

ZA CO VDĚČÍM VŠCHT PRAHA? 35 LET SPOLUPRÁCE V OBLASTI ODHADOVÝCH METOD A PŘÍPRAVY A CHARAKTERIZACE NANOSTRUKTUROVANÝCH MATERIÁLŮ

Článek je věnován 70. výročí založení Vysoké školy chemicko-technologické v Praze a mému 35. výročí vstupu na půdu VŠCHT.

ZDEŇKA KOLSKÁ

Centrum nanomateriálů a biotechnologií, Přírodovědecká fakulta, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem,
Pasteurova 15, 400 96 Ústí nad Labem
Zdenka.Kolska@ujep.cz

Došlo 30.6.22, přijato 15.8.22.

Klíčová slova: VŠCHT a spolupráce, odhadové metody, nanostrukturované materiály, metody charakterizace

• <https://doi.org/10.54779/chl20220607>

Obsah

1. Úvod
2. 20 let odhadových metod s VŠCHT Praha
3. 15 let experimentů s VŠCHT Praha
 - 3.1. Přípravy nanostrukturovaných povrchů
 - 3.2. Charakterizace nanostrukturovaných povrchů
4. Závěr

1. Úvod

Za co vděčím VŠCHT? Za vše. Za to, co mám, kde jsem a co dělám. A také za spoustu skvělých lidí, které z VŠCHT znám, kteří mne učili nebo na mne jinak působili a se kterými jsem mohla, či mohu spolupracovat. A také moc vděčím své mamince. Vlastně ona za to může. Když jsem na základce přišla s nápadem kam na střední školu a s opatrností zmínila chemii, kterou do té doby v naší rodině nikdo nikdy nedělal, jen řekla: „Holka, ale jo! Tady v Ústí tě chemie uživí“. A měla pravdu. Ale to mají maminky přece „DYCKY“! Když se chýlil konec mého studia na chemické průmyslovce v Ústí, řešily jsme doma s maminkou jen dilema, zda jít vydělávat hned do ústecké chemičky (Spolek pro chemickou a hutní výrobu v Ústí nad Labem) nebo zda se ještě pár let „flákat při studiu na veřejce“. Když padlo rozhodnutí, že b) je správně, o volbě školy již nebylo pochyb. Prostě jediné VŠCHT v Praze!

Přes „drobné“ peripetie, zejména v úvodu studia, dané skutečností, že jsem byla průmyslovák jen málo poznamenaný matematikou (díků všem profesorům, docentům a asistentům katedry matematiky na VŠCHT, že to se mnou zvládli), se mi povedlo tuhle úžasnou školu dostudovat. Jako průmyslovák jsem byla přesvědčená, že můj ži-

vot je spojen jen a jen s experimenty. Z této mylné představy mne vyvedl doc. Václav Svoboda z Katedry fyzikální chemie, ke kterému jsem nastoupila na diplomku. Přes mírné naléhání, že jsem zrozena pro to stát stovky hodin opřená o kalorimetr nikoli však pro práci na počítači IQ 151, mi přiřadil téma Odhadové metody pro určení výparných entalpií organických látek. Byla to práce založená zejména na programování, které mi právě moc nešlo, na což zcela jistě intenzivně vzpomínají mí tehdejší vyučující z katedry ASŘ VŠCHT. Ale s pomocí všech zúčastněných se povedlo. Díky vám všem za trpělivost a pomoc!

A co dál? Já si myslela, že už nic, ale naštěstí jsem potkala spoustu lidí, kteří mne „donutili“ jít dál. Ano, donutili, jsem od přírody člověk líný a nebýt biče nad sebou, však to mnozí znáte. Prof. Václav Kolský, později můj úžasný tchán, tehdy jako vedoucí Katedry chemie Pedagogické fakulty v Ústí nad Labem, mi nabídl místo asistentky. To s sebou neslo nutnost vrhnout se na doktorské studium. Kde jinde než na VŠCHT! Se dvěma malými chobotničkami ještě školkou povinnými a plným úvazkem na UJEP v Ústí nad Labem si nešlo moc dobře představit dojíždět denně do Prahy a provádět dlouhé, náročné experimenty. Proto velmi vděčím prof. Stanislavu Labíkovi, tehdy vedoucímu Ústavu fyzikální chemie, že mi doporučil nového školitele, prof. Vlastimila Růžičku. Jemu jsem zavázána za to, že mi nabídl pokračování v problematice odhadových metod. Tedy téma, které se dalo zpracovávat po nocích doma bez každodenního dojíždění. Díky jeho trpělivosti s mámou od dvou malých chobotniček a velké pomoci tak mohla pokračovat další zajímavá práce a vzniklo mnoho článků, které patří k mým nejcitovanějším. Díky prof. Růžičkovi jsem mohla spolupracovat s dalšími skvělými lidmi, jako byl doc. Milan Záborský, prof. Rafiq Gani (DTU Lyngby, Dánsko) a setkávala se i s dalšími inspirujícími lidmi z „fyzikálky“ (tedy ÚFCH FCHI VŠCHT). Díky těmto kolegům jsem se mých prvních 20 let vědeckého bádání věnovala výpočetním a odhadovým metodám pro určení fyzikálně-chemických a dalších vlastností látek.

A pak se v roce 2006 konal Sjezd chemiků v Ústí nad Labem a k nám, na drsný sever, přijelo hejno skvělých lidí z VŠCHT. Některé jsem do té doby neznala a naštěstí poznala a svět se začal otáčet zase trochu jinak. Předně, díky prof. Bohumilu Kratochvílovi a doc. Pavlu Chuchvalcovi jsem se ocitla mezi prima „klukama a holkama“ v redakci časopisu Chemické listy. A navíc mne, po mé konferenční přednášce věnované odhadovým metodám, oslovil prof. Václav Švorčík s dotazem na možnou spolupráci v oblasti výpočtů k doplnění experimentů jeho pracovní skupiny. A tak oproti očekávání, začal můj útěk od výpočtů zpět

k experimentům, po kterých jsem vlastně vždy toužila a kterým se věnuji posledních 15 let. Díky tomu jsem poznala další výborné kolegyně a kolegy, nejen z Ústavu inženýrství pevných látek VŠCHT, ale i z jiných ústavů VŠCHT a dalších institucí. Děkuji prof. Švorčíkovi za to, že i přesto, že jsem jim od výpočtů utekla, mohu s jeho týmem i nadále od té doby spolupracovat.

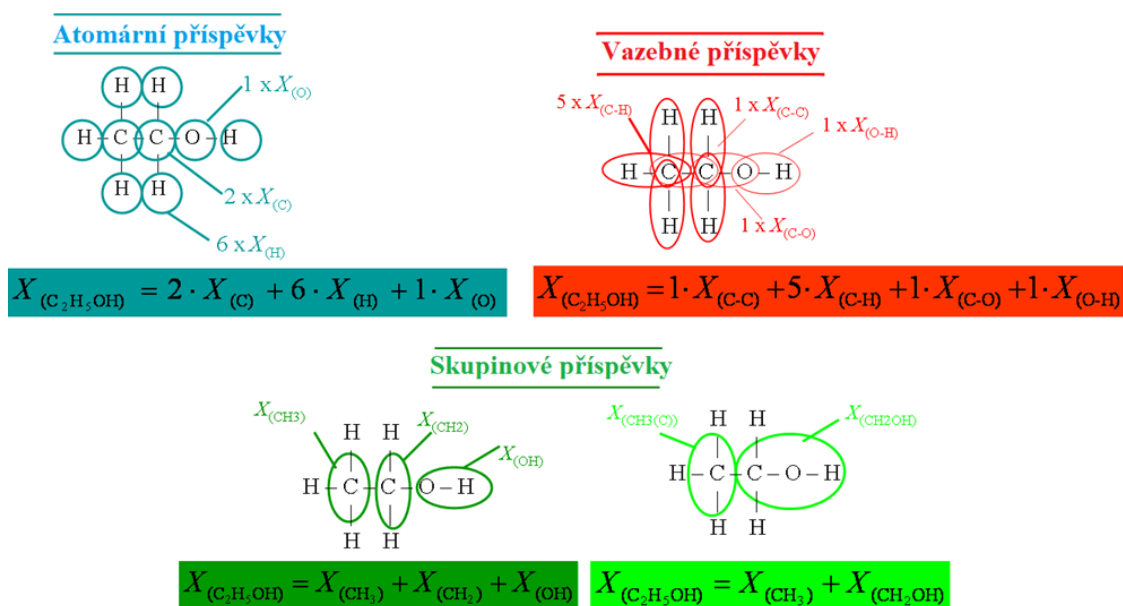
2. 20 let odhadových metod s VŠCHT Praha

Fyzikální chemie je zajímavá a nádherná část chemie, bez jejichž zákonů a vztahů se neobejde žádná oblast každodenního života a dotýká se téměř všech vědních disciplín, průmyslu, výzkumu, atd. K určení fyzikálně-chemických vlastností látek nám slouží: (a) experimentální metody, které patří mezi nejpřesnější, jsou však náročné na technické vybavení, na čistotu látek a na experimentální čas; (b) neexperimentální postupy, kdy využíváme známých termodynamických vztahů nebo různých empirických či semi-empirických modelů k jejich výpočtu či odhadu.

I v materiálovém výzkumu se občas vyskytnou situace, kde, i přes bouřlivý vývoj instrumentálních technik, nelze použít experiment (např. v případě látek, které mohou poškodovat přístroj nebo by se během experimentu mohly rozkládat, není jich pro experiment dostatečné množství nebo nám chybí dostatečné technické vybavení apod.). V takových případech je nutné nalézat vhodné, pro naše účely dostatečně přesné, neexperimentální postupy pro určení důležitých fyzikálních a fyzikálně-chemických vlastností látek. Tyto metody mohou být rozděleny do několika skupin^{1–3}: např. na (a) metody *Výpočetní* či *Odhadové*, dle toho, zda mají navržené modely teoretický

základ nebo jsou čistě empirické nebo (b) podle požadavků na vstupní údaje na tzv. QPPR modely (**Q**uantity-**P**roperty-**P**roperty-**R**elationship), které vyžadují pro odhad dané vlastnosti znalosti hodnot jiných fyzikálně-chemických vlastností a jsou tudíž náročné na vstupní údaje nebo QSPR metody (**Q**uantity-**S**tructure-**P**roperty-**R**elationship) vycházející pouze ze znalosti struktury látky. Do této skupiny patří také metody strukturně příspěvkové (SPM)^{1–33}. Jsou založeny na tzv. aditivním principu^{3,6,7}. Celková hodnota veličiny látky je dána součtem příspěvků strukturních jednotek či strukturních fragmentů, z nichž se látka skládá. Za strukturní jednotky mohou být považovány atomy, skupiny atomů či chemické vazby v molekule. Každá z těchto skupin (fragmentů či strukturních jednotek) má jakousi parciální hodnotu (příspěvek), kterou přispívá k celkové hodnotě vlastnosti látky (viz obr. 1). V literatuře se nachází různé členění těchto metod a různé pohledy na strukturní fragmenty a příspěvky. Někteří autoři popisují molekuly pomocí buď atomárních, vazebných nebo skupinových příspěvků. Jiní autoři rozlišují metody (příspěvky) nultého až 2. řádu^{2,7}, podle toho, jak velkou část molekuly příspěvek popisují. SPM bývají nejčastěji aplikovány na odhady vlastností čistých, především organických látek. Bývají však vyvíjeny i pro anorganické látky^(např. 9), organokovové sloučeniny^(např. 10) a také pro směsi^(např. 11). Výjimečně jsou prezentovány i pro další skupiny látek, např. pro polysacharidy¹², polymery^(např. 8,13), lipidy¹⁴, případně i iontové kapaliny^{15,16}.

Tyto metody byly navrženy pro odhad mnoha důležitých vlastností látek, např. pro odhady kritických vlastností (např. cit.^{1,17}), normální teploty varu^(např. 17), parametrů stavových rovnic^(např. 18), acentrického faktoru, aktivitních koeficientů^(např. 19), tlaku nasycených par^(např. 1,20), viskozity kapalin či plynů^(např. 21), tepelných kapacit^(např. 5,6,22–25), vý-



Obr. 1. Příklad rozložení molekuly ethanolu pomocí atomárních, vazebných nebo skupinových příspěvků⁷

parných entalpií či výparných entropií^(např. 3,4,26), tepelné vodivosti kapalin²⁷, plynů²⁸, permeability plynu a difuzních koeficientů²⁹, hustot³⁰, povrchového napětí³¹, rozpustnostních parametrů³², teplot vzplanutí^{7,33} atd.

Ve svém výzkumu jsem se podílela, právě s kolegy z VŠCHT, především s prof. Vlastimilem Růžičkou, doc. Milanem Zábranským a prof. Rafiqem Ganim (DTU Lyngby, Denmark) na vývoji modelů pro odhady mnoha fyzikálně-chemických nebo toxikologicky významných vlastností především organických látek, např. výparných entalpií^{3,4}, výparných entropií⁴, tepelných kapacit čistých látek^{5,6}. Spolu s dalšími kolegy jsme pak ještě vytvořili podobné modely pro odhady teplot vzplanutí⁷, reaktivacních schopností reaktivátorů acetylcholinesterasy inhibované chlorpyrifosem a sarinem⁷, botnavosti polymerní membrány Nafion v organických rozpouštědlech^{7,8} apod. Poslední zmíněná práce byla zajímavou a hezkou spoluprací s milými kolegyněmi, opět z ÚFCH, doc. Lídou Barvovskou a dr. Alenou Randovou.

Protože pro vývoj přesného modelu jsou, kromě dalších kroků, klíčová zejména spolehlivá vstupní experimentální, kriticky zhodnocená data, vznikla pod vedením prof. Růžičky a doc. Zábranského a ve spolupráci s prof. E. S. Domalským (NIST Maryland, USA) ještě jedna nádherná a náročná práce³⁴ – více než 400stránková publikace prezentující experimentální, kriticky zhodnocená a doporučená data o tepelných kapacitách organických a některých anorganických látek. Pracovali jsme na ní několik let a velmi děkuji kolegům za trpělivost a za moc hezkou publikaci.

3. 15 let experimentů s VŠCHT Praha

Ačkoli poslední dobou převládají názory, že vše půjde dříve nebo později namodelovat, nasimulovat, napočítat, predikovat a že nebude třeba experimentů a experimentátorů, jsem přesvědčena o tom (a vždy to na svých přednáškách zdůrazňuji), že mezi nejpřesnější metody určení fyzikálních, chemických a fyzikálně-chemických vlastností látek patří bezpochyby (a i nadále budou vždy patřit) experimentální metody, byť jsou náročné na přístrojové vybavení, na čistotu a množství měřených látek a experimentální čas. Posledních 15 let mého vědeckého působení se nese ve znamení návratu k experimentální práci a to ke stanovení materiálových charakteristik zejména v oblasti přípravy a stanovení povrchových vlastností nanostrukturovaných povrchů různých materiálů. Velmi děkuji za tuto spolupráci opět kolegům z VŠCHT Praha, zejména z Ústavu inženýrství pevných látek pod vedením prof. Václava Švorčíka a jeho týmu skvělých, mladých, pracovitých a šikovných kolegů a studentů. Ač ten původní záměr z jejich strany byl jiný a měla jsem se podílet zejména na teoretické a výpočetní práci, kterou by se daly doplnit jejich experimenty, události se semlely jinak a já se naopak vrhla po 20 letech zpět k oblíbeným experimentům. Alespoň letmo jsem se ještě vrátila k výpočetním postupům i v této oblasti a podílela se na odhadech hustoty zlatých nanostruktur napařených na pevný substrát^{35,36}.

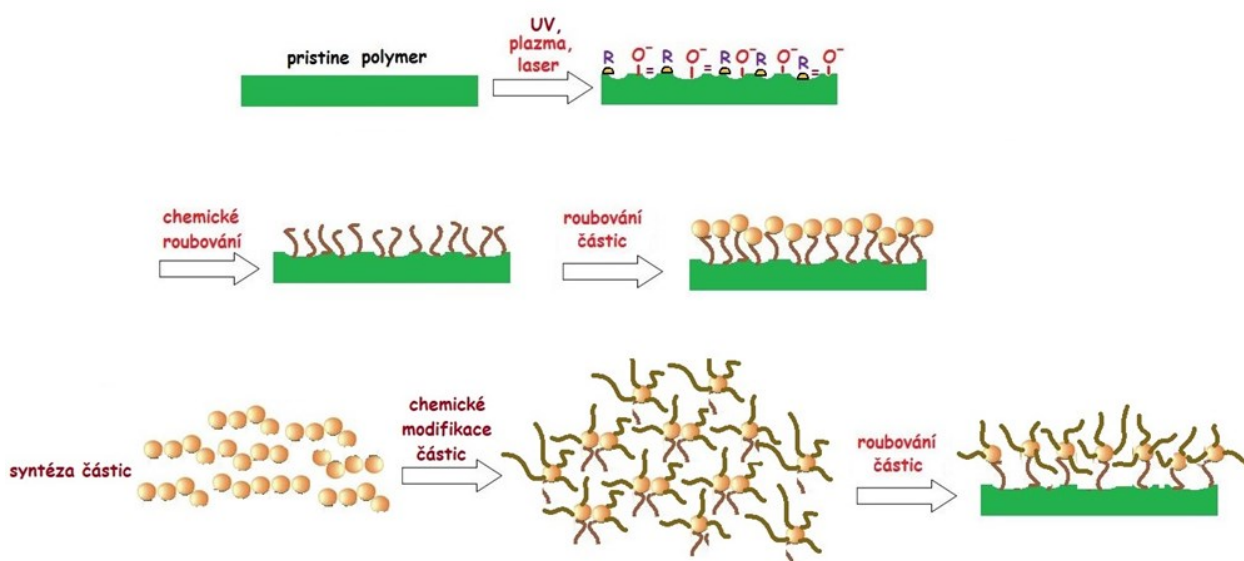
Přípravy nanostrukturovaných povrchů a studium jejich povrchových vlastností jsou v posledních letech velmi bouřlivě rozvíjeny jednak z důvodu vývoje pokročilých technik pro jejich přípravu i následnou charakterizaci povrchů materiálů, ale zejména pro možnosti rozšíření využití těchto materiálů v mnoha oblastech běžného života, v průmyslu, medicíně, elektronice, optice, při záchytu nebo degradaci škodlivých látek a mnoha dalších oblastech. Při tzv. modifikaci povrchů materiálů různými metodami vznikají na povrchu nové (nano-)struktury, které mají výrazně odlišné povrchové vlastnosti za současného zachování (původních) objemových vlastností materiálů^{37–76}.

3.1. Přípravy nanostrukturovaných povrchů

Výzkum v této oblasti je zaměřen na hledání optimálních podmínek aktivace a modifikace povrchů různých materiálů (substrátů) k jejich konkrétním, předem zadaným aplikacím a následně široké charakterizaci takto připravených materiálů a určením rozdílů zejména v povrchových vlastnostech před a po jednotlivých krocích aktivace a/nebo modifikace. Při těchto výzkumech byly modifikovány povrchy mnoha různých materiálů, zejména různých typů polymerů, ale též silikátů, kovů, skel, uhlíkových částic a dalších^{39–76}. Pro aktivace a modifikace povrchů substrátů byly použity různé metody a jejich kombinace (viz obr. 2): (a) fyzikální postupy, např. působení plazmatu^(např. 37–42), laseru, excimerové lampy^{43–48} nebo UV záření^{49–53}; (b) chemické postupy, např. chemická aktivace povrchů pomocí tzv. Piranha roztoků⁵⁴ a/nebo roubování různých chemických látek a tím nových funkčních skupin na povrchy substrátů^{40,49–67}, roubování kovových nanočástic^{40,68–70}; (c) fyzikálně-chemické depozice napařování či napařování kovových^{37,43,68,71–74} či uhlíkových nanostruktur a nanovrstev^{75,76}; (d) jejich kombinace, kdy v prvním kroku dochází k tzv. aktivaci povrchu (fyzikálně, chemicky) a následnému chemickému roubování. Všechny tyto modifikace vedou ke změnám povrchových vlastností, např. ke změně mechanických, chemických, fyzikálních, teplotních, elektrických, optických i biologických vlastností, avšak za současného zachování původních objemových vlastností materiálů.

3.2. Charakterizace nanostrukturovaných povrchů

Pro oblast přípravy nanostrukturovaných materiálů hrají významnou roli jejich následné charakterizace, zejména povrchových vlastností^{37–80}, které vedou k ověření toho, zda byly modifikace úspěšné a zda došlo k úpravám na povrchu, které byly původně plánovány nebo zamýšleny. Vlastnosti, které jsou pro různé aplikace důležité, jsou zejména povrchová chemie, drsnost a morfologie, smáčivost (polarita), povrchový náboj, specifický povrch, porozita materiálů a řada dalších^{77–80}. Pro studium chemie povrchu materiálů se využívají zejména různé spektroskopické metody, nejčastěji fotoelektronová mikroskopie (XPS)^{37–76}, infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR)^{64,67,68}, Ramanova spektroskopie^{65,66,74,76}. Pro studium drsnosti a morfologie povrchu



Obr. 2. Schéma možných postupů aktivace a modifikace povrchů substrátů: 1. řádek – aktivace povrchů, fyzikálně či chemicky; 2. řádek – chemické roubování různých chemických látek a/nebo částic; 3. řádek – syntéza částic, jejich modifikace a následné roubování na předem aktivovaný a/nebo chemicky modifikovaný povrch substrátu

nám slouží řada mikroskopických metod, jako mikroskopie atomárních sil (AFM)^{37–39,42–51,53,56–62,64,66,68–73,74,76}, konfokální mikroskopie⁴³, skenovací elektronová mikroskopie (SEM)^{46,48–52,54–56,67,68,74}, která může být doplněna energeticky disperzní rentgenovou spektroskopií (SEM-EDX) (cit.^{61,62,64,67}) (tato kombinace umožňuje též analýzy chemie povrchu) nebo transmisní elektronová mikroskopie (TEM)⁵⁶. Smáčivost bývá charakterizována pomocí stanovení kontaktního úhlu (úhlu smáčení) nejčastěji pomocí destilované vody^{37–52,54,57–59,63,64,67–70,75,76}. Využití i jiných kapalin s různou polaritou pak umožňuje stanovit též povrchovou energii. Důležitým parametrem bývá též specifický povrch a porozita materiálů. Ty jsou studovány pomocí sorpce plynů^{43,50,64–67,76}, nejčastěji dusíku a vyhodnocením izotermů BET (Brunauer-Emmett-Teller) pro specifický povrch a analýzou podle Barrett-Joyner-Halenda (BJH) nebo pomocí density function theory (DFT) pro vyhodnocení porozity materiálů. Pro úspěšné adheze chemických látek nebo mikrobů na povrchy je důležitý povrchový náboj. Ten je studován určením hodnoty zeta potenciálu pomocí elektrokinetické analýzy. K tomu nám slouží řada elektrokinetických metod s ohledem na to, zda určujeme náboj částic v disperzním prostředí⁵² nebo náboj na různých planárních substrátech^{37–39,44–54,57–59,61–63,68–73,76}, vlákních, prášcích⁶⁰, apod. Velikosti částic a klastrů jsou studovány již výše zmíněnými mikroskopickými metodami (AFM, SEM, TEM), ale též UV-Vis spektroskopií či pomocí dynamického rozptylu světla (DLS)⁵². UV-Vis slouží také pro studium fotofyzikálních vlastností studovaných materiálů^{54,56,60–62,74}. Pro kovové nanovrstvy a nanostruktury se často využívá též stanovení povrchové elektrické vodivosti nebo odporu^{43,67,68,71}. Úbytek materiálu (ablace) při některých fyzikálních postupech modifikací je možné

stanovit gravimetricky^{38,39,44}. Velikost kovových klastrů, jejich mřížkové parametry a chemie jsou často studovány rentgenovou difrakční analýzou (XRD)^{53,60,68,71}, tvrdost a adheze tenkých nanovrstev nebo nanostruktur na substrátech pak pomocí nanoindentačních technik^{64,68,71,73}. U povrchově modifikovaných vzorků bývají studovány i mechanické^{52,55,64}, případně magnetické vlastnosti⁶¹. Mohou být určovány i změny teplot fázových přechodů pomocí kalorimetrie⁵³.

Řada materiálů je vyvíjena i pro bioaplikace. Tyto materiály jsou pak podrobovány různým biotestům, např. testům adheze a proliferace buněk^{37,43,47,57,58,69,73,76}, antibakteriálním testům vůči některým typům bakterií^{42,51,63} nebo testům na inhibici růstu řas⁶³.

V materiálovém výzkumu se velmi často setkáváme s kombinací výsledků mnoha výše zmíněných metod. Právě jejich porovnání a vzájemná korelace nám poskytují komplexní informace o studovaných površích a o výsledcích modifikací různých substrátů^{76–80}.

4. Závěr

Všechny výše uvedené (a to zde uvádím jen vybrané) práce a výsledky vznikly ve spolupráci se skvělými kolegy a kolegy z VŠCHT Praha. Jsem velmi ráda, že již 35 let jsem s VŠCHT spojená a vlastně od doby mého prvního vstupu na její půdu se tento řetěz nepřetrhl. Budu velmi doufat a přát si, aby se nepřetrhl nikdy a abych s VŠCHT mohla i nadále spolupracovat. Naštěstí i dále řešíme několik společných projektů GAČR, TAČR a Ministerstva zdravotnictví a velmi si přeji, aby to vydrželo co nejdéle.

Chtěla bych zde poděkovat mnoha lidem, nejprve všem mým učitelům na ZŠ a SŠ (p. učitelce M. Járové a dr. V. Synkovi), kteří mne „zblbli“ do chemie a posléze fyzikální chemie. Dále bych chtěla poděkovat „celé VŠCHT“, všem trpělivým učitelům, kteří mi, i přes mé „drobné“ nedostatky, pomohli vystudovat. Zejména děkuji za to, že jsem za celou dobu studia cítila ode všech spíše příjemný, kolegiální přístup. Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi nabídli možnost spolupráce s VŠCHT, děkuji i vedení VŠCHT a jednotlivých fakult za příznivé vztahy po celých 35 let a že zde, díky tomu, je stále jakýsi můstek mezi VŠCHT a našim ústeckým, chemickým regionem. Nejvíce děkuji všem „trpělivým“ a milým kolegům z VŠCHT, kteří se mnou doposud vydrželi spolupracovat, omlouvám se, že nyní již bez titulů, Standovi Labikovi, Vlastovi Růžičkovi, Milanovi Zábranskému a dalším kolegyním a kolegům z ÚFCH, Vaškovi Švorčíkovi, Petrovi Slepíčkovi a jeho ženě Nikole, Oleksimu Lyutakovi a mnoha dalším. Bohužel, Milan si toto poděkování již nepřechte (zemřel 8. 8. 2022), Milane, za vše Ti moc děkuji. A nejmíc děkuji všem mým skvělým doma: mé mamince, manželovi a jeho rodičům, našim úžasným chobotničkám (Zdeničce a Martince), mé sestřičce a jejím všem rošťákům za to, že je mám a za velkou pomoc a podporu, a vlastně i tatínkovi (který také již odešel), díky němuž „jsem na světě“.

LITERATURA

- Poling B. E., Prausnitz J. M., O'Connell, J. P.: *The properties of gases and liquids*. McGraw-Hill, New York 2001.
- Růžička V., Šobr J., Novák J., Bureš M., Cibulka I., Růžička K., Matouš, J.: *Odhadové metody pro fyzikálně-chemické vlastnosti tekutin. Aplikace v technologii a chemii životního prostředí*. VŠCHT Praha, Praha 1996.
- Kolská Z.: Chem. Listy 98, 328 (2004).
- Kolská Z., Růžička V., Gani R.: Ind. Eng. Chem. Res. 44, 8436 (2005).
- Kolská Z., Kukul J., Zábranský M., Růžička V.: Ind. Eng. Chem. Res. 47, 2075 (2008).
- Zábranský M., Kolská Z., Růžička V., Malijevský A.: v knize: *Heat Capacities: liquids, solutions and vapours*. (Letcher T.M., Wilhelm E., ed.), kap. 9, str. 421, The Royal Society of Chemistry, London 2010.
- Kolská Z., Zábranský M., Randová A.: v knize: *Thermodynamics – Fundamentals and its Application in Science*. (Morales-Rodriguez R., ed.), str. 136, InTech d.o.o, Rijeka, Croatia, 2012.
- Randová A., Bartovská L., Hovorka Š., Poloncarzová M., Kolská Z., Izák P.: J. Appl. Pol. Sci. 111, 1745 (2009).
- Williams J. D.: *Prediction of melting and heat capacity of inorganic liquids by the method of group contributions*. Thesis, New Mexico State Univ., Las Cruces, NM, USA, 1997.
- Nikitin E. D., Popov A. P., Yatluk Y. G., Simakina V. A.: J. Chem. Eng. Data 55, 178 (2010).
- Papiaoannou V., Adjiman C. S., Jackson G., Galindo A., v knize: *Molecular systems engineering*. (Pistikopoulos E. N., Georgiadis M. C., Dua V., Adjiman C. S., Galindo A., ed.), kap. 4, str. 135, Wiley-VCH, Weinheim 2010.
- Lobanova O., Mueller K., Mokrushina L., Arlt W.: Chem. Eng. Technol. 34, 867 (2011).
- Bogdanic G., v knize: *Polymeric materials*, (Nastasovic A. B., Jovanovic S. M., ed.), kap. 7, str. 155, Transworld Research Network, Kerala 2009.
- Díaz-Tovar C., Gani R., Sarup B.: Fluid Phase Equilibr. 302, 284 (2011).
- Costa A. J. L., Esperanca J. M. S. S., Marrucho I. M., Rebelo L. P. N.: J. Chem. Eng. Data 56, 3433 (2011).
- Gacino F. M., Regueira T., Lugo L., Comunas M. J. P., Fernandez J.: J. Chem. Eng. Data 56, 4984 (2011).
- Marrero J., Gani R.: Fluid Phase Equilibr. 183, 183 (2001).
- Schmid B., Gmehling J.: Fluid Phase Equilibr. 317, 110 (2012).
- Tochigi K., Gmehling J.: J. Chem. Eng. JPN. 44, 304 (2011).
- Miller D. G.: Ind. Eng. Chem. 56, 46 (1964).
- Conte E., Martinho A., Matos H. A., Gani R.: Ind. Eng. Chem. Res. 47, 7940 (2008).
- Ruzicka V., Domalski E. S.: J. Phys. Chem. Ref. Data 22, 597 (1993).
- Ruzicka V., Domalski E. S.: J. Phys. Chem. Ref. Data 22, 619 (1993).
- Zábranský M., Růžička V., Malijevský A.: Chem. Listy 97, 3 (2003).
- Zábranský M., Růžička V.: J. Phys. Chem. Ref. Data 33, 1071 (2004).
- Chickos J. S., Acree W. E. Jr., Liebman J. F., v knize: *Computational thermochemistry: Prediction and estimation of molecular thermodynamics*. (Irikura K. K., ed), kap. 4. American Chemical Society, Washington, D. C., 1998.
- Nagvekar M., Daubert T. E.: Ind. Eng. Chem. Res. 26, 1362 (1987).
- Chung T. H., Lee L. L., Starling K. E.: Ind. Eng. Chem. Fundament. 23, 8 (1984).
- Yampolskii Y., Shishatskii S., Alentiev A., Loza K.: J. Membrane Sci. 149, 203 (1998).
- Shahbaz K., Baroutian S., Mjalli F. S., Hashim M. A., Al Nashef I. M.: Thermochim. Acta 527, 59 (2012).
- Awasthi A., Tripathi B. S., Awasthi A.: Fluid Phase Equilibr. 287, 151 (2010).
- Lu X., Yang Y., Ji J.: Zhongguo Liangyou Xuebao 26, 60 (2011).
- Liaw H., Gerbaud V., Li Y.: Fluid Phase Equilibr. 300, 70 (2011).
- Zábranský M., Kolská Z., Růžička V., Domalski E. S.: J. Phys. Chem. Ref. Data 39, 013103-1 (2010).
- Kolská Z., Říha J., Hnatowicz V., Švorčík V.: Mater. Lett. 64, 1160 (2010).
- Kolská Z., Švorčík V., Siegel J.: Collect. Czech. Chem. Commun. 75, 517 (2010).
- Novotná Z., Kolská Z., Slepíčka P., Slepíčková

- Kasálková N., Fajstavr D., Bačáková L., Švorčík V.: Chem. Listy 115, 634 (2021).
38. Slepíčka P., Trostová S., Kasálková Slepíčková N., Kolská Z., Sajdl P., Švorčík V.: Plasma Process. Polym. 9, 197 (2012).
 39. Řezníčková A., Kolská Z., Hnatowicz V., Stopka P., Švorčík V.: Nucl. Instrum. Meth. B 269(2), 83 (2011).
 40. Švorčík V., Kolská Z., Kvítek O., Siegel J., Řezníčková A., Řezanka P., Záruba K.: Nanoscale Res. Lett. 6, 607 (2011).
 41. Kolská Z., Řezníčková A., Hnatowicz V., Švorčík V.: Vacuum 86(6) SI, 643 (2012).
 42. Slepíčka P., Rimpelová S., Slepíčková Kasálková N., Fajstavr D., Sajdl P., Kolská Z., Švorčík V.: Nanomaterials 11(1), 182 (2021).
 43. Juřík P., Slepíčka P., Kolská Z., Slepíčková Kasálková N., Švorčík V.: Chem. Listy 114, 804 (2020).
 44. Řezníčková A., Chaloupka A., Hertz J., Kolská Z., Švorčík V.: Surf. Interf. Anal. 44, 296 (2012).
 45. Slepíčka P., Neděla O., Siegel J., Krajcar R., Kolská Z., Švorčík V.: EXPRESS Polym. Lett. 8(7), 459 (2014).
 46. Michaljšaničová I., Slepíčka P., Veselý M., Kolská Z., Švorčík V.: Mater. Lett. 144, 15 (2015).
 47. Fajstavr D., Slepíčka P., Kolská Z., Švorčík V.: Chem. Listy 112, 762 (2018).
 48. Fajstavr D., Michaljšaničová I., Slepíčka P., Neděla O., Sajdl P., Kolská Z., Švorčík V.: React. Funct. Polym. 125, 20 (2018).
 49. Neubertová V., Knapová T., Kormunda M., Kolská Z.: Chem. Listy 112, 324 (2018).
 50. Knapová T., Matoušek J., Kolářová K., Slepíčka P., Šícha V., Trogl J., Kolská Z.: Chemistryselect 4(14), 4382 (2019).
 51. Silovská T., Matoušek J., Fajstavr D., Svorcik V., Kolska Z.: Mater. Lett. 277, 128274 (2020).
 52. Lupinkova S., Kaimlova M., Kormunda M., Kolska Z.: Surf. Interf. Anal. 53(1), 108 (2021).
 53. Kolská Z., Polanský R., Prosr P., Zemanová M., Ryšánek P., Slepíčka P., Švorčík V.: Mater. Lett. 214, 264 (2018).
 54. Benkocká M., Lupínková S., Knapová T., Kolářová K., Matoušek J., Slepíčka P., Švorčík V., Kolská Z.: Mater. Sci. Eng. C 96, 479 (2019).
 55. Idriss H., Kolská Z., Lyutakov O., Švorčík V.: Chem. Listy 115, 609 (2021).
 56. Krajcar R., Lyutakov O., Kolská Z., Švorčík V.: Chem. Listy 114, 770 (2020).
 57. Kolská Z., Řezníčková A., Nagyová M., Slepíčková Kasálková N., Sajdl P., Slepíčka P., Švorčík V.: Polym. Degrad. Stabil. 101, 1 (2014).
 58. Slepíčková Kasálková N., Slepíčka P., Kolská Z., Hodačová P., Kučková Š., Švorčík V.: Nanosc. Res. Lett. 9, 161 (2014).
 59. Lupínková S., Výborný K., Benkocká M., Kolská Z., Slepíčková Kasálková N., Švorčík V.: Chem. Listy 108, s237 (2014).
 60. Kolská Z., Matoušek J., Čapková P., Braborec B., Černá H., Benkocká M., Londesborough M. G. S.: Appl. Clay Sci. 118, 295 (2015).
 61. Reznickova A., Kolska Z., Orendac M., Cizmar E., Sajdl P., Svorcik V.: Appl. Surf. Sci. 379, 259 (2016).
 62. Reznickova A., Orendac M., Cizmar E., Kvitek O., Slepicka P., Kolska Z., Svorcik V.: J. Phys. Chem. C 122, 1396 (2018).
 63. Benkocká M., Kolářová K., Matoušek J., Semerádtová A., Šícha V., Kolská Z.: Appl. Surf. Sci. 441, 120 (2018).
 64. Idriss H., Guselnikova O., Postnikov P., Kolska Z., Hausild P., Cech J., Lyutakov O., Svorcik V.: ACS Appl. Polym. Mater. 2(2), 977 (2020).
 65. Guselnikova O., Kalachyova Y., Elashnikov R., Cieslar M., Kolska Z., Sajdl P., Postnikov P., Svorcik V., Lyutakov O.: Micropor. Mesopor. Mater. 309, 110577 (2020).
 66. Guselnikova O., Postnikov P., Kolska Z., Zaruba K., Kohout M., Elashnikov R., Svorcik V., Lyutakov O.: Appl. Mater. Today 20, 100666 (2020).
 67. Idriss H., Elashnikov R., Guselnikova O., Postnikov P., Kolska Z., Lyutakov O., Svorcik V.: Chem. Pap. 75(1), 191 (2020).
 68. Švorčík V., Kolská Z., Slepíčka P., Hnatowicz V., Siegel J., v knize: *Gold Nanoparticles: Properties, Characterization and Fabrication*. (Chow P. E., ed.), str. 1. Nova Sci. Publ., New York 2010.
 69. Slepíčková Kasálková N., Slepíčka P., Kolská Z., Sajdl P., Bačáková L., Rimpelová S., Švorčík V.: Nucl. Instrum. Meth. B 272, 391 (2012).
 70. Řezníčková A., Kolská Z., Siegel J., Švorčík V.: J. Mater. Sci. 47, 6297 (2012).
 71. Švorčík V., Kvítek O., Říha J., Kolská Z., Siegel J.: Vacuum 86, 729 (2012).
 72. Siegel J., Juřík P., Kolská Z., Švorčík V.: Surf. Interface Anal. 45(6), 1063 (2013).
 73. Polívková M., Siegel J., Rimpelová S., Hubáček T., Kolská Z., Švorčík V.: Mater. Sci. Eng. C 70, 479 (2017).
 74. Bainova P., Miliutina E., Burtsev V., Kolská Z., Švorčík V., Lyutakov O.: Chem. Listy 115, 447 (2021).
 75. Švorčík V., Hubáček T., Slepíčka P., Siegel J., Kolská Z., Bláhová O., Macková A., Hnatowicz V.: Carbon 47, 1770 (2009).
 76. Žáková P., Slepíčková Kasálková N., Slepíčka P., Kolská Z., Karpíšková J., Stibor I., Švorčík V.: Appl. Surf. Sci. 422, 809 (2017).
 77. Kolská Z., Makajová Z., Kolářová K., Kasálková Slepíčková N., Trostová S., Řezníčková A., Siegel J., Švorčík V., v knize: *Polymer Science*. (Yılmaz F. ed.), str. 203. In Tech d.o.o., Rijeka 2013.
 78. Kolská Z., Řezníčková A., Švorčík V.: e-Polymers 2011, 083.
 79. Švorčík V., Řezníčková A., Kolská Z., Slepíčka P., Hnatowicz V.: e-Polymers 2010, 133.
 80. Kolská Z., Slepíčková Kasálková N., Siegel J., Švorčík V.: J. Nano Res. 25, 31 (2013).

Z. Kolská (*Centre for Nanomaterials and Biotechnology, Faculty of Science, J. E. Purkyně University in Ústí nad Labem, Ústí nad Labem*): **For What Am I Grateful to the University of Chemical Technology in Prague? 35 Years of Cooperation in the Field of Estimation Methods and Preparation and Characterization of Nanostructured Materials**

In this short writing I tried to describe my all-life positive experience with the University of Chemical Technology (UCT) Prague, starting from the student age till now, my adult age. At UCT, I met many amazing people not only when I was a student but especially as a researcher and an academic person. I am very grateful for all collaborations with them: firstly in the field of estimation of various physico-chemical properties of chemical compounds, which lasted for 20 years, and then in the field of preparation and characterization of nanostructured materials for many applications which has been continuing last 15 years.

Keywords: UCT and cooperation, estimation methods, nanostructured materials, preparation and characterization

- Kolská Z.: Chem. Listy 116, 607–613 (2022).
- <https://doi.org/10.54779/ch120220607>