

# KONCEPT FORMÁLNEHO OXIDAČNÉHO ČÍSLA IX A NÁVRH VALENČNÝCH PRÍPON PRE OXIDAČNÉ ČÍSLA VYŠŠIE AKO VIII

Lukáš Krivosudský<sup>1</sup>, Michal Galamboš<sup>1</sup>, Jana Levická<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra anorganickej chémie, Mlynská dolina Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovenská republika

[krivosudskyl@fns.uniba.sk](mailto:krivosudskyl@fns.uniba.sk), [galambos@fns.uniba.sk](mailto:galambos@fns.uniba.sk)

<sup>2</sup>Jazykovedný ústav Ľudovíta Štúra SAV, Panská 26, 813 64 Bratislava, Slovenská republika

[janal@korpus.sk](mailto:janal@korpus.sk)

## Abstrakt

Autori v článku jednak sumarizujú experimentálne výsledky, ktoré potvrdzujú existenciu irídia v oxidačnom stave +IX a jednak analyzujú výsledky teoretických výpočtov, ktoré nevyklučujú hypotetickú existenciu vybraných zlúčenín v oxidačných stavoch vyšších ako VIII. Druhá časť príspevku sa venuje návrhu valenčných prípon pre oxidačné čísla IX, X, XI a XII, pričom sa tento návrh posudzuje aj z lingvistického hľadiska.

Kľúčové slová: nomenklatúra, terminológia, anorganická chémia, oxidačné číslo, valenčná prípona

# THE CONCEPT OF THE FORMAL OXIDATION STATE IX AND THE PROPOSAL OF VALENCY SUFFIXES IN SLOVAK FOR OXIDATION STATES HIGHER THAN VIII

Lukáš Krivosudský<sup>1</sup>, Michal Galamboš<sup>1</sup>, Jana Levická<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Comenius University in Bratislava, Faculty of Natural Sciences, Department of Inorganic Chemistry, Mlynská dolina Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, Slovak Republic

[krivosudsky1@fns.uniba.sk](mailto:krivosudsky1@fns.uniba.sk), [galambos@fns.uniba.sk](mailto:galambos@fns.uniba.sk)

<sup>2</sup>Slovak Academy of Sciences, L. Štúr Institute of Linguistics, Slovak National Corpus Department, Panská 26, 813 64 Bratislava, Slovak Republic

[janal@korporus.sk](mailto:janal@korporus.sk)

## Abstract

The authors sum up the experimental results testifying the existence of iridium in oxidation state +IX and then analyse the results of theoretical calculations admitting the hypothetical existence of selected compounds in oxidation states higher than VIII. The second part of the paper is devoted to the proposal of valency suffixes in Slovak for the oxidation states IX, X, XI and XII, founded also on linguistic analysis.

Key words: nomenclature, terminology, inorganic chemistry, oxidation state, valency suffix

1. Úvod
2. Zlúčeniny irídia(IX)
3. Zlúčeniny s navrhovaným oxidačným číslom vyšším ako VIII
4. Návrh valenčných prípon pre oxidačné stupne IX, X, XI, XII
5. Záver
6. Literatúra

## 1. ÚVOD

V posledných rokoch sme svedkami prudkého rozvoja v oblasti jadrovej fyziky, ktorý má pre chémiu najnápadnejší dôsledok v dopĺňovaní periodickej sústavy chemických prvkov o nových členov. V júni 2016 navrhla Divízia anorganickej chémie organizácie IUPAC akceptovať názvy a značky pre potvrdené chemické prvky s protónovými číslami 113 (nihónium, Nh), 115 (mokóvium, Mc), 117 (tenesín, Ts)<sup>1</sup> a 118 (oganesón, Og),<sup>2</sup> čím sa uzatvára príprava a zároveň aj názvoslovie chemických prvkov siedmej periódy<sup>3</sup>. Slovenské názvoslovie anorganických látok má pôvod v českom názvosloví<sup>4</sup>. Jeho systematickým základom dodnes zostáva monografia Miroslava Zikmunda: Názvoslovie anorganických látok (1961)<sup>5</sup>, ktorá bola po desaťročia východiskovým dielom pri aktualizáciách názvoslovía a na ktorú sme voľne nadviazali vysokoškolskými učebnicami Názvoslovie anorganických látok: Princípy a príklady (2009)<sup>6</sup> a Názvoslovie anorganických látok (2011 a 2016)<sup>7, 8</sup>. Najmä v poslednom období pozorujeme snahu o akceptovanie odporúčaní IUPACu a priblíženie slovenského názvoslovía chemických látok medzinárodnému (teda anglickému)<sup>9</sup>. Typickým znakom českého a slovenského názvoslovía anorganických látok je používanie valenčných prípon (I –ný, II –natý, III –itý, IV –ičitý, V –ičný/ečný, VI –ový, VII –istý, VIII –ičelý), pomocou ktorých sa tvoria adjektíva predstavujúce časť chemického názvu a ktoré vyjadrujú oxidačné číslo/stav<sup>10</sup> určitých chemických prvkov. Pokiaľ sa však „naše“ názvoslovie anorganických látok nevzdá tohto unikátneho spôsobu vyjadrovania oxidačného čísla (podľa vzoru anglického názvoslovía, ktoré už zavrholo zaužívané prípony *-ous* a *-ic* pre nižší a vyšší najbežnejší oxidačný stav niektorých atómov, napr. FeCl<sub>2</sub> *ferrous chloride*, FeCl<sub>3</sub> *ferric chloride*)<sup>11</sup>, je možné, že v blízkej budúcnosti musí dôjsť k doplneniu o ďalšie valenčné prípony pre vyššie oxidačné čísla<sup>12</sup>. Kvantovochemické výpočty predpovedajú, že oxidačné čísla vyššie ako VIII môžu v určitých prípadoch existovať. Formálne oxidačné číslo IX bolo potvrdené aj experimentálne a je zrejme len otázkou času, kedy sa objavia dôkazy existencie

vyšších oxidačných stavov. V syntetickej chémii je dobrou praxou považovať chemickú zlúčeninu za existujúcu, ak sa jej štruktúra dá potvrdiť minimálne 2 experimentálnymi metódami od seba nezávislými a dokážeme pripraviť jej vážiteľné množstvo, prípadne ak jej štruktúra vykazuje minimum na hyperploche potenciálnej energie.

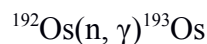
V tejto publikácii sumarizujeme experimentálne výsledky, ktoré potvrdzujú existenciu irídia v oxidačnom stave **+IX**. Zaoberáme sa tiež výsledkami teoretických výpočtov, ktoré nevyklúčujú hypotetickú existenciu vybraných zlúčenín v oxidačných stavoch vyšších ako VIII. Nakoniec sa venujeme návrhu na zavedenie nových valenčných prípon pre oxidačné čísla vyššie ako VIII a veríme, že naše kritické zhodnotenie potreby prijatia nových valenčných prípon stimuluje všeobecnú verejnosť (akademickú, ale i laickú) k diskusii o ich reálnej potrebe. Na základe lingvistickej analýzy tohto problému si dovoľujeme navrhnúť niekoľko vhodných alternatív.

## 2. ZLÚČENINY IRÍDIA(IX)

Irídium je vzácny ťažký kov, ktorý sa v prírode vyskytuje vždy rýdze v platinových rudách (okolo 1,5 % voči ostatným platinovým kovom), v niektorých ložiskách zlata a bolo nájdené aj v meteoritickom železe. V zemskej kôre sa nachádza približne 0,001 ppm irídia, v meteoritoch viac ako 0,5 ppm. Irídium je teda asi rovnako vzácne ako telúr, 40-krát vzácnejšie ako zlato a 10-krát drahšie ako platina. Jeden gram  $\text{IrCl}_3$  a  $\text{IrCl}_4$  alebo  $\text{IrO}_2$ , najdostupnejších východiskových zlúčenín irídia, stojí v komerčnom sektore približne 300,- €. Irídium bolo objavené v roku 1804 a názov prvku je odvodený od mena gréckej bohyně dúhy Iris, čo vyjadruje mnohofarebnosť jeho zlúčenín<sup>13, 14</sup>. Je to mimoriadne odolný kov a v zlúčeninách sa irídium vyskytuje najčastejšie v oxidačných stavoch +I, +III a +IV,<sup>15</sup> poznáme však zlúčeniny vo všetkých oxidačných stavoch od -III až po +IX, okrem -II<sup>16</sup>.

Najvyšší oxidačný stav dostupný klasickými chemickými cestami je +VI, napríklad  $\text{IrF}_6$  sa pripraví oxidáciou  $\text{IrF}_6^-$  striebornatými iónmi v kvapalnom fluorovodíku<sup>9</sup>.

Prvenstvo v príprave zlúčeniny v oxidačnom stave **IX** treba priznať nemeckému autorskému kolektívu v zložení P. Rotheb, F. Wagner a U. Zahn z Oddelenia fyziky Technickej Univerzity v Mníchove (1969)<sup>17</sup>. Vo svojej práci sa zaoberali dôsledkami  $\beta^-$  rozpadu jadra  $^{193}\text{Os}$  v zlúčeninách osmia. Ako východiskové zlúčeniny použili komerčný oxid osmičelý ( $\text{OsO}_4$ ) a dihydrát osmianu draselného ( $\text{K}_2\text{OsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), ktorý bol pripravený reakciou  $\text{OsO}_4$  a  $\text{KOH}$ . Približne 150 mg látky bolo ožarovaných prúdom neutrónov s intenzitou  $10^{13}$  n/cm<sup>3</sup> po dobu 16 hodín, čím došlo k jadrovej reakcii:



Následným  $\beta^-$  rozpadom z  $^{193}\text{Os}$  ( $T_{1/2} = 30$  h) vzniká  $^{193}\text{Ir}$ , ktorý vyžaruje  $\gamma$  žiarenie s energiou 73 keV a je vhodným jadrom pre Mössbauerovu spektroskopiu. Analýzou spektier boli nájdené častice  $[\text{Ir}^{\text{VII}}\text{O}_4]^-$  a  $[\text{Ir}^{\text{IX}}\text{O}_4]^+$ , čím sa rozsah oxidačných čísel irídia rozšíril na irídium(VII) a irídium(**IX**) – obe boli dovtedy neznáme. Autori samozrejme priznávajú, že dosiahnuté experimentálne výsledky nebolo možné porovnať s dovtedy známymi spektrami zlúčenín  $\text{Ir}^{\text{IX}}$ , keďže neexistovali. Priradenie izoméneho posunu pri  $-3,78(6)$  mm·s<sup>-1</sup> tejto častici bolo preto neisté.

Stabilita  $[\text{IrO}_4]^+$  bola predpovedaná kvantovochemickými výpočtami na úrovni DFT B3LYP a CCSD(T) v roku 2010<sup>18</sup>. Výpočet reakčných energií na úrovni B3LYP pre rozklad  $[\text{IrO}_4]^+ \rightarrow [\text{IrO}_2]^+ + \text{O}_2$  ukázal, že  $\Delta H$  reakcie so zahrnutím relativistických efektov je 176,4 kJ·mol<sup>-1</sup> (256,9 kJ·mol<sup>-1</sup> pri výpočte metódou CCSD(T)) a bez zahrnutia relativistických efektov  $-165,3$  kJ·mol<sup>-1</sup> (B3LYP). Tento markantný rozdiel je ďalším dôkazom významnej úlohy relativistických efektov v chémii veľmi ťažkých kovov. Rozklad  $[\text{RhO}_4]^+ \rightarrow [\text{RhO}_2]^+ + \text{O}_2$  je naproti tomu exotermický dej ( $\Delta H = -133,2$  kJ·mol<sup>-1</sup>) kvôli menšiemu vplyvu relativistických efektov na vlastnosti chemických prvkov piatej periódy s valenčnými elektrónmi na hladine

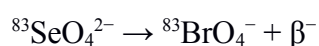
4d. Katión  $[\text{IrO}_4]^+$  by navyše mal byť stabilnejší ako  $\text{Ir}^{\text{VIII}}\text{O}_4$ , ktorého existencia bola potvrdená len nedávno (2009)<sup>19</sup>. Relatívne vysoká stabilita  $[\text{IrO}_4]^+$  je pochopiteľná aj pri porovnaní izoelektrónových častíc v sérii troch chemických prvkov ležiacich v periodickej sústave chemických prvkov vedľa seba:  $[\text{ReO}_4]^- \leftrightarrow \text{OsO}_4 \leftrightarrow [\text{IrO}_4]^+$ .  $[\text{ReO}_4]^-$  a  $\text{OsO}_4$  sú dobre definované a stabilné častice s konfiguráciou centrálného atómu  $d^0$  rovnako ako je tomu v  $[\text{IrO}_4]^+$ . Existencia  $\text{Ir}^{\text{IX}}$  v aniónovej forme ako  $[\text{IrO}_5]^-$  je nepravdepodobná, pretože reakcia  $[\text{IrO}_5]^- \rightarrow [\text{IrO}_3]^- + \text{O}_2$  je exotermická ( $\Delta H = -172,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , B3LYP). Podobne je nepravdepodobná existencia  $\text{IrF}_9$ , ktorý by sa mal rozkladať na  $\text{IrF}_7$  a  $\text{F}_2$  ( $\Delta H = -319,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , CCSD(T);  $\Delta H = -375,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , B3LYP).

Po takmer polstoročí od jadrochemickej syntézy  $[\text{IrO}_4]^+$  sa v časopise Nature (2014) objavila publikácia, v ktorej autori dokázali existenciu  $[\text{Ir}^{\text{IX}}\text{O}_4]^+$  pomocou hmotnostnej spektrometrie, fotodisociačnej infračervenej spektroskopie a teoretických výpočtov metódami DFT a CCSD(T)<sup>20</sup>. Je treba poznamenať, že dôkaz existencie  $\text{Ir}^{\text{IX}}$  v práci z roku 1969 autori označili za „špekuláciu“. Napriek tomu nebola príprava  $[\text{Ir}^{\text{IX}}\text{O}_4]^+$  jadrovou reakciou nikdy spochybnená<sup>16, 21</sup>. V tejto práci autori pripravili oxidokatióny irídia vaporizáciou irídia Nd:YAG laserom v prostredí argónu alebo hélia s malým prídavkom  $\text{O}_2$ <sup>20</sup>. Vzniknuté ióny a ich adukty s argónom boli následne separované a analyzované hmotnostnou spektrometriou. V spektre bolo možné pozorovať niekoľko pík, ktoré boli priradené rôznym katiómom so zložením  $[\text{IrO}_x]^+$  a  $[\text{IrO}_x]^+ \cdot n\text{Ar}$  ( $x, n = 1 - 6$ ). Dominantné píky v spektre reprezentujú  $[\text{IrO}_4]^+$ ,  $[\text{IrO}_3]^+$ ,  $[\text{IrO}_2]^+$ ,  $\text{Ir}^+$  a ich izotopoméry. Zaujímavá je tiež stopová prítomnosť iónov  $[\text{IrO}_5]^+$  a  $[\text{IrO}_6]^+$  (hypotetické oxidačné čísla XI a XIII), avšak v prípade  $[\text{IrO}_6]^+$  autori ukázali, že tento ión fotodisociáciou uvoľňuje molekulu dikyslíka a je teda pravdepodobne van der Waalsovským komplexom  $[\text{IrO}_4]^+$  a  $\text{O}_2$ . Prítomnosť pík zodpovedajúcich izotopomérom  $[\text{IrO}_5]^+$  autori nekomentujú. V druhom kroku boli ióny separované na základe hmotnosti a študované infračervenou fotodisociačnou spektroskopiou. Experimentálne spektrum iónu

$[\text{IrO}_4]^+$  obsahuje päť absorpčných pásov pri 936, 944, 966, 1047 a  $1054 \text{ cm}^{-1}$ . Keďže katiónu  $[\text{IrO}_4]^+$  by mali zodpovedať maximálne štyri fundamentálne vibrácie v oblasti valenčných vibrácii väzieb Ir=O a Ir–O, namerané spektrum naznačuje prítomnosť aspoň dvoch častíc. Ďalšie experimenty ( $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$  izotopová zámena) a teoretické výpočty potvrdili, že pásy zodpovedajú vibráciám v katióne  $[\text{IrO}_4]^+ \cdot n\text{Ar}$  a v komplexe  $[\text{Ir}(\eta^2\text{-O}_2)\text{O}_2]^+$  s molekulou dikyslíka koordinovanou spôsobom side–on. Koordinačný mód end–on bol vylúčený z dôvodu neprítomnosti pásov nad  $1100 \text{ cm}^{-1}$  v experimentálnom spektre. Kvantovochemické výpočty metódami CCSD(T) a CASPT2 ukázali, že pásy prislúchajúce vibráciám väzby Ir–( $\eta^1\text{-O}_2$ ) by sa mali nachádzať pri  $\approx 1460 \text{ cm}^{-1}$ .

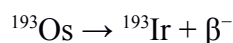
Štruktúry všetkých troch izomérov  $[\text{IrO}_4]^+$ ,  $[\text{Ir}(\eta^2\text{-O}_2)\text{O}_2]^+$  a  $[\text{Ir}(\eta^1\text{-O}_2)\text{O}_2]^+$  boli optimalizované na úrovni CCSD(T).  $[\text{IrO}_4]^+$  má tetraedrickú štruktúru s dĺžkou väzby Ir–O  $1,708 \text{ \AA}^{12}$  (Re–O  $1,719(5) \text{ \AA}$  v  $\text{KReO}_4$ ; Os–O  $1,684(7) \text{ \AA}$  a  $1,710(7) \text{ \AA}$  v  $\text{OsO}_4$ )<sup>22</sup>. Globálne minimá energií aduktov  $[\text{IrO}_4]^+$  s argónom zodpovedajú „ $\eta^3$ “ koordinácii  $[\text{IrO}_4]^+$  na atóm Ar (atóm argónu „sedí“ na rovine tvorenej tromi atómami kyslíka). Autori sa navyše zaoberali termodynamickou stabilitou katiónu  $[\text{IrO}_4]^+$ , pričom boli zobrať do úvahy možné vnútorné redoxné deje a rozkladné reakcie za uvoľnenia molekuly dikyslíka. Ukázalo sa, že všetky možné rozkladné reakcie sú endotermické, a teda katión  $[\text{IrO}_4]^+$  je termodynamicky stabilný. Pri vzniku jeho aduktov s argónom sa uvoľňuje energia približne  $10 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  na každý viazaný atóm, argón teda možno považovať len za veľmi slabo koordinovaný<sup>20</sup>.

Zaujímavou časťou publikácie sú neúspešné pokusy o prípravu soli obsahujúcej  $[\text{IrO}_4]^+$  v makroskopickom množstve. Na tomto mieste je vhodné pripomenúť, že ako v prípade  $\text{Ir}^{\text{IX}}$ , tak aj pri pokusoch o prípravu bromistanových aniónov,  $\text{Br}^{\text{VII}}\text{O}_4^-$ , viedla k pozitívnemu výsledku po dlhých rokoch neúspešných syntéz až príprava pomocou jadrovej reakcie<sup>23</sup>:





Táto syntéza je však nevhodná na prípravu väčšieho množstva bromistanových aniónov, pretože izotop  $^{83}\text{Br}$  je rádioaktívny s dobou polpremeny 2,4 h ( $^{83}\text{Br} \rightarrow ^{83}\text{Kr} + \beta^-$ ). Izotop  $^{193}\text{Ir}$  je však stabilný (nachádza sa v prírode), a preto by bolo možné pripraviť  $[\text{IrO}_4]^+$  vo väčšom množstve optimalizovaním jadrovej syntézy z roku 1969<sup>17</sup>:



Pripomeňme tiež, že po niekoľkých rokoch sa podarilo vyvinúť dokonca niekoľko chemických ciest k  $\text{Br}^{\text{VII}}\text{O}_4^-$  a ukázalo sa, že tento anión je relatívne stabilný<sup>23, 24, 25, 26, 27, 28</sup>.

$[\text{IrO}_4]^+$  sa autori pokúšali pripraviť vo forme solí s fluoridoantimoničnanovými aniónmi<sup>20</sup>. Východiskovou zlúčeninou bol oxid iridičitý ( $\text{IrO}_2$ ), ktorý sa autori pokúšali oxidovať pomocou  $[\text{O}_2][\text{Sb}_2\text{F}_{11}]$  v prostredí bezvodého fluorovodíka,  $\text{SO}_2\text{ClF}$  alebo  $\text{HF}/[\text{SbF}_5]$  a v ďalšom prípade bol oxidačným činidlom  $\text{XeF}_6$  v bezvodom fluorovodíku. Autori však nepozorovali žiadnu reakciu ( $\text{IrO}_2$  nereagoval), alebo pozorovali vznik nežiaducich produktov (napr.  $[\text{H}_3\text{O}][\text{Sb}_2\text{F}_{11}]$ ,  $[\text{Xe}_2\text{F}_{11}][\text{IrF}_6]$ ). Treba povedať, že v tomto prípade sa predpovede kvantovochemických výpočtov nepotvrdili, pretože vypočítaný adiabatický ionizačný potenciál reakcie  $\text{IrO}_4 \rightarrow [\text{IrO}_4]^+$  (9,6 eV pre CCSD(T), 10,3 eV pre B3LYP) naznačuje, že oxidácia na  $\text{Ir}^{\text{IX}}$  by mala byť úspešná pomocou dioxygenylového kationu  $[\text{O}_2]^+$  (redukčný potenciál 12,07 eV). Okrem toho,  $[\text{IrO}_4]^+$  by mal byť stabilizovaný slabo koordinujúcimi veľkými aniónmi. Reakcie s  $[\text{SbF}_6]^-$  a  $[\text{Al}\{\text{OC}(\text{CF}_3)_3\}_4]^-$  by mali byť exergonické ( $\Delta G^0 = -14 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  a  $-66 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )<sup>18</sup>. V literatúre sa s ďalšími pokusmi o prípravu zlúčenín  $\text{Ir}^{\text{IX}}$  nestretávame (to však nevyklučuje, že sa o iné syntézy nikto nepokúšal – negatívne výsledky nie sú pri publikovaní „príťažlivé“).

Pripomeňme ešte, že oxidačné číslo **IX**, tak ako všetky oxidačné čísla, je formálne a slúži najmä na racionalizáciu redoxných rovníc. Neodráža skutočný náboj na atóme irídia, ktorý je podľa teoretických výpočtov +1,470 (na porovnanie v  $\text{OsO}_4$  je to +1,475)<sup>20</sup>.

Ukazuje sa teda, že oxidačný stav **IX** je dostatočne experimentálne aj kvantovochemicky potvrdený pre  $[\text{IrO}_4]^+$ . Existencia tohto iónu bola potvrdená Mössbauerovou spektroskopiou, hmotnostnou spektrometriou a infračervenou spektroskopiou. Optimalizované geometrie izomérov  $[\text{IrO}_4]^+$ , termodynamická stabilita a simulácie infračervených spektier boli študované na najvyššom stupni teórie súčasne dostupných kvantovochemických výpočtov metódami DFT a CCSD(T). Zdá sa, že iné jednoduché zlúčeniny irídia v tomto oxidačnom stave nemôžu existovať ( $[\text{IrO}_5]^-$ ,  $\text{IrF}_9$ ). Príprava vážiteľného množstva zlúčeniny obsahujúcej katión  $[\text{IrO}_4]^+$  naďalej zostáva obrovskou výzvou pre syntetickú chémiu.

### 3. ZLÚČENINY S OXIDAČNÝM ČÍSLOM VYŠŠÍM AKO VIII

Ako sa ukázalo pri porovnaní stability  $[\text{IrO}_4]^+$  a  $[\text{RhO}_4]^+$ , relativistické efekty môžu spôsobovať stabilizáciu vysokého oxidačného stavu. Kvantovochemické výpočty však naznačujú, že  $\text{MtO}_4$  aj  $[\text{MtO}_4]^+$  sú v porovnaní s irídióvymi analógmi menej stabilné, ale  $[\text{Ir}^{\text{IX}}\text{O}_4]^+$  a  $[\text{Mt}^{\text{IX}}\text{O}_4]^+$  zostávajú najperspektívnejšími časticami pre štúdium oxidačného stavu **IX**<sup>18</sup>. V prípade prípravy zlúčenín meitneria sa však stretávame s ďalším problémom, a tým je vysoká rádioaktivita a nestabilita všetkých známych izotopov tohto prvku. Najstabilnejší izotop má dobu polpremeny 7,4 sekundy ( $^{278}\text{Mt} \rightarrow ^{274}\text{Bh} + \alpha$ )<sup>29</sup>.

Elektrónová konfigurácia  $d^0$  na valenčnej vrstve prechodných kovov deviatej skupiny by teda mohla byť stabilná pre najťažšie chemické prvky (Ir, Mt). Je potom možná existencia konfigurácie  $d^0$  pre chemické prvky nasledujúcej, desiatej skupiny (Pd, Pt, Ds)? Touto otázkou sa teoretickí chemici začali zaoberať po dostatočných dôkazoch pre existenciu  $\text{Ir}^{\text{IX}}$  (publikácia pochádza z roku 2016)<sup>30</sup>. Autori vyšetřovali stabilitu rôznych oxidokomplexov paládia a platiny kvantovochemickými výpočtami na úrovni DFT použitím funkcionálu a bázy osvedčených pre paládium, irídium a platínu (M06-L a aug-cc-pVTZ-PP). Ukázalo sa, že spomedzi študovaných častíc má katión  $[\text{Pt}^{\text{X}}\text{O}_4]^{2+}$  metastabilný stav, ktorý je kineticky

stabilný s vysokou energetickou bariérou rozkladu a dobou polpremeny 0,9 roka.  $[\text{PtO}_4]^{2+}$  je izoelektrónový s  $[\text{IrO}_4]^+$  (a  $\text{OsO}_4$ ,  $\text{ReO}_4^-$ ) a ich molekulové orbitály sú veľmi podobné (ale majú významne odlišné energie). Ostatné študované častice obsahujúce centrálny atóm v oxidačnom stave **+X** sú nestabilné ( $[\text{PdO}_4]^{2+}$ ,  $[\text{PtO}_3\text{F}_2]^{2+}$ ,  $[\text{PtO}_4\text{OH}]^+$ ,  $[\text{PtO}_4\text{SH}]^+$ ,  $\text{PtO}_5$ ). V tomto kontexte je zrejme len otázkou času, kedy sa objavia kvantovochemické výpočty stability analogických častíc chemických prvkov<sup>11</sup>. (Ag, Au, Rg) a 12. skupiny (Cd, Hg, Cn) a diskusia o existencii oxidačných stavov **XI** a **XII**.

O oxidačnom čísle **XII** sa uvažovalo v hypotetickom oxide  $\text{UO}_6$ <sup>31</sup>, neskoršie podrobnejšie kvantovochemické štúdium izomérov  $[\text{UO}_6]$  však ukázalo, že oproti  $\text{UO}_6$  s oktaedrickou geometriou a väzbami U–O by bol stabilnejší izomér obsahujúci peroxidoligandy  $\text{U}(\text{O}_2^{2-})_3$  so symetriou  $D_3$ , tetraoxido-superoxido komplex  $[\text{UO}_4\bullet(\text{O}_2\bullet)]$  so symetriou  $C_{2v}$  a dioxido-disuperoxido komplex  $[\text{UO}_2\bullet(\text{O}_2\bullet)_2]$  so symetriou  $D_{2h}$ <sup>32</sup>.

#### 4. NÁVRH VALENČNÝCH PRÍPON PRE OXIDAČNÉ STUPNE IX, X, XI A XII

Slovná zásoba a osobitne terminológia a nomenklatúra, ktoré sa používajú na opis a sprostredkovanie nových informácií, odzrkadľujú vývoj vedy a poznania. Jeden a ten istý pojem, respektíve objekt mimojazykovej reality, možno vyjadriť rôznymi jazykovými formami, napríklad „nahradit’ starší termín, ktorý svojou motiváciou<sup>33</sup> nie je vhodný na vyjadrenie tohto pojmu [...]. Vzťah designátor (forma) – designát (obsah) je teda v terminológii voľnejší a viac vydaný na milosť bádateľom<sup>34</sup>.

Ak sa pozrieme na vývoj súboru valenčných prípon<sup>35</sup>, ktoré slovenčina prebrala z češtiny, musíme skonštatovať, že z hľadiska (slovotvornej) motivácie ide o výber naskrz nezámerný, keďže jeho postupné rozširovanie z piatich prípon (v roku 1828) na konečných osem (v roku

1918) v dôsledku nových poznatkov v chémii poznamenali krátenie (*-ičnatý* => *-ný*) ako aj obmieňanie (*-ělý* => *-ičělý*), ba dokonca zmeny poradia.

Prehľad vývoja valenčných prípon v češtine:

1820 B. Berchtold a J. S. Presl *-owý*

1828 – J. S. Presl *-natý, -itý, -ný, -owý, -ělý*

1853 – V. Šafařík *-ičnatý, -natý, -itý, -ičitý, -ový, -ičělý, -ičný, -istý*

1900 – A. Batěk *-ičnatý, -natý, -itý, -ičitý, -ičný, -ový, -istý, -ičělý*

1918 – E. Votoček *-ný, -natý, -itý, -ičitý, -ičný, -ový, -istý, -ičělý*

Z hľadiska slovtvorby predstavuje tento súbor odvodzovacie prípony (sufixy), pomocou ktorých sa z názvov chemických prvkov, vyjadrených substantívami, tvoria zodpovedajúce adjektíva v chemickom názve zlúčeniny. V prípade väčšej časti týchto prípon, konkrétne *-ný, -ový, -itý, -istý, -natý* možno hovoriť o ich takzvanej terminologizácii, t. j. špecializácii ich významu v odbornej oblasti, v tomto prípade v chémii, tak, aby označovali počet valenčných väzieb od 1 do 8, ktorými sa atóm konkrétneho prvku viaže s ostatnými atómami v zlúčenine. Podobne sa niektoré sufixy špecializovali aj v zoologickej a botanickej nomenklatúre, napr. *-atý, -ovitý*<sup>36</sup>. Aj keď sa všetkých osem prípon zvykne označovať za umelé, z hľadiska slovtvorby slovenčiny však za štandardné prípony nemožno považovať len tri: *-ičitý, -ičělý, -ičný*, pričom posledná z nich sa skladá zo substantívneho infixu *-ič-/-eč-* a derivačnej adjektívnej prípony *-ný*. Teda len dve valenčné prípony *-ičitý* a *-ičělý* sa v slovenčine s výnimkou chémie vôbec nevyskytujú.

Náš návrh rozšíriť súbor valenčných prípon o tri nové *-idný* (X), *-astý* (XI) a *-ovaný* (XII), sa inšpiroval aj českými kolegami P. Slavíčkom a J. Kotekom<sup>12</sup>, ktorí v roku 2010 navrhli doplnenie súboru valenčných prípon o deviatu *-utý*:

*-ný, -natý, -itý, -ičitý, -ičný/-ečný, -ový, -istý, -ičelý, -utý.*

Oxidačné číslo IX zostáva z chemického pohľadu naďalej konceptom (nie sú k dispozícii žiadne zlúčeniny na skúmanie chemickej reaktivity). Zavedenie valenčných prípon pre oxidačné stavy vyššie ako VIII je však potrebné nielen z dôvodu možnej prípravy diskutovaných zlúčenín v budúcnosti, ale najmä kvôli tomu, že v literatúre sa začíname stretávať so vzorcami, ako napríklad  $[\text{IrO}_4]^+$  a  $[\text{PtO}_4]^{2+}$ , slovenské názvoslovie anorganických látok však zatiaľ nedisponuje prostriedkami na vytvorenie názvov týchto častíc. Čitateľ je teda odkázaný na kostrbaté odhláskovanie písmen značiek a vymenovanie čísel a znamienok (napríklad  $[\text{PtO}_4]^{2+}$ : *pé té ó štyri dva plus*) alebo na popisný spôsob vyjadrenia zloženia častice (*tetraoxidokatión platiny v oxidačnom stupni desat*).

V prípade použitia českej valenčnej prípony *-utý* a nami navrhovaných prípon *-idný, -astý* a *-ovaný*, môžeme v slovenskom názvosloví uviesť niekoľko (didaktických) príkladov:

- IX *-utý*    tetraoxidoiridutý katión  $[\text{IrO}_4]^+$   
                  pentaoxidoiridutanový anión  $[\text{IrO}_5]^-$   
                  tetraoxidomeitnerutý katión  $[\text{MtO}_4]^+$   
                  fluorid iridutý  $\text{IrF}_9$
- X *-idný*    tetraoxidoplatidný katión  $[\text{PtO}_4]^{2+}$   
                  oxid platidný  $\text{PtO}_5$   
                  tetraoxidopaládidný katión  $[\text{PdO}_4]^{2+}$   
                  tetraoxidodarmstadtidný katión  $[\text{DsO}_4]^{2+}$
- XI *-astý*    tetraoxidoröntgenastý katión  $[\text{RgO}_4]^{3+}$
- XII *-ovaný*    oxid uránovaný  $\text{UO}_6$

## Lingvistická analýza navrhovaných valenčných prípon

V nasledujúcej časti sa budeme venovať navrhovaným valenčným príponám jednotlivo, a pri posudzovaní ich funkčnosti zohľadníme frekvenciu ich používania, formu a význam.

### Navrhovaná valenčná prípona *-idný*

V prvom rade je potrebné overiť, či sa navrhovaná valenčná prípona v slovenčine vyskytuje a ak áno, aká je jej frekvencia a oblasť využitia. Tieto informácie možno najrýchlejšie získať vďaka všeobecného korpusu slovenčiny<sup>37</sup>, ktorý pozostáva z veľkého množstva žánrovo aj tematicky rôznorodých textov, pričom pomocou špecializovaného softvéru v ňom možno vyhľadávať rozličné informácie o akomkoľvek slove, časti slova, gramatickom jave, atď. Aktuálna verzia tohto korpusu s číslom 7 bola verejnosti sprístupnená v roku 2015. V našej analýze sme použili podkorpus s označením *prim-7.0-juls-all*, ktorého rozsah je 1 436 823 285 tzv. textových jednotiek. V ňom vykazuje analyzovaná prípona, resp. slová, na konci ktorých sa nachádza reťazec písmen *-idný*, absolútnu frekvenciu 6 913 výskytov (priemerná redukovaná frekvencia ARF<sup>38</sup> dosahuje číslo 3 388 – úlohou tejto štatistickej miery je redukovať výskyty textovej jednotky, ktoré sa nachádzajú „blízko pri sebe“, t. j. v tom istom dokumente a takpovediac z pera toho istého autora. Zároveň predstavuje odhad frekvencie tejto jednotky, ktorú by sme zaznamenali v prípade homogénneho korpusu.). Tieto výskyty predstavujú celkovo 202 *lem*<sup>39</sup>, resp. slov, z nich 73 sa v tejto verzii korpusu vyskytuje viac ako jedenkrát. V prvej desiatke frekvenčného rebríčka sú slová: *invalidný*, *očividný*, *hybridný*, *paranoidný*, *likvidný*, *rigidný*, *humanoidný*, *nelikvidný*, *fluidný*, *schizoidný*. Ak nebudeme brať do úvahy pôvodom slovenské adjektíva, ako je *očividný*, ostatné prídavné mená zakončené na *-idný* boli prevažne vytvorené z cudzích prevzatých substantív, väčšinou termínov (napr. *alkaloid*, *koloid*, *hybrid*), pomocou adjektívneho sufixu *-ný*. V druhom rade ide o novotvary, v mnohých prípadoch okazionalizmy, vyskytujúce sa v

beletrii, prípadne hovorovej komunikácii, napríklad *bomboidný*, *discooidný*, *depkoidný*, *džípoidný*, *fraškoidný*, *eunuchoidný*, *hračkoidný*, *hrncoidný*, *intelektualoidný*, *jahnátkoidný*, *klišoidný*, *mačoidný*, *mutantoidný*, *traktoroidný*, *teskoidný*, *teplákooidný*, *tangoidný*, *skriňoidný*, *skratkoidný*, *schusteroidný*, *rančoidný*, *pyramídooidný*, *pyrrhoidný*, *panorámooidný*, *narcisoidný*, *zemetrasoidný*. Tieto okazionalizmy vznikli spojením substantíva alebo jeho základu a tzv. nepravého sufixu *-oidný/idný*. Nepravého preto, že nepredstavuje skutočný slovotvorný sufix, ale kombináciu variantného sufixoidu *-oid/i:cíd*<sup>40</sup> a adjektívneho sufixu *-ný*. Na základe nájdených a vyššie uvedených okazionalizmov môžeme tvrdiť, že sufixoid *-oid* + sufix *-ný* má význam „podobný tomu, čo vyjadruje základové substantívum“. Okrem toho je z príkladov zrejmé, že takto vytvorené adjektíva sa začleňujú medzi hovorové slová, niekedy s humorným alebo pohrdavým podtónom. Navyše už spomínaný význam sufixoidu *-oid* potvrdzuje aj francúzsky slovník *Dictionnaire des structures du vocabulaire savant*<sup>41</sup>, ktorý ako prvý význam uvádza „podobný tvarom, výrazom, charakterom... tomu [čo označuje počiatočný formant]“.

### **Navrhovaná valenčná prípona *-astý***

V prípade valenčnej prípony *-astý* ide o slovotvorný sufix, ktorý sa podľa autorov diela „Súčasný slovenský spisovný jazyk: Morfológia.“ z roku 1984<sup>42</sup> zaraďuje do tzv. *-t-ového* typu s variantami *-tý*, *-atý*, *-natý*, *-itý*, *-astý*, *-istý*, *-utý*. Všetky tieto varianty pomáhajú tvoriť odvodené adjektíva modifikačného typu. V podkorpuse *prim-7.0-juls-all* všeobecného korpusu slovenčiny vykazuje sufix *-astý*, resp. slová, na konci ktorých sa nachádza reťazec písmen *-astý*, absolútnu frekvenciu 2 712 výskytov. Priemerná redukovaná frekvencia ARF dosahuje číslo 951. Celkovo tieto výskyty predstavujú 115 lem, ale len 52 z nich sa objavuje viac ako jedenkrát, čiže 63 z nich sú chyby alebo okazionalizmy, čiže zriedkavé výrazy, často tvorené spisovateľmi a básnikmi. Väčšina lem označuje farby (*modrastý*, *zelenkastý*),

prípadne rozmery a tvary (*podlhovastý, okrúhlastý*), chute (*sladkastý, horkastý*), ale aj hodnotenie vlastností a vyzoru (*nasprostastý, prisprostastý, hluchastý, riedkastý, plešivkastý, plavovlastý, tučnastný*).

Ako potvrdzujú aj korpusové výskyty, sufix *-astý* sa používa pri tvorbe adjektív s „intenzitnou alebo apreciatívnou modifikáciou“, t. j. takto utvorené adjektíva umožňujú vyjadriť odtieň farby, menšiu či väčšiu intenzitu chuťového vnemu, a okrem toho niekedy aj emocionálne podfarbené hodnotenie hovoriaceho. Emočne zafarbeným slovám sa termínovacia tvorba zo zásady vyhýba, no zdá sa, že v prípade terminologizácie slovo tvorných prípon alebo predpôn sa tieto hodnotiace, emočné komponenty významu môžu strácať. Napríklad v botanike sa totiž možno stretnúť s názvom *ľan hladkastý*, prípadne v remeselníckej, nárečovej terminológii sa jeden zo vzorov modrotlače označuje ako *hadikastý*. V prospech použitia prípony *-astý* vo funkcii novej valenčnej prípony hovorí aj fakt, že do skupiny t-ového typu patria už fungujúce valenčné prípony *-natý* (II), *-itý* (III) a *-istý* (VII).

### **Navrhovaná valenčná prípona *-ovaný***

Jazyková forma *-ovaný*, respektíve slová, ktoré sa končia touto skupinou písmen, majú vo všeobecnom podkorpuse slovenčiny prim-7.0-juls-all absolútnu frekvenciu 418 654 výskytov (ARF dosahuje číslo 231 121). Ak sa pozrieme na počet lem, tieto výskyty predstavujú číslo 6 459 (až 3 894 z nich vykazuje absolútnu frekvenciu vyššiu ako 1), pričom najvyššie v rebríčku absolútnej frekvencie sú slová: *menovaný, obžalovaný, považovaný, venovaný, milovaný, plánovaný, naplánovaný, talentovaný, pochovaný, informovaný*.

Primárne sa táto skupina písmen objavuje na konci trpných prídavných, ktoré sa najčastejšie tvoria zo slovesného kmeňa pridaním slovesného sufixu *-ný* (napríklad slovesá vzoru *pracovať*). Pri podrobnejšej analýze však navrhovanú valenčnú príponu treba stotožniť so



slovotvorným sufixom *-ovaný*, pomocou ktorého sa tvoria kvalifikačné adjektíva. Ide teda o slovotvorný sufix s významom časti a súčasti homonymný s prídavným sufixom.

### **Navrhovaná česká valenčná prípona *-utý***

Vzhľadom na návrh českých kolegov je potrebné analýze podrobiť aj sufix *-utý*. Jeho výskyt, resp. výskyt slov, na konci ktorých sa nachádza, dosahuje vo verzii všeobecného korpusu slovenčiny prim-7.0-juls-all absolútnu frekvenciu 132 267 (ARF dosahuje hodnotu 74 756). Z celkového počtu 1 347 lemm až 834 z nich má viac ako jeden výskyt. Najvyššiu absolútnu frekvenciu dosahujú nasledujúce slová: *zvyknutý, krutý, rozhodnutý, postihnutý, dosiahnutý, dohodnutý, navrhnutý, spomenutý, posadnutý, zabudnutý*. Ak odhliadneme od trpných prídavných slovies typu *posadnutý, rozhodnutý, zabudnutý*, z ktorých mnohé sa stali adjektívami, aj v tomto prípade ide o adjektívny sufix. Podobne ako prípona *-astý*, navrhovaný sufix *-utý* takisto patrí do skupiny t-ového typu adjektívnych slovotvorných prípon, kde figurujú už fungujúce valenčné prípony *-natý* (II), *-itý* (III) a *-istý* (VII).

## **5. ZÁVER**

Rozširovanie súboru slovenských valenčných prípon by bolo vzhľadom na historickú väzbu na české názvoslovie anorganickej chémie žiaduce koordinovať s českými chemickými odbornými kruhmi a spoločnosťami. A ak už česká anorganická chémia zaviedla sufix *-utý* ako valenčnú príponu pre stupeň IX, je z pragmatického hľadiska výhodné, aby sa v tomto zmysle analogicky prijal aj do slovenského názvoslovia. V tejto súvislosti je na mieste spomenúť, že kým sufixy *-utý, -ovaný* sa v češtine používajú pri tvorení prídavných mien a nepravý sufix *-idný/-oidný* funguje rovnako ako v slovenčine, sufix *-astý* navrhovaný ako valenčná prípona stupňa XI v češtine neexistuje, zaradila by sa teda k už existujúcim dvom špecificky chemickým príponám *-ičitý* a *-ičelý*.

Ako ukazujú výsledky korpusového prieskumu, navrhované prípony *-astý* a *-idný* sú v porovnaní s príponami *-utý* a *-ovaný* z hľadiska frekvencie v slovenčine menej časté, čo je dôsledkom ich užšie vymedzeného významu. Určenie nových valenčných prípon ako aj ich poradie je vydané „na milosť a nemilosť bádateľov“. Napokon, konečné slovo pri ich používaní budú mať práve oni.

## **6. LITERATÚRA**

- 1 Karol P. J., Barber R. C., Sherrill B. M., Vardaci E., Yamazak T.: *Pure Appl. Chem.* **88**, 139 (2016).
- 2 Karol P. J., Barber R. C., Sherrill B. M., Vardaci E., Yamazak T.: *Pure Appl. Chem.* **88**, 155 (2016).
- 3 IUPAC: [http://iupac.org/cms/wp-content/uploads/2016/06/Press-Release\\_Naming-Four-New-Elements\\_8June2016.pdf](http://iupac.org/cms/wp-content/uploads/2016/06/Press-Release_Naming-Four-New-Elements_8June2016.pdf), stiahnuté 24.6.2016.
- 4 Galamboš M., Levická J.: Slovenské názvoslovie anorganickej chémie: História a jazyková charakteristika. *Chem. Listy* **110**, 678 (2016).
- 5 Zigmund M.: *Názvoslovie anorganických látok*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava 1961.
- 6 Galamboš M., Kufčáková J., Kuruc J., Rosskopfová O., Tatiersky J.: *Názvoslovie anorganických látok*. Princípy a príklady. Univerzita Komenského, Bratislava 2009.
- 7 Galamboš M., Tatiersky J., Rosskopfová O., Kufčáková J.: *Názvoslovie anorganických látok*. Univerzita Komenského, Bratislava 2011.
- 8 Galamboš M., Tatiersky J., Krivosudský L., Rosskopfová O., Levická J.: *Názvoslovie anorganických látok*. Univerzita Komenského, Bratislava 2016.
- 9 Segľa P., Jorík J., Švorec, J., Tatarko, M.: *Anorganická chémia I*. STU 2015.
- 10 Karen P., McArdle P., Takats J.: *Pure Appl. Chem.* (v tlači).
- 11 Hartshorn R. M., Hellwich K. H., Yerin A., Damhus T., Hutton A. T.: IUPAC Division of Chemical Nomenclature and Structure Representation. **1** (2015).
- 12 Slavíček P.: *Chem. Listy* **104**, 267 (2010).
- 13 Remy H.: *Anorganická chemie. II. díl*. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1971.
- 14 Greenwood N. N., Earnshaw A.: *Chemistry of the Elements (2nd ed.)*. Oxford: Butterworth–Heinemann, Oxford 1997.
- 15 Cotton F. A., Wilkinson G., Murillo C. A., Bochmann M.: *Advanced Inorganic Chemistry (Sixth Edition)*. John Wiley & Sons, Inc., New York 1999.
- 16 Pyykkö P., Xu W. H.: *Angew. Chem. Int. Ed.* **54**, 1080 (2015).
- 17 Rotheb P., Wagner F., Zahn U.: *Radiochim. Acta* **11**, 203 (1969).
- 18 Himmel D., Knapp C., Patzschke M., Riedel S.: *ChemPhysChem* **11**, 865 (2010).
- 19 Gong Y., Zhou M., Kaupp M., Riedel S.: *Angew. Chem.* **121**, 8019 (2009).
- 20 Wang G. J., Zhou M. F., Goettel J. T., Schrobilgen G. J., Su J., Li J., Schlöder T., Riedel S.: *Nature* **514**, 475 (2014).
- 21 Pyykkö P., Xu W.-H.: *Chem. Eur. J.* **21**, 9468 (2015).

- 22 Krebs B., Hasse K.- D.: *Acta Cryst. B32*, 1334 (1976).
- 23 Appelman E. H.: *J. Am. Chem. Soc.* *90*, 1900 (1968).
- 24 Appelman E. H.: *Acc. Chem. Res.* *6*, 113 (1973).
- 25 Appelman E. H.: *Inorg. Chem.* *8*, 223 (1969).
- 26 Pisarenko A. N., Young R., Quiñones O., Vanderford B. J., Mawhinney D. B.: *Inorg. Chem.* *50*, 8691 (2011).
- 27 Bilehala D. C., Kulkarni R. M., Nandibewoor S. T.: *Inorg. React. Mech.* *4*, 103 (2002).
- 28 Henderson W: *Main group chemistry (Volume 3 of Tutorial chemistry texts)*. Royal Society of Chemistry, 2000.
- 29 Hamilton J. H., Oganessian Y. T., Abdullin F.S., Bailey P. D., Benker D., Bennett M. E., Dmitriev S. N., Ezold, J., Henderson R. A., Itkis M. G., Lobanov Y. V., Mezentsev A. N., Moody K. J., Nelson S. L., Polyakov A. N., Porter C. E., Ramayya A. V., Riley F., Roberto J. B., Ryabinin M. A., Rykaczewski K. P., Sagaidak R. N., Shaughnessy D. A., Shirokovsky I. V., Stoyer M. A., Subbotin V. G., Sudowe R., Sukhov A. M., Tsyganov Tu. S., Utyonkov V. K., Voinov A. A., Vostokin G. K., Wilk P. A.: *Phys. Rev. Lett.* *104*, 142502 (2010).
- 30 Yu H. S., Truhlar D. S.: *Angew. Chem. Int. Ed.* *55* (2016).
- 31 Pyykkö P., Runeberg N., Straka M., Dyllal K. G.: *Chem. Phys. Lett.* *328*, 415 (2000).
- 32 Xiao H., Hu H.-S., Schwarz W. H. E., Li J.: *J. Phys. Chem. A* *114*, 8837 (2010).
- 33 Pavlovič J.: *Lexikológia slovenského jazyka. Kompendium náuky o slovnej zásoby*. Trnava 2012.
- 34 Furdík J.: *Teória motivácie v lexikálnej zásobe*. Ed. M. Ološtiak. Košice: Vydavateľstvo LG 2008. 95 s.
- 35 <http://canov.jergym.cz/objevite/objevite/nazvy.html>, stiahnuté 14.10.2016
- 36 Horecký J.: *Dynamika slovnej zásoby súčasnej slovenčiny*. (1989).
- 37 Viac informácií možno nájsť na stránkach projektu Slovenský národný korpus: <http://korpus.sk>
- 38 <https://www.sketchengine.co.uk/xdocumentation/wiki/SkE/Help/ARF>, stiahnuté 15.11.2016
- 39 Lema je termín korpusovej lingvistiky, ktorý označuje základný, slovníkový tvar slova, pri ohybných slovných druhoch reprezentujúci celú paradigmu, napríklad pri podstatných menách ich tvary vo všetkých pádoch v jednotnom i množnom čísle.
- 40 Sokolová M., Moško G., Šimon F., Benko V.: *Morfematický slovník slovenčiny*. Náuka, Prešov 1999.
- 41 Cottez H.: *Dictionnaire des structures du vocabulaire savant*. Paris: Le Robert, 1980.

42 Oravec J., Bajžíková E., Furdik J.: Súčasný slovenský spisovný jazyk: Morfológia. SPN, Bratislava 1984.