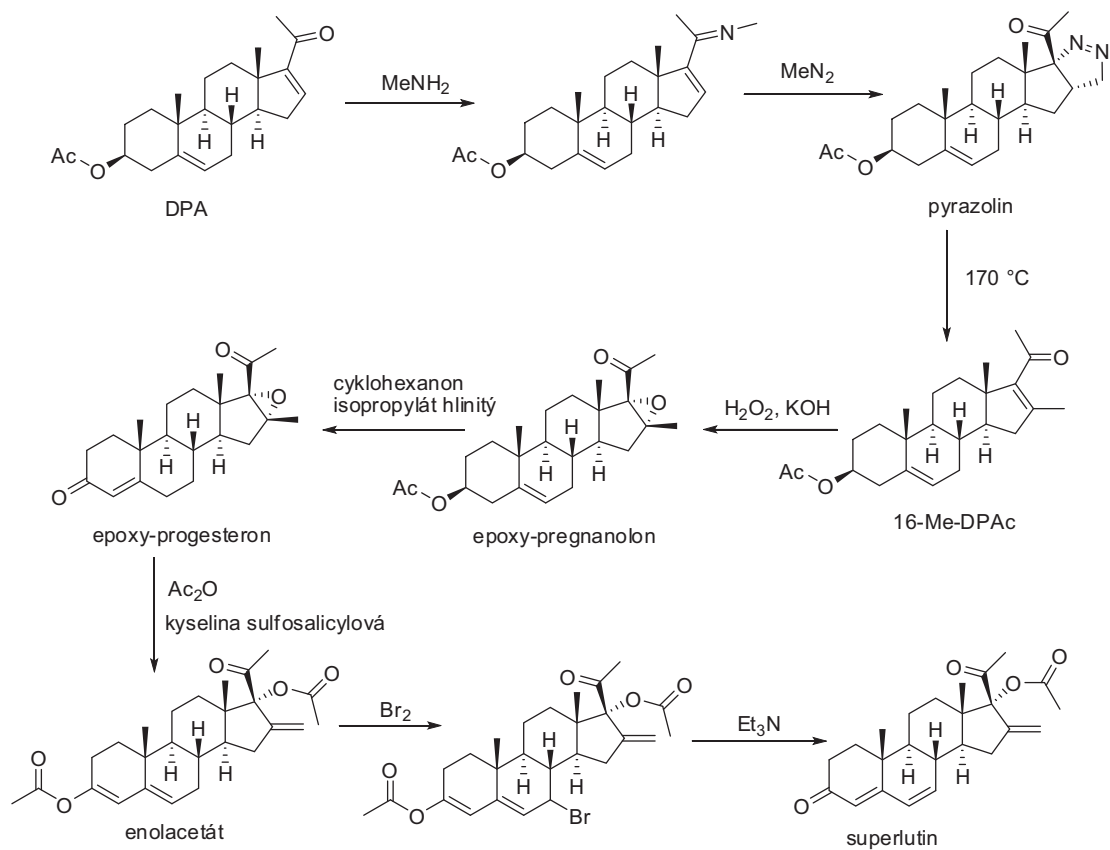


Schéma 2. Syntéza superlutinu



matu 2. Výroba probíhala většinou v 50 nebo 100 litrových skleněných kotlicích s míchadlem a kotlíky byly ponořeny v lázních (vodných, alkoholových či olejových). Do prvního stupně se nasazovalo 7,5 kg DPA a v některých dalších stupních byla šarže dělena na několik menších dílčích šarží. Na konci byly získány necelé 2 kg superlutinu. Celá výroba běžela naslepo, průběžná kontrola byla minimální (HPLC ještě prakticky neexistovala a TLC se ve výrobách steroidů v Galeně používala jen sporadicky), a tak jedinou kontrolou bylo sledování bodu tání izolovaných meziproductů a jejich optická rotace. Výroba superlutinu v Galeně běžela až do poloviny osmdesátých let, kdy byla ukončena – viz dále. V době největší slávy výroby steroidů v Galeně se ročně vyrábělo několik desítek kilogramů superlutinu.

Chlorsuperlutin (6-chlor-superlutin) se dělal chlorací superlutinu *N*-chlorsukcinimidem a jednalo se o malou výrobu, několik kilogramů aktivní substance ročně. Používal se do přípravku *Biogest* Spofa.

## 2.2. Výroba neolutinu

Neolutin (17 $\alpha$ -hydroxyprogesteron-kapronát) je gestagen s protrahovaným účinkem. I jeho výroba v Galeně vycházela z DPA a postup je prezentován na schématu 3. Do prvního stupně se nasazovalo 15 kg DPA, ale v dalších

stupních se šarže dělila na řadu menších dávek (obvykle 4, někdy i 6 dávek). Výroba běžela až do poloviny osmdesátých let a ročně se vyrábělo do 20 kilogramů substance.

## 2.3. Výroba demalonu

Demalon je anabolický steroid a jeho výroba byla v Galeně zavedena až na konci sedmdesátých let. Svým rozsahem to byl malý produkt, jenom několik kilogramů substance ročně. Vyráběl se až do poloviny osmdesátých let. Postup prezentovaný na schématu 4 je opsán z Technologického reglementu, který byl vydán v roce 1981. Začínalo se s 6 kg dehydroepiandrosteron-acetátu (TDAAc) a až do posledního stupně byly výtěžky velmi dobré, získávalo se cca 5 kg androstendionu. Kritická byla Grignardova reakce v posledním stupni, kde vznikala směs produktů a žádaná látka se izolovala opakovanou krystalizací, takže výtěžek tohoto stupně byl jenom 30 % teorie. Celkem se z 6 kg TDAAc získávaly necelé 2 kg demalonu.

## 2.4. Norlutin

Norlutin je jenom jiné označení pro už výše zmíněný norethindrol. Tato látka se obvykle vyrábí z derivátů estronu, a proto se neřeší eliminace methylové skupiny

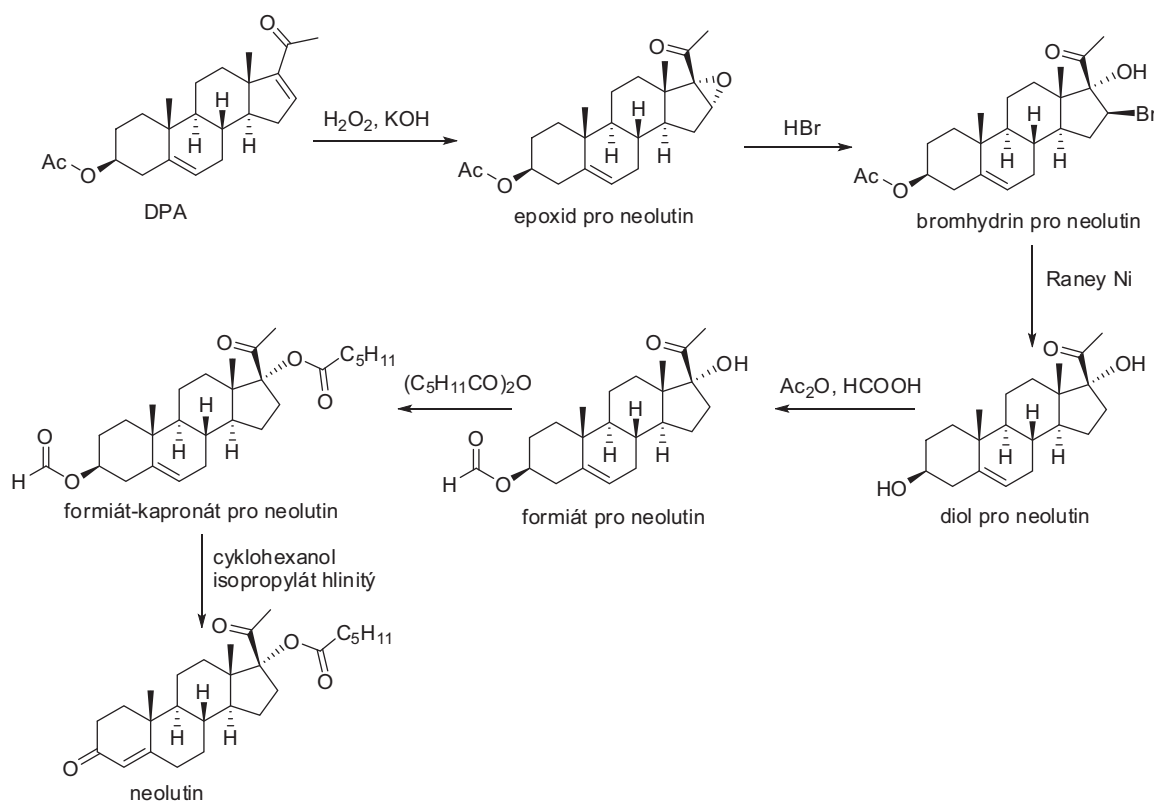


Schéma 3. Syntéza neolutinu

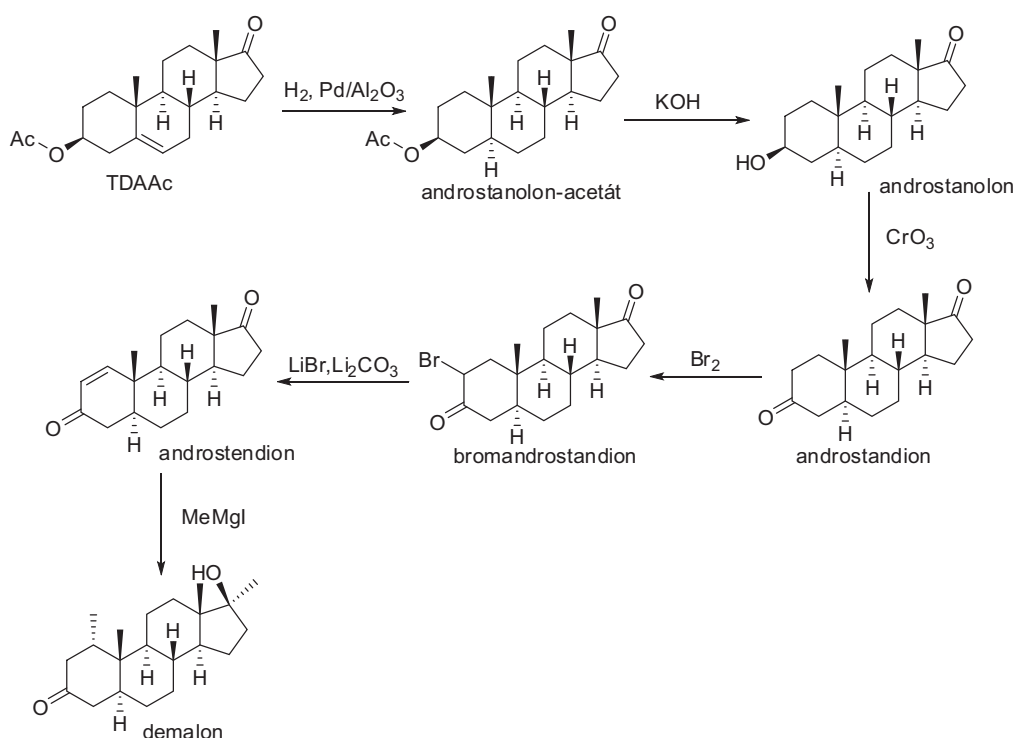


Schéma 4. Syntéza demalonu

v poloze 19. Na VÚFB byl vypracován postup vycházející z TDAAc a ten eliminaci methylu musel zahrnovat, a proto je postup prezentovaný na schématu 5 dosti složitý. Postup jsem získal z interní Výzkumné zprávy vypracované Ing. B. Mošou v Galeně v roce 1973 a v ní se konstatuje, že postup dodaný panem Mazačem z VÚFB (viz dále) byl v Galeně úspěšně ověřen a nic nebrání jeho zavedení do výroby, ale k tomu už nedošlo.

### 3. Proč byla výroba steroidních hormonů v Galeně ukončena

Důvodů, proč byla výroba steroidů v Galeně v osmdesátých letech ukončena, byla celá řada a pokusím se je analyzovat.

Začnu konstatováním, že program steroidních látek ve Spofě osiřel. Ing. Syhora v roce 1968 emigroval. Jeho asistent, pan Rudolf Mazač se sice ještě několik let snažil steroidní látky dále vyvíjet (viz postup na výrobu norlutinu), ale už to nebylo ono a nové látky se přestaly dělat úplně. Proto byla činnost jeho malé skupinky ve VÚFB na konci sedmdesátých let ukončena a pan Mazač přešel do skupiny Dr. Trojánka a pracoval tudíž až do penze na alkoidech. Svět však mezitím šel dál. Zatímco u nás se stále používaly přípravky vyvinuté v šedesátých letech

(*Antigest* a *Biogest*), ve světě byly zavedeny inovované preparáty s nižším dávkováním a menšími vedlejšími účinky.

Druhým důvodem ukončení výroby steroidů byla surovinová základna. Firmy, které ovládaly výrobu diosgeninu v Mexiku (například Syntex) měly zájem prodávat jejich přípravky, a ne surovinu pro výrobu, a tak šla cena diosgeninu mnohonásobně nahoru. O tom, že se tímto problémem na VÚFB zabývali, svědčí publikace jejich pracovníků (Helena Bočková a Milan Šmíd), kde analyzovali jiné zdroje steroidních látek<sup>8</sup>. Jejich návrhy se nikdy neuskutečnily a je otázka, jestli by to pomohlo.

Třetí důvod byla situace v Galeně. Steroidní hormony a polosyntetická antibiotika se dělaly na jednom oddělení, a zatímco steroidy na konci sedmdesátých letech stagnovaly, výroba antibiotik (ampicilin, amoxycilin a jiné) šla prudce nahoru. Proto se investovalo do antibiotik, a zařízení pro výrobu steroidů, které zůstalo na úrovni let šedesátých, se udržovalo v chátřání. Navíc šarže steroidů byly malé a vázaly hodně lidí, kteří byli třeba jinde. Musím také konstatovat, že v Galeně se nikdy nevytvořila skupina odborníků, kteří by byli schopni pokračovat ve výzkumu bez VÚFB.

Poslední, neméně důležitý důvod ukončení programu steroidů bylo celkové zaměření Spofy. Spofa byla řízena Ministerstvem zdravotnictví a jeho úkolem bylo zajištění

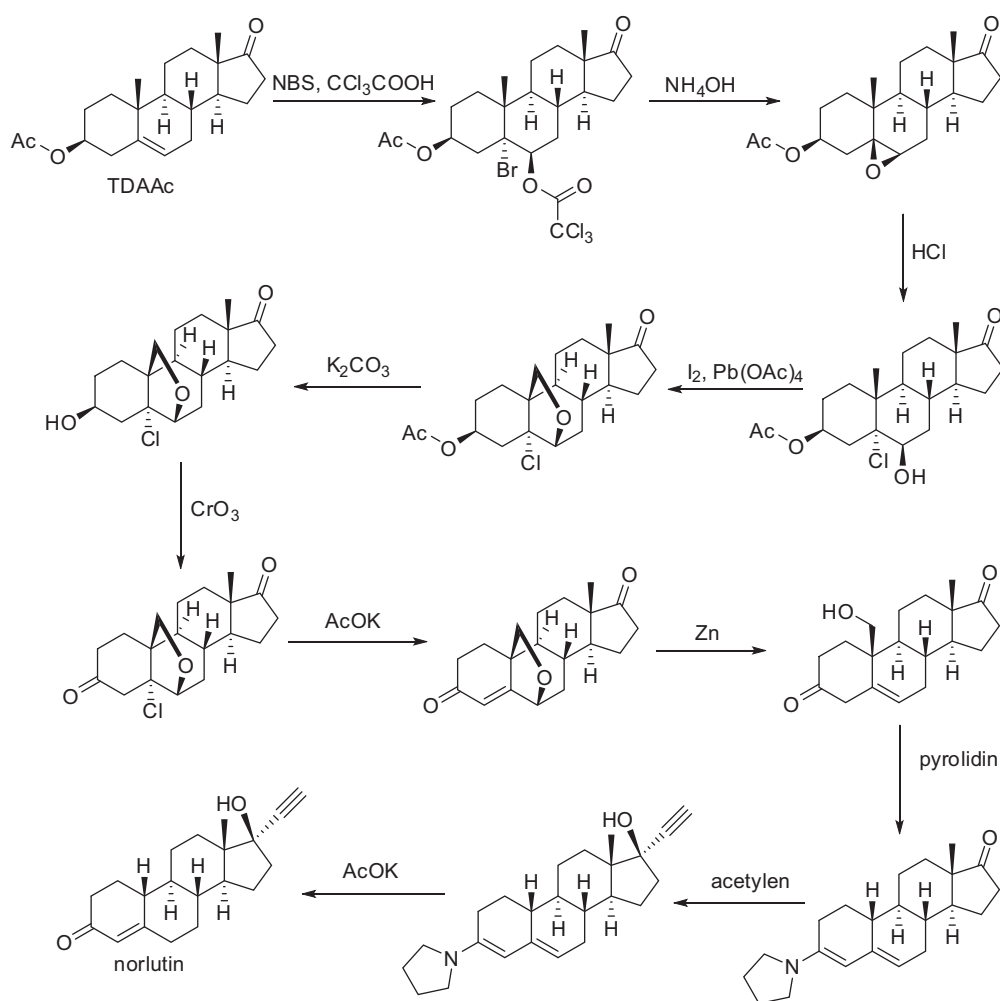


Schéma 5. Syntéza norlutinu

„zdraví národa“, proto se také nemocnice nazývaly „Ústavy národního zdraví“ (OÚNZ, KÚNZ). Třeba studenti farmacie byli takto vychováni, sám si pamatuji, jak se někteří kolegové a zejména kolegyně dívali s nedůvěrou na naši snahu vyrábět námelové alkaloidy na export. V důsledku tohoto zaměření nebyly přípravky na bázi steroidních hormonů registrovány nikde jinde než v Československu. Vedlejším efektem tohoto přístupu bylo, že nebyla důležitá ekonomika výroby léčiv, hlavně, že byly léky. To spolu s cenou vstupních surovin způsobilo, že námi vyráběné přípravky byly drahé. A na konci sedmdesátých let začaly zahraniční firmy nabízet v Československu jejich inovované přípravky, které byly dokonce levnější než ty naše, v osmdesátých letech už zastaralé. Důsledek všech uvedených faktorů byl jednoznačný, výroba byla postupně utlumována a v polovině osmdesátých let zcela zastavena.

#### 4. Použité triviální (steroidářské) názvy

dehydropregnenolon- -acetát	20-oxopregna-5,16-dien-3 $\beta$ -yl- -acetát
19-norethisteron	17-hydroxy-17 $\alpha$ -19-norpregn- -4-en-20-yn-3-on
17 $\alpha$ -hydroxyprogesteron- -kapronát	3,20-dioxopregna-4-en-17-yl- -hexanoát
dehydroepiandrosteron- -acetát	17-oxoandrost-5-en-3 $\beta$ -yl- -acetát

#### LITERATURA

1. Djerassi C.: Steroids 57, 631 (1993).
2. Djerassi C., Miramontes L., Rosenkranz G., Sondheimer F.: J. Am. Chem. Soc. 76, 4092 (1954).

3. Syhora K.: Collect. Czech. Chem. Commun. 26, 1034 (1961).
4. Syhora K.: Cesko-Slov. Farm. 11, 502 (1962).
5. Marker R. E., Wagner R. B., Ulshafer P. R., Wittbecker E. L., Glodsmith W. D. J., Ruof C. H.: J. Am. Chem. Soc. 69, 2167 (1947).
6. Marker R. E., Tsukamoto T., Turner D. L.: J. Am. Chem. Soc. 62, 2525 (1940).
7. Syhora K., Mazáč R.: CS pat. 110 405.
8. Bočková H., Šmíd M.: Cesko-Slov. Farm. 28, 243 (1979).
9. Moša B.: *Norlutin. Výzkumná zpráva*, Galena n.p., Opava 1973.

**L. Cvak** (*Mihulka s.r.o., Opava, Czech Republic*):  
**Production of Steroid Hormones in Galena Opava**

The drug product Antigest of the company Spofa was launched as soon as in 1965 and Czechoslovakia thus became forth country in the world where oral anticonception was introduced. The gestagen component of Antigest was methenmanidon acetate (superlutin), an original substance developed in the Research Institute of Natural Drugs. Superlutin and some other steroid drugs were produced in the Galena Opava plant. In the article, all the syntheses utilized in the manufacture of steroid drugs in Galena are described and the reasons why the manufacture of steroid drugs was terminated at the beginning of eighties are explained.

**Keywords:** oral anticonception, manufacture of steroid drugs, superlutin, Galena Opava, history of manufacture of drugs



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.

## TECHNOLOGICKÉ PLATFORMY V PRŮMYSLOVÉ CHEMII

ANTONÍN MLČOCH<sup>a</sup>, MARTIN ŠILHAN<sup>a</sup> a IVAN SOUČEK<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Česká technologická platforma pro udržitelnou chemii, Rubeška 393/7, 190 00 Praha 9, <sup>b</sup> Svaz chemického průmyslu České republiky, Rubeška 393/7, 190 00 Praha 9, Česká republika  
martin.silhan@seznam.cz

Došlo 4.5.24, přijato 16.5.24.

Cílem příspěvku je informovat o přínosech technologických platforem pro průmyslovou chemii. Příspěvek je věnován vzpomínce na prvního a dlouholetého předsedu České technologické platformy pro udržitelnou chemii (SUSCHEM CZ) dr. Ladislava Nováka.

Klíčová slova: technologická platforma, Evropská technologická platforma SUSCHEM, Národní RIS3 strategie

### Obsah

1. Poslání technologických platforem
2. SUSCHEM CZ
3. Spolupráce s dalšími technologickými platformami
4. Transfer výsledů výzkumu do průmyslové praxe
5. Závěr

### 1. Poslání technologických platforem

Technologická platforma (dále TP) představuje institucionální oborové seskupení sdružující průmyslové podniky, oborová sdružení a svazy, výzkumné instituce, národní orgány veřejné správy, asociace uživatelů a spotřebitelů podílející se na výzkumu, vývoji a inovacích ve strategicky významné technologické oblasti na národní nebo mezinárodní úrovni. Představují zejména přirozený můstek ke spolupráci vědecko-výzkumné a průmyslové sféry. Cílem technologických platforem je vytvořit, podporovat a naplňovat střednědobé až dlouhodobé vize technologického vývoje, které významně ovlivňují budoucí hospodářský růst, konkurenceschopnost a trvale udržitelný rozvoj v ČR i v EU. TP pomáhají navázání hlubší spolupráce členských subjektů na evropské úrovni. TP mapuje a analyzuje technologické trendy a jejich vliv na příslušné odvětví. Navrhuje a podporuje aktivity pro zvýšení efektivity výzkumu a analyzuje překážky realizace těchto programů zejména odstraňováním identifikovaných bariér jeho rozvoje, realizace rychlejšího zavádění výsledků výzkumu, vývoje a inovací do průmyslové praxe, vyššího zapojování soukromého sektoru, zejména malých a středních podniků (MSP) do společného kofinancování inovačních projektů.

Technologické platformy začaly vznikat na základě iniciativy Evropské komise z roku 2004. Zakládání TP

sledovalo naplnění cílů Lisabonské strategie pro zachování podmínek udržitelného rozvoje, a tedy i podpory výzkumných a inovačních aktivit v rámci Evropské unie. Jejich význam vzrostl, když Evropská komise zintenzivnila podporu výzkumu, vývoje a inovací za účelem posilování konkurenceschopnosti evropského průmyslu.

Evropská technologická platforma SusChem (ETP SUSCHEM) je evropská technologická platforma pro udržitelnou chemii. Sdružuje průmysl, akademickou obec, vládní politické skupiny a širší společnost. ETP SUSCHEM iniciuje a inspiruje evropské chemické a biochemické inovace, aby účinně reagovaly na výzvy společnosti poskytovaním udržitelných řešení v oblasti chemie a biotechnologie. Mezi prioritní oblasti patří zdroje elektřiny a energetická účinnost, dekarbonizace, voda, suroviny, inteligentní města, pokročilé technologie a vzdělávání.

V rezortu MPO ČR byly technologické platformy podporovány z Operačního programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost, od roku 2023 pak z Operačního programu Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost.

Jedním ze základních výchozích materiálů pro práci TP je Národní výzkumná a inovační strategie pro inteligentní specializaci ČR (dále NRIS3) (cit.<sup>1</sup>), která je od roku 2014 periodicky aktualizována a která navazuje na Národní politiku výzkumu, vývoje a inovací České republiky. NRIS3 usiluje o efektivní zacílení prostředků především z evropských, národních a územních rozpočtů na podporu orientovaného a aplikovaného výzkumu a inovací. Podpora je směřována do vybraných prioritních oblastí, které mají vysoký potenciál pro vytváření dlouhodobé konkurenční výhody ČR založené na využívání znalostí a na inovacích. Zásadní je posilování kritické masy v oblasti výzkumu, vývoje a inovací a také diverzifikace

v rámci specializace, tj. využití existujících aktiv a znalostí pro využití v nových aplikačních oblastech.

Pozornost je věnována také hybným silám a trendům, které mohou ovlivňovat vývoj daného segmentu v budoucnosti a na které by měly reagovat nástroje realizované v rámci NRIS3 a domény výzkumné a inovační specializace ČR.

Po mnoha jednáních se podařilo v roce 2020 dodatečně prosadit problematiku průmyslové chemie do aktualizace NRIS3. Podkladem pro jednání Svazu chemického průmyslu České republiky (dále SCHP ČR) byly strategické dokumenty SUSCHEM CZ, jako jsou Strategická výzkumná agenda, Cestovní mapa průmyslové modernizace a zavádění pokročilých technologií v chemickém průmyslu ČR, Technologický foresight chemického průmyslu ČR v kontextu globálního vývoje, Karty průmyslové chemie, Rozvojová studie chemického průmyslu v Ústeckém a Karlovarském kraji, atp.

## 2. SUSCHEM CZ

SUSCHEM CZ byla založena v květnu 2005 na základě iniciativy Evropské komise z roku 2004 jako první technologická platforma v České republice. Klíčový podíl na založení měl bývalý ředitel Svazu chemického průmyslu ČR dr. Ladislav Novák, s podporou ETP SUSCHEM a SCHP ČR.

Odborné zaměření SUSCHEM CZ se postupně vyvíjelo v souvislosti s vývojem členské základny a posunem cílového roku (tj. roku, kdy se očekává naplnění plánovaných vizí) z 2030 na 2050. Vedle standardních témat doporučených ETP SUSCHEM jako průmyslové biotechnologie, pokročilé materiály, nové procesy a zařízení, ekologie, zelené průmyslové procesy se postupně rozšířil okruh témat o European Green Deal, Strategii udržitelnosti chemických látek, Modernizaci rafinérsko-petrochemického průmyslu, Udržitelné zemědělství, Cirkulární ekonomiku, Průmysl 4.0 a digitalizaci, Umělou inteligenci a Jadernou energetiku<sup>2</sup>.

SUSCHEM CZ dlouhodobě spolupracuje se SCHP ČR, který ji v mnoha oblastech působení TP podporuje, včetně zapojení jeho odborníků a zabezpečuje vazbu na European Chemical Industry Council (Cefic) a další oborové instituce, jakými jsou Fertilizers Europe, Plastics Europe aj.

Významná je iniciace mezinárodních a národních výzkumných projektů. Byla úspěšně dokončena realizace mezinárodního projektu Innochem, zaměřeného na přípravu lidských zdrojů pro inovativní chemický průmysl, kterého se účastnil mimo dalších např. Zvaz chemického a farmaceutického priemyslu Slovenskej republiky, Hellenic Association Chemical Industries a Cefic. SUSCHEM CZ se podílí na realizaci mezinárodního projektu IRRIS (cit.<sup>3</sup>), jehož posláním je umožnit vytvoření sítě zúčastněných stran a podporuje zavádění a využívání strategií safe-by-design (SbD) a sustainable-by-design (SusBD) ze strany průmyslu, zejména MSP.

Během 19 let existence SUSCHEM CZ se ve spolupráci s členy TP podařilo připravit a úspěšně ve veřejné soutěži obhájit řadu významných projektů, ať již na mezinárodní úrovni, nebo v rámci národních programů MPO (IMPULS, TIP, TRIO, TREND) a TA ČR (Alfa, Centra kompetence a Epsilon).

Přínosy z implementace strategických programů výrazně překračují rámec stávajících členů SUSCHEM CZ a okruh podnikatelských organizací statisticky zahrnovaných do oborů chemického průmyslu. Typické je to např. u nanomateriálů, v této oblasti vývojem a výrobou vybraných nanomateriálů a nanotechnologií se dnes v ČR zabývá více než 200 různých inovativních MSP.

Podobná situace je i u materiálů pro aditivní výrobu, v plastikářském průmyslu a v dalších oblastech.

## 3. Spolupráce s dalšími technologickými platformami

V ČR postupně vznikaly další technologické platformy. Oborově blízké SUSCHEM CZ jsou například Česká TP Plasty, Česká TP pro biosložky pro chemický průmysl a dopravu, Česká membránová platforma, TP Udržitelná energetika ČR, Česká vodíková TP, Česká TP pro zemědělství, TP Life Sciences 4.0 nebo Česká TP pro ekologické zemědělství.

Z iniciativy SUSCHEM CZ bylo uzavřeno společné Memorandum o spolupráci národních technologických platform, v němž byl deklarován společný cíl 16 TP přispět ve střednědobém až dlouhodobém horizontu k hospodářskému růstu a zvyšování konkurenceschopnosti a udržitelného rozvoje a byly formulovány krátkodobé a dlouhodobé cíle národních TP.

Úzká spolupráce technologických platform se stala jednou z jejich hlavních aktivit. Spolupráce je realizována např. formou pořádání společných workshopů a odborných konferencí. Na těchto odborných setkáních vznikají nové náměty na společný výzkum a vývoj a rozvoj meziorborové spolupráce, pro společné projekty v rámci Evropského výzkumného prostoru, ale také například pro inovace a podnikatelské záměry v MSP.

Český chemický a plastikářský výzkum, chemické a biochemické inženýrství se plně integrují do současných trendů rozvíjejících se v průmyslově nejvyspělejších zemích, např. nanotechnologie, průmyslová biotechnologie, pokročilé materiály, pokročilé výrobní technologie, povrchové úpravy, recyklace plastů a efektivní využití plastových recyklátů, nové typy katalyzátorů, čipy, zpracování nových bio-polymerů pro textil a oděvy, materiály pro membrány, efektivní akumulace energie nebo jaderná energetika a další ve vazbě na široké portfolio odběratelských odvětví.

Důležitou roli hraje spolupráce s profesními sdruženími, jako jsou např. Evropské aliance pro čistý vodík, Asociace CO<sub>2</sub> value Europe, Asociace nanotechnologického průmyslu, Česká asociace oběhového hospodářství, Plastics Europe a řada dalších.

Technologickými platformami zpracované základní dokumenty a další aktivity slouží nejenom pro výzkumné a podnikatelské subjekty, ale také pro potřeby orgánů veřejné správy a finančních institucí jak na regionální, tak celostátní úrovni, např. při rozhodování o alokaci různých podpor a grantů. Poskytují i ucelený přehled o existujících odborných kapacitách a trendech v oblasti inovací nebo náměty na společné mezinárodní řešení zásadních technologických inovací. Jako příklad lze uvést mezinárodní spolupráci v oblasti vodíkové strategie, vývoji malých modulárních jaderných reaktorů (SMR – Small Modular Reactors), využití CO<sub>2</sub> jako suroviny pro petrochemii, elektrifikaci chemického průmyslu, v oblasti jaderné fúze a další.

Vodíková strategie Česká republika (cit.<sup>4</sup>) otvírá řadu otázek. Chemický průmysl je v současné době nejvýznamnějším výrobcem i spotřebitelem vodíku. Tato skutečnost otevírá možnou spolupráci chemického průmyslu s řadou oborů, např. využití vodíku v čisté mobilitě, využití vodíku v energetice, v ocelářském průmyslu. Zajímavá je také možnost nasazení SMR vyvíjených ve spolupráci s ČEZ a.s. nejenom v chemickém průmyslu.

Významnou roli mají TP v seznamování s nejnovějšími evropskými legislativními opatřeními, a to zejména pro MSP. Aktivity technologických platform jsou spojeny s pravidelným předáváním informací o zajímavých konferencích a workshopech, ale také vlastních konferencích a seminářů ve spolupráci s SCHP ČR, např. setkání s europoslanci, odborníky BASF nebo Česko-bavorský workshop v oblasti chemie a vědy o materiálech, konference Strategie chemických látek a European Green Deal, konference Cirkulární ekonomika a recyklace plastů, akce ETP SUSCHEM nebo Plastics Europe, konference Trendy vývoje a synergie v energetice a chemii, mezinárodní konference Plasty a cirkulární ekonomika a semináře s Bavorskou výzkumnou aliancí – BayFor.

Významná je spolupráce s Českou společností průmyslové chemie např. při přípravě programu populární Mezinárodní chemicko-technologické konference ICCT (např. sekce Digitální a zelená transformace plastikářského průmyslu).

#### 4. Transfer výsledů výzkumu do průmyslové praxe

Výzkumníci nabízejí celou řadu různých řešení, otázkou je realita zavedení do praxe a potřebný čas a výdaje. Žijeme v době dotací. Inovativní projekty na výrobu udržitelné energie, vodíku a syntetických paliv, zachycování uhlíku a využití CO<sub>2</sub> jako suroviny, zpracování odpadů, eliminace nebezpečných chemikálií – to vše stojí na dotacích. Nové nízkouhlíkové technologie jsou nákladné a mají nízkou energetickou účinnost. Bez podpory se zatím realizovat nedají. TP za aktivní mezinárodní a tuzemské spolupráce mají potenciál být jednou z vedoucích strategických organizací v odvětví zpracovatelského průmyslu a významně přispět k dalšímu růstu technologické vyspělosti nejenom samotného zpracovatelského průmyslu. Podpora rozvoje TP vedoucí k propojení veřejného a soukro-

mého sektoru ve výzkumu, vývoji a inovacích v technologických oblastech významných pro podnikatelskou sféru umožní podnikům reagovat na společné výzvy, potřeby a požadavky spojené s přechodem na digitální a zelené technologie v průmyslu a navázání hlubší spolupráce TP s evropskými technologickými platformami nebo s obdobným strategickým partnerem na evropské úrovni. ČTP Plasty spolupracuje na projektu Národního centra kompetence polymerních materiálů a technologií pro 21. století, PolyEnvi21, který je řešen v období 1. 1. 2023 – 31. 12. 2028 za podpory Technologické agentury ČR, aktivně spolupracuje i s plastikářským klastrem. Spolupracuje s krajskými inovačními centry při vytváření krajských rozvojových studií chemického průmyslu.

Významnou roli TP sehrávají v podpoře MSP, které tvoří většinu podnikatelských subjektů. TP nabízejí podporu při inovacích výrobního programu malých a středních firem, které nemají odpovídající výzkumné a vývojové zázemí a podporu při implementaci stále komplikovanější evropské legislativy. MSP, které jsou součástí dodavatelského řetězce společností sídlící v některé ze zemí EU, budou muset povinně informovat o udržitelnosti jejich obchodního modelu v kontextu globálních klimatických i společenských změn podle ESG (Environmental, Social, and Governance) kritérií<sup>5</sup>.

Dlouhodobá spolupráce odborníků z vysokých škol s vývojáři z podnikové sféry má potenciál vyústit v transfer vědeckých poznatků do průmyslové praxe. Výroba nanovláken technologií Nanospider, vyvinutá na Technické univerzitě v Liberci a realizovaná firmou Elmarco patří k nejvýznamnějším českým technickým vynálezům 21. století a nachází rozsáhlé uplatnění i v zahraničí.

Jako příklady z poslední doby lze uvést úspěšnou realizaci nové jednotky dicyklopentadienu v ORLEN Unipetrol v Litvínově. Technologii vyvinuli výzkumní pracovníci ORLEN Unipetrolu ve spolupráci s VŠCHT Praha. Technologický proces izolace dicyklopentadienu z tzv. lehkého pyrolyzního benzínu byl vyvinut v rámci dlouhodobého strategického projektu využití vedlejších produktů Ethylenové jednotky a strategie rozvoje výroby výrobků s vyšší přidanou hodnotou, která byla vyhodnocena jako nejlepší technická stavba roku 2022.

Dalším příkladem je spolupráce Borsodchem MCHZ (Ostrava) s VŠCHT Praha při realizaci projektu Inovace a rozšíření výroby cyklohexylaminu nebo spolupráce Vysokého učení technického v Brně s americkou firmou Onsemi při vývoji výroby polovodičových desek karbidu křemíku v Rožnově pod Radhoštěm, které se v podobě čipů používají k efektivnímu využití elektrické energie v elektromobilech, solárních panelech nebo cloudových aplikacích.

Mnohé náročné projekty není možné financovat z rozpočtu jednoho, byť velkého státu. Často jde o investičně náročné projekty, které je nutné podpořit dlouhodobě. Příkladem extrémně rizikového a finančně náročného projektu je konsorcium EUROfusion, které sdružuje 28 členů ze 26 zemí EU (včetně ČR), a které bylo v letech 2021–2025 podpořeno částkou 550 mil. EUR z prostředků

programu EURATOM, a dalšími 450 mil. EUR z rozpočtů členských států<sup>6</sup>.

Avšak i méně náročné projekty je výhodné řešit v rámci mezinárodní spolupráce, např. v oblasti SMR existuje Evropská průmyslová aliance pro malé modulární reaktory<sup>7</sup>, jejímž cílem je usnadnit a urychlit vývoj, demonstrace a zavádění reaktorů SMR v Evropě do roku 2030. Působí prostřednictvím specifických pracovních skupin s cílem zlepšit podmínky umožňující vývoj, demonstrace a zavádění jaderných zařízení, včetně revitalizace jaderného dodavatelského řetězce. Její aktivity směřují k podpoře konkrétních projektů SMR a urychlení jejich nasazení na evropském trhu.

Příkladem ryze soukromé společnosti pro podporu mezinárodního výzkumu je Electric Power Research Institute (EPRI), sídlící v Palo Alto v USA. Zaměření výzkumných aktivit v jednotlivých programech určují členové, kteří výzkum také spolufinancují z členských poplatků. U některých finančně náročných experimentů vzniknou výsledky, které by nebylo možné realizovat jiným způsobem. V současné době má EPRI 450 členů ze 45 zemí, včetně ČEZ, a. s.

## 5. Závěr

EU potřebuje průmyslovou strategii, včetně zajištění investic do této strategie. V opačném případě nebude schopná ustát konkurenční tlaky zbytku světa. Proto jak SCHP ČR, tak SUSCHEM CZ podepsaly Antverpskou deklaraci, kterou vyjádřily svou plnou podporu evropské průmyslové dohodě, která by doplnila Zelenou dohodu pro Evropu a zachovala vysoce kvalitní pracovní místa pro evropské pracovníky v Evropě<sup>8</sup>. Technologické platformy za aktivní mezinárodní a tuzemské spolupráce mají potenciál být jednou z vedoucích strategických organizací v odvětví zpracovatelského průmyslu a významně přispět k dalšímu růstu technologické vyspělosti nejenom samotného zpracovatelského průmyslu.

Vzhledem k prakticky všudypřítomným dotacím podnikáme v době dotační, a tak řada TP se zapojuje do Operačního programu Technologie a aplikace pro konkurenceschopnost, který je základním programovým dokumentem Ministerstva průmyslu a obchodu pro čerpání finančních prostředků ze strukturálních a investičních fondů EU.

TP mohou převzít roli institucí, které sledují oborově perspektivní trendy a veřejně o nich informují. Domníváme se, že technologické platformy by měly být systematicky podporovány. Protislužbou za uvedenou systematickou podporu by mohla být tvorba a pravidelná aktualizace dokumentů typu Technologický foresight, s ohledem na potřeby definované příslušným ministerstvem.

Samostatnou výzvou jsou cíle Zelené dohody pro Evropu<sup>9</sup>, Strategie udržitelnosti chemického průmyslu<sup>10</sup> a Přechodové cesty pro chemický průmysl<sup>11</sup> k dosažení uhlíkové neutrality k roku 2050 a k realizaci dalších opatření ke snížení negativního vlivu chemického průmyslu na životní prostředí a lidské zdraví. Zde mohou TP sehrát významnou roli při podpoře pilotních řešení, výběru eko-

nomicky udržitelných výrobních procesů a transferu nejlepší praxe zejména cílením na MSP.

Urychlení transferu poznatků vědy a výzkumu do praxe přispěje nejenom k rozvoji příslušného oboru např. průmyslové chemie a jeho udržitelnosti, ale přinese mnoho podnětů pro významné inovace v řadě navazujících odvětví, jako je automobilový průmysl, strojírenství, energetika, elektrotechnika, medicína, zemědělství a v řešení takových závažných výzev, jako je ochrana životního prostředí, hospodaření s vodou, hrozící nedostatek některých strategických surovin, zhoršená dostupnost některých klíčových surovin, ceny energií, oběhové hospodářství, náhrada nebezpečných chemikálií, dekarbonizace atd. Zabezpečit udržitelnost českého chemického průmyslu je stále náročnější, vzhledem k vysoké energetické náročnosti. Chemický a plastikařský průmysl patří mezi ohrožená odvětví zpracovatelského průmyslu.

Rada pro výzkum, vývoj a inovace předpokládá, že komplexní reformu přenosu vědeckých poznatků do praxe přinese připravovaný zákon o výzkumu, vývoji, inovacích a transferu znalostí.

## LITERATURA

1. Národní výzkumná a inovační strategie pro inteligentní specializaci ČR, dostupné z <https://www.mpo.cz/cz/podnikani/ris3-strategie/>, staženo 2. 5. 2024.
2. Šilhan M., Novák L., Mlčoch A.: Chem. Listy 117, 170 (2023).
3. IRISS – The International SSbD Network, dostupné z <https://iriss-ssbd.eu/iriss/about-iriss>, staženo 2. 5. 2024.
4. Vodíková strategie České republiky, dostupné z <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/strategie-projekty/vodikova-strategie-cr-schvalena-vladou--262590/>, staženo 2. 5. 2024.
5. Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2023/2772 ze dne 31. července 2023, kterým se doplňuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/34/EU, pokud jde o standardy pro podávání zpráv o udržitelnosti, dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32023R2772>, staženo 2. 5. 2024.
6. About EUROfusion, dostupné z <https://eurofusion.org/eurofusion/>, staženo 2. 5. 2024.
7. European Industrial Alliance on SMRs, dostupné z [https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/industrial-alliances/european-industrial-alliance-small-modular-reactors\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy/industrial-alliances/european-industrial-alliance-small-modular-reactors_en), staženo 2. 5. 2024.
8. The Antwerp Declaration for a European Industrial Deal, dostupné z <https://antwerp-declaration.eu/>, staženo 2. 5. 2024.
9. The European Green Deal/Zelená dohoda pro Evropu, dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>, staženo 14. 5. 2024.



10. Strategie pro udržitelnost v oblasti chemických látek k životnímu prostředí bez toxických látek, dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:52020DC0667>, staženo 14. 5. 2024.
11. Přechodová cesta pro chemický průmysl, Evropská komise, 2023, dostupné z <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/54595>, staženo 14. 5. 2024.

**A. Mlčoch<sup>a</sup>, M. Šilhan<sup>a</sup>, and I. Souček<sup>b</sup>** (<sup>a</sup> *Czech Technology Platform for Sustainable Chemistry, Prague*, <sup>b</sup> *Association of Chemical Industry of the Czech Republic, Prague, Czech Republic*): **Technology Platforms for Industrial Chemistry**

The aim of the article is to inform about the benefits of technological platforms for industrial chemistry. The contribution is dedicated to the memory of the first and long-time chairman of SUSCHEM CZ, Dr. Ladislav Novák.

Keywords: technology platform, European Technology Platform SUSCHEM, National RIS3 strategy



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.

## MĚŘENÍ A MODELOVÁNÍ pH JAKO PROPOJENÍ STŘEDOŠKOLSKÉ CHEMIE A MATEMATIKY

JAN BRÍŽĎALA a EVA STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Hlavova 2030/8, 128 00 Praha 2, Česká republika  
urvalkov@natur.cuni.cz

Došlo 12.2.24, přijato 30.5.24

Zkoumání kyselosti a zásaditosti roztoků je spojeno s pochopením problematiky pH roztoků. Na středoškolské úrovni to znamená chápat rovněž koncept logaritmické funkce, a tím pádem je toto téma vhodné pro rozvíjení matematické gramotnosti. Cílem proto bylo navrhnout takovou úlohu, ve které žáci nejen proměřují roztoky o očekávaném pH, ale navíc bez znalosti závislosti pH na koncentraci  $\text{H}_3\text{O}^+$  sami z naměřených hodnot sestavují graf, ve kterém hledají/modelují funkci, která nejlépe odpovídá získané křivce. Představená úloha diskutuje limity provedení a učitelům poskytuje podklady pro přípravu laboratorního cvičení, včetně pracovního listu pro žáky. Ověření úlohy ukázalo, že během realizace cvičení jsou žáci schopni sestavovat graf z naměřených hodnot a řešit aplikační úlohy spojené s pochopením konceptu logaritmické funkce.

Klíčová slova: pH, pH elektroda, matematické modelování, matematická gramotnost

### 1. Úvod – pojetí kyselosti a zásaditosti na různých stupních vzdělávání

Koncept kyselosti a zásaditosti látek patří k důležitým tématům chemie, neboť má i významnou roli v lidském životě. Veličina pH je v omezeném rozsahu zaváděna již na 2. stupni základních škol v rámci předmětu chemie. Látky se na této úrovni vzdělávání rozdělují na kyselé ( $\text{pH} < 7$ ), neutrální ( $\text{pH} = 7$ ) a zásadité ( $\text{pH} > 7$ ), uvádí se jejich příklady (např. ocet je kyselý, voda neutrální a roztok pracího prášku zásaditý) a představují se indikátorové papírky (univerzální, lakmusové) a acidobazické indikátory (např. lakmus, fenolftalein) jako prostředky, které mohou orientačně pomoci určit hodnotu pH vzorků. V závazném kurikulárním dokumentu, Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání, je očekávaný výstup orientován na znalost pH, ale i dovednost jej změřit, „(Žák) orientuje se na stupnici pH, změří reakci roztoku univerzálním indikátorovým papírkem a uvede příklady uplatňování neutralizace v praxi“<sup>1</sup>. V Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia koncept pH explicitně zmíněn není, avšak může být chápán jako součást očekávaného výstupu „(Žák) využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně-chemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích“<sup>2</sup>. Ve výuce chemie na středních školách se již upřesňuje, že veličina pH závisí na koncentraci oxoniových kationtů  $\text{H}_3\text{O}^+$  v roztoku, zavádí se jednotlivé výpočty hodnot pH různých roztoků nebo se v laboratorních praktikách provádí acidobazické titrace (alkalimetrie, acidimetrie). Těmito praktickými laboratorními cvičeními se dosahuje očekáva-

ného výstupu „(Žák) využívá znalosti základů kvalitativní a kvantitativní analýzy k pochopení jejich praktického významu v anorganické chemii.“ a „(Žák) provádí chemické výpočty a uplatňuje je při řešení praktických problémů“<sup>2</sup>.

Učivo pH je vhodné ve výuce středoškolské chemie zavádět s ohledem na vybudovaný matematický aparát. Jelikož se jedná o logaritmickou závislost, tak by tomu měla předcházet výuka logaritmu v matematice. Uspořádání učiva ve výuce je však dáno školním vzdělávacím programem konkrétní školy, a školy mnohdy zavádí koncept pH v chemii v prvním ročníku během témat z obecné chemie, zatímco v matematice se často zavádí logaritmická funkce až ve druhém ročníku<sup>3,4</sup>. Přitom aplikace dekadického logaritmu v chemii (veličina pH) je ukázkovým příkladem, který lze zmínit při zavedení tohoto učiva v matematice a podpořit tak motivaci žáků věnovat danému tématu pozornost.

### 2. Matematická gramotnost – jak (na)učit a chápat logaritmus

Matematická gramotnost má různé definice, v rámci mezinárodního šetření PISA je definována jako „schopnost jedince matematicky uvažovat a formulovat, používat a interpretovat matematiku při řešení problémů v různých kontextech každodenního života. Zahrnuje používání matematických pojmů, postupů, faktů a nástrojů k popisu, vysvětlování a předpovídání jevů. Pomáhá jedinci uvědomit si úlohu matematiky ve světě a díky tomu od-

povědně usuzovat a rozhodovat se jako tvořivý, angažovaný a přemýšlivý občan 21. století.“<sup>5</sup> Obecně lze říci, že matematická gramotnost je vnímána jako funkční gramotnost a její podstatou je schopnost aplikovat matematické poznatky na konkrétních problémech. Obdobně lze zavést také digitální gramotnost jako schopnost efektivně využívat informační a komunikační technologie.

Pro správné pochopení veličiny pH a jejích funkčních závislostí, tedy možností, jak její hodnotu ovlivňovat, je nezbytné rozumět významu logaritmu. Jedná se o aplikaci matematické gramotnosti, tedy schopnosti využívat poznatky z matematiky na reálném problému. Zjednodušeně řečeno, žáci by si tak měli uvědomit, že pro zvýšení pH kyseliny (či snížení pH zásady) o jednotku je zapotřebí provadět ředění (v ideálních podmínkách) v poměru 1:10. Příkladem budiž nápoj Coca-Cola s pH cca 2,5, který je oproti jablečné šťávě s pH cca 3,5 přibližně desetkrát kyselější. Pokud je zapotřebí upravit hodnotu pH vody směrem k neutrální oblasti o vyšší desetiny (např. v bazénu), je zřejmé, že nestačí naředit roztok vodou, ale musí se pro tento účel použít specializované prostředky, které pH upraví chemicky. Experimentální prověření závislosti pH může přispět k lepšímu porozumění aplikaci dekadického logaritmu<sup>6</sup>. Za účelem zajištění lepší představitosti významu dekadického logaritmu je možné využít jak aritmetické výpočty, tak modelování závislostí pomocí grafu logaritmické funkce<sup>7,8</sup>. Odpovídající simulaci lze nalézt i na stránce PhET, kde lze v simulaci *pH Scale* mezi sebou porovnávat kyseliny a zásady, určovat koncentraci roztoku na základě jeho pH, odhadovat pH po zředění roztoku a řešit další otázky, které simulace umožňuje<sup>9</sup>. Přestože je veličina pH zaváděna na středních školách jako záporný dekadický logaritmus hodnoty koncentrace oxoniových kationtů  $\text{H}_3\text{O}^+$ , s interpretací mají problém i studenti vysokých škol, např. oborů biochemie i medicíny<sup>10,11</sup>. Scott ve studii z roku 2012 poukazuje na to, že studenti snáze zvládají provádět obecné matematické výpočty, než tyto poznatky aplikovat na konkrétních problémech<sup>12</sup>. Tomu odpovídá i nižší dosahovaná úroveň matematické gramotnosti, která je pravidelně ověřována pomocí mezinárodních šetření PISA<sup>5</sup>. V případě učiva tématu pH na tento problém poukázala srovnávací studie mezi absolventy kurzů Analytické chemie a Fyzikální chemie, kdy v rámci analytické chemie studenti provádí výpočty dle zadaných vzorců, ale při fyzikální chemii je vyžadováno odvozování a interpretování definičních vztahů závislostí, což je pro studenty obtížnější<sup>13</sup>. Problém se teoreticky i prakticky komplikuje v případě koncentrovanějších roztoků, u nichž pro výpočet pH nelze použít zjednodušený výpočetní vztah s koncentrací oxoniových iontů,  $\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$ , nýbrž definiční vztah s aktivitou oxoniových kationtů,  $\text{pH} = -\log a(\text{H}_3\text{O}^+)$ . Aktivita iontů je součin koncentrace daného iontu a aktivitního koeficientu, který v sobě zahrnuje veškeré reálné chování všech iontů v roztoku, což se podstatně složitěji zjišťuje<sup>14</sup>. Aktivita oxoniových iontů mj. hrála roli při designování níže uváděné úlohy na zkoumání a ilustraci logaritmické funkce.

### 3. Příprava úlohy – metodika pro učitele

Návrh dvouhodinového laboratorního cvičení představuje průnik několika předmětů a naplňuje tak charakteristiky STEM přístupu, protože v sobě pojí chemii (Science), práci s čidly (Technology) a zpracování matematického konceptu v tabulkovém procesoru MS Excel (Mathematics, částečně i Engineering).

Úloha je koncipována jako badatelská, ve které žáci naměří hodnoty pH roztoků vybrané silné kyseliny (zvolena byla kyselina chlorovodíková kvůli její dostupnosti) o známých molárních koncentracích a pomocí regrese prozkoumají funkční závislost mezi těmito veličinami. Následně žáci tyto experimentálně naměřené hodnoty porovnají s teoreticky očekávanými (po zjištění výpočetního vztahu pro pH) a naměřené závislosti využijí jak pro odečet dat z grafů funkce, tak pro představování vlastních návrhů řešení příprav roztoků o požadovaných acidobazických vlastnostech. Formát bádání byl zvolen jako strukturované bádání, při kterém žáci mají řešit zadanou otázku s relativně předem daným postupem, aby se tím omezily chyby při provedení a zpracování dat. Svými požadavky na laboratorní práci a zpracování dat zahrnuje dvouhodinová úloha velké množství vzdělávacích cílů, které by během nasměrovaného nebo otevřeného bádání neúměrně vzrostly o kreativní úroveň a nemuselo by být dosaženo primárních cílů, jako je pochopení vztahu mezi koncentrací kyseliny a logaritmickou funkcí.

Samotné měření závislosti pH na různě koncentrovaných roztocích kyseliny je předmětem některých již dříve navržených úloh<sup>15,16</sup>, avšak ty nejsou podpořeny prvky prokládání zjištěné závislosti pomocí regrese a modelování chování. Didakticky je vhodné provádět měření v oblasti, kdy nastává minimální odchylka reálného chování roztoku od toho očekávaného (teoreticky vypočítaného ze zjednodušeného vztahu), což znamená pracovat s poměrně dost zředěnými roztoky. U koncentrovaných roztoků totiž dochází k odchylce od ideálního chování. Při designování úlohy se potvrdilo, že již koncentrace 0,1 M (teoreticky  $\text{pH} = 1$ ) je příliš vysoká na to, aby skutečné výsledky naměřené prostřednictvím pH elektrody odpovídaly vypočteným hodnotám pH jako záporně vzatému dekadickému logaritmu koncentrace oxoniových iontů. Koncentrace  $\text{HCl}$  0,05 M byla stále poměrně nespolehlivá, až koncentrace 0,03 M se při opakovaném měření ukázala být jako přijatelná pro zařazení do sady měřených roztoků. Koncentrace roztoků kolem  $10^{-5}$  M a menší vykazovala nespolehlivost díky chybám ředění a také díky možnému vytvoření pufry z rozpuštěného  $\text{CO}_2$ . Naopak, v případě zásad s  $\text{pH} > 12$  se při měření pH pomocí skleněné elektrody objevuje alkalická chyba, a proto bylo měření v zásadité oblasti a oblastem blízkým  $\text{pH}$  7 vyloučeno. Pro experimentální provedení úlohy byla tudíž vybrána oblast  $\text{pH}$  tak, aby experimentální data co nejlépe odpovídala očekávaným výsledkům a pomocí regrese bylo možné verifikovat, že se jedná o logaritmickou závislost.

Formální uspořádání: dvouhodinové cvičení se zpravidla realizuje s polovinou třídy, tj. cca 15 žáky. Z důvodu

nároků na vybavení se během cvičení žáci rozdělí do samostatně pracujících skupinek o 3–4 žácích, tzn. v laboratorii jsou cca 4 skupiny žáků, pro které budou potřeba 4 pH elektrody, ovšem úlohu lze realizovat i s menším počtem elektrod, které si skupinky mezi sebou zapůjčují.

### 3.1. Limity úlohy

Úloha, která je podrobněji popsána v příloze článku (Doplněk), s sebou nese problémy, na které musí být učitel připravený, aby byl schopen ji modifikovat vzhledem k podmínkám daného školního prostředí. Jsou jimi (1) správně uchovávané, a tedy správně měřící pH elektrody a pufrů potřebné ke kalibraci elektrod, (2) dostatek vhodného odměrného nádobí a (3) standardizace roztoku HCl. Všechny tři body jsou diskutovány v Doplňku.

### 3.2. Laboratorní příprava učitele

Učitel před laboratorním cvičením (1) připraví roztok HCl a (2) stanoví jeho přesnou koncentraci. Poté (3) naředí roztok HCl o známé koncentraci do zásobních baněk pro jednotlivé skupiny a (4) připraví kalibrované pH elektrody, ověří jejich přesnost. Tyto čtyři kroky jsou rovněž podrobněji popsány v příloze článku, viz Doplněk.

### 3.3. Badatelská otázka, vzdělávací cíle, potřebné znalosti a dovednosti žáků

Cílem laboratorního cvičení je, aby žáci zodpověděli následující otázku:

*Jaká je matematická závislost mezi koncentrací oxoniových kationtů a pH roztoku?*

Otázku lze modifikovat dle potřeb učitele s ohledem na danou třídu a použít klíčová slova jako závislost/vztah, koncentrace oxoniových kationtů, koncentrace kyseliny: Jaký je matematický vztah mezi hodnotou koncentrace roztoku silné jednosytné kyseliny HCl a pH roztoku?

Úloha je multidisciplinární, zahrnuje v sobě vědomosti a dovednosti z oblasti chemie, matematiky i informatiky a má proto řadu vzdělávacích cílů. Je úkolem

učitele rozhodnout, zda je v možnostech dané třídy zvládnout všechny cíle během dvouhodinového laboratorního cvičení, nebo se na některé cíle zaměřit více a jiné lze případně řešit v následující teoretické hodině.

Laboratorní úloha má následující vzdělávací cíle:

Žák připraví roztoky HCl ředěním zásobního roztoku; žák spočítá koncentrace HCl v naředěných roztocích; žák měří hodnoty pH roztoků; žák dodržuje zásady správné laboratorní praxe; žák zapisuje data a sestaví graf závislosti pH na koncentraci HCl v tabulkovém procesoru, popř. žák pracuje s grafem v programu školního měřicího systému, žák vysvětlí rozdíl mezi nezávislou a závislou proměnnou a určí je v případě prováděného měření; žák používá regresní křivku, analyzuje, která funkce nejlépe odpovídá naměřeným datům; žák vyhodnocuje data a odvodí vztah mezi pH a koncentrací kyseliny/oxoniových iontů na základě interpretace proložené funkce grafu; žák vysvětlí na základě naměřených dat logaritmickou funkci, na konkrétním příkladu s pH.

Pro dosažení stanovených cílů potřebují mít žáci laboratorní dovednosti související se správnou laboratorní praxí, převážně s ředěním roztoků a správným měřením pH, a také teoretické znalosti související hlavně s disociací elektrolytů a sestavováním grafů. Tyto potřebné dovednosti a znalosti jsou blíže popsány v příloze článku, viz Doplněk.

## 4. Laboratorní cvičení: zadání, výsledky a ověřování

Úloha je zadána tak, aby žáci samostatně řešili otázku *Jaká je matematická závislost mezi koncentrací oxoniových kationtů a pH roztoku?* Při bádání žáků je vede pracovní list, který je součástí přílohy článku (viz Doplněk).

Představená úloha byla ověřována se 30 žáky Gymnázia Třebíč, v rámci třetího ročníku výběrového semináře. Tito žáci prováděli navíc standardizaci roztoku HCl, protože měli k dispozici více času než pouhé dvě hodiny cvičení. Pro dvouhodinové laboratorní cvičení však není tento formát časově zvládnutelný. Žáci během 90 min zvládnou naředit příslušné roztoky a naměřit jejich pH, dopočítat koncentraci v naředěných roztocích a sestavit

Tabulka I

Vztahy mezi koncentracemi roztoků HCl a autorsky naměřené hodnoty pH. Hodnoty psané kurzívou jsou doplněny až během měření, přičemž aktuální hodnotu  $c_0(\text{HCl})$  dostanou žáci zadanou od učitele.

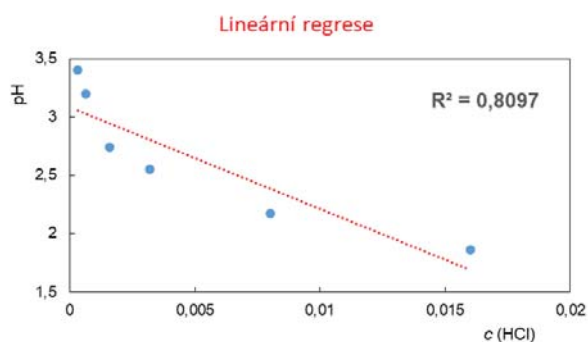
Číslo vzorku	Označení koncentrace	$V(\text{HCl})$ [ml] o $c_0$ (HCl)	Vztah k $c_0$	$c(\text{HCl})$ [mol l <sup>-1</sup> ]	Naměřená hodnota pH
1	$c_1$	1	$c_0/100$	<i>0,00032</i>	3,40
2	$c_2$	2	$c_0/50$	<i>0,00064</i>	3,20
3	$c_3$	5	$c_0/20$	<i>0,0016</i>	2,74
4	$c_4$	10	$c_0/10$	<i>0,0032</i>	2,55
5	$c_5$	25	$c_0/4$	<i>0,008</i>	2,17
6	$c_6$	50	$c_0/2$	<i>0,016</i>	1,86
0	$c_0$	100	$c_0$	<b><i>0,032</i></b>	

graf. Obvykle žáci pracují v tabulkovém procesoru, např. Microsoft Excel. Do jednoho sloupce se uvedou skutečné koncentrace kyseliny chlorovodíkové, tj. hodnoty  $c_1(\text{HCl}) - c_6(\text{HCl})$ , ve druhém pak naměřené hodnoty pH. V tabulce I jsou uvedeny zprůměrované hodnoty pH, které byly zjištěny při autorském měření. Tato data žáci vynesou do bodového grafu (závislou proměnnou bude hodnota pH) a zobrazená naměřená data prokládají různými druhy spojnic trendů se zobrazením hodnot spolehlivosti  $R^2$ . Žáci ověří, která regrese vykazuje nejvyšší shodu s naměřenými hodnotami, a tak identifikují, o jaký typ funkční závislosti se ve vztahu molární koncentrace / hodnota pH jedná. Zobrazí-li se navíc parametry regrese, uvidí žáci ihned matematickou formulaci – rovnici proložené křivky. Grafy tvoří obrázky 1–4 zobrazují, jak vypadají regresní křivky prokládající vnesené hodnoty pH roztoků kyseliny chlorovodíkové v závislosti na její molární koncentraci. Z těchto měření je patrné, že závislost pH na koncentraci je s vysokou mírou pravděpodobnosti logaritmická. V úloze lze dále pokračovat tak, že žáci pomocí právě zjištěného výpočetního vztahu  $\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$  a známých koncentrací naředěných roztoků vypočítají pH

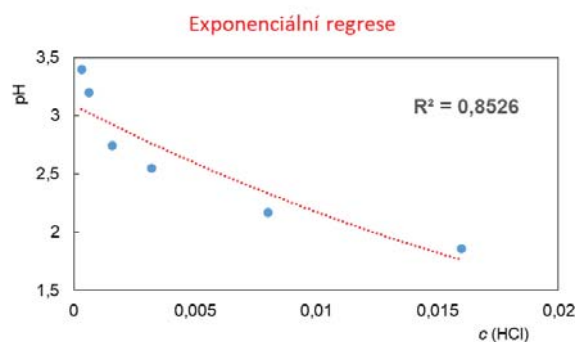
těchto roztoků a zjistí rozdíl proti naměřeným hodnotám. Vypočítané hodnoty pH lze též vyneset do grafu vedle naměřených hodnot pH, jak ukazuje obr. 5. Jeden z klíčových závěrů úlohy je, aby žáci porovnáním hodnot pH roztoků, jejichž koncentrace se liší desetinásobně, viděli, že příslušná pH se neliší desetinásobně, nýbrž o jednotku. Aplikací tohoto zjištění je schopnost žáků odhadnout, jak je třeba zředit roztok, u kterého je nutné změnit pH o dvě jednotky, případně že lze pH upravit chemicky, tedy nějakou vhodnou chemickou reakcí.

## 5. Závěr

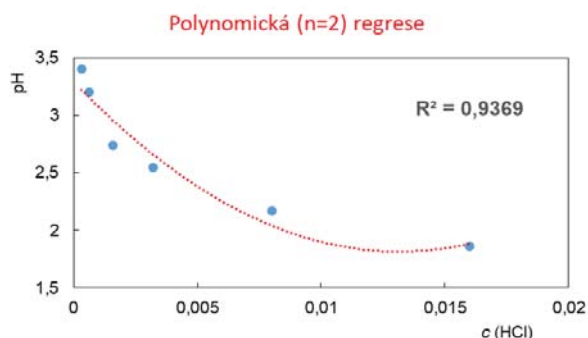
Existují chemické koncepty, které jsou založeny na komplexním matematickém konceptu, bez jehož pochopení zůstává chemický koncept pouze na úrovni znalosti. Příkladem je pH roztoků, jehož hodnota je logaritmicky závislá na koncentraci (přesněji aktivitě) oxoniových iontů. Vztah pro výpočet pH se zavádí na středních školách, přičemž pH je často součástí výuky chemie v 1. ročníku, zatímco funkce, včetně logaritmické funkce, jsou probírá-



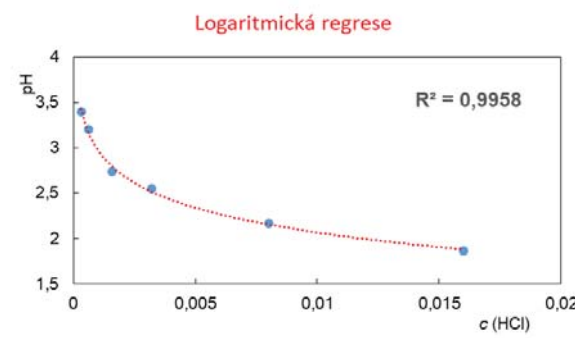
Obr. 1. Naměřené hodnoty proložené lineární regresí (hodnota spolehlivosti  $R^2 = 0,8097$ )



Obr. 2. Naměřené hodnoty proložené exponenciální regresí (hodnota spolehlivosti  $R^2 = 0,8731$ )



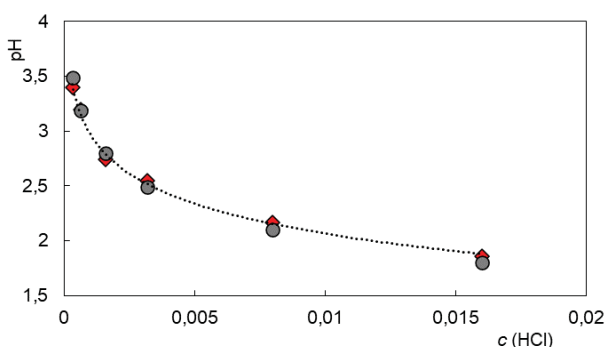
Obr. 3. Naměřené hodnoty proložené polynomičkou regresí (hodnota spolehlivosti  $R^2 = 0,9369$ )



Obr. 4. Naměřené hodnoty proložené logaritmickou regresí (hodnota spolehlivosti  $R^2 = 0,9958$ )

Tabulka II  
Autorsky naměřené a očekávané hodnoty pH

Číslo vzorku	Skutečná koncentrace HCl [mol l <sup>-1</sup> ]	Naměřená hodnota pH	Očekávané hodnoty pH	Rozdíl
1	0,00032	3,40	3,49	-0,09
2	0,00064	3,20	3,19	+0,01
3	0,0016	2,74	2,80	-0,06
4	0,0032	2,55	2,49	+0,06
5	0,008	2,17	2,10	+0,07
6	0,016	1,86	1,80	+0,06



Obr. 5. Naměřené a očekávané hodnoty pH roztoků kyseliny chlorovodíkové o různých koncentracích; ♦ naměřená hodnota pH, ● očekávané hodnoty pH, ..... Log. (naměřená hodnota pH)

ny ve 2. ročníku. Porozumění podstaty logaritmu je nezbytným předpokladem pro schopnost interpretovat význam hodnoty pH a závislostem s tím spojeným, a proto je v rámci tohoto příspěvku navržena úloha, ve které žáci i bez předchozí znalosti logaritmu měří pH roztoků různě koncentrované HCl, sestavují graf a hledají, jaká funkce nejlépe ilustruje naměřená data. Na základě porovnávání hodnot a nově objevené závislosti dvou veličin mezi sebou poté řeší úlohy, které ověřují pochopení logaritmické funkce (viz Doplněk, supplement práce). Navržená úloha podporuje rozvoj matematické i digitální gramotnosti a na základě praktické činnosti žáků usnadňuje analýza dat pochopení konceptu pH.

Internetová verze této práce obsahuje navíc doplňující část. Pro vyhledání plné verze článku včetně příslušného *supplementu* je třeba otevřít aktuální webovou stránku Chemických listů.

## LITERATURA

- <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>, staženo 22. 5. 2024.
- <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-programy-gymnazia-rvp-g/>, staženo 22. 5. 2024.
- <https://www.zatlanka.cz/skola/skolni-dokumenty/skolni-vzdelavaci-programy-gymnazia-na-zatlance.39>, staženo 22. 5. 2024.
- [https://www.slovanak.cz/wp-content/uploads/2023/10/svpB\\_23\\_new.pdf](https://www.slovanak.cz/wp-content/uploads/2023/10/svpB_23_new.pdf), staženo 22. 5. 2024.
- Boudová S., Tomášek V., Halbová B.: *Národní zpráva PISA 2022*. Česká školní inspekce, Praha 2023.
- Park E. J., Choi K.: *J. Korean Assoc. For Sci. Educ.* 30, 920 (2010).
- Matůš I.: *Modelování představ žáků o chemických principech s využitím matematiky*. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha 2018.
- Kovac J.: *J. Chem. Educ.* 89, 1485 (2012).
- <https://phet.colorado.edu/en/simulations/ph-scale>, staženo 22. 5. 2024.
- Watters D. J., Watters J. J.: *Biochem. Mol. Biol. Educ.* 34, 278 (2006).
- Hooper J., Marshall W. J., Miller A. K.: *Ann. Clin. Biochem.* 35, 85 (1998).
- Scott F. J.: *Chem. Educ. Res. Pract.* 13, 330 (2012).
- Clark T. M., Dickson-Karn N. M., Anderson E.: *J. Chem. Educ.* 99, 1587 (2022).
- Fraenkel D.: *J. Phys. Chem. B* 115, 557 (2011).
- <https://edu.rsc.org/experiments/testing-the-ph-of-different-solutions/395.article>, staženo 22. 5. 2024.
- <https://makezine.com/laboratory-111-determine-the-effect/>, staženo 22. 5. 2024.

**J. Břížďala and E. Stratilová Urválková** (*Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic*):  
**pH Measurement and Modelling as a Link between High School Chemistry and Mathematics**

Investigating the acidity and alkalinity of solutions is linked to understanding the pH of solutions. At the secondary school level, this also means understanding the concept of the logarithmic function, which is a suitable topic for developing mathematical literacy. The objective was to design a laboratory activity in which students would not only measure solutions with the expected pH, but also construct a graph from the measured values without being aware of the dependence of pH on  $\text{H}_3\text{O}^+$  concentration. This would enable them to identify the function that best fits the obtained curve. The problem presented discusses the limitations of the design and provides teachers with a basis for preparing the laboratory exercise, including a worksheet for students. The validation of the laboratory activity demonstrates that during the implementation of the exercise, students are able to construct a graph from the measured values and solve application problems related to understanding the concept of a logarithmic function.

Keywords: pH, pH electrode, mathematical modelling, mathematical literacy



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.

## DOPLŇĚK

### Měření a modelování pH jako propojení středoškolské chemie a matematiky

Příloha obsahuje podrobnosti k realizaci úlohy na měření a modelování pH, které mají usnadnit učitelům přípravu laboratorního cvičení, sumarizovat teoretickou přípravu žáků, a nakonec nabídnout pracovní list pro žáky. Níže uvedené číslování kapitol respektuje číslování kapitol v článku, ve kterých se autoři odkazují na další podrobnosti uvedené v této příloze. Pro látkovou koncentraci je použita zjednodušující jednotka „M“ místo  $\text{mol dm}^{-3}$ .

#### (3.1) Limity úlohy

Řekněme si na úvod problémy, které mohou při realizaci úlohy nastat, aby učitelé mohli zvažovat, jak případně úlohu modifikovat, aby byla použitelná právě v jejich školním prostředí:

- 1) Úloha je založena na zjišťování poměrně přesné hodnoty pH, a proto je důležité mít funkční pH elektrody, které je možné kalibrovat pomocí roztoků pufrů, které jsou adekvátně uchovávány. Pro realizaci úlohy jsou pro 14 členou skupinu žáků potřeba ideálně alespoň 4 pH elektrody, protože dílčí skupinky o 3–4 žácích pak mohou pracovat po celou dobu s jednou elektrodou. Výhodou je použít školní měřicí systémy, které při měření zaznamenávají měřené hodnoty do grafu, ve kterém lze přímo provádět základní matematické operace. Jestliže škola měřicí systémy nemá, zpracovávají žáci měřené hodnoty pH v tabulkovém procesoru.

Kalibrace pH elektrod může být ve školním prostředí někdy problém, protože kvalita elektrod silně závisí na tom, jak se o ně pečuje. Při nepoužívání musejí být skladovány v uchovávacím roztoku, což je obvykle nasycený roztok KCl, který je v krycí nádobce, do které se elektroda po použití ukládá. Tím se zajistí, že nevyschne elektrolyt ve srovnávací elektrodě. Jakmile je elektroda ponechána delší dobu otevřená na vzduchu, dochází k vysychání roztoku uvnitř elektrody, elektroda měří chybně a je potřeba vyměnit elektrolyt uvnitř elektrody. Ovšem i u správně skladovaných elektrod je potřeba na začátku zajistit jejich správné měření, a tak se před úlohou změří pH dvou pufrů, aby se zjistilo, zda elektroda měří správně, tedy ukazuje hodnotu pH velmi blízkou hodnotě pufru. Pokud to tak není, je nutné elektrodu zkalibrovat, ideálně na tyto dva pufrů, a poté znovu ověřit, že elektroda již měří správně. Kalibrace elektrod může být někdy časově nepředvídatelná, protože ustavování rovnováhy na skleněné membráně iontově selektivní elektrody může trvat i pár minut, a tak je nutné počítat s časovou rezervou na kalibraci elektrod pro celou skupinu žáků.

- 2) Dále je úloha poměrně náročná na dostatek vhodného chemického nádobí, konkrétně odměrného nádobí, které je kalibrováno na určitý objem. Pro 4 skupiny žáků je potřeba 100ml odměrná baňka pro zásobní roztok do skupiny a šest 100ml odměrných baněk pro ředěné roztoky. To je dohromady 28 odměrných baněk o objemu 100 ml, což jsou nároky, které nemusí splnit mnohá školní laboratoř. Situaci lze řešit omezením počtu baněk na dvě, kdy jedna baňka je se zásobním roztokem a druhá slouží k ředění. V ní žáci ředí postupně roztoky a po řádném promíchání roztoky přelévají do označených kádinek. Dále je možnost použít sadu odměrných baněk o různém objemu, jenže to klade další nárok na pozornost žáků, kteří musejí pozorně počítat objem odebraného roztoku s ohledem na požadovanou koncentraci a objem dané baňky, do které roztok ředí. Rovněž je možno využít odměrných válců pro přípravu roztoků a ředit kyselinu v nich, nicméně je zásadní roztok ve válci správně zamíchat. V odměrném válci lze pH i proměřit, případně opět přelévat do suchých označených kádinek.
- 3) Kritickým bodem může být též standardizace roztoku HCl. Doporučujeme, aby učitel předem připravil roztok HCl a stanovil její koncentraci. Roztoky silných kyselin lze standardizovat na základní látky, jako jsou uhličitany, u kterých je potřeba zajistit, aby byly vysušené a tedy nepohltily vzdušnou vlhkost. Krok s vyvažováním uvolněného  $\text{CO}_2$  však mírně prodlužuje stanovení. Vhodnější se tedy jeví použití základní látky tetraboritanu sodného  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , jenž musí být pro analytické potřeby správně skladován, ideálně v exsikátoru nad vlhkým NaBr, aby při vážení dále nevlhlnul.

#### (3.2) Laboratorní příprava učitele

Pro žáky prvního nebo druhého ročníku SŠ, kteří tuto úlohu vypracovávají, je vhodné, aby během cvičení dělali co nejméně různorodých pracovních kroků, které by odváděly jejich pozornost od hlavního cíle cvičení, tedy porozumět vztahu mezi koncentrací HCl a naměřeným pH. Proto doporučujeme, aby standardizaci roztoku HCl a přípravu pH elektrod provedl učitel a ne žáci.

Jmenovitě, učitel před laboratorním cvičením (1) připraví roztok HCl a (2) stanoví jeho přesnou koncentraci, poté (3) naředí roztok HCl o známé koncentraci do zásobních baněk pro jednotlivé skupiny a (4) připraví kalibrované pH elektrody, ověří jejich přesnost.

Analytickou molární koncentraci kyseliny chlorovodíkové HCl je zapotřebí stanovit před laboratorním měřením, například pomocí standardizace acidimetrickou titrací (acidimetrií). Při ní se připraveným odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové HCl titruje roztok boraxu (dekahydrátu tetraboritanu sodného  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )

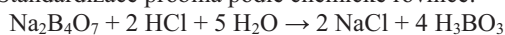


o známé koncentraci/látkovém množství. Známa navážka boraxu se rozpustí ve vodě a buď na acidobazický indikátor (methyloranž či methylčerven, přechod ze žluté do červené) či za využití instrumentální techniky (pH elektrody) se provádí titrace do zjištění bodu konce titrace. Podle spotřeby odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové HCl se vypočítá její přesná molární koncentrace.

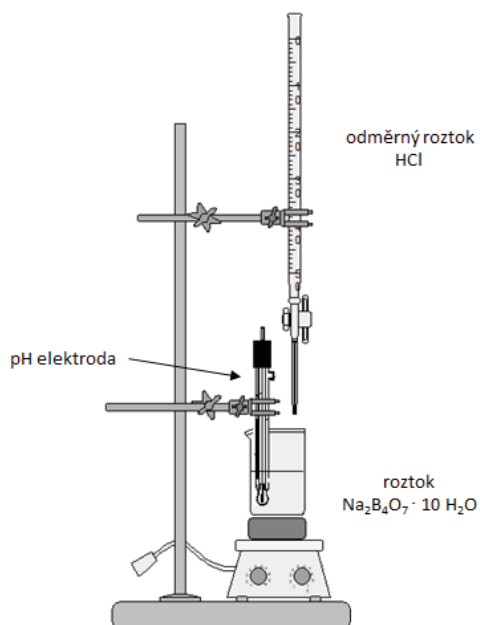
(1) Příprava zásobního roztoku HCl o  $c = 0,3$  M.

Uvažujme, že je k dispozici zásobní láhev HCl, která má tyto parametry deklarované na láhvi:  $M_r = 36,46$ ,  $1 \text{ dm}^3 = 1180 \text{ g}$ , 35 % hm. Vypočítáme, že pro přípravu 500 ml roztoku HCl o  $c = 0,3$  M je třeba odebrat 13 ml koncentrované kyseliny a naředit destilovanou vodou do odměrné baňky o  $V = 500$  ml. Z praktických důvodů je vhodnější odebrat nepatrně větší objem než vypočítaný, protože těkáním chlorovodíku z láhve může být koncentrace HCl v této láhvi spíše nižší než deklarovaná hodnota.

(2) Standardizace probíhá podle chemické rovnice:



Z poměru látkových množství/stechiometrických koeficientů spočítáme teoretickou navážku  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , aby spotřeba 0,3M HCl byla 12,5 ml (polovina byrety o  $V = 25$  ml). Teoretická navážka  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  je 0,715 g. Při standardizaci se naváží přibližně přesně vypočítané množství soli (nejpravděpodobněji budou k dispozici předvážky s přesností na 2 desetinná místa), kvantitativně se převede do kádinky, kde se rozpustí v takovém množství vody, aby byla dostatečně ponořena pH elektroda. Kádinka se umístí na magnetickou míchačku a přidá se do ní magnetické míchadlo. K laboratornímu stojanu se pomocí svorek a držáku připevní byreta a pH elektroda tak, aby byla elektroda ponořena v měřeném roztoku. Schéma aparatury je zobrazeno na obrázku níže.



Jedná se o acidimetrii, ze třikrát provedené titrace se spočítají dle níže uvedeného postupu tři hodnoty koncentrací, které se zprůměrují a je získána přesná koncentrace HCl.

Při výpočtu koncentrace HCl při reakci s tetraboritanem platí stechiometrický poměr v bodě ekvivalence:

$$\frac{n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{n(\text{HCl})} = \frac{1}{2}$$

Látkové množství tetraboritanu lze vyjádřit ze znalosti jeho navážky  $m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O})$  a molární hmotnosti  $M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O})$ , zatímco látkové množství HCl z její koncentrace  $c(\text{HCl})$  a objemu  $V(\text{HCl})$ . Po úpravě získáme následující rovnici.

$$\frac{m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{1}{2} c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$$

Úpravou rovnice a dosazením známé hodnoty molární hmotnosti dekahydrátu tetraboritanu sodného vyjádříme stanovenou koncentraci HCl:

$$c(\text{HCl}) = \frac{2 \cdot m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{381,4 \text{ g/mol} \cdot V(\text{HCl})}$$

Dosazením přesné navážky dekahydrátu tetraboritanu sodného a spotřeby HCl (v litrech) pro tři stanovení získáme koncentrace roztoku HCl, které zprůměrujeme.

(3) Příprava zásobního roztoku pro skupiny žáků

Roztok o  $c(\text{HCl}) = 0,3$  M je výchozí roztok učitele, ze kterého připravuje jednotlivým skupinám zásobní roztok o  $c(\text{HCl}) = 0,03$  M. Z bilance látkového množství HCl ve výchozím roztoku HCl učitele a připravovaném zásobním roztoku pro žáky vypočítáme, že pro přípravu 100 ml HCl o  $c(\text{HCl}) = 0,03$  M je potřeba odebrat 10 ml HCl o  $c(\text{HCl}) = 0,3$  M a doředit v odměrné baňce destilovanou vodou po rysku. Přesná koncentrace roztoku HCl připraveného učitelem však nejspíše nebude přesně 0,3000 M, a tak učitel buď spočítá a uvede žákům koncentraci HCl po naředění 10 ml roztoku HCl (v našem uváděném případě by to bylo 0,032 M), nebo vypočítá z bilance látkového množství odebraný objem tak, aby po naředění do 100 ml byla koncentrace HCl 0,03 M.

Tento roztok naředěný pro skupiny žáků se dá označit jako výchozí, jeho koncentraci  $c(\text{HCl})$  lze tedy indexovat jako  $c_0(\text{HCl})$ .

(4) Příprava pH elektrod

Učitel připraví pH elektrody a přeměří jimi pH pufrů. Jestliže některá elektroda naměří jiné pH, než je pH pufru, je potřeba ji zkalibrovat.

Uvedené kroky přípravy učitele mohou trvat cca 40 min, případně déle, jestliže je nutná kalibrace elektrod. Při každém dalším provedení tohoto cvičení se však čas na přípravu razantně zkrátí, neboť je zásobní roztok HCl připraven a standardizován. Učitel tedy pouze připraví čtyři výchozí roztoky pro žákovské skupiny naředěním zásobního standardizovaného roztoku HCl, na což je potřeba  $4 \times 10$  ml HCl, a připraví elektrody.

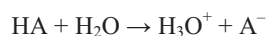
### (3.3) Potřebné dovednosti a znalosti žáků před laboratorními cvičeními

Laboratorní dovednosti žáků souvisejí se správnou laboratorní praxí, kdy žáci rozlišují chemické nádoby, které jsou kalibrované (odměrné nádoby) a nekalibrované (ostatní pomocné nádoby, např. sklo s orientační stupnicí). U odměrného nádobí žáci rozlišují nádoby na dolítí (odměrná baňka a odměrný válec) a na vylití (pipeta, byreta). Při provedení laboratorního cvičení si žáci uvědomují, při kterých dílčích úkonech je nutné používat suché nádoby a pomůcky, aby nedocházelo ke změně koncentrace roztoku, nebo kdy je nutné roztok kvantitativně převést do jiné nádoby. Např. při ředění 0,03M HCl může být v odměrné baňce zbytek vody po vymývání, neboť se v ní pak kyselina ředí další vodou. Pipety, případně odměrné válce, pomocí nichž se odebírá 0,03M HCl pro ředění naopak musejí být čisté a suché, případně vypláchnuté odebíraným roztokem HCl. Při použití odměrných válců na odměřování 0,03M HCl je třeba daný objem kvantitativně přenést, tedy vypláchnout do odměrné baňky.

Z teoretických znalostí potřebují žáci chápat, co je to elektrolyt a že elektrolyt ve vodných roztocích podléhá elektrolytické disociaci. Žáci napíšou rovnici disociace elektrolytů, z nichž podstatná je disociace jednosytné silné kyseliny HCl, rozlišují, co je to silný a slabý elektrolyt a v čem se liší disociace těchto dvou elektrolytů. V případě, že učitel použije empiricko-teoretický přístup, přicházejí žáci do laboratoře bez znalosti definice pH a experimentální měření a hledání závislosti pro ně může být skutečně objevné. U teoreticko-empirického přístupu znají žáci před provedením praktické úlohy výpočetní vztah  $\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$ . Z praxe však víme, že žáci si mnohdy nedokáží propojit znalosti z teoretických hodin s tím, co provádějí prakticky (je to ona výše zmíněná matematická gramotnost, kterou žáci nemusejí být schopni aplikovat), a tak i v tomto případě může být pro žáky potvrzující badání užitečné.

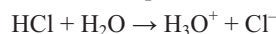
Následuje stručné shrnutí teoretických znalostí, kdy žáci prvního ročníku SŠ obvykle znají teorii kyselin a zásad, často také s výpočtem pH. Ten však pro provedení úlohy není podstatné znát předem, a tak lze úlohu zařadit i v případě, že logaritmickou funkci žáci skutečně vůbec neznají (níže závislost přesto pro pořádek uvádíme).

Ze základní školy je všem žákům známý pojem kyselost a zásaditost, i to, čím je charakteristická kyselina a zásada. Obecně lze definovat kyselinu HA jako látku schopnou odštěpovat proton  $\text{H}^+$ . Ten není schopen dlouhodobé samostatné existence, a tak se ve vodném prostředí váže na molekuly vody za vzniku oxoniového kationtu  $\text{H}_3\text{O}^+$ :



Síla kyselin se pozná podle toho, jak ochotně jsou její molekuly schopny odštěpovat proton  $\text{H}^+$ . Silné kyseliny odštěpují proton výrazně snadněji, a v rovnováze je tak kyselina prakticky zcela disociována, a tak lze jako molár-

ní koncentraci oxoniových kationtů  $\text{H}_3\text{O}^+$  uvažovat molární koncentraci silných jednosytných kyselin (HA). Známou a dobře dostupnou silnou jednosytnou kyselinou je kyselina chlorovodíková HCl, v jejímž vodném roztoku nastává disociace podle rovnice:



Jinými slovy, veškeré disociované vodíkové kationty z HCl vytvoří s vodou oxoniové kationty. Tzn. že množství oxoniových kationtů je stejné, jako by bylo teoretické množství HCl před disociací, což lze vztažením na jeden litr vyjádřit jako koncentraci. Tato rovnost by neplatila v případě slabých ani silných vícesytných kyselin.

Koncept pH je též známý ze základní školy, ovšem pouze kvalitativně, jak již bylo zmíněno. Přesná definice veličiny pH zní, že se jedná o záporný dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů  $\text{H}_3\text{O}^+$  v roztoku:

$$\text{pH} = -\log a(\text{H}_3\text{O}^+)$$

Pro potřeby středoškolské chemie (kvůli zjednodušení) se veličina aktivita nahrazuje molární koncentrací, jelikož v dostatečně zředěných roztocích lze zanedbávat vzájemné ovlivňování iontů v roztoku, tzn. že aktivitní koeficient je velmi blízký hodnotě 1. Rovnice pro výpočet pH pak má tvar:

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$$

Jakmile je známa koncentrace oxoniových kationtů v roztoku, což je u silných jednosytných kyselin stejné množství (koncentrace) jako je množství (koncentrace) kyseliny, snadno se vypočítá pH roztoku.

Z matematických znalostí je důležité rozlišovat u grafů nezávislou a závislou proměnnou, tedy že nezávislé proměnné jsou ty veličiny, které můžeme ovlivňovat a vynášejí se na osu  $x$ . Závislé proměnné sledujeme na ose  $y$  a mění se s měnící se hodnotou nezávislé proměnné. Prakticky: připravujeme roztoky o určité teoretické koncentraci (osa  $x$ ), u kterých následně měříme jejich pH. pH je tedy závislé (zatím nevíme, jestli ta závislost má nějakou konkrétní funkci) na koncentraci roztoku.

### (4.) Laboratorní cvičení – zadání pro žáky

Následuje pracovní list, který má několik částí. Celé laboratorní cvičení je rámováno badatelskou otázkou, která se stala názvem úlohy. Po teoretickém úvodu je definován úkol, který mají žáci vyřešit, jsou uvedeny potřebné pomůcky a chemikálie, dvě krátké otázky, které zjišťují, zda žáci chápou princip disociace. Postup obsahuje jednotlivé kroky vedoucí k naměření pH ředěných roztoků HCl. Výsledky zaznamenávají žáci do tabulky, data přenášejí do tabulkového procesoru, ve kterém sestavují graf, u kterého hledají nejvhodnější matematickou funkci popisující průběh závislosti. Grafy lze také rovnou vyhodnocovat ve spolupracujícím programu, pokud žáci měří pH pomocí školního měřicího systému. Žáci řeší další doplňující otázky a na konci cvičení reflektují, co se naučili.

## Jaká je matematická závislost mezi koncentrací oxoniových kationtů a pH roztoku?

### TROCHA TEORIE NIKOHO...

Vzpomínáte, co je pH? Stupnice vyjadřující míru kyselosti nebo zásaditosti. Ve vodných roztocích je kyselost vyjádřena množstvím oxoniových kationtů  $\text{H}_3\text{O}^+$ , protože malý kation (proton)  $\text{H}^+$  není schopen dlouho zůstat osamocen, ale zreaguje s vodou  $\text{H}_2\text{O}$ . Vodíkové kationty  $\text{H}^+$  vznikají odštěpením (disociací) z molekuly kyseliny. Silné kyseliny disociují velmi dobře, rozpadají se na ionty. Silné jednosytné kyseliny, které mají jeden odštěpitelný vodík, mají stejnou koncentraci disociovaných iontů  $\text{H}^+$ , a z nich vzápětí iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$ , jako je koncentrace kyseliny. Čím víc je v roztoku oxoniových kationtů  $\text{H}_3\text{O}^+$ , tzn. je vyšší koncentrace  $\text{H}_3\text{O}^+$ , tím kyselejší je roztok. Co to znamená? Už slovní spojení čím – tím napovídá, že mezi koncentrací  $\text{H}_3\text{O}^+$  a pH je nějaký vztah. Prozkoumejte, jak lze tento vztah matematicky vyjádřit.

### ÚKOL PRO VÁS

Ze základního roztoku HCl připravte ředěním roztoky o různých koncentracích iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$ . U těchto roztoků proměřte pH a sestavte graf, ve kterém budete sledovat závislost pH na koncentraci  $\text{H}_3\text{O}^+$ . Naměřené body v grafu proložte různými funkcemi a rozhodněte, která závislost nejlépe odpovídá naměřeným hodnotám. Jaký je předpis rovnice křivky proložených bodů? Díky ní budete moci vyřešit několik dalších úkolů.

### CO BUDETE POTŘEBOVAT

**Pomůcky:** odměrné baňky (6 ks, 100 ml), malé kádinky (8 ks), větší odpadní kádinka nebo nádoba, pH elektroda, stříčka s destilovanou vodou, buničina.

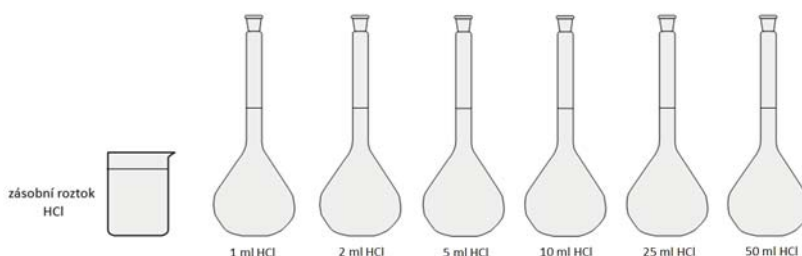
**Chemikálie:** kyselina chlorovodíková HCl ( $c = 0,03 \text{ M}$ ), destilovaná voda  $\text{H}_2\text{O}$ .

### ROZUMÍTE TEORII?

1. Napište rovnici disociace kyseliny chlorovodíkové HCl:
2. Jaká je koncentrace  $\text{H}_3\text{O}^+$  v zásobním roztoku o  $c(\text{HCl})=0,03 \text{ M}$ ?

### EXPERIMENTUJTE, BÁDEJTE

1. Do 6 odměrných baněk (100 ml) postupně napipetuje po 1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 25 ml a 50 ml vzorku zásobního roztoku kyseliny chlorovodíkové o  $c_0(\text{HCl})$ .
2. Baňky doplňte destilovanou vodou po rysku a označte je, aby bylo zřejmé, z kolika ml zásobního roztoku kyseliny chlorovodíkové byly tyto zředěné roztoky připraveny. Ředěním roztoků kyseliny  $c_0(\text{HCl})$  dle postupu tak vzniknou roztoky s koncentracemi  $c_1(\text{HCl}) - c_6(\text{HCl})$ , viz obr. níže.



Tabulka I níže zřehledňuje vztahy mezi koncentrací  $c_0(\text{HCl})$  a koncentracemi  $c_1(\text{HCl}) - c_6(\text{HCl})$ .

3. U připravených roztoků s různě naředěnou HCl proměřte jejich hodnoty pH: do suchých kádinek (označených I–VI) přelijte připravené a dobře promíchané roztoky HCl, změřte jejich pH a zaznamenejte hodnoty do tabulky níže. Před každým měřením je nezbytné pH elektrodu opláchnout destilovanou vodou (do vyhrazené kádinky) a osušit ji buničinou.

Tabulka I

Vztahy mezi koncentracemi roztoků kyseliny chlorovodíkové

Číslo vzorku	Označení koncentrace	V(HCl) o $c_0$ (HCl)	Vztah k $c_0$	Výsledná $c$ [mol/l]	Naměřené pH
1	$c_1$	1	$c_0/100$		
2	$c_2$	2	$c_0/50$		
3	$c_3$	5	$c_0/20$		
4	$c_4$	10	$c_0/10$		
5	$c_5$	25	$c_0/4$		
6	$c_6$	50	$c_0/2$		
0	$c_0$	100	$c_0$	$\approx 0,03$	

4. Vyhodnoňte získaná data: pro datové zpracování naměřených dat použijte program Microsoft Excel. Do jednoho sloupce запиšte skutečné koncentrace kyseliny chlorovodíkové, tj. hodnoty  $c_1$ (HCl) až  $c_6$ (HCl), ve druhém pak jejich naměřené hodnoty pH. Data vynesete do bodového grafu a zobrazená naměřená data zkuste prokládat různými druhy spojnic trendů se zobrazením hodnot spolehlivosti  $R^2$ . Ověřte, která regrese vykazuje nejvyšší shodu s naměřenými hodnotami. Identifikujte, o jaký typ funkční závislosti se ve vztahu molární koncentrace / hodnota pH jedná. Kromě hodnoty spolehlivosti  $R$  můžete v grafu zobrazit i rovnici křivky, kterou následně využijete pro řešení dalších otázek.

### ZJISTĚTE, JESTLI ROZUMÍTE TOMU, CO DĚLÁTE

- Jaká veličina bude na ose x a jaká na ose y? Tedy jaká veličina je nezávisle proměnná a jaká závisle proměnná?
- Jestliže víte, o jaký typ funkční závislosti se jedná, запиšte její rovnici: \_\_\_\_\_
- Porovnejte data: zaměřte se na hodnoty vzorků 1 a 4, případně 3 a 6. Jak se v uvedených dvojicích liší jejich koncentrace a hodnota pH?

Odpověď: \_\_\_\_\_

### BÁDEJTE DÁL, INTERPRETUJTE DATA

Pracujte s vámi sestaveným grafem:

- Vyčtěte z grafu, jaká musí být molární koncentrace roztoku kyseliny chlorovodíkové, aby její pH mělo hodnoty:
  - pH 3,00
  - pH 2,00
- Vyčtěte z grafu, jakou hodnotu pH bude mít roztok kyseliny chlorovodíkové, jestliže jeho koncentrace bude:
  - $c = 0,015 \text{ M}$
  - $c = 0,005 \text{ M}$

3. Spočítejte teoretickou hodnotu pH, pokud by se do odměrné baňky (100 ml) pipetovalo a poté naředilo následující množství HCl o  $c(\text{HCl}) = 0,03 \text{ M}$ :

a) 20 ml ..... pH = \_\_\_\_\_

b) 2,5 ml ..... pH = \_\_\_\_\_

4. Navrhněte přípravu roztoku kyseliny HCl, který by měl  $\text{pH} = 4$ . Kolik zásobního roztoku musíte odebrat a naředit na požadovaný objem?  $V(\text{HCl}) = \text{_____}$

Připravte tento roztok a změřte jeho pH. Nakolik se liší naměřená hodnota od vypočítané?  
 $\text{pH} = \text{_____}$

5. Shrňte za skupinu vaše zjištění:

Zvýší-li se koncentrace  $\text{H}_3\text{O}^+$  desetkrát, hodnota pH se \_\_\_\_\_ .

Sníží-li se koncentrace  $\text{H}_3\text{O}^+$  stokrát, hodnota pH se \_\_\_\_\_ .

6. Diskutujte s ostatními skupinami výsledky měření a chyby, které se podílejí na správnosti měření.

## ZÁVĚR

Jaká jsou podle vás nejdůležitější zjištění z této úlohy? Zodpovězte úvodní otázku dnešního cvičení.

Zamyslete se:

a) co nového jste se naučili z chemie:

b) co nového jste se naučili z matematiky:

c) jakou dovednost jste se naučili nebo procvičili v laboratoři:



Česká společnost chemická, Sekretariát a redakce Chemických listů  
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 221 082 383, redakce tel. 221 082 370  
e-mail: chem.spol@csvts.cz  
<http://www.csch.cz>

## Členské služby a výhody | Česká společnost chemická

Zapojení v České chemické společnosti, členu Asociace českých chemických společností, EuCheMS, ECTN-A a ČSVTS přináší individuálním chemikům, kromě vlastního členství v největší a nejstarší české profesní organizaci chemiků (zal. 1866):

### ROZŠÍŘTE SVÉ KONTAKTY

- celosvětově uznávanou příslušnost k jedné z nejstarších profesních organizací v chemii na světě,
- možnost zapojení se do práce a komunikace v jedné z místních či odborných poboček ČSCh,
- kontakty, informace, služby, možnosti, uplatnění,...
- přístup ke službám a slevám poskytovaným členskými organizacemi EuCheMS pro členy národních organizací,
- možnost přidruženého členství v IUPAC, a z toho plynoucí sleva u nakladatelství Blackwell a na konferencích sponzorovaných IUPAC, členové IUPAC dostávají časopis Chemistry International,
- možnost získání a doporučení členské přihlášky do významných zahraničních chemických společností (RSC, ACS, GDCh, GÖCh, SFC aj.),

### ZÚČASTNĚTE SE NÁRODNÍCH SJEZDŮ

- možnost zúčastnit se národních sjezdů s významnou slevou pro členy, které jsou pořádány každoročně, jednou na Slovensku jednou v ČR,

### ZLEPŠETE SVOJI INFORMOVANOST

- možnost dostávat 4x ročně zdarma tzv. „bulletinové číslo“ Chemických listů v tištěné či elektronické podobě,
- možnost dostávat 4x ročně, cestou elektronické pošty, členské upozornění na nejdůležitější události a aktuality,
- volný přístup k členskému magazínu ChemViews (<http://www.chemistryviews.org/>), jehož je ČSCh spoluvlastníkem, a to i na vašem mobilním telefonu apod.,
- členské informace o nových knihách, produktech a službách i o připravovaných odborných akcích na celém světě,
- informace o dění v evropských strukturách, jako např. EuCheMS, ECTN, EC2E2N a podobně,
- přístup k elektronickým informačním médiím Společnosti,
- volný přístup k tištěným verzím časopisů ChemPubSoc Europe v „knihovně ČSCh“, kterou po dohodě s PřF UK Praha zřídila ČSCh v Knihovně chemie (sídlicí v budově Hlavova 8/2030, Praha 2, Albertov, přízemí, v místnostech č. 148, 149, 150).

### ZAPOJTE SE DO ŘEŠENÍ GRANTŮ EU

- možnost participovat na řešení grantů s evropskými partnery, jako např. ECTN a partnerskými národními společnostmi.

### UŠETŘETE PENÍZE

- možnost objednání předplatného Chemických listů s významnými slevami,
- podstatné slevy u vložného na sjezdech a konferencích, jejichž oficiálním pořadatelem je ČSCh,
- významnou slevu (ca 90 %) na předplatné časopisu Chemistry – A European Journal, a dalších evropských časopisů konsorcia ChemPubSoc Europe, jichž je ČSCh spolumajitelem,
- přístup ke službám a slevám poskytovaným členskými organizacemi EuCheMS pro členy národních organizací,
- možnost získání příležitostných slev obchodních firem spolupracujících s ČSCh,
- slevu při zapůjčení automobilu (až 35 %) u společností AVIS a HERTZ na celém světě, kromě Austrálie, a použití těchto automobilů na akcích v ČR za speciální tarify,
- sleva 20 % z publikačních poplatků v časopise ChemOpenChem, který společnost spoluvlastní.

### ZDŮRAZNĚTE SVOJI PROFESIONALITU

- možnost zažádání o evropskou nostrifikaci chemického vzdělání a odborné praxe spojenou s udělením titulu EurChem, platného v celé EU,

### BUĎTE VIDĚNI

- možnost uplatnit informace z vlastní pracovní činnosti (výsledky, novinky, inzerce, tisková oznámení aj.),
- možnost zveřejnění vlastního oznámení v rubrice Bulletinu Chemických listů „Práci hledají“,
- a řadu dalších služeb, které se teprve sjednávají,

### PRO FIRMY A PODNIKATELE

- Firmám, podnikům, institucím a dalším právnickým osobám nabízí ČSCh mimo jiné i tzv. „kolektivní členství“, při kterém se ve vzájemné smlouvě sjedná to, čím mohou pomoci jedna strana druhé. Podrobnosti na dotaz.

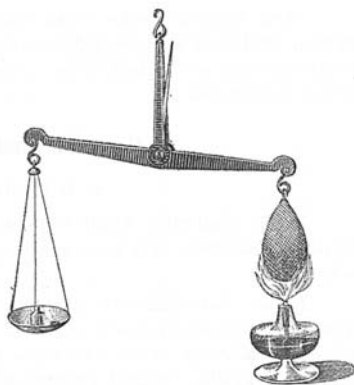


# BULLETIN

ASOCIACE ČESKÝCH CHEMICKÝCH SPOLEČNOSTÍ

Ročník 55

Číslo 3



Rošický V.: Přírodopyt, 1899



Český komitét  
ČKCH  
pro chemii



ČESKÁ SPOLEČNOST CHEMICKÉHO INŽENÝRSTVÍ  
CZECH SOCIETY OF CHEMICAL ENGINEERING



## Obsah – Chemické listy 2024, číslo 5 a 6

### ČÍSLO 5/2024

#### ÚVODNÍK

**Chemické povídání** 253  
J. Masák

#### REFERÁTY

**Aerosolová hmotnostní spektrometrie** 254  
R. Lhotka a P. Vodička

**Lipidizace jako nástroj pro vývoj peptidových léčiv** 263

A. Myšková, D. Sýkora, J. Kuneš a L. Maletínská

**Biochemický význam matrix Gla proteinu a jeho potencionální využití v klinické biochemii jako markeru** 270

M. Barna, J. Čepová, K. Dunovská, P. Melicherčík, V. Barták, R. Průša, R. Kizek a E. Klapková

#### PŮVODNÍ A METODICKÉ PRÁCE

**Využití Ramanovy spektroskopie pro hodnocení degradace vlákn z poly(*p*-dioxanonu) určeného pro lékařské účely** 277

D. Jezbera, J. Loskot, M. Nalezinková, A. Myslivcová Fučíková a A. Bezrouk

**Stanovení vybraných biologicky aktivních látek v levanduli lékařské vypěstované v České republice** 284

I. Šístková, V. Kružík, I. Horsáková, H. Neumannová a H. Čížková

#### VÝUKA CHEMIE

**Chemické vzdělávání na středních odborných školách – Mít je, či nemít? A jaké?** 290

S. Janoušková, M. Čapek Adamec, V. Pumpr a D. Chrpová

### ČÍSLO 6/2024

#### ÚVODNÍK

**Devět Skal po třiadvacáté** 301  
E. Benešová

#### REFERÁTY

**Perfluoralkylové látky – přehled jejich výskytu, dopadů na zdraví a metod detekce** 302

K. Kukrálová, E. Miliutina, O. Lyutakov a V. Švorčík

**Nukleosidová chemie v ÚOCHB – ohlédnutí do historie** 311

M. Krečmerová

**IGF2: Opomíjený hormon z rodiny inzulinu s významným terapeutickým potenciálem** 321

T. Turnovská, J. Jiráček a L. Žáková

**Kdo byl Thomas Midgley, Jr.** 331  
P. Holý

#### PŮVODNÍ A METODICKÉ PRÁCE

**Rychlejší vývoj krystalizačního procesu díky procesním analytickým technologiím** 342

A. Benýšek Bártová a R. Gabriel

#### VÝUKA CHEMIE

**Rozsah a zpracování tématu chemických výpočtů v učebnicích chemie pro střední školy** 348

M. Rusek, V. Machková, D. Koperová, I. Bártová, V. Sirotek a J. Štrofová



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.



## PŘEDSTAVITELÉ CHEMICKÉ OBCE V ČECHÁCH, ČESKOSLOVENSKU A NA SLOVENSKU

ZDENĚK BĚLOHLAV<sup>a</sup>, PAVEL DRAŠAR<sup>a</sup>, PAVEL CHUCHVALEC<sup>a</sup>, BOHUMIL KRATOCHVÍL<sup>a</sup>,  
VIKTOR MILATA<sup>b</sup> a RADMILA ŘÁPKOVÁ<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika, <sup>b</sup> Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovensko, <sup>c</sup> Chemické listy, redakce, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, Česká republika  
drasarp@vscht.cz

Došlo 15.4.24, přijato 29.4.24.

Článek přináší shrnutí série publikací mapujících představitele chemických společností, šéfredaktory chemických časopisů a funkcionářů ČSCH a SCHS.

Klíčová slova: představitelé chemických společností, šéfredaktori chemických časopisů, funkcionáři ČSCH

Přestože máme starší přehledné zdroje o historii a funkcionářích chemických společností na našem území z per O. Hanče a L. Jenšovského<sup>1,2</sup>, ne všechno je tam popsáno do podrobností, které se současným badatelům podařilo vypátrat v archivu ČSCH, ale i například pomocí moderních genealogických a archivních pomůcek<sup>3–5</sup>.

Chemické listy proto přinesly sérii článků, které popisují historii a registrační údaje spolků chemiků od památného roku 1865, kdy student techniky F. E. Fischer z Prahy navrhl zřídit spolek „Isis“, Spolek pro vzdělání v oboru chemie a pomocných věd (Verein zur Ausbildung in der Chemie und der Hilfswissenschaften), který byl skutečně ustaven 24. 4. 1866 v Praze<sup>6</sup>. Paralelně pak byl publikován seznam předsedů tohoto spolku<sup>7</sup>. Časopis zdůraznil též život a dílo prvního profesora chemie a chemické technologie na pražské technice, Karla Augustina Neumanna<sup>8</sup>.

V dalším pokračování byl publikován přehled představitelů chemické obce<sup>9</sup> v letech 1872–1907 a v období konce Rakouska-Uherska až po dobu první republiky v letech 1907–1943 (cit.<sup>10</sup>). V období 1893–1907 existovala vedle chemické společnosti, z iniciativy průmyslově orientovaných chemiků, Společnost pro průmysl chemický v Království českém. Ukázalo se však později, že „držet“ dvě podobné společnosti bylo obtížné, a tak tato společnost pokračuje po sloučení s Chemickou společností, Spolkem českých chemiků v roce 1907 jako „Česká chemická společnost pro vědu a průmysl“. Jediným předsedou Společnosti pro průmysl chemický v Království českém byl Jan Baptista Lambi<sup>11</sup>.

Po dobu druhé světové války bylo spolkaření do jisté míry omezeno a rozkvět nastal opět po obnovení Československa<sup>12,13</sup>.

Pro přehlednost byl publikován i širší přehled vedoucích představitelů<sup>14</sup> Československé a České společnosti chemické, který uvádí funkcionáře od voleb roku 1965, čímž navazuje na seznam Hančův<sup>1</sup> a přináší tak seznam funkcionářů zvolených až do roku 2025.

Samostatná organizovaná spolková činnost chemiků na Slovensku začala krystalizovat na počátku roku 1927. Ustavující schůze „Čsl. společnosti chemické, odbočky v Bratislavě“ se konala v Bratislavě dne 30. listopadu 1929. Tento časopis přinesl též úplný seznam předsedů SCHS od roku 1929, který SCHS považuje za svůj prvo počátek, a to až do konce 20. století<sup>15</sup>.

Protože spolkový časopis patřil ve všech svých podobách vždy k zásadním pilířům Společnosti<sup>16,17</sup>, je samozřejmé, že byl zde publikován i seznam šéfredaktorů<sup>18</sup>.

Historiografie oboru jako chemie znamená pro současnost i budoucnost významný zdroj jak informací o jednotlivých představitelích obce tohoto oboru, tak i o celkovém společenském dění, které bylo chemickými spolky samozřejmě odráženo.

### LITERATURA

1. Hanč O.: *100 let Československé společnosti chemické, její dějiny a vývoj 1866–1966*. Academia, Praha 1966.
2. Bláha K., Tomko J.: *Československá společnost chemická při ČSAV, Slovenská chemická spoločnosť pri SAV 1976–1985*. Academia, Praha 1987.
3. <https://kramerius5.nkp.cz/>, staženo 14. 4. 2024.
4. <https://katalog.ahmp.cz/pragapublica/>, staženo 14. 4. 2024.

5. <https://www.myheritage.cz/>, staženo 14. 4. 2024.
6. Drašar P.: Chem. Listy 115, 506 (2021).
7. Drašar P.: Chem. Listy 117, 238 (2023).
8. Drašar P.: Chem. Listy 117, 448 (2023).
9. Drašar P.: Chem. Listy 117, 244 (2023).
10. Drašar P.: Chem. Listy 117, 48 (2023).
11. Drašar P.: Chem. Listy 117, 451 (2023).
12. Drašar P.: Chem. Listy 117, 43 (2023).
13. Drašar P., Chuchvalec P., Bělohav Z.: Chem. Listy 116, 614 (2022).
14. Řápková R., Drašar P.: Chem. Listy 116, 631 (2022).
15. Drašar P., Milata V.: Chem. Listy 117, 641 (2023).
16. Drašar P.: Chem. Listy 117, 593 (2023).
17. Drašar P.: Chem. Listy 116, 638 (2022).
18. Kratochvíl B., Drašar P.: Chem. Listy 115, 498 (2021).

**Z. Bělohav<sup>a</sup>, P. Drašar<sup>a</sup>, P. Chuchvalec<sup>a</sup>, B. Kratochvíl<sup>a</sup>, V. Milata<sup>b</sup>, and R. Řápková<sup>c</sup>** (<sup>a</sup> *University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic*, <sup>b</sup> *Slovak Technical University in Bratislava, Bratislava, Slovakia*, <sup>c</sup> *Chemické Listy, Editorial Office, Prague, Czech Republic*): **Representatives of the Chemical Community in Bohemia, Czechoslovakia and Slovakia**

The article provides a summary of a series of publications mapping representatives of chemical companies, editors-in-chief of chemical journals and officials of Czech Chemical Society (ČSCH) and Slovak Chemical Society (SCHS).

**Keywords:** representatives of chemical societies, editors-in-chief of chemical journals, Czech Chemical Society officials



Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.cs>), která umožňuje neomezené využití, distribuci a kopírování díla pomocí jakéhokoliv média, za podmínky řádného uvedení názvu díla, autorů, zdroje a licence.

## Ze života chemických společností

## Třikrát Hanušova medaile „spojená s elektroforézou“

Hanušovu medaili jakožto nejvyšší vyznamenání ČSCH za vědecké dílo nedávno obdržely tři výjimečné osobnosti „České elektroforetické školy“.



**Ing. František Foret, DSc.** je ředitelem Ústavu analytické chemie AV ČR v Brně, kde působí na Oddělení bioanalytické instrumentace. V rámci své vědecké kariéry pobýval nejprve jako postdoktorand, pak jako vedoucí výzkumné skupiny na Barnett Institute, Northeastern University v Bostonu (1991 až 2001). Jeho vědecké zaměření je

na kapilární separace, spojení s hmotnostní spektrometrií, mikrofluidikou a nanotechnologií. Publikoval více jak 230 publikací v impaktovaných časopisech, pravidelně přednáší na mezinárodních sympoziích. Od roku 2011 je členem Učené společnosti. Rovněž působí jako editor časopisu Electrophoresis a je členem mnoha redakčních rad mezinárodních časopisů.



**Prof. RNDr. Bohuslav Gaš, CSc.** vede skupinu elektromigračních separačních metod na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Zabývá se teorií a instrumentací kapilární elektroforézy. Podílel se na formulaci lineárního matematického modelu elektroforézy, který je implementován v počítačovém programu PeakMaster. Dlouhodobě odborně spolupracuje s firmou Agilent Technologies v Německu. Publikoval přes 150 článků v impaktovaných časopisech, je rovněž původcem devíti českých patentů (z nichž sedm bylo realizováno) a inventorem ve dvou US patentech. Je editorem časopisu Electrophoresis. Na mezinárodních sympoziích přednesl více jak 100 přednášek, včetně mnoha zvaných přednášek, zejména v souvislosti s teorií kapilární elektroforézy. Působil jako proděkan, prorektor a dvě funkční období zastával rovněž funkci děkana Přírodovědecké fakulty UK Praha.



**RNDr. Václav Kašička, CSc.** je vedoucím Laboratoře elektromigračních metod na Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR v Praze. Zabývá se výzkumem a vývojem elektroseparačních metod a jejich aplikací pro analýzu a charakterizaci (bio)molekul. Je autorem/spoluautorem více než 180 prací v impaktovaných časopisech, 20 kapitol v knihách a asi 150 přednášek na mezinárodních sympoziích. Je editorem časopisu Journal of Separation Science a členem redakčních rad několika mezinárodních časopisů. Je rovněž dlouholetým předsedou Odborné skupiny pro chromatografii a elektroforézu ČSCH, kde se rovněž podílí na šíření dobrého jména České republiky v zahraničí.

Všem pánům moc gratulujeme a přejeme spoustu energie, nápadů a dalších úspěchů v jejich práci!

Jan Petr

## Připomenutí památky profesora Rudolfa Zahradníka a jeho ženy Mileny

Dne 14. března 2024 byla na fasádě domu v Heřmanově ulici 37 na Praze 7, v němž manželé Zahradníkovi dlouhá léta žili, odhalena pamětní deska, jejímž autorem je sochař a medailér Josef Lorenc a která připomíná tyto vynikající osobnosti české chemie. Slavnostního odhalení se zúčastnilo vedení Učené společnosti České republiky, z jejíž iniciativy tato akce proběhla, přední zástupci Akademie věd České republiky, akademické obce, starosta Prahy 7 Jan Čížinský a řada dalších významných osobností, mezi něž lze jistě zařadit i přítomné potomky manželů Zahradníkových.

Na Rudolfa Zahradníka a jeho ženu vzpomínali předseda Učené společnosti ČR Libor Grubhoffer, předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová, emeritní předsedové AV ČR Jiří Drahoš, Václav



Pačes a Helena Illnerová, ředitel Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského Martin Hof a řada žáků, kolegů a přátel profesora Zahradníka. Mimo jiné chemikové Petr Čársky, Pavel Hobza, Zdeněk Havlas, Břetislav Friedrich nebo Vladimír Špirko, ze Slovenska přijeli Jozef Noga a Miroslav Urban. Většina z nich s dojetím vzpomínala na krásné chvíle, které mohli strávit v přítomnosti manželů Zahradníkových v Heřmanově ulici 37. O osobnosti, životě a díle prof. Zahradníka je naše chemická veřejnost dobře informována. Jeho rozhodnutí, že po roce 1968 neopustí naši zem, mělo nedozírný význam pro další rozvoj naší kvantové chemie a nejen té. Rovněž jeho role při rekonstrukci AV ČR po roce 1989 je zcela nezastupitelná a dobře známá. Považujeme za vhodné při této příležitosti připomenout jeho mimořádně kladný vztah k našemu časopisu. A nedovedeme si představit, že by popřál sluchu některým dnešním „evaluátorům“, kteří tvrdí, že by se mělo přestat publikovat v češtině a v časopise Chemické listy. Myslím, že i tento odkaz prof. Zahradníka bychom si měli často připomínat. Rozhodně stojí za to připomenout si tuto vyni-

kající osobnost i občasným prolistováním jeho Laboratorního deníku s podtitulem Zač jsme bojovali (viz <https://biblio.hiu.cas.cz/records/2ab1d513-1406-459c-b80c-f675cdb9dd42>). Členové redakčního kruhu našeho časopisu pochopitelně často vzpomínají i na jeho ženu Milenu Zahradníkovou, která mnoho let pracovala v sekretariátu České společnosti chemické a zapsala se po boku svého manžela nesmazatelným způsobem do historie Chemických listů. A na závěr bychom rádi citovali z výše zmíněného Laboratorního deníku Rudolfa Zahradníka: „Rozhlížeje se kolem sebe, vidím, že jsem šťastný člověk. Mám v dohledu pozoruhodně velký počet kolegů a přátel, žen i mužů, kteří mi imponují,“ a popřáli všem našim čtenářům, aby mohli říci totéž.

*Libor Grubhoff, předseda Učené společnosti  
České republiky  
Jiří Barek, předseda Odborné skupiny  
analytické chemie ČSCH*

## Odborná setkání

### 2. pracovní dny klinické hmotnostní spektrometrie na PŘF UP v Olomouci

Oddělení klinické biochemie fakultní nemocnice Olomouc a Laboratoř růstových regulátorů Univerzity Palackého v Olomouci uspořádaly ve dnech 13. – 14. 5. 2024 v prostorách Přírodovědecké fakulty UP Olomouc v prostorách Pevnosti poznání (bývalý vojenský sklad z 19. století) konferenci zaměřenou na klinickou hmotnostní spektrometrii. Hmotnostní spektrometrie je intenzivně se rozvíjející oblast analytické chemie s řadou aplikací v různých vědních oborech. Vyvíjené nové technologie umožňují pozvolné využívání hmotnostní spektrometrie v klinické laboratorní medicíně. Této problematice se dlouhodobě věnuje prof. David Friedecký, který konferenci založil. Garanti jednotlivých bloků byli z různých nemocničních pracovišť, kde hmotnostní spektrometrii využívají v běžném laboratorním provozu: doc. Ing. Eva Klappková, Ph.D., z Fakultní nemocnice Motol; RNDr. Romana Uřinová, Ph.D., z Fakultní nemocnice Ostrava; RNDr. Josef Bártl, Ph.D., z Všeobecné fakultní nemocnice Praha; prof. RNDr. David Friedecký, Ph.D., z Fakultní nemocnice Olomouc a doc. RNDr. Peter Ondra, Ph.D., z Fakultní nemocnice Olomouc.

Tato akce koordinuje úsilí zaměřené na prohloubení porozumění využití hmotnostní spektrometrie v klinické laboratorní medicíně<sup>1</sup>. Je známo, že díky využití fragmentní analýzy je možné provádět detekci stanovené látky ve složité biologické matici s minimální úpravou vzorku. Velká pozornost využití hmotnostní spektrometrie v laboratorní medicíně se tedy soustřeďuje na možnost stanovení malých molekul, jako jsou léčiva a jejich meta-

bolity. Ty jsou běžně analyzovány imunochemickými metodami, které samozřejmě mají svá úskalí. Hmotnostní detekce, její automatizace a minimální úprava biologického vzorku jsou velkou výzvou. Společnost Roche připravuje kompaktní plně automatizovaný analyzátor spojující již používané technologie s hmotnostním detektorem. Pokud se zaměříme na souhrn aplikací hmotnostní spektrometrie v klinické laboratorní analýze, tak jsou to následující hlavní oblasti. Toxikologie: analýza léčivých látek a jejich metabolitů, analýza hlavních skupin drog (opiáty, kanabinoidy, amfetamin, alkaloidy aj.), analýza vybraných skupin látek (benzodiazepiny aj.). Monitorování terapeutických hladin léků: analýza vybraných skupin (antidepresiva, antiretrovirotika, kancerostatika, antibiotika aj.), analýza specifických skupin látek jako metotrexát, aminokyseliny, busulfan, hydroxurea; analýza vitaminů (D, K), stanovení hormonů. Dědičné a metabolické poruchy: analýza aminokyselin, organických kyselin, purinů, pyrimidinů; specifická stanovení látek, jako je kreatin, guanidinoacetát, sialová kyselina. Metabolomika, proteomika, lipidomika, metalomika: analýza profilů vybraných metabolitů, proteinů, lipidů, kovů. Samostatnou skupinu představuje analýza a identifikace virů a bakterií. Více lze nalézt v práci<sup>2</sup>. S ohledem na to, že první ročník byl velmi úspěšný, tak byl druhý ročník setkání rozvržen do dvou dní. Připravený odborný program zahrnoval 24 přednášek. Hlavní bloky přednášek byly následující: 1. Hmotnostní spektrometrie v klinické biochemii (stanovení katecholaminů v moči, lipidomická analýza u karcinomu slinivky, stanovení vitamínu D a možnosti porézních částic v kolonách pro HPLC/UHPLC analýzu biologického vzorku). 2. Terapeutické monitorování léků pomocí MS

(monitorování antipsychotik, stanovení remdesiviru, gancikloviru, teriflunomidu a nových antibiotik). 3. Diagnostika dědičných metabolických poruch pomocí MS (vzácná onemocnění, lipidomika u lysosomálních onemocnění, využití hmotnostní detekce v novorozeneckém screeningu, multikomponentní analýza, fyziologické rozmezí purinů v moči). 4. Hmotnostní spektrometrie v toxikologii (analýza kanabinolu, sledování intoxikace a využití v rutinním provozu, nové syntetické drogy). 5. Kam směřuje klinická MS nejen v Česku (vývoj metod detekce biologických léčiv, možnosti proteomiky a automatizace). V závěrečném bloku proběhla diskuse k procesu IVD-R pravidel v laboratorní medicíně. Ze setkání byl vydán sborník abstraktů, který je dostupný na internetových stránkách<sup>3</sup>. Naprosto zřejmé je, že hmotnostní detekce v poměrně krátkém časovém intervalu bude nezbytnou součástí klinické laboratorní medicíny.

## LITERATURA

1. Friedecky D., Lemr K.: *Klin. Biochem. Metab.* 20 (41), 210 (2012).
2. Friedecky D., Lemr K.: *Klin. Biochem. Metab.* 20 (41), 152 (2012).
3. Friedecky D.: Sborník příspěvků, <https://biochemie.fnol.cz/pracovni-dny-klinicke-hmotnostni-spektrometrie> (2024).

*René Kizek*

*Ústav lékařské chemie a klinické biochemie,  
2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy  
a Fakultní nemocnice Motol, Praha*

## 11. mezinárodní chemicko-technologická konference (ICCT)

Také v roce 2024, tedy opět po roce, měli chemici a chemičtí inženýři možnost zúčastnit se již jedenácté mezinárodní chemicko-technologické konference ICCT v Mikulově, která proběhla ve dnech 15.–17. dubna. Jedenáctý ročník mezinárodní konference navázal na dlouhou tradici chemicko-technologických konferencí a kladl si za cíl seznamovat odbornou veřejnost s klíčovými výzvami a problémy chemie a energetiky v mezinárodním kontextu a naznačovat možnosti, jak tyto výzvy především v podmínkách České republiky do budoucna řešit.

Odborný program letošního setkání opět zdůraznil to, s čím jsou naše chemické firmy, výzkumné a vzdělávací instituce, ale i politická reprezentace citelně a dlouhodobě konfrontovány. Především s reálnými dopady globální dekarbonizace a závazky Green Dealu. A to vše v době napjaté situace v energetice, slabého ekonomického růstu a zostřující se konkurence se zeměmi s dostupnějšími zdroji energie a surovin. Dekarbonizace a z ní vyplývající závazky již nejsou jen výzvami, ale strategickou agendou nejen pro průmysl, ale pro společnost jako celek a náš celkový životní styl. Musí se proto promítnout i do oblasti

vzdělávání (a nejen vysokého školství), vědy a výzkumu a realizovaných investičních inovací.

Lze konstatovat, že právě takové technologické konference, jakou je ICCT pořádaná Českou společností průmyslové chemie, otevírají cestu k naplnění těchto výzev. Těmto trendům se přizpůsobil i nově koncipovaný vědecký program, který lze krátce charakterizovat těmito hlavními oblastmi konference:

1. **Dekarbonizace energeticky náročných odvětví – Green Deal**
  - Dekarbonizace – konverze a skladování energií, zachytávání uhlíku a jeho použití
  - Inovativní způsoby výroby vodíku s využitím obnovitelných a udržitelných zdrojů energie
  - Oběhové hospodářství
2. **Organická technologie, petrochemie, aplikovaná katalýza**
  - Ropa, plyn, uhlí – alternativní suroviny, nové technologie, biorafinerie, paliva, biopaliva
  - Petrochemie a organická technologie – alternativní suroviny, nové technologie, nové a rozhodující produkty včetně výroby polymerů
  - Aplikovaná katalýza a organická technologie
3. **Biotechnologie, technologie chemických specialit**
  - Biotechnologie a biorafinace
  - Syntéza a výroba léčiv
  - Polymery, kompozity
4. **Nové materiály, zdroje energie, vodíková strategie, pokročilé procesy a aparáty, technologie pro ochranu prostředí**
  - Anorganická technologie
  - Materiálové inženýrství (včetně moderních kovových biomateriálů pro lékařské účely)
  - Procesní inženýrství
  - Technologie pro ochranu prostředí
5. **Ekonomika chemického průmyslu**
  - Ekonomika chemického průmyslu v nových podmínkách



Foto: Konferenci zahájili J. Lederer a J. Lubojacký



Foto: Vítězům soutěže účastníků do 35 let předal ocenění J. Lederer a P. Krystyník

Garanty vědeckého programu jsou vědecký a programový výbor. Předsedou programového výboru je Ing. Jaromír Lubojacký, MBA. Předsedou vědeckého výboru je doc. Ing. Jaromír Lederer, Ph.D., z ORLEN UniCRE Litvínov. Hlavním organizátorem je Česká společnost průmyslové chemie. Konference se konala pod záštitou Ministerstva průmyslu a obchodu ČR. Konferenci organizačně zajišťovala společnost AMCA, spol. s r.o., Praha. Materiály z konference jsou prezentovány (publikovány) v elektronické i písemné podobě, jako jsou: program, abstrakty a sborník. Letošního ročníku se zúčastnilo 252 účastníků z České republiky, Slovenska, Rakouska a Německa.

Konference trvala tři dny a byla zahájena pondělním odpoledním plenárním zasedáním. Ještě před prezentací jednotlivých plenárních přednášek předal předseda ČSPCH doc. Ing. Jaromír Lederer, Ph.D. Cenu Viktora Ettela prof. Martinu Bajusovi ze Slovenské technické univerzity (STU) v Bratislavě za „celoživotní práci a zásadní přínos k teoretickému poznání a rozvoji průmyslových aplikací v oblasti pyrolýzy uhlíkatých surovin“. Docent Lederer ve svém vystoupení připomněl, že cenu uděluje každoročně Česká společnost průmyslové chemie za vynikající výsledky v chemické technologii. Pondělní večer byl zakončen posterovou sekcí s vyhlášením soutěže o nejlepší postery mladých autorů. V rámci plenární úvodní sekce zaznělo následujících osm přednášek:

#### **Transforming energy into chemicals and fuels – POWER-TO-X TECHNOLOGY**

Prof. Ing. Martin Bajus, DrSc., STU Bratislava

#### **MIT support for the decarbonisation of the Czech chemical industry**

Ing. Eduard Muřický, Chief Director of the Economic Section of the MIT of the Czech Republic

#### **Decarbonisation of the chemical industry – designing a transition pathway**

Ing. Ivan Souček, CSc., SCHP ČR

#### **Decarbonisation strategy at ORLEN Unipetrol**

Ing. Martin Růžička, ORLEN Unipetrol

#### **“Green” hydrogen production by means of water electrolysis**

Prof. Dr. Ing. Karel Bouzek, UCT Prague

#### **Hydrogen strategy of the Czech Republic**

Ing. Petr Mervart, Head of the MIT Hydrogen Strategy Department

#### **4-Quinolone drugs and their perspective**

Prof. Ing. Viktor Milata, DrSc., STU Bratislava

#### **Investment in the expansion of amine production at the Wanhua Chemical plant in Ostrava**

Mgr. Libor Dluhoš, Ph.D., BorsodChem MCHZ, Ostrava

V rámci programového obohacení letošní konference ICCT 2024 proběhla prohlídka těžebního prostoru zemního plynu nedaleko Břeclavi. Odborné exkurze se zúčastnilo 40 účastníků konference z řad studentů, univerzitních pracovníků i odborníků z průmyslových podniků. Exkurze provedla účastníky těžebním střediskem Břeclav I provozovaným společností LAMA GAS & OIL s.r.o. Na těžebním středisku účastníci viděli dvě produkční sondy na těžbu zemního plynu a veškerou související technologii určenou k čištění a zatlačení zemního plynu do plynovodní soustavy.

*Jaromír Lubojacký a Jaromír Lederer*

#### **PSE Trends in Natural Products 2024: Young Scientists' Meeting, Hotel Passage, 21. – 24. 5. 2024**

V brněnském hotelu Passage se na konci května konala konference PSE 2024: Young Scientists' Meeting. Tato konference, která každoročně láká stovky odborníků z oboru farmakognozie, se koná vždy v jiné evropské metropoli. Pro rok 2024 bylo vybráno Brno, a Farmaceutická fakulta se tak postarala o kompletní organizaci celé akce. Konference přivítala 150 hostů z 25 zemí světa, z nichž můžeme jmenovat mimo sousedních zemí také Indii, Thajsko nebo Koreu.

Natěšení účastníci se v hotelu Passage začali scházet již dlouho před 13. hodinou, kdy vypukla hlavní registrace. Ve 14 hodin byla odstartována samotná konference, kterou uvedla prorektorka pro výzkum a doktorské studium Masarykovy univerzity prof. RNDr. Šárka Pospíšilová, Ph.D. Paní prorektorka zastoupila při úvodním slovu pana rektora, který poskytl konferenci PSE 2024 záštitu a podporu. Dále hosty uvítal také děkan Farmaceutické fakulty prof. PharmDr. Mgr. David Vetchý, Ph.D., na kterého navázal proděkan pro mezinárodní vztahy a internacionalizaci prof. PharmDr. Karel Šmejkal, Ph.D., který se svým týmem celou konferenci organizoval.

Mimo záštity od rektora MU poskytla záštitu nad konferencí také primátorka města Brna JUDr. Markéta Vaňková a akci významně podpořil také Jihomoravský kraj. V neposlední řadě se na realizaci celé konference podílela více než desítka partnerů, kterým patří veliký dík.

Konference měla podtitul „Young Scientists' Meeting“, z čehož vyplývá, že se zde setkali především mladí vědci a doktorští studenti, kteří tak dostali jedinečný prostor prezentovat své dosavadní výsledky před odborným publikem. Mimoto však na konferenci prezentovala řada předních odborníků z oboru fytochemie, medicínální chemie, molekulární biologie či experimentální botaniky. Témata byla velmi rozmanitá, kdy byly zmíněny účinky snad všech sekundárních metabolitů a jejich polysyntetických či plně syntetických derivátů; účinky rostlinných extraktů *in vitro* a *in vivo*; využití výpočetních metod pro predikci bioaktivity; inovativní využití separačních a spektroskopických metod; zvýšení produkce biomasy či obsahových látek pomocí různých fyzikálně-chemických metod a mnohé další. Vrcholem konference byla poslední zahraniční přednáška prof. Appendina – uznávaného vědce v oblasti přírodních léčiv, který se zasadil o desítky článků o přírodních i syntetických kanabinoidech. Jeho přednáška na téma „Phytocannabinoids: Reflexions from a two decade journey“ byla jakousi rozlučkou s jeho vědeckou kariérou a vzbudila značný ohlas.

Hosté si užili čtyři nabitě dny plné přednášek, workshopů a předávání poznatků na poli vědy a výzkumu. Součástí konference byla i populární prezentace vědeckých posterů, z nichž si ti nejlepší prezentující odnesli zajímavé ceny. V rámci volnočasového programu pak měli hosté příležitost poznat město Brno, poznat i jeho nejlepší pivnice a projet se lodí po brněnské přehradě.

„Po skončení konference jsme obdrželi mnoho pozitivních ohlasů a slov díky. Vážíme si všech hostů, kteří dorazili do Brna a podíleli se na vytvoření skvělé atmosféry celé akce,“ říká hlavní organizátor Karel Šmejkal. Po Brně přebírá pořadatelskou pochodeň polská Wrocław, která, věříme, naváže na příjemnou tvůrčí atmosféru konference PSE 2024, kde se hosté velice dobře bavili, předávali si poznatky a domlouvali další vědecké spolupráce.

Hana Brožová

### 43. Moderní elektrochemické metody

Již popáté se setkávají čtenáři Bulletinu Asociace českých chemických společností s informací o konferenci ze série Moderních elektrochemických metod (MEM). Účastníci uvedené mezinárodní konference určitě namítají, že se nejedná o pátou konferenci, ale již 43. ročník, a dokonce někteří pamětníci dobře vědí, že navazuje na tradici několika předchozích nečíslovaných konferencí či seminářů. Pro jednodušší hledání, uvádíme:

39. MEM – Bulletin 4. číslo, 50. ročník, Chem. Listy 113, 620 (2019).

40. MEM – Bulletin 1. číslo, 53. ročník, Chem. Listy

116, 83 (2022).

41. MEM – Bulletin 4. číslo, 53. ročník, Chem. Listy 116, 642 (2022).

42. MEM – Bulletin 3. číslo, 54. ročník, Chem. Listy 117, 466 (2023).

V roce 2010 byl vydán Almanach, kde se o historii MEM můžete dozvědět více, případně ve sbornících, které jsou vydávány pravidelně ke každému ročníku. Některé jsou dostupné na <https://www.bestservis.eu/realizovane-akce/>, v odborných knihovnách, případně na vyžádání u autorů příspěvku.

Dosti však již historie, zaměříme se na žhavou současnost, tedy na letošní 43. ročník, který se již tradičně konal v obci Jetřichovice, které jsou přirozeným centrem Českého Švýcarska. Ani datum konání nebylo nijak neobvyklé – předposlední květnový týden 20. – 24. 5. 2024.

Snad ekonomické důvody zapříčinily letošní mírný pokles účastníků, ale zato počet jmen zahraničních elektrochemiků ve Sborníku příspěvků (v letošním roce vydávaném kompletně pouze v anglickém jazyce) podstatně narostl ve srovnání s minulými lety. Bohužel zástupců z průmyslové praxe je stále jako šafránu, možná ještě méně.

Nejen díky předneseným cca 50 přednáškám účastníků z různých zemí světa, ale i díky přátelské atmosféře a prakticky nepřetržité neformální výměně zkušeností a znalostí, která probíhala i mimo přednáškovou místnost,



můžeme konstatovat, že si MEM vedle vysoké odborné úrovně stále udržují i neformální atmosféru a poskytují dostatečný prostor k výměně názorů a zkušeností. Přednášejícími byli nejen vědečtí odborníci, ale i studenti (pro mnohé z nich se jednalo o premiéru před odborným, ale zároveň tolerantním publikem) z ČR, Slovenska, Ukrajiny, Itálie...

Pokud vznést s něčím mírnou nespokojenost, pak s kolizí termínu s plánovaným uzavřením silnic v okolí (kvůli cyklistickému závodu), která nám neumožnila uskutečnit původně plánovaný výlet. Ale i náhradní cíl s výstupem na dvouvrcholový čedičový kopec Jehla, vypínající se asi kilometr nad Českou Kamenicí, byl dobrou volbou a účastníky neodradilo ani vrtkavé počasí. Výstup na rozhlednu jsme zakončili v místní cukrárně, kde se opět diskutovalo o nových poznatcích v oblasti elektrochemických metod s využitím nejmodernější techniky, nových materiálů a měřících postupech, což se dělo i po večerech v záložním konferenčním prostoru K1 pod Mariinou vyhlídkou. Odborná neformální diskuze měla jen jednu výjimku: sledování MS v hokeji :-).

Pro všechny zájemce, kteří se nemohli zúčastnit osobně, je k dispozici elektronická verze sborníku [https://www.bestservis.eu/upload/file/Sbornik\\_metody24.pdf](https://www.bestservis.eu/upload/file/Sbornik_metody24.pdf), který byl ihned po skončení konference zaslán k indexaci ve Web of Science – Conference Proceedings Citation Index (Clarivate Analytics). Doufáme, že bude akceptován, stejně jako drtivá většina předchozích ročníků.

V současnosti se MEM, stejně jako jiné odborné a vědecké akce, neobejdou bez podpory sponzorů. Naše

poděkování za podporu patří generálnímu sponzorovi, společnosti Metrohm Česká republika, zastoupené ředitelem Dr. Peterem Barathem, která dlouhodobě podporuje vzdělávání mladých vědeckých pracovníků, rozvoj elektrochemie, ale i jiných, zejména chemicko-analytických odvětví. Nelze pominout ani podporu firmy ComArr, České společnosti chemické, Chemistry Europe, časopisu Chemmagazín a společnosti Krejčí Engineering. Podporu mladých vědeckých pracovníků přislíbila International Society of Electrochemistry.

Rádi bychom poděkovali i všem účastníkům konference, kteří svou přítomností, svými přednáškami, konstruktivními komentáři a účastí v neformálních diskuzích pomohli dosáhnout odpovídající vysoké úrovně této tradiční mezinárodní vědecké konference.

Pro stávající i budoucí zájemce bychom rádi připomněli již zarezervovaný termín v hotelu Bellevue v Jetřichovicích pro konání 44. MEM: 19. – 23. 5. 2025. Pokud by to bylo příliš složité pro zapamatování v následujících letech, jak již bylo výše zmíněno, předposlední týden v květnu (v nepandemickém necovidovém období s odchylkou nejvýše plus minus jednoho týdne).

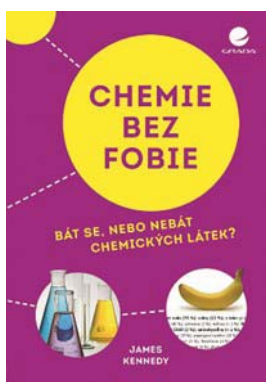
Jako již tradičně nelze použít jiný výraz pro rozloučení než: „Elektrochemickým konferencím zdar a Moderním elektrochemickým metodám zvlášť!“

*T. Navrátil, Česká společnost chemická  
L. Srsenová, BEST servis*

## Akce v ČR a v zahraničí

Rubrika je k dispozici na webu na adrese <http://csch.cz/akce/seznam/>.

## Recenze



Kennedy James:  
**Chemie bez fobie; Bát se, nebo nebát chemických látek?**

Nakladatelství Grada, přeložil Marek Čtrnáct, 128 stran, tištěná kniha, formát: 163×235, 280 Kč, E-kniha (PDF, 2,92 MB) 252 Kč.  
ISBN: 978-80-271-1252-4

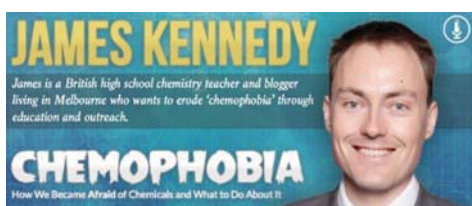
Obr. 1. **Obálka.** Otištěno se svolením nakladatelství GRADA

Poté, co dne 3. dubna 2017 na Maltské univerzitě (Valletta Campus) po zahajovacím ceremoniálu na výroční schůzi asociace European Chemistry Thematic Network přednesl James Kennedy plenární přednášku s názvem „Chemophobia: How we became afraid of chemicals and what to do about it“, se logicky rozvinula široká diskuse.

Okamžitě poté čeští chemici, zejména chemičtí didaktičtí, začali usilovat o vydání Kennedyho knihy i v češtině. A stalo se již v roce 2024, nakladatelství GRADA knihu v české mutaci vydalo.

Zmíněná česká mutace je půvabné dílko, které hledá gigaohmový odpor některých lidí k chemii v lidských chybách, ve špatném pojetí výuky, v psychologii, atavistických mechanismech našeho chování i v reflexi okolní reality. Zamýšlí se i nad problematikou očkování a transgenních potravin greenwashingu. Přináší i řadu



Obr. 2. (cit.<sup>1</sup>)

konkrétních případů, kdy chemie přinesla lidstvu pokrok. Půvabně vysvětluje, že potraviny bez chemikálií a kosmetika z přírody a podobně lákavé termíny jsou, mírně řečeno, marketingové triky. Jako doplněk uvádí „Přehled spotřebních produktů neobsahujících chemikálie“, což jsou dvě prázdné stránky. Nakonec nabízí návod, najmě pro učitele, jak učit, aby nevznikly škodlivé následky v myslech studentů.

Jak uvádí redakce nakladatelství: „Autor originálu pochází z Velké Británie a působí v Austrálii, logicky tedy v textu vychází z realii běžných v anglosaském světě nebo uvádí příklady zajímavé pro tamější čtenáře. Snažili jsme se taková místa v textu přiblížit českým poměrům. Některé partie anglického textu, které vydavatelství Grada Publishing považovalo pro českého čtenáře za zbytečné nebo dokonce matoucí, byly zkráceny, případně vypuštěny. Text byl doplněn mnoha poznámkami pod čarou, které upřesňují některé uváděné údaje. Do knihy byly pro českého čtenáře vloženy nové komentáře, v nichž je autorův výklad doplněn nebo jsou v nich další zajímavosti. Autory těchto komentářů jsou Ing. Kateřina Hamouzová, Ph.D. (Česká zemědělská univerzita v Praze), RNDr. Eva Juláková, CSc., doc. RNDr. Jaroslav Julák, CSc. (1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy v Praze), prof. Ing. František Liška, CSc. (Vysoká škola chemicko-technologická v Praze), doc. RNDr. Karel Nesměrák, Ph.D. (Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze), Ing. Petr Štěpánek, Ph.D. (Vysoká škola chemicko-technologická v Praze)“.

Právě v tom, že redakce a překladatel použili spolupráci s odborníky na jednotlivé zmíněné problémy, přičemž dr. Juláková přispěla svou celoživotní praxí v redigování odborných knih, jsem po jejím přečtení měl velmi těžkou úlohu knize a překladu něco odborně či tech-

nicky vytknout. Dalo mi to hodně práce, ale našel sem přece jenom jednu chybičku. Kniha nehomogenně uvádí vedle sebe omega- a  $\omega$ -mastné kyseliny. Ač jsem se snažil sebevíc, jinou chybu, než tuto maličkost se mi nalézt nepodařilo. Jednu maličkost však ještě uvedu, autorka komentáře o glyfosátu klade na vyšší úroveň argumentaci mocných tohoto světa (která, byla prokazatelně ve svých podkladech dobře zaplácena) než zdraví a životy lidí, kterým tato chemikálie, již se stále produkuje miliony tun ročně a která je strukturálně podobná bojovým chemickým látkám, poškodila zdraví či vzala život<sup>2</sup>.

Závěrem lze zopakovat, že tuto cennou knížku<sup>3</sup> by měli číst jak chemofilové, tak chemofobové, protože je natolik objektivní, že si v ní s chutí počtou oba tábory. Nicméně při střetu obou obtížně smířitelných táborů musíme mít na paměti citát Marka Twaina: *No amount of evidence will ever persuade an idiot.*



Obr. 3. Jogurt „bez éček“

Nakonec si ukažme pregnantní příklad z našeho každodenního života.

Jogurt „bez éček“ vyráběný společností tami podle etikety obsahuje mrkvový koncentrát (obsahuje E160a karoteny a beta-karoten), extrakt z kurkumy (obsahuje E100 kurkumin).

## LITERATURA

1. <https://jameskennedymonash.wordpress.com/>, staženo 16. 6. 2024.
2. Drašar P., Poc P.: Chem. Listy 111, 101 (2017).
3. <https://www.gradac.cz/chemie-bez-fobie-12054/>, staženo 16. 6. 2024.

Pavel Drašar

## Evropský koutek

### ECTNA výroční schůze a generální shromáždění 2024 ve Vídni

Jako dlouholetý zástupce Chemické sekce Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v European Chemistry Thematic Network Association (ECTNA) bych se rád při této příležitosti zamyslel nad aktivitami této organizace a jejich přínosem pro výuku i výzkum v oblasti chemie nejen na naší univerzitě, ale v celé České republice a celé

Evropě. ECTNA je nezisková organizace, v níž je dnes shromážděno více než 120 členů ze 30 zemí (vzdělávací instituce, národní chemické společnosti a chemické podniky), kterým leží na srdci úspěšný a udržitelný rozvoj chemie a jejích jednotlivých disciplín – viz <https://ectn.eu/about-us/what-is-the-ectn/>. Za svůj zrod v polovině 90. let minulého století vděčí cílené podpoře ze strany Evropské unie prostřednictvím programu Erasmus. Pro chemiky ze střední a východní Evropy to byla jedinečná příležitost

blíže se seznámit s výzkumem i výukou v oblasti chemie v prosperujících zemích západní Evropy a nabídnout jim i naše ne zrovna malé zkušenosti v těchto oblastech. Bylo to z dnešního hlediska v téměř idylických dobách poměrně úspěšné spolupráce všech evropských zemích a obrovského zájmu studentů v celé Evropě poznat nejen výuku a vývoj v oblasti chemie, ale i veškerý život v celé jeho rozmanitosti v jednotlivých zemích. (A možná by bylo dobré se zamyslet i nad tím, kde se stala chyba, že dnes tento zájem alespoň u českých studentů není tak výrazný, jako byl v době vzniku ECTNA). V počátečních fázích svého působení se ECTNA významným způsobem podílela na formulaci tzv. budapešťských deskriptorů v květnu 2005 prostřednictvím pracovní skupiny Chemistry Subject Area Group působící v projektu „Tuning Educational Structures in Europe“. Tyto deskriptory jasně definují cíle bakalářských, magisterských i doktorských studijních programů v oblasti chemických věd a při vzpomínce na nadšenou atmosféru při jejich vzniku trochu se smutkem přemítám, kam toto nadšení zmizelo. Možná to souvisí s poněkud nešťastnými a pravděpodobně neúmyslnými ekonomickými tlaky vedoucími bohužel k tomu, že doktorandi jsou dnes často chápáni spíše jako levná pracovní síla nežli jako nositelé budoucího rozvoje chemických věd. I proto považují za rozumné připomenout budapešťské deskriptory chápající poněkud jinak smysl a poslání doktorského studia. Podle tohoto přístupu je titul Ph.D. v oblasti chemie udělován studentům, kteří jsou kromě bezesporných vědeckých kompetencí schopni:

- kritické analýzy, vyhodnocení a syntézy nových a složitých myšlenek,
- komunikovat se svými nadřízenými, spolupracovníky, podřízenými, členy své vědecké komunity a s řadovými občany a prezentovat jim své nové myšlenky v oblasti chemie,
- vyvíjet a aplikovat nové metody/metodologie pro úspěšné řešení nových problémů a definovat strategie a akční plány pro tato řešení,
- rozvíjet dále své schopnosti, efektivně spolupracovat se svými kolegy a vést menší vědecké týmy
- rozvíjet originální, kritické a nezávislé myšlení v oblasti chemických věd,
- plánovat vědecko-výzkumné procesy včetně jejich cílů, strategie, postupů a řídicích a rozhodovacích procesů,
- zvládat strukturální a procesní prvky související s organizací vědecko-výzkumné práce, centralizací a decentralizací řídicích procesů, organizační flexibilitou, adaptabilitou na nové a neočekávané skutečnosti a na správné využívání času,
- zvládat procesy související se získáváním a řízením lidských zdrojů, přípravy a správné orientace nových členů vědeckých týmů,
- formulovat nové motivační strategie,
- zvládat zpracování a třídění exponenciálně rostoucího objemu informací a s tím související jejich analýzu, zhodnocení a syntézu vedoucí k tvorbě nových konceptů i nových důležitých poznatků,

- komunikovat, tj. předávat své znalosti, schopnosti a dovednosti vertikálně i horizontálně, a to i v multijazykových kolektivech,
- řídit rozvoj svých týmů, tj. vnitřní i externí výcvik,
- zvládat a katalyzovat inovační procesy,
- zvládat a řídit finanční procesy včetně rozpočtových a tržně-orientovaných otázek,
- zvládat procesy řízení a kontroly kvality,
- zvládat otázky související se společenskou odpovědností a etickými záležitostmi.

Každý soudný čtenář si jistě uvědomí, že jde o určitý ideál ne vždy snadno dosažitelný. Ale to neznamená, že bychom měli rezignovat na snahu v maximální možné míře se k tomuto ideálu přiblížit. A nejspolehlivější cestou v tomto směru je vytvořit podmínky, aby se studenti (a nejen doktorského studia) mohli plně koncentrovat na náročné studium a „nerozptylovat se podružnými otázkami typu, za co jíst, za co bydlet a za co si koupit notebook či mobil“. Plně souhlasím s nedávným rozhodnutím zvýšit nízká stipendia doktorských studentů, už méně s rozhodnutím, že na toto zvýšení nebudou vysokým školám poskytnuty žádné nové finanční prostředky. A to nezmiňuji skutečnost, že ani po zvýšení nebudou plánovaná stipendia dosahovat polovinu platu pokladníka v supermarketu inzerovaného podél cesty, kterou naši doktorandi chodí do svých laboratoří. Zde vidím určitý prostor v užší spolupráci vysokých škol s odběrateli našich studentů, aby je podpořili během doktorského studia výměnou za lepší orientaci tohoto studia k potřebám těchto odběratelů. Takto to funguje na některých západoevropských univerzitách, i když ne na všech. Ne všichni budou souhlasit s mojí myšlenkou, že současná tendence zavádět nové a stále užší specializace není samospásná. Vede sice k vyššímu počtu přihlášených studentů, a tím i k pozitivním ekonomickým dopadům na vysoké školy, ale také k výrazně vyššímu pedagogickému zatížení jejich učitelů, kterým pak nezbyvá tolik žádaný čas na kvalitní vedení kvalifikačních prací všech stupňů, které jsou podle mých, dnes již poněkud konzervativních a překonaných názorů, rozhodující pro růst vědecké osobnosti hodné tohoto označení. A i při mnohých diskusích s kolegy z ostatních evropských univerzit v rámci letošního ECTNA setkání jsem měl pocit, že heslo „back to the roots“ se znovu začíná objevovat. Exponenciální růst nových poznatků v chemii neumožňuje jejich průběžné zařazování do výukových osnov. Stále nutnější je naučit studenty myslet, samostatně se učit a používat i „zdravý selský rozum“, což jim umožní bezpečně a ku prospěchu chemie zvládnout tu proporcionálně nevelkou součást moderní chemie, kterou bezpodmínečně potřebují pro svou dnes velmi výrazně specializovanou práci i ve špičkové (excellentní) laboratoři.

Další významnou aktivitou ECTNA je udělování „visačky kvality v oblasti chemie“ Chemistry Eurolabel. V době svého vzniku přispěla ke sladování výuky na chemicky orientovaných evropských vysokých školách a nepochybně i k zvýšení jejich kvality. Vzájemné uznávání vysokoškolských diplomů mezi školami, které získá-

ly tuto visačku kvality, výrazně usnadnilo různé formy erasmovských studijních pobytů či možnost pokračovat ve vyšším stupni studia na jiné škole honosící se touto visačkou kvality. V současné době jsme alespoň v České republice svědky poklesu zájmu o Chemistry Eurolabel, což souvisí jednak s obecně klesajícím zájmem českých studentů o zahraniční výukové pobyty a jednak i s pochopitelnou a ekonomicky diktovanou snahou našich škol udržet si své studenty po absolvování nižších stupňů studia i ve stupních vyšších. České chemicky orientované vysoké školy, které mají nebo alespoň měly Chemistry Eurolabel, budou mít nepochybně jednodušší situaci při očekávaném zavádění tzv. European degree, což je součástí balíčku tří iniciativ pro Evropský vysokoškolský vzdělávací prostor, který představila Evropská komise dne 27. března 2024. Tento balíček má do budoucna sloužit mj. ke zvýšení konkurenceschopnosti evropských univerzit, snížení administrativní zátěže při nostrifikaci diplomů a automatickém uznávání vysokoškolského vzdělání napříč členskými státy Evropského vysokoškolského vzdělávacího prostoru. Bližší nastavení podmínek a zaručení kvality těchto European degree budou detailněji připravovat pracovní skupiny, které ustanoví nově zvolená Evropská komise. Detaily lze nalézt na <https://education.ec.europa.eu/news/commission-presents-a-blueprint-for-a-european-degree>. Detailní představy Evropské komise týkající se zajišťování kvality vysokoškolské výuky lze nalézt na <https://education.ec.europa.eu/document/proposal-for-a-council-recommendation-on-a-european-quality-assurance-and-recognition-system-in-higher-education>. Naše čtenáře bude jistě zajímat i poměrně detailní představa Evropské rady týkající se atraktivit a udržitelnosti kariérního růstu v oblasti vyššího vzdělávání formulovaná v patnáctistránkovém dokumentu přístupném na <https://education.ec.europa.eu/document/proposal-for-a-council-recommendation-on-attractive-and-sustainable-careers-in-higher-education>.

Za zajímavé a užitečné oblasti činnosti ECTNA považují zejména pro mladší kolegy i práci výborů pro virtuální vyučování chemie, pro standardy kvality vyučování chemie a pro celospolečenské vnímání chemie. Starším kolegů se zase možná budou líbit aktivity výboru pro „core chemistry“ zdůrazňující význam základů chemie i pro ty nejexcellentnější výstupy. Heslo „back to the roots“ nachází nezanedbatelnou odezvu nejen u řady vyučujících, ale i u řady odběratelů absolventů vysokých škol chemického zaměření, kteří si dovedou představit doplnění znalostí čerstvě nastoupivších absolventů v úzkých špičkových a neustále se rychle rozvíjejících oblastech, ale zároveň vyžadují bezpečné zvládnutí základních znalostí, schopností a dovedností nutných pro práci v jakékoliv chemické laboratoři. Další detaily lze nalézt na <https://ectn.eu/work-groups/>.

Já osobně považuji za mimořádně zajímavé aktivity související s projektem DISTINCT (Digital Support in Chemical Teaching – viz <https://ectn.eu/work-groups/distinct/>) a s projektem LTTA (Learning, Teaching and Training Activities). V každém případě je v dnešní době

exponenciálního nárůstu informací v oblastí výzkumu a vývoje v chemických vědách zajímavé a poučné sledovat www stránky ECTNA a její aktivity.

*Autor tohoto příspěvku považuje za svou milou povinnost poděkovat za morální, organizační i materiální podporu svých aktivit v této oblasti vedení Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy (a jmenovitě prof. RNDr. Jiřímu Zimovi, CSc., děkanovi PŘF UK) a její Chemické sekce (jmenovitě prof. RNDr. Ivanu Němcovi, Ph.D., proděkanovi pro Chemickou sekci PŘF UK).*

*Jiří Barek  
Katedra analytické chemie PŘF UK,  
zástupce PŘF UK v ECTNA*

### The 6<sup>th</sup> Cross-Border Seminar on Electroanalytical Chemistry (CBSEC 2024)

It is our pleasure to inform European electroanalytical community that 6<sup>th</sup> CBSEC 2024 successfully took place on March 27–28, 2024 in Brdička lecture hall at J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry in Prague (see [https://web.natur.cuni.cz/~krizek/6th\\_CBSEC/](https://web.natur.cuni.cz/~krizek/6th_CBSEC/), where you can download both program and book of abstracts). The seminar was held under the auspices of Prof. Martin Hof, director of J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Czech Academy of Sciences, and Prof. Jiří Zima, dean of Faculty of Science, Charles University, Prague. After official opening and welcome addresses delivered by Prof. Jiří Zima, Prof. Frank-Michael Matysik, University of Regensburg, Prof. Jiří Barek, Charles University, Prof. Jiří Ludvík, head of Division of Electrochemistry of Czech Chemical Society, and Dr. Magdaléna Hromadová, vice-chairman of board of J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, 16 students from 4 universities delivered their excellent presentations covering practically all fields of modern electroanalytical chemistry and very well representing their *Alma Maters*.



*Group photo of 6<sup>th</sup> CBSEC participants*

The following two best presentations were awarded based on secret voting of the participating students (see diplomas attached to electronic version of this report):



**Seyedeheleha Bagherimetkazini** (University of Regensburg, Institute of Analytical Chemistry, Chemo- and Biosensors, Regensburg, DE): Method optimization of hyphenated electrochemistry with mass spectrometry for in-depth study of pharmaceutically important compounds.



**Michal Zelenský** (Charles University, Faculty of Science, Department of Analytical Chemistry, Prague, CZ): Development of adsorption study on boron doped diamond electrodes to extend their electrochemical characterization.

As in previous seminars, all sessions were chaired by PhD students. It is our pleasant duty to thank to BTHA (The Bavarian-Czech Academic Agency), Regensburg University, Charles University in Prague, Mendel University in Brno, J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Fachgruppe Analytische Chemie of GDCh, and Metrohm Company for kind financial support of prizes for the above-mentioned PhD students' best presentations and for the technical and organizational support of the whole seminar. And we also thank all participants for exciting presentations, and we are looking forward to the 7<sup>th</sup> CBSEC 2025, this time at German side of the border.

*Jiří Barek, Department of Analytical Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic*  
*Tomáš Křížek, Department of Analytical Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic*

*Frank-Michael Matysik, Institute of Analytical Chemistry, Chemo- and Biosensors, Faculty of Chemistry and Pharmacy, University of Regensburg, Germany*  
*Principal organizers of 6<sup>th</sup> CBSEC*

---

## Zákony, které ovlivní život chemiků

---

58/2024 Sb. Sdělení Ministerstva vnitra o opravě tiskové chyby ve sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 20/2024 Sb., kterým se nahrazuje sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 47/2022 Sb. m. s., o skutečnostech k provádění Dohody mezi Českou republikou a Kanadou o usnadňování dočasných pracovních pobytů mládeže

61/2024 Sb. Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 80/2023 Sb., o stanovení podmínek provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření, a nařízení vlády č. 75/2015 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření a o změně nařízení vlády č. 79/2007 Sb., o podmínkách provádění agroenvironmentálních opatření, ve znění pozdějších předpisů, ve znění pozdějších předpisů

75/2024 Sb. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Dohody o Středoevropském výměnném programu pro univerzitní studia („CEEPUS IV“)

82/2024 Sb. Zákon, kterým se mění zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů

90/2024 Sb. Zákon o zbraních a střelivu

91/2024 Sb. Zákon o municích

109/2024 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 453/2017 Sb., o odborné způsobilosti a o úpravě některých dalších otázek souvisejících s posuzováním vlivů na životní prostředí

111/2024 Sb. Nález Ústavního soudu sp. zn. Pl. ÚS 35/23 ve věci návrhu na zrušení čl. I bodů 2, 5, 6, 7, 17 a 20 a čl. II nařízení vlády č. 433/2022 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů

119/2024 Sb. Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů

127/2024 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu, ve znění pozdějších předpisů

*pad*

## Zprávy

### Veletrh laboratorní techniky Analytica Mnichov 2024

Ve dnech 9.–12. dubna 2024 proběhl na výstavišti v Mnichově největší evropský veletrh orientovaný na laboratorní techniku spojený se sérií více než 180 kvalitních analyticky orientovaných přednášek, které si vyslechlo více než 3500 posluchačů. 1066 vystavovatelů ze 42 zemí prezentujících kompletní rozsah laboratorních a analytických technik a cca 34 000 návštěvníků ze 117 zemí dokumentovalo obrovský pokrok v oblasti jednotlivých analytických metod, jejich digitalizace a dalších moderních trendů v této oblasti, s patrným důrazem na koncept udržitelných laboratoří. Rozsah i kvalita tohoto veletrhu jednoznačně potvrdila jeho vedoucí roli v dané oblasti nejen v evropském, ale i v celosvětovém měřítku. Kromě Německa bylo nejvíce vystavovatelů z Rakouska, Švýcarska, Itálie, Velké Británie, Francie, Nizozemí, Číny, Španělska, USA a Polska, což jistě dobře dokumentuje postavení těchto zemí na trhu laboratorních přístrojů. Doprovodný konferenční program byl velmi kvalitně připraven Německou chemickou společností (GDCH) – viz <https://analytica.de/application/en/program/conference/schedule>. Jak plyne z následujících názvů vybraných sekcí, byl pokryt prakticky celý rozsah moderní analytické chemie v naprostém souladu s celkovým zaměřením tohoto významného veletrhu:

- Přesná analytika pro vědy o životě a lékařské vědy: Pokročilé techniky v přesné medicíně
- Procesní analytické techniky
- Nové plynové senzory pro potřeby přenosu energie
- Elektroanalýza: Nastupující trendy a inovace
- Metabolomika a lipidomika: Od velkoplošné populace k analýze jednotlivých buněk
- Cesta k udržitelné laboratoři
- Senzory pro analýzu vody
- Sledování antropogenních emisí: Environmentální analýza prvků, stopových organických látek
- Správa výzkumných dat: Současný stav a postupy správy dat v moderní analytice
- Analytika pro prostorovou biologii: Zobrazování proteinů

Dobré postavení české analytické chemie dokumentují následující pozvané přednášky českých analytických chemiků bezpochyby důstojně reprezentujících svá pracoviště:

- Ondřej Peterka (Univerzita Pardubice): Early screening of pancreatic cancer based on lipidomic blood profiling: From academic laboratory to clinical practice
- Milena Stránská (VŠCHT Praha): Possibilities of fast and sensitive methods for detection of mycotoxins and their metabolites in urine
- Jiří Barek (Univerzita Karlova): Novel electrode ma-

terials and arrangements for voltammetry and amperometry

Z pohledu svého osobního zaměření na elektroanalytickou chemii mohu s potěšením konstatovat, že firma Metrohm, jejíž neustále se rozšiřující portfolio v oblasti elektroanalytických, ale i spektrometrických a separačních metod dobře dokumentuje významný pokrok v oblasti instrumentálních metod analýzy, patřila k největším vystavovatelům, a navíc její reprezentanti patřili k odborně nejerudovanějším a dobře schopným kvalitně diskutovat nejen o obchodních, ale zejména o odborných záležitostech. Můj možná subjektivní pocit je, že situace, která se občas objevuje na veletrhu Pittcon ve Spojených státech, kde reprezentanti jednotlivých firem jsou evidentně spíš obchodníci nežli chemici a často na odborný dotaz odpoví nabídkou příjemného občerstvení a doporučením najít si potřebné odborné informace na webu, je na mnichovské Analytice přeci jenom méně běžná.

Takže se již nyní můžeme těšit na příští veletrh Analytica 2026 v Mnichově plánovaný na 24.–27. března 2026.

*Závěrem bych rád poděkoval vedení Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy (jmenovitě děkanovi prof. J. Zimovi a proděkanovi Chemické sekce prof. I. Němcovi) za podporu aktivit Odborné skupiny analytické chemie ČSCH. Stejně poděkování patří i firmě Metrohm ČR a jejímu řediteli Ing. Peteru Barathovi, Ph.D. za veškerou morální, materiální i organizační podporu našich aktivit.*

Jiří Barek  
Předseda Odborné skupiny analytické chemie  
České společnosti chemické

### Mladí chemici ocenění v Pekingu

Český svaz vědeckotechnických společností z.s. (ČSVTS) dostal pozvání od Pekingské asociace pro vědu a techniku opět k prezenční účasti ve finále mezinárodní studentské středoškolské odborné soutěže „The Beijing Youth Science Creation Competition 2024 – BYSCC 2024“. Soutěž se uskutečnila v prostorách Univerzity Čínské akademie věd v Pekingu ve dnech 28.–31. března 2024. ČSVTS sponzorovala a zajistila účast tří studentů na této soutěži.



Foto: E. Konečná a M. Plachý u svých stánků

Všichni tři ze soutěže odešli s oceněním. Pokud se týče dvou chemiků ze tří českých soutěží, pak Eliška Konečná, SOČ 2023, z Gymnázia Brno-Řečkovice, vydobyla první místo v kategorii chemie za projekt *Labelling of antibodies by nanoparticles and their utilization in the analysis of the biological samples*. Druhý chemik z České republiky, Marek Plachý, SOČ 2023, z Gymnázia Ústí nad Labem, Jateční 22, získal za projekt *Multiparametric air-quality monitoring utilising modern analytical methods* v kategorii vědy o životním prostředí druhé místo a zvláštní finanční prémii v kategorii „Star Group Tinkering Star“, sponzorovanou společností Star Group Inno Science & Technology Co., Ltd.

V soutěži předvedlo své projekty více než 200 účastníků z řady zemí světa. Soutěžící z Číny byli vybráni na základě celostátní soutěže z mnoha tisíců soutěžících. Účastníci z ČR byli vybráni na základě výsledků v Celonárodní přehlídce Středoškolské odborné činnosti SOČ 2023, která se uskutečnila v červnu 2023 v Plzni a kterou pořádal Národní pedagogický institut ČR.

Zora Vidovencová a Pavel Drašar



## ORLEN Unipetrol se opět stal nejlepším zaměstnavatelem v Ústeckém kraji

Tisková zpráva

**Rafinérská a petrochemická skupina ORLEN Unipetrol se stala vítězem krajského kola soutěže Pluxee Zaměstnavatel roku 2024, odkud si odnáší zlatou medaili. První místo v letošním ročníku soutěže o nejlepšího zaměstnavatele v Ústeckém kraji drží skupina dalším rokem.**

Společnost ORLEN Unipetrol znovu potvrdila, že péče o zaměstnance – jen v Ústeckém kraji jich pracuje přes 2600 – je pro ni dlouhodobou prioritou. Dvacátý druhý ročník nezávislého hodnocení Zaměstnavatel roku mezi sebou porovnával společnosti v České republice z pohledu lidských zdrojů s cílem ocenit firmy s výborným přístupem ke svým zaměstnancům. Po vyhlášení nejlepších podniků v jednotlivých regionech bude následovat celostátní finále. Součástí oceněné personální strategie ORLEN Unipetrolu je kromě péče o zaměstnance také intenzivní podpora českého školství a vzdělávání.

„Uznání naší práce, které od Klubu zaměstnavatelů získáváme opakovaně, si velmi vážíme. Je to ocenění naší dlouhodobé strategie a úsilí, které pečujeme o naše zaměstnance věnujeme. Snažíme se nejen držet krok s aktuálními trendy, ale také přicházet s kreativními nápady jak v oblasti nábory a benefitů, tak v oblasti osobního a kariérového rozvoje,“ říká **Michal Chmiel, personální ředitel**

**skupiny ORLEN Unipetrol**, a dodává: „*Těší nás také, že jsme byli v posledních letech opakovaně studenty označeni jako nejdávanější zaměstnavatel v ústeckém kraji. Velmi nás těší, že studenti vnímají ORLEN Unipetrol jako správné místo, kde nastartovat svoji kariéru.*“

Klub zaměstnavatelů zařadil společnost ORLEN Unipetrol na první místo mezi zaměstnavateli v Ústeckém kraji na základě komplexního hodnocení přihlášených firem. Nezávislé hodnocení je založeno na mezinárodní metodice společnosti PricewaterhouseCoopers Česká republika, která jako odborný garant soutěže připravuje podklady. Cílem soutěže pořádané již od roku 2003 je veřejně prezentovat firmy s výborným přístupem ke svým zaměstnancům.

ORLEN Unipetrol patří v Ústeckém kraji mezi nejvýznamnější zaměstnavatele nejen počtem pracovních míst, ale také dlouhodobým prosazováním moderních trendů v přístupu k zaměstnancům. Klasické nástroje z oblasti personalistiky sahající od široké nabídky benefitů až po podporu osobního a profesního rozvoje každého jednotlivce doplňují v ORLEN Unipetrolu například podporou sportovní, společenské a komunitní angažovanosti zaměstnanců. Velké zastoupení v personální strategii podniku má rovněž podpora českých škol a studentů. Společně s Nadací ORLEN Unipetrol se snaží zvýšit zájem žáků o obor chemie. Každoročně také v rámci stipendijních a grantových programů finančně oceňuje stovky nadaných studentů a pomáhá s výukou pedagogům i desítkám středních a vysokých škol v České republice.

## Sokolovská chemička uspořádala Den bezpečnosti

Tisková zpráva

Jak poskytnout správně první pomoc? Jak postupovat v případě požáru? Znalosti a praktické dovednosti můžeme využít na pracovišti i doma, říká Michal Šulc, vedoucí týmu SHE. „*Navíc první ročník akce nazvané Den bezpečnosti se u našich zaměstnanců setkal s kladným ohlasem. Proto jsme na páteční dopoledne 7. června připravili jeho pokračování. A pro Safety Day 2024 jsme zařadili nové disciplíny a úkoly.*“ Akce byla rozdělena do dvou částí: první blok zahrnoval ukázkou „živé“ první pomoci a druhý blok byl týmovou soutěží v SHE disciplínách.

Pro zaměstnance sokolovské chemičky Synthomer byla připravena následující stanoviště, která zahrnovala konkrétně:

1. První pomoc – živá první pomoc v akci
2. Životní prostředí – zásah při úniku nebezpečné látky
3. Bezpečnost práce – vyhodnocování rizik a opatření k jejich minimalizaci
4. Požární ochrana – základní způsoby hašení
5. Chemické látky – jak dobře známe naše hlavní produkty
6. Procesní bezpečnost – bariérový přístup k procesní bezpečnosti



Dále si mohli zaměstnanci vyzkoušet svoje znalosti i zručnosti v disciplínách, které použijí v práci i doma. Ve spolupráci s Hasičským záchranným sborem podniku Chemické závody byla také připravena praktická disciplína z oblasti požární ochrany.

A Michal Šulc dodává: „V loňském roce se nám osvědčila týmová soutěž s různorodým složením profesí, znalostí i odbornosti. V jednom týmu se tak opět mohli potkat technologové, chemici – operátoři i členové našich podpůrných týmů. Den bezpečnosti byl šancí poznat lépe kolegy a kolegyně napříč firmou a zároveň si zábavnou formou zopakovat svoje znalosti v oblasti SHE, ekologie a zdravotvědy. Pro naše zaměstnance je to také vítaná změna v pracovním rytmu.“

Sokolovská chemička Synthomer se řadí mezi největší závody mezinárodního koncernu Synthomer, předního světového výrobce polymerů. Den bezpečnosti potvrzuje vysoký standard, který Synthomer od svých zaměstnanců v České republice i v ostatních závodech v oblasti SHE vyžaduje. Sokolovská chemička Synthomer vsadila na interaktivní metody školení tak, aby je kdykoliv a kdekoliv byli její zaměstnanci schopni použít.

## 55. Heyrovského diskuze a 13. mezinárodní sympozium Zdravka Stoynova

Rády bychom informovaly čtenáře, že v tomto roce úspěšně proběhly již **55. Heyrovského diskuze** ve dnech 9. – 13. června 2024. Akce se konala v srdci Českomoravské Vysočiny, na zámku Třešť za účasti 43 řečníků z 15 zemí. Heyrovského diskuze se letos věnovaly tématu elektrochemické impedanční analýzy a jejich součástí bylo 13. mezinárodní sympozium Zdravka Stoynova věnované rovněž elektrochemické impedanční analýze. Na konfe-



Obr. 1. Zdravko Stoynov Memorial Medal



Foto: Organizační tým konference, zleva Lucie Dostálková, Viliam Kolivoška, Magdaléna Hromadová, Lubomír Pospíšil, Romana Sokolová, Jana Kocábová

renci bylo uděleno prestižní ocenění „Zdravko Stoynov Memorial Medal“ (obr. 1), které v tomto roce získali dva laureáti: profesor **Andrzej Lasia** z Univerzity v Sherbrooku v Kanadě a profesor **Tamás Pajkossy** z Institutu materiálové a environmentální chemie Maďarské akademie věd v Budapešti, Maďarsko.

Heyrovského diskuze mají dlouholetou tradici sahající do roku 1967, kdy se každoročně schází elektrochemická komunita k diskuzím na vybrané téma na počest laureáta Nobelovy ceny profesora Jaroslava Heyrovského. Letošní jubilejní ročník byl věnován právě tématu impedanční spektroskopie a konal se pod záštitou Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i., České společnosti chemické a Mezinárodní elektrochemické společnosti (ISE). Akce byla podpořena řadou sponzorů, kterým by chtěli organizátoři touto cestou poděkovat.

*Za organizační tým, Magdaléna Hromadová  
a Romana Sokolová  
Odborná skupina analytické chemie  
a Odborná skupina elektrochemie ČSCH*

## Členská oznámení a služby

### Docenti jmenovaní od 1. 11. 2023 do 1. 5. 2024

Staženo ze stránek Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy  
<http://www.msmt.cz/vzdelavani/vysoke-skolstvi/habilitacni-rizeni>

- doc. Ing. Libor Dušek, Ph.D.  
pro obor Environmentální chemie a inženýrství
- doc. RNDr. Luděk Eyer, Ph.D.  
pro obor Molekulární a buněčná biologie a genetik
- doc. RNDr. Lukáš Grajciar, Ph.D.  
pro obor Fyzikální chemie
- doc. Mgr. Jaroslav Hnilica, Ph.D.  
pro obor Fyzika plazmatu
- doc. Dr. Burkhard Horstkotte  
pro obor Analytická chemie
- doc. Ing. Vojtěch Hrbek, Ph.D.  
pro obor Chemie a analýza potravin
- doc. Mgr. Magdaléna Hromadová, Ph.D.  
pro obor Fyzikální chemie
- doc. Mgr. Magda Janalíková, Ph.D.  
pro obor Technologie potravin
- doc. RNDr. Petr Kozlík, Ph.D.  
pro obor Analytická chemie
- doc. Ing. Zuzana Lazárková, Ph.D.  
pro obor Technologie potravin
- doc. Ing. Karel Pálka, Ph.D.  
pro obor Chemie a technologie anorganických materiálů
- doc. Ing. Marek Piorecký, Ph.D.  
pro obor Biomedicínské inženýrství
- doc. Ing. Petr Písařík, Ph.D.  
pro obor Biomedicínské inženýrství
- doc. Ing. Martina Polášková, Ph.D.  
pro obor Technologie makromolekulárních látek
- doc. Mgr. Ing. Karel Sedlář, Ph.D.  
pro obor Biomedicínské inženýrství
- doc. Mgr. Marcela Slovákova, Ph.D.  
pro obor Biochemie
- doc. Ing. Viola Tokárová, Ph.D.  
pro obor Chemické inženýrství
- doc. RNDr. Václav Tyrpekl, Ph.D.  
pro obor Anorganická chemie

doc. Ing. Anastasia Volodarskaja, Ph.D.  
pro obor Materiálové vědy a inženýrství

doc. Ing. Alexandr Zubov, Ph.D.  
pro obor Chemické inženýrství

### Profesoři jmenovaní s účinností od 13. 6. 2024

Staženo ze stránek Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy  
<http://www.msmt.cz/vzdelavani/vysoke-skolstvi/rizeni-ke-jmenovani-profesorem>

- prof. RNDr. Eva Bártová, Ph.D.  
pro obor: Molekulární biologie a genetik  
na návrh Vědecké rady Masarykovy univerzity
- prof. Ing. Libor Dostál, Ph.D.  
pro obor Anorganická chemie  
na návrh vědecké rady Univerzity Pardubice
- prof. Ing. Tomáš Herink, Ph.D.  
pro obor Chemické a energetické zpracování paliv  
na návrh vědecké rady VŠCHT Praha
- prof. Ing. Martin Hromada, Ph.D.  
pro obor: Bezpečnost a požární ochrana  
na návrh Vědecké rady VŠB-TU Ostrava
- prof. Ing. Marián Lehocký, Ph.D.  
pro obor Fyzikální chemie  
na návrh vědecké rady VUT Brno
- prof. Ing. Jan Mareš, Ph.D.  
pro obor Řízení strojů a procesů  
na návrh Vědecké rady Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně
- prof. Ing. Vlastimil Matějka, Ph.D.  
pro obor Materiálové vědy a inženýrství  
na návrh vědecké rady VŠB-TU Ostrava
- prof. Mgr. Jiří Pittner, Dr.rer.nat.  
pro obor Fyzikální chemie  
na návrh vědecké rady Univerzity Karlovy
- prof. Ing. Tomáš Sedláček, Ph.D.  
pro obor Technologie makromolekulárních látek  
na návrh vědecké rady UTB Zlín
- prof. RNDr. Pavel Souček, CSc.  
pro obor Biochemie  
na návrh vědecké rady Univerzity Karlovy
- prof. Ing. Milena Stránská, Ph.D.  
pro obor Chemie a analýza potravin  
na návrh vědecké rady VŠCHT Praha



prof. RNDr. Lenka Zdražilová Dubská, Ph.D.  
pro obor: Lékařská imunologie a mikrobiologie  
na návrh Vědecké rady Univerzity Karlovy

## Osobní zprávy



### Životní jubileum doc. RNDr. Tomáše Elberta, CSc.

Docent Elbert se narodil 20. 9. 1949 v Bratislavě, v letech 1964–1967 absolvoval SVVŠ Nad Štolou v Praze a v letech 1967–1972 Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze, kde v roce 1973 získal titul RNDr., v roce 1980 titul CSc. a v roce 1997 se

habilitoval v oboru organická chemie na základě habilitační práce: Syntézy biologicky aktivních sloučenin značených radionuklidy  $^{14}\text{C}$  a  $^3\text{H}$  s velmi vysokou specifickou aktivitou. Přehled jeho zaměstnání je velmi pestrý: 1974–1975 asistent výzkumu v Laboratoři monosacharidů, Fakulta chemické technologie, VŠCHT Praha, 1975–1978 aspirant na Katedře organické chemie a radiochemie, PŘF UK Praha, 1978–1987 výzkumný pracovník v Ústavu pro výzkum, výrobu a využití radioisotopů, Praha, 1988–1993 vědecký pracovník v Ústavu radiobiologie a radiochemie ČSAV, Praha, 1991–1992 zahraniční vědecký pracovník v Department of Protein Engineering, CEN Saclay, 1994–1999 docent na Katedře organické chemie a radiochemie, PŘF UK Praha, 1999–2000 výkonný ředitel česko-francouzské společnosti ISOTOPCHIM CZ s.r.o., Praha, 2001–2002 excerptor pro databázi Beilstein, obor farmakologie, 2002–2003 vedoucí oddělení HPLC analýz, ECOCHEM a.s., Praha, 2003–2016 vedoucí Laboratoře radioisotopů Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR, v.v.i., Praha, 2017–2018 vědecký pracovník ve skupině Syntéza radioaktivně značených sloučenin ÚOCHB AV ČR, v.v.i., 2018–dosud emeritní pracovník ÚOCHB AV ČR, v.v.i. Společným jmenovatelem jeho vědeckých aktivit však vždy byla syntéza a charakterizace biologicky aktivních sloučenin značených radionuklidy  $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$  a  $^{125}\text{I}$  a jejich aplikace ve vědách o živé přírodě. Doc. Elbert je od roku 1975 členem ČSCH, od roku 1988 členem International Isotope Society (IIS), kde aktivně působil v řadě funkcí, přičemž vyvrcholením těchto aktivit bylo jeho předsednictví organizačního výboru 13. mezinárodního sympozia IIS Prague 2018 „Syntéza a aplikace sloučenin značených isotopy“.

Za těch více než 55 let, co Tomáše znám, nikdy neztratil dobrou náladu, kterou úspěšně šířil ve svém okolí.

Některé jeho úsměvné výroky z dob našich studií a bouřlivých exkurzí bohužel nelze opakovat na stránkách tohoto ctihodného časopisu, avšak jejich citovanost na pravidelných schůzkách našeho ročníku by jim mohly závidět i ty nejprestižnější publikace. Tomáši, takže Ti jménem svým i jménem řady Tvých chemických přátel přeji, aby Ti ten úsměv na fotografii zůstal co nejdéle, a pochopitelně „hlavně to zdravíčko“.

*Jiří Barek  
Předseda Odborné skupiny analytické chemie  
České společnosti chemické*

### Životní jubileum Ing. Miloslavy Žďárské



Paní Ing. Miloslava Žďárská (rozená Šmídová, poprvé provdaná Zikmundová) se koncem dubna 2024 dožila požehnaných devadesáti let, v obdivuhodné kondici, hlavně té psychické.

Miloslava, pro přátele Míla, se narodila v Soběslavi, kde její dědeček Jan Alois Šmíd vlastnil tiskárnu. V ní až do znárodnění pracoval Mílin otec i dva jeho bratři, a jelikož Šmídovi i rodina Míliny maminky byli velmi početnou rodinou, mnoho bratřanců a sestřenic, nacházely se pro děti v tiskárně příležitosti k četným drobným pomocným úkolům i ke hrám. Rodina Šmídova patřila v Soběslavi k předním členům městské komunity v mnoha oblastech, především v době války. Tato soudržnost velké rodiny zásadně ovlivnila celý další Mílin život: vždycky kolem sebe shromáždila skupinu spřátelených duší, vždy potřebovala soudržnou partu a „aby se něco dělo“.

Po gymnáziu v Táboře Míla vystudovala Vysokou školu chemicko-technologickou v Praze, obor Organická

technologie. Po absolvování školy se provdala se za svého spolužáka Lud'ka Zikmunda, který byl jedním z prvních aspirantů profesora Otty Wichterleho, a nastoupila do podniku Carborundum v Benátkách nad Jizerou (byla to doba, kdy absolventi vysokých škol dostávali „umístěnky“ a navíc tam mladí manželé dostali byt). S rodinou Wichterlovou zůstala v kontaktu i po bohužel příliš časně smrti Lud'ka Zikmunda. V roce 1982 se Míla znovu provdala za Ing. Vladimíra Žďárského.

Po příchodu do Prahy nastoupila Míla do bývalého Nakladatelství technické literatury SNTL, zvaného Sentinel, kde byla dlouholetou vedoucí redaktorkou časopisu Chemický průmysl (měsíčník patřil mezi 49 periodik vydávaných v SNTL a byl financován Ministerstvem chemického průmyslu). Časopis sdružoval v redakční radě i mezi kmenovými autory přední československé chemiky a Míla v něm pracovala až do svého důchodu v roce 1991.

V Československé vědeckotechnické společnosti vedla sekci historie chemie, kde opět kolem sebe sdružovala rozsáhlou síť skvělých osobností z chemických kruhů. Kromě jiného zorganizovala na Sjezdu chemické společnosti v Tatrách v říjnu 1989 památnou přednášku zmíněného profesora Wichterleho (ten byl v té době u režimu ve velké nemilosti a přednáška směla být jen v té nejmenší posluchárně, takže pro enormní zájem bylo nutné otevřít všechny dveře do přilehlé předsíně, nacpané rovněž k prasknutí).

Kromě jiných zájmů je Míla také nadšenou sběratelkou balených cukrů, její vlastní sbírka jich obsahovala asi 90 tisíc a ještě jí odkázala svou sbírku asi 120 tisíc cukrů jedna vídeňská sběratelka (čísla jsou jen přibližná). Jako sběratelka Míla funguje stejně jako při jiných aktivitách ve svém bohatém životě: s nakažlivým nadšením a s grácií.

Neomezovala se ale jen na chemii a cukry, svou aktivitu spojenou se smyslem pro humor na sebe dokázala nabalovat přímo cimrmanovské historky, které spojovaly přímé účastníky a zaujaly a pobavily všechny ostatní. Při výletu do Rakouska a náhodném zastavení v Lilienfeldu se s manželem fotografovali u pomníku bývalého starosty, jímž byl rodák z Kožichovic na Třebíčsku Mathias Zdarsky (česky Matyáš Žďárský, podle Wikipedie jeden z prvních lyžařských průkopníků a jeden ze zakladatelů alpské lyžařské techniky, který se po usazení na statku u Lilienfeldu zapsal do historie vynálezem tzv. lilienfeldského vázání patentovaného i v zahraničí, vydal knihu *Lilienfelder Skilauf-Technik* a mimo lyžování pracoval také jako učitel, malíř a sochař – tedy asi jasný rakouský Cimrman, německy Zimmermann). Náhodnému kolemjdoucímu Míla odvážně sdělila, že Mathias Zdarsky je příbuzný jejího muže. Náhodný kolemjdoucí byl tehdejší starosta Lilienfeldu, a přestože následně oboustranné pátání žádnou příbuznost nepotvrdilo, navázali Žďárští dlouhodobě přátelství s lilienfeldskými, byli akceptováni jako Mathiasovi příbuzní *honoris causa*, stali se čestnými občany Lilienfeldu a obdrželi naprosto unikátní dárek: Mathiasovu posmrtnou masku, kterou Míla ohromovala své přátele. Když vstoupil do hry Mílin dárek lilienfeldským (kopie listu z třídní knihy Matyáše Žďárského, před nímž

je v abecedním seznamu spolužák Zimmerman), nezbylo Míle než ohromit svým česko-rakouským objevem samotného pana Zdeňka Svěráka, čímž se celý příběh krásně zacyklil zcela v Mílině stylu.

Tak to je ve zkratce paní Míla Žďárská, stále hledající nové podněty i náměty.

Mílu máme moc rády a do dalších let jí přejeme hlavně zdraví a duševní svěžest.

*Eva Dibuszová, Eva Juláková,  
Jindra Pochmanová, Markéta Podušková*



### **Profesor Pavel Beneš slaví a stále inspiruje budoucí i současné učitele chemie**

Prof. Pavel Beneš je již více než padesát let jednou z vůdčích osobností přípravy učitelů chemie pro všechny typy vzdělávání a stále aktivně působí na Katedře chemie a didaktiky chemie Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy. Bez jeho řady učebnic chemie a neutuchajícího entuziasmu při propagaci, realizaci a hodnocení školních chemických pokusů či experimentů si lze jen těžko chemické vzdělávání u nás představit. I v čase, kdy kalendář informuje o jeho osmdesátých narozeninách, v plné síle pokračuje v této nejen pro chemii důležité činnosti.

Pavel Beneš se narodil 13. června 1944 v Praze. Po absolvování základní školy a Střední všeobecné vzdělávací školy v Sedlčanech vystudoval Pedagogickou fakultu UK v oboru učitelství chemie a základů průmyslové výroby a pracoval jako učitel chemie a dalších předmětů na základní škole v Pyšelích a poté jako pedagogický pracovník ÚDPM JF v Praze, kde vedl zájmové činnosti se zaměřením na chemii včetně Chemické olympiády. Na „svoji“ Pedagogickou fakultu UK nastoupil v roce 1972 a přípravě učitelů chemie se zde věnuje dodnes. Během zaměstnání vystudoval i analytickou chemii na PřF UK, kde absolvoval i rigorózní řízení. Tamtéž úspěšně obhájil v roce 1977 i kandidátskou disertační práci „Školní chemický experiment“ a získal hodnost kandidáta pedagogických věd. Docentem pro obor teorie vyučování chemie byl na Pedagogické fakultě UK jmenován v roce 1982 a profesorem teorie vyučování předmětů všeobecně-vzdělávací a odborné povahy ve specializaci chemie na Fakultě přírodních věd Univerzity Mateje Bela v Banské Bystrici v roce 1999. Na Moskevské pedagogické univerzitě byl také jmenován doktorem *honoris causa* v roce 1994.

Pavel Beneš je autorem a spoluautorem desítek knižních publikací (převážně učebnic a metodických příruček), článků v odborných časopisech a sbornících, podílel se na řešení desítek výzkumných a rozvojových projektů zejména v oblasti chemického vzdělávání a souvisejících oborů. Významné ocenění zasluží jeho podpora školních experi-

mentálních činností s chemickým zaměřením. Znamé jsou sériově vyráběné učební pomůcky pro výuku chemie na základních a středních školách včetně zlepšovacích návrhů a chráněných vzorů. Připomeňme také jeho významnou činnost akademicko-manažerskou. Na Pedagogické fakultě UK vykonával postupně funkce zástupce vedoucího katedry, vedoucího katedry, proděkana pro pedagogickou činnost a proděkana pro rozvoj se završením v pozici děkana fakulty. Dlouhodobě také působí ve výboru Odborné skupiny výuky chemie České společnosti chemické.

Není možné vyjmenovat všechny aktivity a výsledky, které mají podpis Pavla Beneše a které se zapsaly pozitivně do rozvoje chemického vzdělávání a přípravy učitelů chemie u nás i v zahraničí, ale vzpomeňme jednu z těch nejaktuálnějších. Databázi videozáznamů a souvisejících metodických materiálů ke stovce bezpečných a didakticky ověřených školních chemických pokusů BEDOX<sup>1</sup>.

Zde zúročil své široké zkušenosti nejen jako scénárista, ale i jako profesionální demonstrátor aktivit, bez nichž by chemie přestala být tím kouzelným oborem, který našemu jubilantovi, učitelu učitelů, učitelu, výzkumníkovi, ale hlavně skvělému příteli učaroval na celý život. Na zdraví, Pavle, a přání, aby Ti Tvůj optimismus a empatie ještě hodně dlouho vydržely.

*Martin Bílek*

*Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta*

## LITERATURA

1. Skřehot P. A., Bílek M., Beneš P., Rusek M., Chroustová K., Marek J., Hon Z., Skřehotová M.: Chem. Listy 118, 35 (2024).

## Životní jubileum prof. Tomáše Trnky



V tomto roce oslaví prof. RNDr. Tomáš Trnka, CSc. své 80. narozeniny. Tomáš je známý především jako přední představitel české sacharidové („cukrářské“) školy, která od konce 2. světové války až dosud má ve světě značný zvuk a představuje jednu z výstavních oblastí československé a posléze české chemie.

Tomáš absolvoval Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze v roce 1966 pod vedením prof. Staňka na téma z oblasti chemie thiosacharidů. Jeho následná doktorská práce pod vedením prof. Miloslava Černého

byla též věnována sacharidům, a to jejich epoxidům. Svoji další vědeckou a pedagogickou činnost na dalších padesát let spojil se svojí *Alma mater*, kde působil až do roku 2016. Poté odešel sice na zasloužený odpočinek, avšak problematiku sacharidů zde přednáší nadále. Na tomto místě je vhodné podotknout, že v letech 1990–1997 a 2000–2003 byl vedoucím Katedry organické chemie a v období 2003–2006 působil jako proděkán pro vědu a doktorské studium.

Jak bylo zmíněno výše, „cukry“ se staly Tomášovým vědeckým osudem a jejich studiu věnoval celou svoji profesní kariéru a vědeckou pozornost. Ta zahrnovala širokou oblast spočívající od vývoje nových syntetických metod pro přípravu amino-, azido-, thio-, halo- a dalších sacharidových derivátů přes studium jejich vlastností pomocí různých fyzikálních metod (NMR, MS, difrakční analýza atd.) po jejich využití v jiných oblastech chemie či příbuzných oborech. V rámci své kariéry absolvoval různé stáže (např. na Freie Universität Berlin) a přednáškové pobyty (např. ve Švédsku, Francii, USA, Kazachstánu).

Tomáš byl též plodným autorem a kromě původních článků, jejichž počet se vyšplhal až na úctyhodných 95, se podílel na přípravě řady učebních materiálů (skript) a monografií. Zde je vhodné zmínit i poslední vydání knihy s názvem „Sacharidy“, která může být v podstatě bibli nejen pro začínající chemiky, ale i pro profesionály, kteří zde najdou všechny základní informace o světě „cukrů“.

Tomáš byl vždy neúnavný experimentátor a praktik, který i za cenu poškození obleku neodmítnul svým studentům pomocnou ruku. Ostatně o jeho přístupu experimentátora svědčí i skutečnost, kdy se nejednou za své doktorandy postavil ve věci experimentování s nevalně vonícími látkami, například thioly. Co se týká jeho osobnosti, tak je nutné podotknout, že Tomáš byl a stále je velmi milý člověk, který vždy udržoval přátelské vztahy nejen se svými blízkými kolegy, ale i vzdálenějšími spolupracovníky. Jeho klidná a rozvážlivá povaha je jedním z důležitých faktorů jeho oblíbenosti a respektu v kolektivu Přírodovědecké fakulty UK.

Milý Tomáši, přejeme Ti za všechny, kteří se počítají mezi Tvé přátele, spolupracovníky či žáky, do dalších let zejména pevné zdraví, mnoho radosti a spokojenosti.

*Martin Kotora a Jan Veselý*

## Jubileum profesora Jána Labudy



Připadá mi to nedávno, když jsme slavili 70. narozeniny profesora Jána Labudy z Katedry analytické chemie Fakulty chemické a potravinářské technologie Slovenské technické univerzity v Bratislavě. Nechci zde popisovat odborné ani organizační zásluhy této vynikající osobnosti



slovenské (a nejen její) analytické chemie, které byly dostatečně uvedeny v článku u příležitosti udělení medaile České společnosti chemické (Chem. Listy 113, 453 (2019)) i při udělení čestného členství České společnosti chemické, z jehož zdůvodnění doslova cituji:

*„Profesor Labuda je špičkovým mezinárodně uznávaným analytickým chemikem zaměřeným zejména na moderní elektroanalytické metody. Je autorem 160 publikací s více než 1900 citacemi bez autocitací, H-index 27. Jeho vědecké kvality a mezinárodní reputaci jasně dokazuje přiložený životopis. Byl dlouholetým předsedou Odborné skupiny analytické chemie SCHS, profilujícím členem Divize analytické chemie Evropské chemické společnosti (EuChemS) a členem a předsedou Divize V (analytická chemie) IUPAC. Při výkonu svých významných funkcí ve Slovenské chemické společnosti, v řídicím výboru Divize analytické chemie EuChemS a ve vedení Divize V (analytická chemie) IUPAC významným způsobem přispěl k rozvoji spolupráce s Českou společností chemickou, podílel se na organizaci řady společných konferencí, seminářů a soutěží pro mladé analytické chemiky. Významným způsobem přispěl k výměně studentů mezi oběma zeměmi a k jejich účasti na národních chemických sjezdech.“*

Spíše chci zdůraznit, co se nezměnilo ani v posledních pěti letech od jeho sedmdesátin. Je to zejména jeho mimořádná vitalita a chuť, se kterou se pouští i dnes do náročných projektů IUPAC, ať již zaměřených na analytickou chemii nanomateriálů, či na monitorování biologicky aktivních látek moderními průtokovými elektroanalytickými metodami. A nejlepším hodnocením této práce je nepochybně jeho jmenování Emeritus Fellow Divize analytické chemie IUPAC. I jako emeritní profesor dodnes publikuje každý rok minimálně jednu publikaci v renomovaném zahraničním časopise a aktivně se podílí na organizaci řady mezinárodních studentských soutěží, konferencí a seminářů. Vynikající spolupráce českých a slovenských analytických chemiků v těchto oblastech je hlavně jeho zásluha. A to vše stihne i při vzorném plnění všech svých domácích povinností, mezi něž patří zejména každodenní venčení jeho oblíbeného psa Akima a starost o zahradu. I to mu jistě pomáhá udržovat vynikající fyzickou kondici, kterou potvrdil loni v září při 75. sjezdu chemiků ve Vysokých Tatrách svým vyběhnutím na Zbojnickou chatu. Takže jménem svým a jistě i jménem širokého okruhu jeho

přátel a spolupracovníků v České republice Jánovi přeji radost z vykonávané práce, co nejvíce a co nejhezčích výsledků v celém mimořádně širokém spektru jeho aktivit a „hlavně to zdravíčko“. A přenechávám pomyslné pero Ľubovi Švorcovi, jeho kolegovi z pracoviska.

*Jiří Barek*

*Předseda Odborné skupiny analytické chemie ČSCH*

Pamätám sa na to, ako keby to bolo včera, keď som na jeseň v roku 2009 obhájil dizertačnú prácu na vtedajšej Katedre analytickej chémie FCHPT STU. Prof. Labuda sa v tom období stal riaditeľom nášho pracoviska a dal mi ako mladému výskumníkovi a pedagógovi možnosť pokračovať a nadobúdať ďalšie vedomosti, skúsenosti a zručnosti v odbore Analytická chémia. V tom čase som ešte netušil, že podobne ako u prof. Labudu, práve elektroanalytická chémia sa stane mojou hlavnou náplňou. Počas vedeckých konferencií ma profesor zoznámil s poprednými analytickými chemikmi a elektrochemikmi, najmä z Českej republiky, ale aj zo zahraničia. Pri našich spoločných rozhovoroch som sa neraz pýtal pána profesora, aká vlastne bola jeho cesta k analytickej chémii? Kedy alebo kde nastal ten „zlom“? Profesor vždy s nadšením spomína jeho časté návštevy na pracovisku otca, kde v laboratóriách videl chemické rozborly krmív a biologického materiálu. Práve pohľad na farebné roztoky a chemické indikátory ho viedli k prvému detskému spisu „Výroba farebného atramentu“. Spolu s popularitou chémie v 60. rokoch minulého storočia a vznikom chemickej priemyselky v Nitre, kde rodina prof. Labudu žila, ho priviedli na túto školu. Ročníková práca k ukončeniu štúdia sa týkala stanovenia vitamínu C pomocou v tom čase dynamicky sa rozvíjajúcej elektroanalytickej metódy – polarografie. Ďalšie kroky putovali na vtedajšiu Chemicokotechnologickú fakultu SVŠT v Bratislave, kde ho ako poslucháča 3. ročníka štúdia pozvali do elektroanalytického laboratória neskorší profesori a významné osobnosti analytickej chémie Dušan Bustín a Ján Mocák. V rámci výskumu koordinovaného vtedajším vedúcim katedry prof. Jánom Garajom postupne posúval problematiku analytickej charakterizácie komplexných zlúčenín kovov z fáze roztoku na povrch chemickej a biochemickej modifikovaných pracovných elektród, ktoré boli roky predmetom jeho dlhoročného výskumného záujmu a témou doktorskej dizertácie (2001). Začiatkom nového milénia sa výskum prof. Labudu zaoberá vývojom bioanalytických metód a biosenzorov pre štúdium chemických interakcií a zmien DNA a analytickou chémiou nanomateriálov. Paralelne s vedeckovýskumnými cieľmi sa venoval širokej pedagogicko-vzdelávacej aktivite, kde od čias odborného asistenta až do ukončenia pracovného pomeru vo funkcii profesora trvale prednášal Analytickú chémiu v bakalárskom stupni štúdia na fakulte, viedol prípravu dvoch vydaní učebnice analytickej chémie (2014 a 2019), vplýval na úroveň skúšobných laboratórií v praxi ako vedúci posudzovateľ Slovenskej národnej akreditačnej služby. Dlhodobu pôsobí aj na medzinárodnej úrovni ako zodpovedná

osoba za dve kapitoly monografie *Compendium of Terminology in Analytical Chemistry*, Royal Society of Chemistry, 2023, tzv. IUPAC Orange Book. Podílel sa aj na spoluriešení viacerých analyticko-chemických technických a vzdelávacích projektov IUPAC. Prof. Labuda je laureátom mnohých významných ocenení a uznání, ktoré mu udelili domáce a zahraničné akademické inštitúcie, Slovenská chemická spoločnosť a Česká spoločnosť chemická. Jeho publikačnú činnosť dokumentuje 165 karentovaných článkov a 10 kapitol v monografiách, na ktoré je evidovaných viac ako 3000 citácií (H-index 34). Pôsobil aj ako člen redakčných rád viacerých zahraničných chemických časopisov. V roku 2022 bol vymenovaný za emeritného profesora na STU. Prof. Labuda významným spôsobom prispel k rozvoju analytickej chémie na Slovensku a v celosvetovom meradle, najmä pri budovaní vzťahov, spolupráce a riešení spoločných vedeckovýskumných projektov s pracoviskami na zahraničných univerzitách. Jeho zápal pre vec, nadšenie a obdivuhodný rozhrad v oblasti chemickej analýzy, ktorý často prepájal s osobnou skúsenosťou, bol vždy výnimočný. Mnoho ľudí mi dá za pravdu, že práve svojou odbornosťou, zánietením, ale aj trpezlivosťou prof. Labuda inšpiroval generácie študentov. V mene Slovenskej chemickej spoločnosti, ktorej je profesor čestným členom, ale aj ako kolegovi z pracoviska prajem prof. Labudovi všetko najlepšie k jeho 75. narodeninám. Predovšetkým veľa zdravia, spokojnosti, pozitívnych emócií a motivácie.

*Lubomír Švorc*

*Predseda Slovenskej chemickej spoločnosti a kolega z Ústavu analytickej chémie FCHPT STU*



**Prof. Ing. Jan Káš, DrSc.**

Přední český biochemik prof. Jan Káš se narodil 26. května 1934 v Žatci. Po absolvování VŠCHT v roce 1957 pracoval v různých řídicích funkcích v Mrazírnách, n.p. v Táboře a později v Praze.

V roce 1964 zahájil kariéru vysokoškolského učitele a stal se duší vznikající Katedry biochemie na VŠCHT. V letech 1994 až 2000 pak byl jejím vedoucím. Jeho iniciativa se významným způsobem promítla do různých oblastí od pedagogické práce přes vědecko-výzkumnou činnost až po rozsáhlé aktivity organizační. Přednášel biochemii, biotechnologii a řadu specializovaných přednášek z oblasti enzymologie a imunochémie. Byl školitelem studentů doktorského studia, předsedou oborové rady v oboru biochemie na FPBT VŠCHT Praha a členem oborových rad na PŘF UK v Praze a PU v Olomouci. Jeho mnohaleté zkušenosti vysokoškolského učitele byly zúročeny při koordinování pěti mezinárodních projektů TEMPUS, které umožnily pracovníkům ústavu navázání řady plodných mezinárodních spoluprací a dopomohly ke zlepšení instrumentálního vybavení ústavu. S ministerstvem životního prostředí a řadou dalších stát-

ních institucí i nevládních organizací spolupracoval na projektu UNEP/GEF „Implementation of the Draft NBF for the Czech Republic“. Úkolem projektu bylo především dodržování regulačních opatření v oblasti genetických modifikací i objektivní informování veřejnosti o této problematice formou publikací, přednášek i dalšími sdělovacími prostředky. Na těchto aktivitách spolupracoval i po skončení projektu např. organizací seminářů „Novinky v oblasti genetických modifikací“.

Prof. Káš se významným způsobem podílel na budování a vzniku Katedry biochemie PŘF UP v Olomouci a jeho činnost byla oceněna rektorem univerzity pamětní medailí UP. Byla mu však udělena i další ocenění: Čestné uznání České rady ČSVTS, Plaketa Výzkumného ústavu potravinářského průmyslu, Medaile Josefa Hlávky, Pamětní medaile FPBT VŠCHT, Ballingova i Votočková medaile či Medaile italské zemědělské společnosti. Hlavní výbor ČSVTS vyznamenal v roce 2024 prof. Káše za celoživotní dílo medailí Christiana Josefa Willenberga. Získal též několik stipendií, včetně prestižního Fulbrightova, která mu umožnila dlouhodobé působení v Dánsku (Carlsberg Laboratory), v Holandsku (University of Amsterdam) a v USA (City College of the New York University). Byl rovněž hostujícím profesorem University of Luton.

V oblasti vědecko-výzkumné se věnoval zejména enzymologii, imunochémii a biosenzorům. Publikoval více než 200 původních sdělení, převážně v zahraničních časopisech, více jak 70 přehledných článků a je spoluautorem 12 patentů i řady učebních textů a kapitol v monografiích. Koordinoval dva projekty USA (USIA a CZ/US program), 2 granty EU (Copernicus) a řadu projektů GAČR i FRVŠ i mezinárodní projekt UNEP/GEF „National Biosafety Framework for the Czech Republic“ (Opatření k biologické bezpečnosti v České republice).

Prof. Káš byl a dosud je členem a funkcionářem renomovaných domácích a zahraničních společností a organizací. Jmenujme alespoň ty nejvýznamnější: Komise pro biotechnologie IUPAC, předseda Biotechnologické společnosti ČR a zástupce v European Federation of Biotechnology, člen redakční rady Food and Agricultural Immunology (Karger), Biotechnology Advances (Elsevier), Chemických listů a bulletinu Bioprospect. Je dlouholetým členem České společnosti chemické, Komitétu pro biochemii a molekulární biologii, České společnosti pro biochemii a molekulární biologii, Americké chemické společnosti a byl členem vědeckých rad VŠCHT, FPBT VŠCHT, 1. LF UK v Praze, Chemické fakulty Slovenské technické univerzity v Bratislavě a Ústavu genetiky a fyziologie AV ČR. Po několika obdobích pracoval též jako proděkan FPBT VŠCHT. Zúčastnil se jako člen organizačních výborů řady mezinárodních kongresů a sympozií v oblasti biochemie a biotechnologie, a to jak v tuzemsku, tak v zahraničí. Zúčastnil se přípravy Evropského kongresu FEBS, kde organizoval jedno symposium (Biochemical Prospects for Better Food and Feed) a konferenci mladých biochemiků. Nelze ani opomenout, že spolu s Dr. Hansem-Peterem Meyerem z Lonzy založil tradici Česko-švýcarských biotechnologických sympozií.

Tento suchý výčet aktivit prof. Káše by mohl na první pohled připomínat jiné obdobné životopisy jeho profesních vrstevníků. Ale nic není pravdě tak vzdálené. Prof. Káš se stal klíčovou a nezaměnitelnou osobností dějin Ústavu biochemie a mikrobiologie na VŠCHT Praha. Veškerou svoji aktivitu vložil do budování katedry a později ústavu. Organizoval již v šedesátých letech minulého století kurzy s účastí zahraničních expertů, vybudoval laboratoře posluchačů, rozvíjel výzkum v oblasti enzymologie a později imunochemie, vyškolil řadu pracovníků, kteří se uplatnili na ústavech nejen doma, ale i v zahraničí a byl tak připraven převzít počátkem devadesátých let odpovědnost za ústav a vyvést ho společně s jeho kolegy na mezinárodní úroveň.

Prof. Káš je „týmovým hráčem“ a vždy se snažil stmelovat kolektiv našeho ústavu nejen při řešení vědeckých problémů. Velmi rádi vzpomínáme chvíle strávené s ním na společných výletech a pobytech spojených se sportovními akcemi jako lyžařské pobyty v Krušných horách, kde byl rovnocenným partnerem pro všechny členy ústavu včetně studentů.

Je pro nás vzorem vitality a těšíme se na další léta strávená v jeho přítomnosti.

Honzo, vše nejlepší do dalších let!!!

*Tví kolegové z 320*

## Životní jubileum prof. Ivana Švancary

Prof. Ing. Ivan Švancara, Dr. se narodil 5. 7. 1964 v Třebíči. Po absolvování Střední průmyslové školy chemické v Brně v letech 1979–1983 vystudoval v letech 1983–1988 VŠCHT Pardubice, specializaci Technická fyzikální a analytická chemie, v roce 1995 získal titul Dr., od roku 2002 je docentem a od roku 2008 profesorem analytické chemie. Profesně působí na Katedře analytické chemie Fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice, se kterou spojil celou svou akademickou i vědeckou kariéru. Od své aspirantury pod vedením prof. Ing. Karla Vytřase, DrSc., se věnoval a stále věnuje problematice elektroanalýzy s uhlíkovými pastovými elektrodami



Foto: Prof. Švancara s trofejní ostroretkou stěhovavou

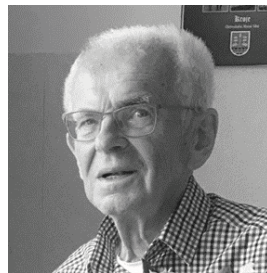
a stál u zrodu nových typů elektrod na bázi bismutu a dalších materiálů, kde je považován za celosvětově uznávaného odborníka. O tom svědčí i jeho poměrně rozsáhlá publikační aktivita korunovaná soubornou monografií „Electroanalysis with Carbon Paste Electrodes“, vydanou v roce 2012 nakladatelstvím CRC Press, kterou sepsal spolu s dlouholetými zahraničními kolegy a přáteli a která se dá považovat za jeho stěžejní životní dílo. V současnosti dokazuje, že i v této oblasti lze stále objevovat něco nového, kdy se mimo jiné podílí na vývoji netradičních uhlíkových past pro elektroanalýzu v čistě organických elektrolytech.

S úsilím, pečlivostí a nadšením sobě vlastním se také věnuje tvorbě výukových materiálů a v soukromí i svým nesčetným koníčkům. Je vášnivým sběratelem, ať už se jedná o filmové figurky, turistické a poštovní známky, či v poslední době staré pohlednice. Vše má přitom dokonale katalogizované a doplněné vlastními komentáři či dodatečnými informacemi. Je milovníkem dobrého piva, zapáleným fanouškem řady hudebních žánrů, rockem počínaje a folkem konče, s rozsáhlou a pečlivě udržovanou diskografií. Hudba ho ostatně provází celý život, s kytarou často udržoval skvělou atmosféru při různých katedrálních akcích s nezapomenutelným přednesem svých oblíbených autorů. Jako vášnivý rybář nevynechá příležitost zachytat si na soutoku Labe a Chrudimky nebo u umělého jezera „Bajkal“ na sídlišti v Polabinách, odkud už nejednou udivil kolegy svými trofejními úlovky: např. v Poháru Chytej.cz 2019 se jeden z úlovků (viz foto) umístil na 1. místě ve své kategorii.

Ivane, k Tvému jubileu Ti přejeme stále hodně sil, zdraví a elánu ve všem, co Tě naplňuje, a dávej na sebe pozor!

*Kolegové z elektrochemické skupiny –  
Martin, Radovan, Tomáš a Milan*

## Za prof. Václavem Stučkou



Ve středu 24. dubna 2024 se uzavřel život prof. RNDr. Václava Stučky, CSc., dlouholetého pedagoga a vědce Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Václav Stučka se narodil 29. září 1934 v Ostrožské Nové Vsi. Studoval na Přírodovědecké fakultě Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Brně (nynější Masarykovy univerzity), kde byl žákem prof. Arnošta Okáče a doc. Lumíra Sommera. U doc. Sommera získal zkušenosti se spektrometrickým studiem komplexů a metodou kontinuálních variací. Po absolvování v roce 1958 pracoval rok jako učitel v Kyjově. V roce 1959 začala jeho profesní dráha na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého a Katedře analytické chemie zůstal věrný až do odchodu do penze. I pak ještě řadu let spolupracoval

s katedrou jako emeritní profesor. Kandidátskou práci obhájil na UJEP v Brně v roce 1966. V zimním semestru 1963/1964 absolvoval stáž na Lomonosovově univerzitě v Moskvě. Na Univerzitě Palackého se v roce 1969 habilitoval, z politických důvodů byl po mnoho let řazen mezi odborné asistenty. V roce 1996 byl jmenován profesorem analytické chemie a v roce 2004 emeritním profesorem.

Vědecké zaměření prof. Stučky bylo po celou dobu spojeno se spektrálními metodami. Od počátku svého vědeckého bádání až do druhé poloviny 80. let se v rámci tzv. státních výzkumných úkolů věnoval přípravě, studiu a aplikacím fenoxazinových barviv v analytické chemii. Poté se jeho výzkum zaměřil na stopovou prvkovou analýzu metodami atomové spektrometrie. Zejména se zaměřil na stopovou prvkovou analýzu klinických a biologických vzorků v souvislosti s karcinomem tlustého střeva. Profesor Stučka se stal autorem či spoluautorem více než 100 původních vědeckých prací. Jeho originální způsoby syntézy některých fenoxazinových barviv vedly k pěti patentům.

Stál u počátků odborného studia analytické chemie jako vůbec prvního odborného studijního programu na PFF UP a připravil do tohoto programu část zahrnující všechny optické (dnes spektrální) metody analytické chemie. Dlouhodobě zabezpečoval výuku základních kurzů analytické chemie a již zmíněných spektrálních metod. Byl autorem celkem 8 skript, z nichž 5 bylo věnováno právě spektrálními metodám. Odborně pokrýval jak oblast atomové, tak i molekulové spektrometrie. Jeho důraz na kvalitní výuku v základních kurzech analytické chemie ho přivedl k přípravě několika metodických výukových video programů, a to v několika jazycích.

S manželkou vychovali dvě děti a v pozdních letech svého života se radoval z vnuka a vnučky. Mezi jeho koníčky patřila filatelie a letní měsíce rád trávil na zahrádce na okraji Olomouce. V důchodovém věku se pak intenzivně věnoval genealogii své rozvětvené rodiny.

Já si na školitele své disertační práce pamatuji jako na odborníka s širokým rozhledem, pečlivého pedagoga, a i přes nemalý věkový rozdíl na svého přítele, se kterým jsem mohl kromě více než deseti let společné práce sdílet i svůj soukromý život. Zatímco on byl mým rádcem a pomocníkem v počátcích mé vědecké kariéry, já jsem mu mohl v posledních několika letech jeho života poskytovat IT podporu. Když mi minulý rok u příležitosti mých padesátých narozenin nabídl tykání, cítil jsem se velmi poctěn. Bohužel moc příležitostí ho oslovovat Václave či Vašku jsem však neměl... Věřím, že při vzpomínce na něj se nám všem vybaví milý, rozvášněný a optimistický člověk.

David Milde



## Odešel profesor Josef Michl

13. května 2024 zemřel jeden z největších chemiků prof. Josef Michl. Narodil se v Praze 12. března 1939. V Praze také získal vzdělání, od základního až po CSc. (nyní Ph.D.). Od základní školy měl štěstí na inspirující učitele chemie, kteří mu dali výtečné vzdělání i lásku k oboru. Vzpomínal na paní učitelku Matoušovou na základní škole, na Jana Kopeckého, kde získal základy syntézy a fotochemie, na fyzikálního organického chemika Václava Horáka a elektrochemika Petra Zumana. Během kandidatury ho vedl významný kvantový chemik Rudolf Zahradník. Ten ho vedl k současné práci v oblasti teorie, elektronické spektroskopie a syntézy nealternujících  $\pi$ -elektronových systémů. Po studiích odjel na postdoktorální stáž k Ralfovi Beckerovi na Univerzitu v Houstonu. U něho získal celoživotní lásku k fotochemii. Po několikaměsíční stáži u Andyho Alberta na Cornellu, kde prohloubil své znalosti fotofyziky, odešel do laboratoře Michaela Dewara na Texaské universitě v Austinu, kde se věnoval měření  $^{19}\text{F}$  NMR spekter fluorfluoranthenu, které připravil. Vrátil se do Prahy a opět se připojil ke skupině Rudolfa Zahradníka. Vybral si nové téma, magnetický cirkulární dichroismus (MCD), k čemuž ho inspirovaly semináře v Dewarově skupině. Ovšem sestavit přístroj na měření se mu nepodařilo, hlavně pro nedostupnost komponent v té době.

Poté přišlo pražské jaro a jeho ukončení ruskou invazí. Právě v té době byl Josef na Löwdinově letní škole kvantové chemie v Norsku. Po váhání se Josef rozhodl nevrátit se do Čech a přijal nabídku teoretického fyzika Jana Linderberga z Aarhusu, Dánsko. Jak říkal, neměl rád dánské počasí, ale oblíbil si Dány. Zde se seznámil s Erikem Thulstrupem, který ho naučil používat natažené polymery k měření polarizovaných spekter. A také se zde setkal s Markem Ratnerem, vynikajícím teoretickým chemikem. V roce 1969 se oženil se Sárrou, kterou znal už z dřívějšího pobytu v USA. A už se trvale usídlil v Americe. Nejprve přijal pozici postdoktoranda na Univerzitě v Utahu u Franka Harrise, u kterého velice obdivoval jeho znalosti matematiky. Také se naučil používat *ab initio* výpočty. V Salt Lake City mu byla nabídnuta pozice a Pepík zahájil nezávislou vědeckou kariéru. V Utahu zahájil také svou kariéru jako hlavní editor časopisu *Chemical Reviews*, v jehož čele stál dlouhých 31 let a povýšil ho na vynikající, prestižní úroveň. V roce 1975 získal americké občanství a automaticky ztratil to české. V pětice osmdesátých let, krátce poté co byl zvolen do Národní akademie věd, přijal Welshovu profesuru v Austinu a stal se kolegou svého dřívějšího vedoucího Michaela Dewara. V Texasu však spokojený nebyl a rozhodl se změnit opět svoje působiště. Naštěstí stačily dva

telefonáty a rodina se stěhovala v roce 1990 opět, do Boulderu v Coloradu.

Po roce 1989, když se změnil režim, začala Michlova rodina navštěvovat Československo (později Českou republiku) bez obav a začala spolupráce s českými kolegy (Zdeněk Herman, Petr Čárský, Lubomír Pospíšil, Jiří Ludvík). V roce 2006 jsem Josefovi nabídl částečnou pozici v Ústavu organické chemie a biochemie, kterou s radostí přijal. Zde začal budovat svůj pražský tým. Začal spolupracovat se Zbyňkem Janouškem, Jirkou Kaletou, Ivem a Irenou Starými a dalšími. Při návštěvách Prahy byla rodina šťastná, nicméně Boulder a americký západ zůstaly jeho domovem. Tam také bude převezen jeho popel a bude uložen v jejich rodinné hrobce v Salt Lake City, kde už odpočívají jeho první syn Pepíček, dcera Jiřina a žena Sára.

Josef přispěl k mnoha oblastem chemie, jak experimentální, tak teoretické. Pokusím se přiblížit jeho nejdůležitější počiny.

V Utahu se Josef vrátil ke studiu elektronických stavů  $\pi$ -elektronových systémů s měřeními MCD a LD spekter. Pokud se Pepíkovi nepodařilo sestavit MCD spektrometr v Praze, takový přístroj mu zapůjčil nositel Nobelovy ceny Henry Eyring. Naplnil se mu jeho sen pochopit různost znamének u MCD spekter. Teorii MCD spekter, měření i interpretaci pomocí PPP výpočtů a pomocí modelu perimetru opublikoval ve dvou svazcích JACS. To jsem ještě Pepíka osobně neznal, ale že někdo dokáže naplnit dva svazky jednoautorskými články, ve mně vzbuzovalo úctu. V té době se dařilo proniknout z Čech do JACS zcela výjimečně.

Organická fotochemie byla Josefova zamilovaná disciplína. Však o tom napsal několik vynikajících knih. Pochopení fotochemických reakcí by nebylo možné bez kvantově chemických výpočtů, nebo lépe řečeno, bez kvantově chemického myšlení. Spolupracoval s ohromným množstvím vědců po celém světě. Hledání konických křížení, různé elektronové stavy, reakční profily, to byla jeho zamilovaná parketa. My jsme spolupracovali na obecné teorii spin-orbitální vazby v organických biradikálech a počítali spin-orbitální vazbu a spin-spinovou dipolární interakci v sérii biradikálů s cílem pochopit inverzní efekt těžkého atomu.

Reaktivní meziprodukty, klastry iontů, polysilany, oligosilany, konformace lineárních řetězců, sigma elektronová delokalizace, násobná vazba mezi křemíky, to jsou další oblasti, ve kterých Josef významně přispěl. Stejně tak ke konstrukci molekulárních rotorů a vrtulí, k syntéze a reaktivitě karboránů. Alkylace zlatého povrchu je výsledek, který ještě čeká na praktické uplatnění. Josefovi se podařilo připravit dvourozměrný polymer, který nazval pofen. I jméno připomíná planární polymer grafen, ale tentokrát je monomerní jednotkou porfyrin.

Spolu s Artem Nozikem začali studovat jev, kterému se říká štěpení singletu. Tento jev může mít význačný vliv na účinnost solárních článků založených na organických chromoforech. K tomuto projektu se postupně přidala více než stovka laboratoří po celém světě. Každoročně se celá

komunita sjíždí do hor nad Boulderem, kde se diskutuje pokrok v projektu, jak teoretický, tak experimentální. Josef byl mezi prvními, kdo v roce 2010 připravil látku s 200% výtěžkem tripletu, tak jak to proces vyžaduje. Tento projekt není stále dokončen, těch požadavků na chromofory, uspořádání chromoforů, na separaci tripletů, aby poskytly elektron do elektrického okruhu, je příliš. Příroda si svá tajemství nedává snadno vzít. Tím větší úctu musí člověk mít k tomu, co Josef dokázal.

Poznal jsem Josefa i jeho rodinu velice důvěrně. Často jsem do Boulderu jezdil alespoň na měsíc. Diskuse s Josefem byly velice povznášející. Co jen Josef věděl, co vše dokázal, zdá se až neuvěřitelné. Bude nám všem moc chybět, pracovně i osobně.

Zdeněk Havlas



### Zemřel profesor Vojtěch Adam

Na jaře roku 2024, pouhých 20 dní po svých 42. narozeninách a také 20 dní poté, co se dozvěděl svoji diagnózu, prohrál svůj boj o život.

Nemoc přišla s nebyvalou agresivitou, maskovaná za infekční onemocnění, a nedala mu mnoho času bojovat. Lidem z jeho blízkého okolí zbyl jen naprostý šok, bezmoc a obrovské prázdno,

které tu po sobě zanechal. Je paradoxem, že podlehl zhoubné nemoci, jejímuž pochopení a hledání cest k její efektivnější diagnostice a léčbě věnoval většinu své vědecké kariéry.

A jaký byl vlastně Vojtěch Adam? Vojta při jednání s lidmi vždy dosahoval konsensu, měl k nim velkou úctu, rád se jimi obklopoval a byl vždy maximálně srdečný. Nedělal rozdíly, ke každému jednotlivci přistupoval se stejnou úctou a srdečným zájmem. Vždy byl připraven naslouchat, pomoci a v mnoha situacích, kdy se řešení zdálo nemožné, jej našel. Proto, když tvrdíme, že odešel chlap s tím největším srdcem, rozhodně nepřeháníme.

*„Ať žijí blázni. Ztracené existence. Rebelové. Potížitelé. Ti, kteří se nevejdou do žádné škatulky. Nemají rádi pravidla. A neuznávají status quo. Můžete je citovat, můžete s nimi nesouhlasit, můžete je oslavovat, nebo je můžete hanět. Ale jedno nemůžete – přehlížet je. Protože oni mění svět. Posouvají lidskou rasu dopředu. A přestože je někteří mohou mít za šílence, pro nás jsou to géniové. Protože lidé, kteří jsou dost šílení na to, aby věřili, že dokážou změnit svět, ho skutečně změní.“*

Steve Jobs, 1997

Ano, spousta lidí ho měla za blázna. Občas byl rebel, občas potížitista. Rozhodně ale dokázal změnit svět. Vojtova vědecká kariéra se začala rozvíjet na přelomu let 2000/2001, kdy v rámci Středoškolské odborné činnosti



poprvé nahlédl do vědeckých laboratoří. Díky tomu začal formovat své první vědecké cíle a vize, které se z pohledu kolegů na dnešní poměry mohly zdát až naivními. Se vstoupem jeho hvězdy v rámci univerzitní politiky tato „naivita“ lehce opadala, ale v jeho nitru tam pořád byla a hnala ho tím správným způsobem dopředu. Ostatně dnes už poměrně dobře víme, že lidé, co mění svět, bývají většinou naivní. Vzhledem ke své neutuchající zvědavosti a odhodlání trávil práci a hledáním odpovědí na nejrůznější vědecké otázky více než jen běžných 8 hodin denně a 5 pracovních dnů v týdnu. V okně jeho pracovny se vždy svítilo do pozdních nočních hodin. Vlastnosti jako píle, cílevědomost a pracovitost Vojtovi rozhodně nechyběly. Díky nim se mu podařilo nadchnout pro vědeckou kariéru nemalý počet studentů a vychovat řadu kvalitních vědeckých pracovníků.

Jeho největší vizí bylo jednoznačně vybudování špičkového výzkumného pracoviště. To se zcela jistě podařilo, vyústěním je stále vzrůstající kvalita produkovaných publikací a dalších výsledků Ústavu chemie a biochemie Mendelovy univerzity v Brně. Další Vojtovou vizí bylo spojení brněnských univerzit. Možná se můžeme ptát proč. Odpovědí je, že dnešní věda je stále častěji prací širokých týmů, problémy jsou komplexnější, a proto v současnosti už nikdo nemůže být specialistou na vše. Pokud by byly univerzity spojeny, práce v podobě výuky odborníků, ale také realizace výzkumu by tak byla efektivnější a rychlejší. Částečně k tomuto spojení nakonec došlo v podobě centra CEITEC. Je potřeba zmínit, že Vojta pro CEITEC značnou část svého života velmi dýchal.

Vojta nadevše miloval, kromě svojí ženy Pavlín, ještě jednu věc – čísla. Velmi rád se také dobře oblékal, což bylo odrazem toho, že mu velmi záleželo na tom, aby ve všech lidech zanechal nejlepší dojem. Proto, i když to na sobě nenechal nikdy příliš znát, velmi jej trápily události a až nemístně aktivistický přístup několika jeho kritiků za poslední roky. Ve vědě platí jedno pravidlo a logika, se kterou přistupujeme k hodnocení prací studentů, článků v recenzním řízení anebo grantů. Ta říká, že kritiku, která má mít váhu, může provádět jen ten, kdo je svými znalostmi a reálnými výzkumnými zkušenostmi lepší anebo minimálně na stejné úrovni jako kritizovaný. Ve světě se toto poměrně hojně dodržuje, na české úrovni jsou tyto principy již trochu více diskutabilní. I přes vysokou konkurenci a soupeřivost na českém vědeckém poli se Vojta na náročné prostředí adaptoval a přijal fakt, že kromě objevování k vědě patří i obrovské administrativní břímě a velká spousta manažerské práce. Přesto všechno si nikdy nestěžoval. A víte proč? Protože 280 hodin za měsíc je 16 800 minut, a to dělá 1 008 000 potenciálně produktivních vteřin, což je přeci dost na to, aby se zvládla všechna práce a zároveň člověk dělal, co opravdu miluje.

Ač byla práce hlavní náplní jeho každodenního bytí, našel si vždy prostor i pro své přátele, a zejména rodinu a manželku. Pro všechny své životní zkušenosti byl pevným základem jeho rodiny a motivátorem, oporou i vrbou pro své přátele a kolegy. Jeho široký úsměv, nakažlivý

hlasitý smích a nekonečný optimismus pro něj byly typické a nám všem teď bude moc chybět.

*Ondřej Zítka, Zbyněk Heger, Dagmar Hegerová,  
Olga Kryštofová, David Hynek, Dalibor Húska,  
Lukáš Richtera*

*Ústav chemie a biochemie Mendelovy univerzity v Brně*



### Vzpomínka na Jaroslava Šestáka

Dne 22. 4. 2024 nás ve věku nedožitých 86 let opustil prof. Jaroslav Šesták, jeden z nejvýznamnějších představitelů termické analýzy ve světě.

Jaroslav Šesták se narodil 25. 9. 1938 v podkrkonošském městečku Držkov. Po absolvování průmyslové školy chemické chtěl studovat malířství, ale nakonec pokračoval ve studiu chemie na VŠCHT v Praze. Od roku 1973 byl zaměstnancem Fyzikálního ústavu Akademie věd České republiky. Po vědecké hodnosti CSc. (1968) získal v roce 1990 hodnost doktora chemických věd a o rok později se habilitoval na VŠCHT v Pardubicích (od roku 1993 Univerzita Pardubice) a v roce 1993 byl jmenován profesorem v oboru Materiálového inženýrství (VŠCHT Praha).

Prof. Jaroslav Šesták významně spolupracoval s Fakultou chemicko-technologickou Univerzity Pardubice jak v oblasti vědecko-výzkumné, tak v oblasti pedagogické. Svědčí o tom společné práce publikované nejen v časopisech s významným impakt faktorem, ale také knihy. V období 1988 až 1998 přednášel jako host na Katedře anorganické technologie. V letech 1989 až 1990 působil jako externí školitel japonského postgraduálního studenta, který zde jako první zahraniční student obhájil titul kandidáta věd. Za své mimořádné zásluhy o rozvoj vědy a výzkumu v oblasti fyziky a chemie pevných látek obdržel dne 18. 1. 2010 čestný titul „*doctor honoris causa*“ Univerzity Pardubice.

Jako pedagog přednášel v USA, Japonsku, Taiwanu a samozřejmě také na univerzitách a vysokých školách v ČR. Na přednášky prof. Šestáka jistě nezapomene žádný ze studentů, neboť to byl člověk se širokým vzděláním a hlubokými znalostmi, které se vždy snažil se svým typickým elánem a přístupem předat nejen studentům, ale také spolupracovníkům i přátelům. A v pedagogické činnosti byl Jaroslav Šesták obdivuhodně aktivní a díky atraktivnosti svých přednášek neměl o posluchače nouzi. Jeho elán, nezdočný optimismus a mimořádné pracovní nasazení vzbuzovaly u většiny lidí zasloužený obdiv.

Jaroslav Šesták je autorem skoro 300 publikací v renomovaných zahraničních časopisech, více než desítky knih a dále také autorem více než 200 plenárních

a zvaných přednášek nejen u nás, ale i v zahraničí. U řady odborných knih vystupoval také jako editor. Více než 3400 odkazů na jeho práce svědčí o stále neutuchajícím zájmu o výsledky a objevy z jeho badatelské činnosti, ve které se zaměřoval na termickou analýzu aplikovanou i teoretickou, termodynamiku, chemickou kinetiku či studium oxidických, keramických i skelných materiálů. Po celou svoji vědeckou kariéru se neustále pohyboval na rozhraní chemie a fyziky, které v kombinaci s jistou dávkou filozofie přispívají k významnému přínosu také ve vztahu chemie a životního prostředí.

V tomto směru je třeba zmínit také to, že v roce 1970 stál Jaroslav Šesták u zrodu časopisu „Thermochimica Acta“, kde působil také jako člen ediční rady (1970 až 1996), dále byl aktivním členem edičních rad dalších časopisů, např. „Journal of Thermal Analysis and Calorimetry“, „Journal of Mining and Metallurgy“ a „International Journal of Applied Glass Research“.

V roce 1996 se Jaroslav Šesták podílel na vzniku Fakulty nauky o energii na univerzitě v japonském Kjótu. Jaroslav Šesták byl členem mnoha státních komisí pro obhajoby kandidátských a doktorských disertačních prací a zpracoval desítky oponentních posudků, a to nejen v Čechách, ale také na Slovensku. Byl členem vědeckých rad předních univerzit a vysokých škol, jejichž výčet by byl nespočetný. Byl dlouholetým členem České společnosti chemické a po dlouhá léta také vedl Odbornou skupinu termické analýzy při ČSCH (1994–2008).

Prof. Šesták obdržel celou řadu vědeckých ocenění, ale málokdo tuší, že vedle vědecké kariéry hrál také první ligu v košíkové, dělal učitele lyžování a od roku 1973 se začal věnovat také horolezectví a zde také uplatnil své umělecké ambice, a to právě jako fotograf při horolezeckých expedicích. Fotografie ze svých výprav vystavoval nejen v Čechách, ale i v zahraničí. Na své cesty po světě (např. Rusko, Kavkaz, Čína, Nepál, Thajsko, Indie, Pákistán, Irák, Chile – jednodušší je uvést celý svět) si v 80. letech minulého století přivydělával tím, že zavěšen na horolezeckém laně umýval okna např. obchodního domu Máj. K úplnému výčtu jeho činností je třeba uvést také to, že 15 let byl i velitelem hasičů.

Z výše uvedeného je zřejmé, že Jaroslav byl „živý“ (přesněji ohnivý – stále plný energie a síly), neboť si vedle vědy vždy našel čas i pro své „mimovědecké činnosti“, kterých rozhodně nebylo málo. Jaroslav Šesták byl osobností se smyslem pro spravedlnost, za kterou se dovedl postavit a hájit ji. Publikační i přednášková činnost na vědeckých sympoziiích a kongresech mu přinesla uznání celého světa a stal se tak neodmyslitelnou osobností naší vědy, neboť mnohým studentům i kolegům pomohl nejen v odborném, ale i osobním životě. Milý Jaroslave, upřímně děkujeme a vždy budeme rádi vzpomínat.

*Za Odbornou skupinu termické analýzy,  
Petra Šulcová*



## Zemřel prof. Ing. Zdeněk Zelinger, CSc.

Zdeňka Zelingerera jsem znal již od dob jeho kandidátských studií. Tehdy, po absolvování Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT v roce 1986, začal pracovat v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR (tehdy Ústav fyzikální chemie a elektrochemie ČSAV) jako vědecký aspirant pod vedením RNDr. Milana Horáka, CSc. v oddělení molekulové spektroskopie. Experimentální část skupiny molekulové spektroskopie sídlila v Ústavu teoretických základů chemické techniky v pražských Lysolajích, zatímco teoretická část tohoto oddělení pod vedením docenta Dušana Papouška sídlila ve věži dnešního Ústavu organické chemie a biochemie na Flemingově náměstí. V té době jsem byl vědeckým aspirantem Ing. V. Špirka, za kterým jsem docházel do Dejvic na konzultace, kde jsme se se Zdeňkem potkávali.

Zdeňk se věnoval metodikám dálkové detekce a pomáhal při stavbě českého LIDARu. V devadesátých letech došlo k sestěhování všech výzkumných skupin do nové budovy postavené v areálu Mazanka v pražských Kobylisích. Se Zdeňkem Zelingerem jsem se opět setkal po svém návratu z univerzity v Giessenu, kdy jsem nastoupil jako začínající vědecký pracovník v oddělení molekulové spektroskopie. Jako čerstvý absolvent dvouleté stáže v Německu financované nadací Alexandra von Humboldta jsem dostal závěrečný dar ve výši 90 tisíc německých marek, které jsem využil na nákup vysoce rozlišitelného diodového spektrometru. V té době jsme se se Zdeňkem spojili a postavili první vysoce rozlišitelný spektrometr v tehdejší Československu. Naším prvotním cílem bylo měření spekter plyných molekul, ale primárně jsme se orientovali na měření molekulárních iontů a jejich detekci.

Na univerzitě v Giessenu nám pomohli se stavbou vysokonapěťového modulátoru na principu Dopplerovské modulace, který jsme v Praze úspěšně vyzkoušeli. V té době jsme publikovali první práce zaměřené na detekci kationtů  $\text{ArH}^+$  a  $\text{ArD}^+$ . Poté jsem odjel na dva roky do ústavu National Research Council – Herzberg Institute for Astrophysics v kanadské Ottawě. Zdeňk pokračoval ve výzkumu v Praze a rozvíjel techniky spojení laser diodového spektrometru s detekcí škodlivých látek v aerodynamickém tunelu patřícím Ústavu termomechaniky v Novém Kníně. Zároveň spolupracoval s Ing. Pavlem Engstem na využití LIDARu k dálkové detekci škodlivin.

Po mém návratu z Kanady jsme navázali kontakt s německými partnery a Zdeňk na univerzitě v Bonnu použil k detekci iontů ve skupině prof. W. Urbana kapalným dusíkem chlazený CO laser. V té době jsme v Praze rozjízďeli projekt zaměřený na identifikaci aniontů pomocí metodiky rychlostní modulace. Podařilo se nám změřit spektra iontů  $\text{SD}^+$  a  $\text{SD}^-$ , přičemž spektrum  $\text{SD}^-$  bylo prvním rotačně vibračním spektrem aniontu změřeným v České republice pomocí vysoce rozlišitelné laser diodové spektroskopie. Díky tomuto spektru se nám podařilo

navázat spolupráci se skupinou molekulární spektroskopie iontů na univerzitě v Lille ve Francii, vedenou profesorem Marcelem Bogey. Výzkum této vědecké skupiny byl orientován do oblasti mikrovlnné a milimetrové spektroskopie rotačních spekter molekul.

Tehdy začala má celoživotní anabáze zaměřená na detekci spekter záporně nabitých iontů a jejich následnou identifikaci v mezihvězdném prostoru. Se Zdeňkem Zelingerem jsme s Francouzi navázali mnohaletou spolupráci, kdy jsme střídali projekty Barrand s projekty akademické mezinárodní spolupráce. Pravidelně jsme jezdili do Lille, kde jsme se pracovním střídali a pracovali na celé řadě projektů zaměřených převážně na detekci nových rotačních spekter molekul a iontů.

V té době nás v Praze navštívil prof. Keiichi Tanaka z univerzity v japonské Fukuocce. V Praze jsme společně při hledání elektronického pásu C3 radikálu v plazmatu acetyleny změřili nový nestabilní kombinační pás acetyleny. Na pozvání Keiichiho Tanaky a prostřednictvím nadace JSPS (Japanese Society for the Promotion of Science) jsem odjel na dva měsíce do Fukuoky měřit spektra pomocí Fourierovské infračervené spektroskopie. Několik let poté byl do Fukuoky pozván Zdeňěk, který své pobyty zaměřené na detekci radikálů a iontů pomocí laserové spektroskopie završil pobytem na Univerzitě Ibaraki u prof. T. Amana, mého kolegy z Herzbergova institutu pro astrofyziku v Ottawě, se kterým jsme za mého pobytu v Kanadě jako první změřili rotační spektrum protonovaného formaldehydu, který byl následně identifikován v mezihvězdném prostoru.

V Praze jsme se Zdeňkem rozvíjeli metodiky optoakustické detekce ve spojení s lasery. Přešli jsme z oblasti laserů operujících při nízkých heliových teplotách k laserům chlazeným kapalným dusíkem a následně k laserům pracujícím při pokojové teplotě. Zdeňěk se hodně věnoval detekci stopových molekul a tvorbě čidel, která by umožnila jejich identifikaci. Poslední společný projekt jsme měli s univerzitou ve švýcarském Lausanne, kde jsme testovali nově vyvinuté VCSEL lasery v mikronové oblasti spekter, které jsme využili k detekci stopového množství fluorovodíku v rotačně-vibračním spektru overtonu HF.

Zdeňěk pak vyvíjel techniky detekce pomocí cantileveru a věnoval se grantům zaměřeným na vývoj citlivých detekčních technik a čidel. V té době také rozvíjel svou pedagogickou kariéru na Ostravské univerzitě, kde se habilitoval a následně stal i profesorem.

Nikdy nezapomenu na Zdeňka jako na oddaného laboratorního partáka, se kterým jsme společně projeli kus světa, pracovali společně v řadě světových laboratoří a v Praze na ústavu vytvořili jedinečnou laboratoř molekulové spektroskopie. I když v poslední době jsme se věnovali každý svému vědeckému zájmu, naše cesty se neustále protínaly a navzájem jsme využívali naše společné technické vybavení.

Když vzpomínám na Zdeňka, vybavuji si hezké chvíle i s jeho rodinou, s manželkou a dvěma dcerami, na Žernovce, kde postavil svépomocí chatu.

Mrzí mě, že se nedožil svého vědeckého titulu DrSc. Svou doktorskou práci měl podanou k obhajobě, té se však již nedožil. Bude nám chybět.

Svatopluk Civiš

Ústav fyzikální chemie Jaroslava Heyrovského AV ČR

## Výročí a jubilea

### Jubilanti ve 3. a 4. čtvrtletí 2024

Uveřejněno se souhlasem jubiliujících.

90

**Ing. Ladislav Klusáček, CSc.**, (4.11.), Brno  
**Ing. Miroslav Pešek, CSc.**, (25.12.), Praha

85

**Mgr. Josef Frdlík**, (16.9.), Plzeň  
**prof. Ing. Václav Bouda, CSc.**, (9.10.), ČVUT Praha  
**Ing. Štefan Palágyi, DrSc.**, (19.12.), Řež

80

**prof. Ing. Jiří Hanika, DrSc.**, (31.10.), Ústav chemických procesů AV ČR  
**prof. Ing. Josef Janča, DrSc.**, (16.11.), Maršov

75

**prof. Ing. Vladimír Khripach, DrSc.**, (2.10.), IBCH AN BR, Minsk  
**prof. RNDr. Jiří Barek, CSc.**, (2.10.), PšF UK Praha  
**RNDr. Zdeňěk Janků**, (4.10.), Lysá nad Labem  
**prof. Ing. Emil Halámek, CSc.**, (13.10.), Vyškov

**Ing. Jiří Suttnar, CSc.**, (28.10.), ÚHKT Praha

70

**prof. Ing. František Kvasnička, CSc.**, (11.10.), VŠCHT Praha

*Srdečně blahopřejeme*

### Zemřelí členové Společnosti

**prof. RNDr. Václav Stučka, CSc.**, zemřel 24. dubna 2024 ve věku nedožitých 90 let.

**prof. Ing. Jaroslav Šesták, DrSc., dr. h. c.**, zemřel 22. dubna 2024 ve věku nedožitých 86 let.

**Ing. Mária Omastová, DrSc.**, zemřela 9. května 2024 ve věku 62 let.

**prof. RNDr. Josef Michl, CSc.**, zemřel 13. května ve věku 85 let.

**prof. RNDr. Vojtěch Adam, Ph.D.**, zemřel 21. května ve věku 42 let.

*Čest jejich památce*



PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA  
Univerzita Karlova

 **Metrohm**  
Česká republika



METROHM Česká republika s.r.o.  
ve spolupráci s  
Odbornou skupinou analytické chemie  
a  
Odbornou skupinou elektrochemie  
České společnosti chemické  
vyhlašuje

## 14. ročník soutěže Cena Metrohm 2025

### A. Cena Metrohm za nejlepší publikaci mladého chemika (do 35 let).

Uděljuje se 5 cen, každá dotovaná částkou 10 000 Kč:

- 3 ceny v oblasti elektroanalytické chemie
- 1 cena v oblasti UV-VIS-NIR spektroskopie a Ramanovy spektrometrie
- 1 cena v oblasti kapalinové chromatografie pro separaci iontových a polárních látek

Soutěžící nechtě zašlou pdf-verzi své publikace, vyšlé v roce 2024, e-mailem na adresy barek@natur.cuni.cz a peter.barath@metrohm.cz spolu se svými identifikačními údaji (příjmení, jméno, pracoviště, datum narození, případně členské číslo České společnosti chemické) do 31. prosince 2024. Do předmětu prosíme uvést Cena Metrohm 2025.

### B. Cena firmy Metrohm za celoživotní přínos k rozvoji elektroanalytické chemie.

Uděljuje se jediná cena, dotovaná částkou 20 000 Kč. Nominační návrh se stručným zdůvodněním v rozsahu cca 2 stránky může zaslat jednotlivec i instituce na emailové adresy barek@natur.cuni.cz a peter.barath@metrohm.cz do 31. prosince 2024.

O udělení ceny bude rozhodovat komise ve složení: Ing. P. Barath, prof. J. Barek, prof. J. Labuda, prof. J. Ludvík, prof. L. Trnková, prof. P. Janoš, prof. P. Matějka. Rozhodnutí této komise je definitivní a nepodléhá žádnému dalšímu schvalování jinými orgány.

**Vyhlášení vítězů této soutěže proběhne na semináři firmy Metrohm Česká republika na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze v únoru 2025. Přesné datum bude oznámeno později. Budeme průběžně informovat e-mailem a na www stránkách firmy Metrohm, Chemických listů a České společnosti chemické.**

Za Metrohm Česká republika s.r.o.

Ing. Peter Barath, Ph.D.

Ředitel společnosti

Za Odbornou skupinu analytické chemie  
České společnosti chemické

prof. RNDr. Jiří Barek, CSc.

Vedoucí UNESCO laboratoře elektrochemie životního prostředí  
Katedra analytické chemie PŘF UK Praha

---

**OBSAH****ÚVODNÍK**

**Ztráty a nálezy časopisecké** 357  
V. Vyskočil

**REFERÁTY**

**Stereoelektrochemie tetranitrokalix[4]arenů** 359  
V. Bičák, A. Liška a J. Ludvík

**Počátkové chemie steroidů v Českých zemích** 368  
P. Drašar

**Výroba steroidních hormonů v Galeně Opava** 374  
L. Cvak

**CHEMICKÝ PRŮMYSL**

**Technologické platformy v průmyslové chemii** 381  
A. Mlčoch, M. Šilhan a I. Souček

**VÝUKA CHEMIE**

**Měření a modelování pH jako propojení  
středoškolské chemie a matematiky** 386  
J. Břížďala a E. Stratilová Urválková

---

**CONTENTS****EDITORIAL**

**Journal Losses and Finds** 357  
V. Vyskočil

**REVIEW ARTICLES**

**Stereoelectrochemistry of Tetranitrocalix[4]arenes** 359  
V. Bičák, A. Liška, and J. Ludvík

**The Beginnings of Steroid Chemistry  
in The Czech Lands** 368  
P. Drašar

**Production of Steroid Hormones in Galena Opava** 374  
L. Cvak

**CHEMICAL INDUSTRY**

**Technology Platforms for Industrial Chemistry** 381  
A. Mlčoch, M. Šilhan, and I. Souček

**EDUCATION IN CHEMISTRY**

**pH Measurement and Modelling as a Link  
between High School Chemistry and Mathematics** 386  
J. Břížďala and E. Stratilová Urválková

## BULLETIN ČESKÝCH CHEMICKÝCH SPOLEČNOSTÍ

**Představitelé chemické obce v Čechách,  
Československu a na Slovensku** 395  
Z. Bělohav, P. Drašar, P. Chuchvalec, B. Kratochvíl,  
V. Milata a R. Řápková

**Ze života chemických společností** 397  
**Odborná setkání** 398  
**Akce v ČR a v zahraničí** 402  
**Recenze** 402  
**Evropský koutek** 403  
**Zákony, které ovlivní život chemiků** 406  
**Zprávy** 407  
**Členská oznámení a služby** 410  
**Osobní zprávy** 411  
**Výročí a jubilea** 421

## BULLETIN OF THE CZECH CHEMICAL SOCIETIES

**Representatives of the Chemical Community** 395  
**in Bohemia, Czechoslovakia and Slovakia**  
Z. Bělohav, P. Drašar, P. Chuchvalec, B. Kratochvíl,  
V. Milata, and R. Řápková

**From the Chemical Societies** 397  
**Meetings and Conferences** 398  
**Meetings Calendar** 402  
**Book Reviews** 402  
**European Column** 403  
**Laws that could Influence Life of Chemists** 406  
**News** 407  
**Member Services and Announcements** 410  
**Personal News** 411  
**Anniversaries and Jubilees** 421

**CHEMICKÉ LISTY • ročník/volume 118 (2024), čís./no. 7 • LISTY CHEMICKÉ, roč./vol. 148, ČASOPIS PRO PRŮMYSL CHEMICKÝ, roč./vol. 134 • ISSN 0009-2770, ISSN 1213-7103 (e-verze) • evidenční číslo MK ČR E 321 • Vydává Česká společnost chemická jako časopis Asociace českých chemických společností ve spolupráci s VŠCHT Praha, s ČSPCH a ÚOCHB AV ČR za finanční podpory Rady vědeckých společností ČR, Akademie věd ČR, Nadace Český literární fond a kolektivních členů ČSCH • IČO 444715 • Published by the Czech Chemical Society • VEDOUČÍ REDAKTOR/EDITOR-IN-CHIEF: V. Vyskočil • REDAKTORI/EDITORS: J. Barek, E. Benešová, P. Drašar, P. Holý, P. Chuchvalec, M. Jurášek, Z. Kolská, B. Kratochvíl, J. Masák, J. Podešva, P. Šmejkal; Bulletin: P. Drašar; Webové stránky: R. Liboska, V. Vyskočil • ZAHRANIČNÍ A OBLASTNÍ REDAKTORI/FOREIGN AND REGIONAL EDITORS: F. Švec (USA, ČR) • TECHNICKÁ REDAKTORKA/EDITORIAL ASSISTANT: R. Řápková • REDAKČNÍ RADA/ADVISORY BOARD: K. Bláha, L. Červený, E. Dibuszová, L. Grubhoffer, J. Hanika, Z. Havlas, M. Hof, Z. Hostomský, J. Káš, M. Koman, P. Konvalinka, J. Kotek, J. Koubek, J. Málek, P. Matějka, K. Melzoch, V. Pačes, M. Pospíšil, V. Růžička, P. Slaviček, I. Stibor, J. Zima, T. Zima • ADRESA PRO ZASÍLÁNÍ PŘÍSPĚVKŮ/MANUSCRIPTS IN CZECH, SLOVAK OR ENGLISH CAN BE SENT TO: Chemické listy, Novotného Lávka 5, 116 68 Praha 1; tel./phone +420 221 082 370, e-mail: chem.listy@csvts.cz • INFORMACE O PŘEDPLATNÉM, OBJEDNÁVKY, PRODEJ JEDNOTLIVÝCH ČÍSEL A INZERCE/INFORMATION ADS: Sekretariát ČSCH, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1; tel. +420 221 082 383, e-mail: chem.spol@csvts.cz, chem.ekonom@csvts.cz • PLNÁ VERZE NA INTERNETU/FULL VERSION ON URL: <http://www.chemicke-listy.cz> • TISK: TG TISK s.r.o., 5. května 1010, 563 01 Lanškroun • SAZBA, ZLOM: ČSCH, Chemické listy • Užití tohoto díla se řídí mezinárodní licencí Creative Commons Attribution License 4.0 • Cena výtisku 180 Kč, roční plné předplatné 2024 (12 čísel) 1810 Kč, individuální členské předplatné pro členy ČSCH 900 Kč. Roční předplatné ve Slovenské republice 96 EUR (doručování via SCHS), individuální členské předplatné pro členy ČSCH 73 EUR (doručování via SCHS), 96 EUR + poštovné (individuální doručování), ceny jsou uvedeny včetně DPH • DISTRIBUTION ABROAD: KUBON & SAGNER, POB 34 01 08, D-80328 Munich, FRG • Pokyny pro autory najdete na <http://www.chemicke-listy.cz>, zkratky časopisů podle Chemical Abstract Service Source Index (viz <http://cassi.cas.org/search.jsp>) • Chemické listy obsahující Bulletin jsou zasílány zdarma všem individuálním a kolektivním členům ČSCH a ČSPCH v ČR i zahraničí, do všech relevantních knihoven v ČR a významným představitelům české chemie a chemického průmyslu; v rámci dohod o spolupráci i členům dalších odborných společností • Molekulární námět na obálce (Světlem aktivovaný komplex ruthenia vázaný na DNA kvadruplex, McQuaid K. T. a spol.; <https://www.rcsb.org/structure/5ls8>): M. Štětina • Dáno do tisku 26.6.2024.**

  
**ORLEN Unipetrol**



# BIG SCIENCE SMALL FOOTPRINT

Sustainable lab products,  
solutions & services  
for responsible science



## Ensuring a sustainable future together

Our mission is to ensure a more sustainable future for everyone. With our growing portfolio of greener products, programs and services, we now offer even more ways for you to practice responsible science.

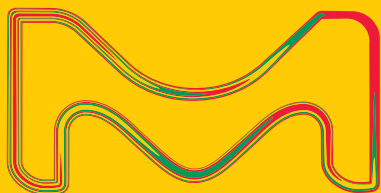
Our solutions combine enhanced sustainability with exceptional quality, so they are better for the planet, and for your work.

## Your Opportunities

- Sustainable & less harmful alternatives
- Biodegradable & greener chemicals
- Sustainable packaging & distribution & disposal
- Reduced chemical consumption & waste
- Access to new products aligned with Design for sustainability (DFS) approach



Find much more on  
[SigmaAldrich.com/sustainable-chemistry](https://SigmaAldrich.com/sustainable-chemistry)



The life science business  
of Merck operates as  
MilliporeSigma in the  
U.S. and Canada.

**Sigma-Aldrich**<sup>®</sup>

Lab & Production Materials

**Supelco**<sup>®</sup>

Analytical Products

**Milli-Q**<sup>®</sup>

Lab Water  
Solutions

**Millipore**<sup>®</sup>

Preparation, Separation,  
Filtration & Monitoring Products