

**SISTEMA
ĤEMIA NOMENKLATURO
EN ESPERANTO
KONCIZA ENKONDUKO**

Surbaze de la rekomendoj de ĤFTK-TC
kaj de la rekomendoj de IUPAC
prilaboris

Zdeněk PLUHAŘ

**La 3-a versio (larĝigita)
2011**

Z. Pluhař: Sistema ĥemia nomenklaturu en Esperanto (2011, v.3.4)

SISTEMA ĤEMIA NOMENKLATURO EN ESPERANTO

KONCIZA ENKONDUKO

© Zdeněk PLUHAŘ 2011

Enhavo

Fontoj	3
1 Koncize pri la historio de la nomenklaturadoj en ĥemio	3
1.1 Difino de la ĥemia nomenklaturado	3
1.2 Historio de la ĥemiaj nomenklaturadoj en naciaj lingvoj	3
1.2.1 La nesistemaj nomenklaturadoj	3
1.2.2 La duonsistemaj raciaj nomenklaturadoj	3
1.2.3 La sistemaj nomenklaturadoj	3
1.2.3.1 La sistemaj nomenklaturadoj bazitaj sur la oksidnumero	3
1.2.3.2 La sistemaj nomenklaturadoj bazitaj sur la ĥemia formulo	3
1.3 Historio de la ĥemiaj nomenklaturadoj en Esperanto	3
1.3.1 La nomenklaturadoj nesistemaj kaj duonsistemaj	3
1.3.2 La sistemaj ĥemiaj nomenklaturadoj en Esperanto	3
1.3.2.1 La sistemaj nomenklaturadoj bazitaj sur oksidnumero	3
1.3.2.2 La sistemaj nomenklaturadoj bazitaj sur ĥemia formulo	3
1.3.3 Ĥemia Fakterminologia Komisiono de TC-ISAE.....	3
1.3.3.1 Membroj de ĤFTK.....	3
1.3.3.2 Prijuĝo de la tiutempaj nomenklaturadoj.....	3
2 La nuntempa stato de la sistema ĥemia nomenklaturado en Esperanto	3
2.1 La rekomendoj de ĤFTK komparataj kun la nuntempa stato de la nomenklaturado de IUPAC	3
2.2 Problemo Ĥ kontraŭ K en ĥemia nomenklaturado	3
2.3 Konciza skizo de la sistema ĥemia nomenklaturado en Esperanto	3
2.3.1 Nomoj de ĥemiaj elementoj	3
2.3.2 Nomenklaturado de neorganikaj kombinaĵoj.....	3
2.3.3 Nomenklaturado de organikaj kombinaĵoj	3
2.3.3.1 Nomenklaturado de neciklaj organikaj kombinaĵoj.....	3
2.3.3.2 Nomenklaturado de ciklaj organikaj kombinaĵoj.....	3
2.3.3.3 Nomenklaturado de aromataj kombinaĵoj.....	3
2.3.3.4 Nomenklaturado de heterociklaj kombinaĵoj.....	3
2.3.3.5 Nomenklaturado de esteroj kaj saloj de organikaj acidoj.....	3
2.3.3.6 Ekzemploj de la nomoj aplikantaj la regulon de la nomenklatura prioritato (vd ankaŭ Tabelon 8)	3

Pri la aŭtoro	3

Fontoj

Ĥemia Fakterminologia Komisiono de TC-ISAE (ĤFTK-TC). Arĥivaj materialoj de la iama komisionestro.

International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Principles of Chemical Nomenclature. A Guide to IUPAC Recommendations.

International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB). Recommendations on Biochemical and Organic Nomenclature, Symbols and Terminology etc.

PLUHAŘ, Zdeněk. Konkiza historio de la nomenklaturaj en ĥemio. En: *Apliko de Esperanto en Scienco kaj Tehniko 1980*. Ústí nad Labem, Sciencia-Tehnika Sekcio de la Ĥeĥa Esperanto-Asocio + ZP ĈSVTS Spolku pro chemickou a hutní výrobu, 1980, p. 78-85.

PLUHAŘ, Zdeněk. Problemoj de la sistema ĥemia nomeklaturu en la Internacia Lingvo. En: *Apliko de Esperanto en Scienco kaj Tehniko 1980*. Ústí nad Labem, Sciencia-Tehnika Sekcio de la Ĥeĥa Esperanto-Asocio + ZP ĈSVTS Spolku pro chemickou a hutní výrobu, 1980, p. 86-93

PLUHAŘ, Zdeněk. Sistema nomenklaturu – ĉu problemu por la planlingvo? En: *Medicina Internacia Revuo*, 13, 1989, n-ro 3, p. 164-170.

PLUHAŘ, Zdeněk. *Chemický slovník esperantsko-český a česko-esperantský / Ĥemia Vortaro Esperanta-Ĥeĥa kaj Ĥeĥa-Esperanta*. 1-a eld. KAVA-PECH Dobřichovice, 2009. 202 p. ISBN: 978-80-87169-10-0.

WARINGHIEN, Gaston; GONINAZ, Duc Michel (red.). *Plena Ilustrita Vortaro de Esperanto 2005*. 1-a eld.: Sennacieca Asocio Tutmonda Paris, 2005. 1268 p. ISBN 2-9502432-8-2.

*

Noto: Strukturaj formuloj en ĉi tiu teksto estis desegnitaj pere de la programo **ACD/ChemSketch (Freeware)**.

1 Koncize pri la historio de la nomenklaturadoj en ĥemio

1.1 Difino de la ĥemia nomenklaturado

Ĥemia nomenklaturado estas regularo laŭ kiu oni skribas ĥemiajn formulojn kaj kreas la nomojn de ĥemiaj kombinaĵoj. En la artikolo estas diskutata „kreado de la nomoj“, ĉar precipe ĝi prezentas ĝis nun solvindajn problemojn.

Ni aldonu, ke ju malpli da reguloj estas necese por krei ĉiujn eventualajn nomojn de ĥemiaj kombinaĵoj (oni eĉ povas diri: ju malpli da scioj pri la ĥemiaj ecoj de kombinaĵoj necesas) des pli bona kaj sistemeca estas koncerna nomenklaturado. Ĉi tiu aserto certe estas provoka, ĉar precipe en organika ĥemio eĉ „la necesa minimumo da nomenklaturaj reguloj“ ŝajnos al absoluta ĥemia laiko timige ampleksa. Ni ĉi tie sopiras pri ideala stato, kiu verŝajne neniam estos plene realigebla.

1.2 Historio de la ĥemiaj nomenklaturadoj en naciaj lingvoj

Plurajn jardekojn diversaj nomenklaturaj proponoj en la Internacia Lingvo pli-malpli kopiis, iam eĉ sklavece, la naciligvajn nomenklaturadojn laŭ la deveno de koncernaj aŭtoroj. Feliĉe dum la lastaj jardekoj sufiĉe evoluis kaj disvastiĝis la nomenklaturado de *IUPAC* (= *International Union of Pure and Applied Chemistry* = Internacia Unio por Pura kaj Aplika Ĥemioj), kiu donas al seriozaj aŭtoroj de ĥemiaj tekstoj bonan gvidilon.

Ni vere koncize ekrigardu kelkajn nomenklaturajn proponojn en la lingvoj angla, ĉeĥa (kaj slovaka), franca, germana, itala kaj rusa.

1.2.1 La nesistemaj nomenklaturadoj

En la „ĥemia pratempo“, al kiu apartenas ankaŭ la erao de la mezepoka alĥemio, estis la nomoj de ĥemiaj elementoj kaj kombinaĵoj elpensataj sen ajna preciza sistemo, neunuece. Ofte fakuloj, aŭ certa grupo da fakuloj, havis siajn proprajn terminojn. Iam eĉ intence estis la nomaro starigata komplike, resp. tiamaniere, ke laiko aŭ alia fakulo ne povu penetri „la sekretaĵojn“. La ĥemia formulo en la hodiaŭa senco ne estis konata, anstataŭ ĝi oni ofte uzadis bildajn signojn (piktogramojn). La nomoj estis elpensataj de okazo al okazo laŭ diversaj kriterioj, ofte eĉ dubaj. Tio estas komprenebla, ĉar oni ofte eĉ ne kapablis distingi ĥemian elementon disde kombinaĵo. Tiu-tempe ni povas paroli pri la nesistemaj, aŭ trivialaj neraciaj nomenklaturadoj.

Pluraj tiutempaj nomoj penetris eĉ en la hodiaŭajn nomenklaturadojn, ekz. ĉiuj plej malnovaj **nomoj de ĥemiaj elementoj** devenas el tiu „alĥemia pratempo“. Kaj la nomoj de la ceteraj, trovitaj en pli moderna epoko, estas kutime kreitaj laŭ la sama „alĥemia“ metodo (laŭ la nomoj de landoj, urboj, eminentuloj ks), kvankam ekzistas, precipe ĉe la elementoj kun la atomnombro pli alta ol 100, rekomendo por pli raciaj kaj logikaj nomoj. Cetere ankaŭ en organika ĥemio la unuaj kvar hidrogenkarbonoj havas nesistemajn nomojn (metano, etano, propano, butano), nur ekde la kvina (pentano) fakte komenciĝas la sistema nomado.

1.2.2 La duonsistemaj raciaj nomenklaturaj

En la tempo de la franca ĥemiisto ANTOINE LAURENT LAVOISIER, la dua duono de la 18-a jarcento, ĥemio iom-post-iom fariĝis ekzakta scienco, simile kiel pli frue fariĝis fiziko kaj matematiko. Multege por tio kontribuis la menciita A. L. Lavoisier, ofte nomata „patro de moderna ĥemio“. Kun la konsiderinda kreskado de la scioj komencis ĝeni la primitivaj nomenklaturaj, kiuj cetere ne estis nomenklaturaj sistemoj, sed nuraj listoj de nomoj. Tiutempe oni jam plejparte kapablis distingi la ĥemian elementon disde la ĥemia kombinaĵo. Tiaj terminoj kiel „vitriolo“, „salpetro“, „sala spirito“, „vina spirito“ plu ne povis sufiĉi. Estas la merito de la supre menciita franca ĥemiisto, ke la franca lingvo, kiel la unua, ekhavis la **ĥemian nomenklaturon**, kiu povas, kun sufiĉa rezervo, porti la adjektivon „racia“. La francan modelon komencis kopii ankaŭ ceteraj eŭropaj lingvoj. La unuaj „raciaj“ nomenklaturaj estis ankoraŭ krudaj, tamen certe prezentis progreson. Gravajn plibonigojn faris komence de la 19-a jarcento la elstara sveda ĥemiisto kaj medicinisto JÖNS JAKOB BERZELIUS, kiu enkondukis uzadon de **ĥemiaj simboloj** en la hodiaŭa senco, t.e. literajn signojn por ĥemiaj elementoj.

El tiuj pioniraj tempoj postrestas eĉ hodiaŭ la nomenklaturaj, kiuj jam priatentis **formalan valenton** de elementoj. Ĉi tiuj nomenklaturaj distingis la pli altan formalan valenton disde la pli malalta. En la adjektiva parto de la nomo de kombinaĵo enhavanta elementon kun pli alta valento oni uzas sufikson *-ique* en la franca, *-ico* en la itala kaj *-ic* en la angla. Por la malpli alta valento estis uzataj sufiksoj *-eux* en la franca, *-ozo* en la itala kaj *-ous* en la angla. Ekzemplojn ni prezentu ĉe oksidoj de fero, t.e. Fe_2O_3 kaj FeO : *oxyde ferrique – oxyde ferreux* (fr), *ferric oxide – ferrous oxide* (en) ks. La ĵus prezentita sistemo distingas la kombinaĵojn per la sufiksoj en la adjektiva nomo de pli elektropozitiva elemento. Ĉi tiu nomenklaturaj speguliĝas ankaŭ en Esperanto per la sufiksoj **-ik-** kaj **-oz-**. Iom alian sistemon uzis germanoj, ili formalan valenton distingis per la sufiksoj *-yd*, resp. *-id* en la substantiva parto de la nomo, kiam la pli elektropozitiva elemento havas pli altan valenton. Por la malpli alta valento ili uzis sufiksojn *-ydul* aŭ *-ür*, ekz. *Eisenoxyd* × *Eisenoxydul* aŭ *Eisenchlorid* × *Eisenchlorür*. En la anglaj kaj germanaj fakaj tekstoj estas ofte uzataj ankaŭ terminoj kun la pseŭdosufikso *-i-* por la pli alta valento kaj la pseŭdosufikso *-o-* por malpli alta valento, ekz. *Ferrichlorid* × *Ferrochlorid*. Similan nomenklaturon ĝis nun oni povas renkonti ankaŭ en la rusa, ekz. $Fe_2O_3 = okis' ĵeleza$ (окись железа) × $FeO = zakis' ĵeleza$ (закись железа). Analogaj sistemoj estis uzataj ankaŭ por la kompleksaj kombinaĵoj. Ekz. en la nomoj de pluratomaj anjonoj la sufikso *-ite* indikas la centran atomon kun malpli alta valento, la sufikso *-ate* kun pli alta valento. Ankaŭ ĉi tiu nomenklatura metodo estas renkontebla en arĥaikaj Esperantaj tekstoj, nome la sufiksoj **-it-** kaj **-at-**.

La grava malavantaĝo de la ĵus menciitaj nomenklaturaj estas la fakto, ke **multaj ĥemiaj elementoj povas havi en siaj kombinaĵoj pli ol unu aŭ du valentojn**. Ĉi-loke ni komencu uzi anstataŭ la termino „(formala) valento“ la terminon pli modernan – **oksidnumero**. La oksidnumero de ĥemia elemento en ajna ĥemia stato estas elektra ŝargo, kiu estus sur la atomo de la elemento, se elektronoj de ĉiu ligo eliranta

el tiu atomo transirus al pli elektronegativa atomo. Ekz. nitrogeno povas prezentiĝi kun kvin oksidnombroj, cetere eĉ fero, ĝis nun uzata por ekzemploj, ne havas nur du oksidnombrojn. Tiam la nomenklaturaj helpis al si per diversaj prefiksoj, ekz. *hypo-*, *per-*, *sesqui-* ks, eventuale per kombinado de sufiksoj kaj prefiksoj, por esprimi la nociojn „ankoraŭ malpli alta“ aŭ „ankoraŭ pli alta“ oksidnumero. Unuavide evidentas, ke tiaj **nomenklaturaj** estis pli-malpli **heterogenaj**. Aldone ni notu, ke ankaŭ la termino **oksidnumero** tiamaniere difinita estas iom arbitra kaj plurfoje formala, ĉar ĝi ne ĉiam respondas al reala stato de la elektrona ŝelo de atomo. Skribe oni esprimas **oksidnombrojn per romanaj ciferoj de I ĝis VIII**, pozitivan valoron (+) oni nek skribas nek legas.

Se ni krome vidas, ke unuopaj nomenklaturaj penetradis sin reciproke (la franca en la anglan, la germana en la francan kaj latinan ktp), ni devas konstati, ke vere unueca nomenklatura sistemo ne ekzistis kaj la sistemeco de la „sistemoj“ estis pli ol dubinda el la moderna vidpunkto.

La dua grava malavantaĝo de la supre **menciitaj nomenklaturaj** estas, ke ili **kapablas indiki la oksidnumbron nur relative**, t.e. certa sufikso (aŭ prefikso) ne apartenas al unu sola oksidnumero (valento). Ekz. SO_3 france *anhydride sulfurique* (la oksidnumero de sulfuro ĉi tie estas VI); P_2O_5 france *anhydride phosphorique* (la oksidnumero de fosforo ĉi-loke estas V)! Simila problemo okazas en la nomoj de kompleksaj anjonoj. Ekz. SO_3^{2-} estas angle *sulfite*, tamen ankaŭ NO_2^- *nitrite* havas la saman sufikson; en la unua ekzemplo sulfuro kun la oksidnumero IV, nitrogeno en la dua ekzemplo kun la oksidnumero III. Tial se oni volas diri la nomon laŭ la formulo, aŭ skribi la formulon laŭ la nomo oni devas posedi sufiĉe bonajn sciojn pri la ĥemio de koncernaj elementoj. Tamen tia stato ĝenis eĉ fakulojn. La problemo tuŝas ĉiujn lingvojn, kiuj uzas la ĵus priskribitajn nomenklaturajn procedojn, kompreneble ankaŭ Esperanton.

La kreskantan amplekson de la scioj ĉi tiu stato plu ne povis kontentigi. Tamen ni notu, ke la supre koncize priskribitaj nomenklaturaj postvivis relative persiste ĝis nun, ofte en la priĥemiaj tekstoj ellaboritaj de neĥemiistoj.

1.2.3 La sistemaj nomenklaturaj

Ne nur la ĉiam kreskanta nombro de kombinaĵoj estis postulanta starigon de pli perfektaj, pli sistemaj kaj tial relative pli simplaj nomenklaturaj regulojn. Kun la novaj trovoj en natursciencoj, precipe en fiziko kaj ĥemio mem, estis ĉiam pli evidenta la fascinanta **leĝeco kaj sistemeco de la fenomenoj**. La nomenklaturan agadon helpis precipe la fundamentaj **leĝoj de kombinado** (steĥiometrio) kaj la **perioda sistemo de ĥemiaj elementoj**. Oni povas diri, ke ĥemio mem devigis ĥemiistojn ellabori pli perfektajn nomenklaturajn sistemojn! En kelkaj lingvoj jam en la 19-a jarcento ekiris ĥemiistoj, iam ankaŭ lingvistoj, la vojon al la plipefektigo de la nomenklaturaj.

Dekomence estis videblaj **du ireblaj vojoj**:

- (1) preni kiel elirejon la **oksidnombron** [(formalan) valenton], sed krei multe pli perfektan nomenklaturon ol estis la ĝisnunaj, ekz. helpe de **unikaj sufiksoj** (prefiksoj), kiuj indikos certan **precize difinitan oksidnombron**;
- (2) preni kiel elirejon konsiston, steĥiometrion de certa kombinaĵo, t.e. **per la nomo rekte esprimi la formulon**.

1.2.3.1 La sistemaj nomenklaturaj bazitaj sur la oksidnombro

Jam en la 19-a jarcento estis tiuvoje plej sukcesaj ĉeĥoj kaj slovakoj. Ili ne nur starigis perfektan sisteman ĥemian nomenklaturon bazitan sur la nocio „(formala) valento“ (= oksidnombro), sed ĉi tiu nomenklaturu estis senescepte akceptita en la ĉeĥa kaj slovakaj medioj kaj fakte, kun ne tro gravaj ŝanĝoj kaj prefektigoj, estas ĝis nun uzata por neorganikaj kombinaĵoj. La ĉefan meriton pri tio havas ĉeĥoj JAN SVATOPLUK PRESL kaj VOJTĚCH ŠAFARĚK. Decas menciis, ke la estiĝo de la nomenklaturu estis „provokita“ de la franca nomenklaturu, sed la ĉeĥa-slovaka multe superis sian francan modelon kaj estas sendube originala. La tuta nomenklaturu baziĝas sur la fakto, ke ĥemiaj elementoj povas havi en siaj kombinaĵoj **8 oksidnombrojn (de I ĝis VIII)**. Uzante la eksterordinaran riĉecon de la okcident-slavaj lingvoj je diversaj sufiksoj, la nomenklaturu atribuis **al ĉiu el la ok oksidnombroj unu solan specialan sufikson** (Vd Tab. 1). Ĉi tiu nomenklaturu sistemo taŭgas kaj por la duelementaj kombinaĵoj kaj por la kompleksaj.

La saman vojon iris ADOLF WERNER en la germana lingva medio (Vd Tab. 1). Lia nomenklaturu ne multe disvastiĝis, verŝajne pro tio, ke por la okcident-eŭropaj lingvoj, kiuj ne havas tian riĉecon en sufiksoj kaj prefiksoj, estas la sistemo iom fremda. Cetere liaj sufiksoj estis jam uzitaj ankaŭ alimaniere, tial eblis miskompreno.

Tabelo 1

Oksid-nombro	Ĉeĥa-slovaka nomenklaturu		Nomenklaturu de WERNER
	adjektiva sufikso	substantiva sufikso	
I	-ný	-nan	-a
II	-natý	-natan	-o
III	-itý	-itan	-i
IV	-iĉitý	-iĉitan	-e
V	-iĉný, -eĉný	-iĉnan, -eĉnan	-an
VI	-ový	-an	-on
VII	-istý	-istan	-in
VIII	-iĉelý	-iĉelan	-en

Klarigo pri la prononco: la ĉeĥa ĉ estas prononcata kiel Esperanta ĉ, ý kiel longe prononcata Esperanta i.

El la germana medio devenas ankoraŭ unu grava nomenklatura propono, nome tiu de ALFRED STOCK, kiu rekomendis **difini la oksidnombron per la romanaj ciferoj en rondaj krampoj post la nomo de koncerna elemento**. Ekz.: $\text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Eisen(III)-oxyd}$ (*Eisen(III)-oxid* laŭ la nova ortografio), $\text{FeO} = \text{Eisen(II)-oxyd}$ (nove *Eisen(II)-oxid*), $\text{CuCl} = \text{Kupfer(I)-chlorid}$, $\text{CuCl}_2 = \text{Kupfer(II)-chlorid}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = \text{Aluminium(III)-sulfat}$ ktp. Lia propono estis internacie subtenita kaj penetris ankaŭ en la anglan, francan kaj aliajn lingvojn. La sistemo estas ofte uzata ĝis nun.

1.2.3.2 La sistemaj nomenklaturaj bazitaj sur la ĥemia formulo

Temas pli-malpli pri unu sistemo, kiu **vorte esprimas formulon de koncerna kombinaĵo**. Oni kutime uzas **helenajn numeralojn**, kiuj **prefikse ligitaj al la nomo de ĥemia elemento** indikas, kiom da atomoj de koncerna elemento estas en la molekulo, resp. pli ĝenerale – en la fundamenta unuo. Ekz.: N_2O_5 estas en la angla (*(di)nitrogen pentoxide*), en la franca *pentoxyde (di)azotique*, en la germana (*(Di)stickstoffpentoxid*).

Plej frue estis la ĵus menciita nomenklaturu komprenata kiel helpilo por la nomenklaturaj bazitaj sur oksidnumero, precipe ĉe la kombinaĵoj, kie estis iom malfacile difini la oksidnombron, aŭ ĉe la kombinaĵoj pure kovalentaj, kie ŝajnis iom perforte deklari iun parton de la molekulo kiel anjonan kaj alian kiel katjonan. Plej disvastiĝinta estas ĉi tiu sistemo en la angla lingvo, sed sufiĉe penetris ankaŭ en la francan kaj la germanan. Ĝi penetris ankaŭ en la slavajn lingvojn, kie oni iam povas renkonti uzon de nacilingvaj numeralajn prefiksojn anstataŭ la helenaj. Ekz. en la rusa $\text{N}_2\text{O}_5 = \text{dvupjatjokis' azota}$ (*двупятиокись азота*).

La ĵus priskribita nomenklaturu estas uzebla ankaŭ por la kompleksaj kombinaĵoj, sed ĉe tiu ofte estas uzata „miksaĵo“ de la nomenklaturaj, de tiu bazita sur la oksidnumero kaj tiu bazita sur la formul-esprimo.

Al la nomenklaturaj bazitaj sur la esprimo de formulo oni povas alkalkuli ankaŭ la **nomenklaturon de organikaj kombinaĵoj de IUPAC**, kiu estas diference de la ĉi-speca neorganika nomenklaturu multe pli vaste uzata en ĉiuj evoluantaj lingvoj. Ĝi ne esprimas nur formulon, sed pli-malpli ankaŭ la strukturon de molekulo, montrante ne nur kiuj atomoj kaj atomgrupoj kaj kiom da ili, sed eĉ kie en la koncerna molekulo ili lokiĝas.

Ne estas kulpo de la nomenklaturaj mem, sed de ĝiaj uzantoj, ke kutime en la ĥemia literaturo troviĝas neperfektaj formoj de la nomoj, kreataj laŭ „la principo de sufiĉo kaj neceso“, tiuloke iom dubinda. Ekz. renkonteblas *arsenic pentoxide* anstataŭ *diarsenic pentoxide*.

1.3 Historio de la ĥemiaj nomenklaturaj en Esperanto

La historion de la ĥemiaj nomenklaturaj en la Internacia Lingvo oni povas kompreni kiel iom simpligitan kopion de la historio de la ĥemiaj nomenklaturaj en naciaj lingvoj.

1.3.1 La nomenklaturaj nesistemaj kaj duonsistemaj

La ĥemiaj nomenklaturaj, dum la tuta historio de Esperanto, trairis ankaŭ en ĉi tiu lingvo proksimume la saman evoluvojn kiel en naciaj lingvoj. Vere tiaj ĥemiaj terminoj, kiujn ekz. LUDOVIKO LAZARO ZAMENHOF uzis en la faka parto de sia **Fundamenta Krestomatio**, apartenas al la nesistemaj, trivialaj, eventuale maksimume al la duonsistemaj. Ekz. „amonio kloro“, „zinko sulfuro“, „spirito vina“. La unuaj pioniroj de Esperanto havis en la 19-a jarcento multe pli urĝajn taskojn ol kompiladi sistemajn nomenklaturajn por unuopaj sciencobranĉoj.

Tamen jam en la jaro 1912 aperis en **Scienca Gazeto** la unua **provo pri la normo en la sfero de ĥemia nomenklaturu**. Temas pri la laboro de la **Scienca kaj Tehnika Komisiono de ISAE** (= Internacia Scienca Asocio Esperantista) nome pri **Esperanta Nomenklaturu de Ĥemio kaj Vortaro de Ĥemio**. La verketo aperis en la jaro 1913 kiel memstara eldonaĵo. Ĝi enhavas la liston de la nomoj por tiutempe konataj ĥemiaj elementoj kaj koncizajn regulojn por la nomoj de neorganikaj kaj organikaj kombinaĵoj. Kiel modelon prenis tiutempajn anglan, francan, germanan kaj italan nomenklaturajn. Ĉar la modeloj ne estis multe altnivelaj, tial ankaŭ la rezulto en Esperanto estis konsiderinde heterogena. La malpli alta oksidnombro en duelementaj kombinaĵoj, resp. ties adjektiva parto, estis indikata per la sufikso **-oz-**, la pli alta per **-ik-**, la samo por la kompleksaj anjonoj per la sufiksoj **-it-** (pli malalta oksidnombro), **-at-** (pli alta oksidnombro). Kiam elemento povas havi plurajn oksidnombrojn, oni helpis sin laŭ la nacilingva modelo per diversaj prefiksoj, ekz. **hipo-**, **per-**, **hiper-**, **seskvi-**. Interese estas, ke jam estas ĉi tie troveblaj unuaj spuroj de la sistema nomenklaturu laŭ ĥemiaj formuloj – nome, en kelkaj lokoj estis rekomendita la uzo de numeraloj por indiki la nombron de atomoj en koncerna molekulo. Duaflanke relative granda heterogeneco videblas el tio, ke estas rekomenditaj kelkaj trivialaj nomoj, ekz. „silico“, „magnezo“ ks. Tre interesa kaj grava estas la fakto, ke en la organika ĥemio por hidrogenkarbonoj, alkoholoj, aldehidoj, ketonoj, kelkaj acidoj, estis uzitaj principoj enhavitaj en la nuntempa moderna sistema organika nomenklaturu. Ekz. la sistema sufikso **-ol-** por alkoholoj, **-al-** por aldehidoj, **-on-** por ketonoj ks.

Preskaŭ la samon oni povas diri pri la **nomenklaturu de C. DELLIAN**. Cetere li ne pretendis la normecon de sia verko **Racia kaj Internacia Kemia Nomenklaturu**, aperinta en la jaro 1948, kun la subtitolo **Kritikaj studoj pri la sistematiko kaj logiko de la kemia nomenklaturu**. En neorganika ĥemio li jam evitis la trivialajn nomojn. Kompare kun la nomenklaturu el 1912 estas jam prezentitaj pli precizaj difinoj kaj ĝenerale terminologiaj vidpunktoj. Duaflanke estas renkonteblaj ĉiuj nomenklaturaj sistemoj tiutempe ekzistantaj en la angla, franca kaj germana lingvoj. La aŭtoro penas kritike prijuĝi unuopajn sistemojn, inkluzive tiujn de WERNER kaj STOCK. Kelkaj partoj de organika ĥemio rajtas havi la nomon „sistema“. Tamen la aŭtoro ne venas al tute unueca konkludo kaj nomenklatura propono.

Plurajn verkojn pri ĥemia nomenklaturu ellaboris ankaŭ polo JAN PIÓRO. Kvankam li plurfoje nomis siajn verkojn „normo“, tamen ĉi tiuj ellaboraĵoj ne plenumas postulojn pri normo kaj ankaŭ ili ne proponas unuecan nomenklaturan

sistemon. Plejparte temas pri la resumo de la ĝis tiam ekzistantaj nomenklaturaj. La organika parto estas relative tro konciza, iam rekomendas trivialajn nomojn, do tiudirekte estas malpli progresema ol la verko de DELLIAN.

1.3.2 La sistemaj ĥemiaj nomenklaturaj en Esperanto

1.3.2.1 La sistemaj nomenklaturaj bazitaj sur oksidnumero

Verŝajne ne estas surpriza fakto, ke la proponoj de la sistemaj nomenklaturaj por neorganika ĥemio estis naskiĝantaj precipe en la ĉeĥa-slovaka medio, t.e. tie, kie ekzistas bonega tiuspeca nomenklaturu nacilingva. Plej perfekte ellaborita estis la **nomenklatura propono de la slovaka ĥemiisto MIROSLAV ZIKMUND**. Ĉi tiu propono eĉ aperis en la jaro 1948 en la slovaka faka ĥemia revuo **Chemické zvesti** (= Ĥemiaj sciigoj) (Vd Tab. 2). Similan proponon faris ankaŭ la ĉeĥa medicinisto JOSEF ČERNÝ, kiu intencis indiki unuopajn oksidnumerojn (I – VIII) per la sufiksoj derivitaj el numeraloj: –un(a), –d(a), –tr(a) ktp. La propono de la ĉeĥa ĥemiisto ZDENĚK PLUHAŘ rekomendis sufiksojn, kiuj povus aludi la „kvanton“ de elemento: –plen(a), –oz(a), –if(a), –hav(a), –iz(a), –(a), –em(a), –port(a).

Tabelo 2

Oksidnumero (formala valento)	Nomenklaturu de ZIKMUND		La plej simplaj formuloj de oksidoj
	adjektiva sufikso (+ finaĵo)	substantiva sufikso (+ finaĵo)	
I	–aka	–ako	R_2O
II	–oka	–oko	RO
III	–ika	–iko	R_2O_3
IV	–eka	–eko	RO_2
V	–anka	–anko	R_2O_5
VI	–onka	–onko	RO_3
VII	–inka	–inko	R_2O_7
VIII	–enka	–enka	RO_4

La lastaj du proponoj (el la duono de la 20-a jarcento) ne estis oficiale publikigitaj, estis diskutataj nur en manuskripta formo. Cetere ankaŭ la propono de ZIKMUND ne disvastiĝis. Fakto estas, ke similaj nomenklaturaj estas pli-malpli fremdaj precipe por neslavaj lingvoj, tial ankaŭ por neslavaj fakuloj.

1.3.2.2 La sistemaj nomenklaturaj bazitaj sur ĥemia formulo

La **Terminologia Centro de ISAE (TC-ISAE)** gvidata tiutempe de sia direktoro RUDOLF HAFERKORN, el Germanio, en la sesdekaj jaroj de la 20-a jarcento vidis la ĵus menciitan netolereblan staton kaj komencis stimuli la agadon en

la nomenklatura sfero, krome ankaŭ per la fondado de t.n. **Fakterminologiaj Komisionoj de TC**.

Unu el la unuaj kunlaborantoj de R. HAFERKORN en la sistema ĥemia nomenklaturu estis ĉeĥo OTAKAR MATULÍK, kiu komencis prepari la sisteman nomenklaturon de organiakaj kombinaĵoj kritike tradukante la nomenklaturon de *IUPAC*. Krome li, kun siaj kunlaborantoj Z. ECKMAYER kaj Z. PLUHAŘ, estis ellaboranta kritikan komparon de la tiutempaj nomenklaturaj proponoj en neorganika ĥemio.

Tre baldaŭ oni ankaŭ komprenis, ke la nomenklaturaj laboroj ne povas limiĝi nur al la nomenklaturu de kombinaĵoj. Ankaŭ en la nomoj de ĥemiaj procezoj, ĥemilaboratoriaj procedoj, iloj kaj aparatoj, ĥemi-industriaj procedoj kaj aparatoj ktp, ktp devas esti sufiĉa ordo. Krome tiutempe aperis ankaŭ la enciklopedia projekto **Slipara Vortaro** de RÜDIGER EICHHOLZ, kanada germano, kiu ankaŭ volis publikigi ĥemiajn terminojn. Sendiskute, tian ampleksan nomenklaturan laboron ne povas fari unu – du unuopuloj.

El la iniciato de la direktoro de TC-ISAE R. HAFERKORN kaj O. MATULÍK estis en majo 1969 fondita **Ĥemia Fakterminologia Komisiono (ĤFTK)**. La Komisiono tuj komencis intense labori. Diskutoj pri unuopaj temoj okazis per koresponda metodo. Kvankam tiutempe korespondado estis sendado de paperaj materialoj, tamen tra la manoj de la komisionanoj trairis abunda diskuta materialo kaj estis plenumita konsiderinde ampleksa laboro. **ĤFTK laboris dum la jaroj 1969 – 1973**. Bedaŭrinde ĝi ne povis plenumi ĉiujn siajn planojn. R. HAFERKORN cedis sian direktoran postenon al A. BROISE kaj tiu, kvankam pli juna, estis malpli progresema kaj grave bremsis la agadon de ĤFTK per nekompetentaj intervenoj. Cetere ankaŭ la kunlaboro kun R. EICHHOLZ ne donis kontentigajn fruktojn. En la Slipara Vortaro aperis nur kelkaj terminoj el la laborejo de ĤFTK, laŭ la plaĉo de la aŭtoro de SV, aliaj terminoj tie prezentitaj estis diversfontaj, duonsistemaj aŭ trivialaj. Tial la sistemo de ĤFTK estis difektita kaj la rezulto estis la sama heterogeneco, kiu regis ĝis tiam.

Tamen la **Ĥemia Fakterminologia Komisiono de TC-ISAE** pridiskutis plurajn gravajn terminojn el la ĝenerala, analiza kaj fizika ĥemioj, ĥemia laboratorio kaj precipe faris la rekomendojn koncerne la sisteman nomenklaturon de neorganikaj kaj organikaj kombinaĵoj, kiu kun negravaj plibonigoj povas daŭre validi eĉ hodiaŭ. Pli detale pri la afero en la sekvanta ĉapitro.

1.3.3 Ĥemia Fakterminologia Komisiono de TC-ISAE

1.3.3.1 Membroj de ĤFTK

En la Komisiono, dum ties agado en la jaroj 1969 – 1973, aktive laboris 9, resp. 8, ĥemiistoj el 7 ŝtatoj: s-ro ZDENĚK PLUHAŘ (Ĉeĥoslovakio), analiza ĥemiisto kaj bioĥemiisto, ekorganizinto kaj estro de la Komisiono; s-ro NIKOLAJ BOJAĜIEV (Bulgario), gimnazia instruisto de ĥemio; s-ro L. BRIEGER (Brazilo), fabrikanto de ĥemiaĵoj; s-ro D. R. DUNCAN (Granda Britio), farboĥemiisto, vortaristo kaj

redaktisto de *Chemical Abstracts* († 25.12.1969); s-rino MARJORIE FLINT (Granda Britio), bioĥemiistino; s-ro SINITIRO KAWAMURA (Japanio), universitata profesoro pri bioĥemio; s-ro Jean MANCEAU (Francio), fakulo pri ĥemiindustriaj aparatoj; s-ro ÁRPÁD MÁTHÉ (Hungario), universitata instruisto pri ĥemia teĥnologio; s-ro JOHN McCARTHY (Usono), ĥemiisto, direktoro de *Interparl*.

El la listo de la membroj videblas, ke estis konvrita relative tre larĝa spektro de ĥemiaj fakoj en la Komisiono.

1.3.3.2 Prijuĝo de la tiutempaj nomenklaturaj

Antaŭ la eklaboro super la sistema nomenklaturu de ĥemiaj kombinaĵoj estis prijuĝitaj ĉiuj tiutempaj konataj nomenklaturaj kaj nomenklaturaj proponoj. Bonega helpilo por tio estis laboroj faritaj de la grupo ĉirkaŭ O. MATULÍK.

Jen koncize la **konkludoj** koncerne la **nomenklaturon de neorganikaj kombinaĵoj**:

- (1) **La nomenklaturaj duonsistemaj, uzantaj nespecifajn heterogenajn rimedojn**, kiuj per si mem indikas precize nek la oksidnombron (valenton) nek la formulon (steĥiometrion), ekz. per diversaj afiksoj „hipo–“, „(hi)per–“, „–oza“, „–ika“, „seskvi–“ ks, **estas netolereblaj kaj malsufiĉaj por la moderna sistema Esperanta neorganika nomenklaturu**. Pri la plene triviala nomaro kompreneble validas la samo.
- (2) **La sistemaj neorganikaj nomenklaturaj indikantaj precize la oksidnombron (formalan valenton) per la specifaj sufiksoj**, malgraŭ ilia formala perfekteco, kaŭzis malvarman eĥon en la neslava lingva medio. Ili estas sentataj kiel „fremda“, „neinternacia“ metodo. Tial **ĤFTK ne rekomendis** ĉi tiun nomenklaturan vojon.
- (3) Kiel la **plej rekomendinda** estis elektita la **nomenklatura sistemo, kiu per numeralaj prefiksoj ligitaj al la nomoj de ĥemiaj elementoj rekte informas pri la ĥemia formulo de certa kombinaĵo**. La sistemo estas teorie uzebla sen ajnaj limigoj. Tial **ĤFTK rekomendis** ĉi vojon por la ĝenerala uzo kaj plua prilaboro.

En la afero de la nomenklaturu de **organika ĥemio**:

- (1) Pro la granda amplekso kaj komplikeco de organika ĥemio estas nepre **forigenda la triviala nomaro kaj duonsistemaj nomenklaturaj**. La nomoj ĉi tie ofte eĉ ne aludas strukturon aŭ alian econ, oftaj estas homonimoj kaj sinonimoj.
- (2) **Unusola akceptebla nomenklatura sistemo por la organikaj kombinaĵoj** estas, nur post etaj negravaj adaptoj, **la nomenklaturu de IUPAC**.

La afero de la **skribado de ĥemiaj simboloj kaj formuloj** ne estis pritraktata, ĉar ĉi sfero **estas internacie jam sufiĉe prilaborita kaj kontentige unueca**.

2 La nuntempa stato de la sistema ĥemia nomenklaturu en Esperanto

2.1 La rekomendoj de ĤFTK komparataj kun la nuntempa stato de la nomenklaturu de IUPAC

La Ĥemia Fakterminologia Komisiono siatempe rekomendis por la nomenklaturu de ĥemiaj kombinaĵoj kiel eble obei la proponojn de la **Internacia Unio por Pura kaj Aplika Ĥemioj – International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)** kaj ĝi komencis ties rekomendojn por organika ĥemio traduki Esperanten. Tial estas ĝuste kaj necese aktualigi la nomenklaturon laŭ la plej novaj modifoj, kiujn IUPAC faris en la lastaj jaroj.

La nomenklaturu de IUPAC por neorganikaj kombinaĵoj stabiliĝis dum la lastaj proksimume 40 jaroj eĉ en relative konservativaj lingvoj. En tiu senco necesas fari la modifojn ankaŭ en Esperanto. Tial oni plu ne uzu ekz. la formon „dunitrogena kvinoksido“, sed „dinitrogena pentaoksido“, ne la nomon „dufera trioksido“, sed „difera trioksido“ ks. La origina ideo de la propono de ĤFTK pro tio ne ŝanĝiĝas, nur anstataŭ la Esperantaj numeraloj estas aplikitaj helenaj numeraloj, laŭ la rekomendo de IUPAC.

Por organika ĥemio oni obeu la lastajn rekomendojn de IUPAC, ekz. metu la lokanton indikantan lokon de obla ligo, aŭ de funkcia grupo senpere antaŭ la koncerna sufikso. Tial plu ne estu uzataj ekz. la nomoj „2-buteno“, „2-butanono“, „1,2,3-propantriolo“, sed „but-2-eno“, „butan-2-ono“, „propan-1,2,3-triolo“ ks.

Membroj de Ĥemia Fakterminologia Komisiono akiris la plej konvenajn terminojn el la sfero de ĥemia laboratorio kaj ĥemia industrio per traserĉado de tiutempe haveblaj fakaj tekstoj kaj per diskutado kaj studado de ilia ĝusteco el la vidpunktoj kaj lingva kaj faka. Ĉi tiuj terminoj, bedaŭrinde pro la malgranda amplekso de ĉi tiu verketo, ne povas esti ĉi-loke prezentitaj.

2.2 Problemo Ĥ kontraŭ K en ĥemia nomenklaturu

ĤFTK ne estis solvanta la problemon de la anstataŭado de la litero (kaj fonemo) Ĥ per la litero (fonemo) K. Ĉi tie temas pri la rekomendo de la aŭtoro: **ne anstataŭigi senpripense la literon/fonemon Ĥ per K.** Ĉi tiu anstataŭigado estas nesistema interveno, kiu grave malfortigas terminokrean potencialon de Esperanto. Ĥemia nomenklaturu en Esperanto estas jam sufiĉe handikapita pro manko de Q, W kaj Y. Ĉi tiun malavantaĝon oni kompensu per pli rigora apliko de la sistema nomenklaturu, ol faras etnaj lingvoj. Sed ne ekzistas ajna racia kialo por plua malfortigado de la kapablo de Esperanto krei fakajn terminojn sen superflujaj miskomprenigaj homonimoj en ĥemio, farmacio, medicino kaj natursciencoj ĝenerale. La duopoj de la morfemoj kiel „ĥalko × kalko“, „ĥin × kin“, „ĥlor × klor“, „ĥol × kol“, „ĥrom × krom“, „ĥron × kron“ ktp ofte havas konsiderinde alian signifon kaj miskomprenoj ĉe la terminoj, kiujn ili formas, povas iam havi tre malagrablajn sekvojn. Se plu

daŭros „Ĥ-fobio“ ĉe esperantistoj, ili devos trovi iun sisteman solvon aplikeblan unuece por la tuta nomenklatura sistemo. Dum la intervenoj en nomenklaturajn sistemojn oni ĉiam devas memori, ke la ĝustan nomenklaturon oni devas prilabori por kelkaj venontaj jardekoj, se eble eĉ kelkaj venontaj generacioj, ne por kelkaj venontaj monatoj aŭ jaroj (la bazaj principoj de la nomenklaturu de *IUPAC* por organika ĥemio validas pli ol unu jarcenton!). Ne eblas solvi problemojn de unuopaĵo al unuopaĵo, „fliki“ nomenklaturon!

2.3 Konciza skizo de la sistema ĥemia nomenklaturu en Esperanto

2.3.1 Nomoj de ĥemiaj elementoj

ĤFTK siatempe pridiskutis ankaŭ la nomaron de ĥemiaj elementoj. Tamen ne ĉiuj rekomendoj estis akceptitaj en la pli vasta faka medio. Ni devas akcepti la fakton, ke la nomoj de ĥemiaj elementoj estas afero ankaŭ de aliaj natursciencoj kaj tial ankaŭ neĥemiistoj povas tiudirekte interveni.

Tabelo 9: El la proponoj de ĤFTK ekz. ne enradikiĝis:

<i>Simbolo</i>	<i>La nomo rekomendita de ĤFTK</i>	<i>La nomo prezentita en PIV2005</i>
B	borio	boro
Cf	kaliforniumo	kalifornio
Es	einsteinio	ejnŝtejnio
Fr	franciumo	francio
Ga	galiumo	galio
Ge	germaniumo	germanio
In	indiumo	indio
Nb	niobio	niobo
Ti	titanio	titano
Tl	taliumo	talio
V	vanadio	vanado

Tabelo 10: El la nomoj proponitaj de ĤFTK estas troveblaj en PIV2005:

<i>Simbolo(j)</i>	<i>Forlasita nomo</i>	<i>La nomo rekomendita de ĤFTK kaj prezentita en PIV2005</i>
At	astateno	astato
Cr	kromo	kromio
Pm (Il)	ilinio	prometio
Tc (Ma)	masurio	teknecio
Th (Io)	ionio	torio
W	tungsteno	volframo

En la tabelo 11 estas la alfabeto listo de ĥemiaj elementoj kaj en la tabelo 12 la listo de ĥemiaj elementoj ordigitaj laŭ la atomnombroj. Temas pri la nomoj, kiuj nuntempe estas pli-malpli ĝenerale uzataj.

Tab. 11: Ĥemiaj elementoj ordigitaj alfabete

<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Nomo de la ĥemia elemento laŭ PIV2005</i>
89	Ac	aktinio
13	Al	aluminio
95	Am	americio
51	Sb	antimono (<i>arĥ.</i> stibio)
47	Ag	arĝento
18	Ar	argono
33	As	arseno
85	At	astato
56	Ba	bario
4	Be	berilio
97	Bk	berkelio
83	Bi	bismuto
107	<i>Bh</i>	<i>boriumo</i>
5	B	boro
35	Br	bromo
58	Ce	cerio
55	Cs	cezio
110	<i>Ds</i>	<i>darmŝtatio</i>
66	Dy	disprozio
105	<i>Db</i>	<i>dubnio</i>
99	Es	ejnŝtejnio
68	Er	erbio
63	Eu	eŭropio
100	Fm	fermio
26	Fe	fero
9	F	fluoro
15	P	fosforo
87	Fr	francio
64	Gd	gadolinio

<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Nomo de la ĥemia elemento laŭ PIV2005</i>
31	Ga	galio
32	Ge	germanio
72	Hf	hafnio
108	<i>Hs</i>	<i>hasio</i>
2	He	heliumo
80	Hg	hidrargo
1	H	hidrogeno
67	Ho	holmio
49	In	indio
77	Ir	iridio
70	Yb	iterbio
39	Y	itrio
53	I	jodo
48	Cd	kadmio
20	Ca	kalcio
98	Cf	kalifornio
19	K	kalio
6	C	karbono
17	Cl	kloro
27	Co	kobalto
112	<i>Cn</i>	<i>kopernicio</i>
36	Kr	kriptono
24	Cr	kromio
54	Xe	ksenono
29	Cu	kupro
96	Cm	kuriumo
57	La	lantano
103	Lr	laŭrencio
3	Li	litio
71	Lu	lutecio

<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Nomo de la ĥemia elemento laŭ PIV2005</i>
12	Mg	magnezio
25	Mn	mangano
109	<i>Mt</i>	<i>meitnerio</i>
101	Md	mendelevio
42	Mo	molibdeno
11	Na	natrio
60	Nd	neodimo
10	Ne	neono
93	Np	neptunio
28	Ni	nikelo
41	Nb	niobo
7	N	nitrogeno
102	No	nobelio
8	O	oksigeno
79	Au	oro
76	Os	osmio
46	Pd	paladio
78	Pt	plateno
82	Pb	plumbo
94	Pu	plutonio
84	Po	polonio
59	Pr	prazeodimo
61	Pm	prometio
91	Pa	protaktinio
88	Ra	radiumo
86	Rn	radono
75	Re	renio
111	<i>Rg</i>	<i>rentgenio</i>
45	Rh	rodio
37	Rb	rubidio

<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Nomo de la ĥemia elemento laŭ PIV2005</i>
44	Ru	rutenio
104	<i>Rf × Ku</i>	<i>ruterfordio × kurĉatovio</i>
62	Sm	samaro
106	<i>Sg</i>	<i>seborgio</i>
34	Se	seleno
14	Si	silicio
21	Sc	skandio
50	Sn	stano
38	Sr	stroncio
16	S	sulfuro
81	Tl	talio
73	Ta	tantalo
43	Tc	teknecio
52	Te	teluro
65	Tb	terbio
22	Ti	titano
90	Th	torio
69	Tm	tulio
92	U	uranio
23	V	vanado
74	W	volframo
30	Zn	zinko
40	Zr	zirkonio

La nomoj de ĥemiaj elementoj skribitaj kursive ne estis pridiskutitaj de ĤFTK kaj ne estas troveblaj en PIV2005. Kelkfoje eĉ ekster la internacilingva medio ne estas pri ili ĝenerala interkonsento.

Tab. 12: Ĥemiaj elementoj ordigitaj laŭ la atomnombroj

<i>Periodo</i>	<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Nomo de la ĥemia elemento laŭ PIV2005</i>
1	1	H	hidrogeno
	2	He	heliumo
2	3	Li	litio
	4	Be	berilio
	5	B	boro
	6	C	karbono
	7	N	nitrogeno
	8	O	oksigeno
	9	F	fluoro
	10	Ne	neono
3	11	Na	natrio
	12	Mg	magnezio
	13	Al	aluminio
	14	Si	silicio
	15	P	fosforo
	16	S	sulfuro
	17	Cl	kloro
	18	Ar	argono
4	19	K	kalio
	20	Ca	kalcio
	21	Sc	skandio
	22	Ti	titano
	23	V	vanado
	24	Cr	kromio
	25	Mn	mangano
	26	Fe	fero
	27	Co	kobalto
	28	Ni	nikelo
	29	Cu	kupro

<i>Periodo</i>	<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Nomo de la ĥemia elemento laŭ PIV2005</i>
	30	Zn	zinko
	31	Ga	galio
	32	Ge	germanio
	33	As	arseno
	34	Se	seleno
	35	Br	bromo
	36	Kr	kriptono
5	37	Rb	rubidio
	38	Sr	stroncio
	39	Y	itrio
	40	Zr	zirkonio
	41	Nb	niobo
	42	Mo	molibdeno
	43	Tc	teknecio
	44	Ru	rutenio
	45	Rh	rodio
	46	Pd	paladio
	47	Ag	arĝento
	48	Cd	kadmio
	49	In	indio
	50	Sn	stano
	51	Sb	antimono (<i>arĥ.</i> stibio)
	52	Te	teluro
	53	I	jodo
	54	Xe	ksenono
6	55	Cs	cezio
	56	Ba	bario
	57	La	lantano
	58	Ce	cerio
	59	Pr	prazeodimo

<i>Periodo</i>	<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Nomo de la ĥemia elemento laŭ PIV2005</i>
	60	Nd	neodimo
	61	Pm	prometio
	62	Sm	samario
	63	Eu	eŭropio
	64	Gd	gadolinio
	65	Tb	terbio
	66	Dy	disprozio
	67	Ho	holmio
	68	Er	erbio
	69	Tm	tulio
	70	Yb	iterbio
	71	Lu	lutecio
	72	Hf	hafnio
	73	Ta	tantalo
	74	W	volframo
	75	Re	renio
	76	Os	osmio
	77	Ir	iridio
	78	Pt	plateno
	79	Au	oro
	80	Hg	hidrargo
	81	Tl	talio
	82	Pb	plumbo
	83	Bi	bismuto
	84	Po	polonio
	85	At	astato
	86	Rn	radono
7	87	Fr	francio
	88	Ra	radiumo
	89	Ac	aktinio

<i>Periodo</i>	<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Nomo de la ĥemia elemento laŭ PIV2005</i>
	90	Th	torio
	91	Pa	protaktinio
	92	U	uranio
	93	Np	neptunio
	94	Pu	plutonio
	95	Am	americio
	96	Cm	kuriumo
	97	Bk	berkelio
	98	Cf	kalifornio
	99	Es	ejnŝtejnio
	100	Fm	fermio
	101	Md	mendelevio
	102	No	nobelio
	103	Lr	laŭrencio
	104	<i>Rf × Ku</i>	<i>ruterfordio × kurĉatovio</i>
	105	<i>Db</i>	<i>dubnio</i>
	106	<i>Sg</i>	<i>seborgio</i>
	107	<i>Bh</i>	<i>boriumo</i>
	108	<i>Hs</i>	<i>hasio</i>
	109	<i>Mt</i>	<i>meitnerio</i>
	110	<i>Ds</i>	<i>darmŝtatio</i>
	111	<i>Rg</i>	<i>rentgenio</i>
	112	<i>Cn</i>	<i>kopernicio</i>

La nomoj de ĥemiaj elementoj kursive skribitaj, t.e. ekde la atomnombro 104, ne estis pridiskutitaj de ĤFTK kaj ne estas troveblaj en PIV2005. Kelkfoje eĉ ekster la internacilingva medio ne estas pri ili ĝenerala interkonsento.

Kio temas pri la nomoj de ĥemiaj elementoj, sincere dirite, la nomoj de la nove trovitaj aŭ preparitaj elementoj estas ofte kreataj laŭ eĉ pli „alĥemiaj“ metodoj ol la nomoj, kiujn donis al elementoj alĥemiistoj mem. La nomoj de ĥemiaj elementoj trovitaj aŭ preparitaj dum la lastaj jardekoj estas ofte estigataj laŭ la nomoj de

sciencistoj, landoj aŭ urboj, kiuj ofte senpere ne rilatas kun la elemento. Fakte alĥemiistoj kaj ĥemiistoj ĝis proksimume la 18-a jarcento ofte procedis multe pli racie – la elementoj tiam ofte ricevis la nomojn laŭ iu el siaj okulfrapaj aŭ supozataj ecoj, ekz. oksigeno (laŭ la helena *oxys* + *gennao* = acida + naski), kalio (laŭ la araba *kali* = potaso, el *qualjan* = vegetala cindro), kloro (laŭ la helenaj *ĥloros* – *ĥloe* = verda – verde), kromio (laŭ la helena *ĥroma*, *ĥromatos* = koloro) kaj oni povus trovi plurajn aliajn ekzemplojn.

Tial oni neniam forlasis la ideon pri la **plene sistemaj nomoj de ĥemiaj elementoj**. Temas precipe pri la sistemo, kiu eliras **el la atomnombroj** de ĥemiaj elementoj. Nia generacio certe malfacile superos la „neracian kaj nesisteman“ tradicion, sed oni povus almenaŭ prikonsideri, ĉu enkonduki la sisteman nomenklaturon almenaŭ por la elementoj ekde la atomnumero 101. En Tab. 13 estas kelke da ekzemploj de tiaj nomoj.

Tabelo 13: Ekzemploj de la sistemaj nomoj de elementoj ekde la atomnumero 101

<i>Atom-nombro</i>	<i>Simbolo (trilitera)</i>	<i>Internacia latina nomo</i>	<i>Supozata nomo en Esperanto</i>
101	Unu	<i>Unnilunium</i>	Unnilunio
102	Unb	<i>Unnilbium</i>	Unnilbio
103	Unt	<i>Unniltrium</i>	Unniltrio
104	Unq	<i>Unnilquadium</i>	Unnilkvadio
105	Unp	<i>Unnilpentium</i>	Unnilpentio
106	Unh	<i>Unnilhexium</i>	Unnilheksio
107	Uns	<i>Unnilseptium</i>	Unnilseptio
108	Uno	<i>Unniloctium</i>	Unniloktio
109	Une	<i>Unnilennium</i>	Unnilenio
110	Uun	<i>Ununnilium</i>	Ununnilio
111	Uuu	<i>Unununium</i>	Unununio
112	Uub	<i>Ununbium</i>	Ununbio
113	Uut	<i>Ununtrium</i>	Ununtrio
114	Uuq	<i>Ununquadium</i>	Ununkvadio
115	Uup	<i>Ununpentium</i>	Ununpentio
116	Uuh	<i>Ununhexium</i>	Ununheksio
117	Uus	<i>Ununseptium</i>	Ununseptio
118	Uuo	<i>Ununoctium</i>	Ununoktio
119	Uue	<i>Ununennium</i>	Ununenio
120	Ubn	<i>Unbinilium</i>	Unbinilio
121	Ubu	<i>Unbiunium</i>	Unbiunio

Kompreneble, laŭ la sama procedo oni povas krei ankaŭ la sistemajn nomojn de la elementoj kun la atomnombroj de 1 ĝis 100.

2.3.2 Nomenklaturu de neorganikaj kombinaĵoj

La plej baza principo de la moderna **sistema nomenklaturu de neorganikaj kombinaĵoj** estas **pervorte priskribi ĥemian formulon de kombinaĵo**. Ĉi tiu principo fontas el la rekomendoj de siatempa Ĥemia Fakterminologia Komisiono kaj cetere ankaŭ de *IUPAC* (= *International Union of Pure and Applied Chemistry*). Por indiki nombron de unuopaj atomoj oni prefikse uzas helenajn numeralojn; Vd. Tab. 3.

Tabelo 3

	Esp. numeralo	helena prefikso	Esp. numeralo	helena prefikso
1*)	unu	mono-		
2	du	di-	duoble	bis-
3	tri	tri-	trioble	tris-
4	kvar	tetra-	kvaroble	tetrakis-
5	kvin	penta-	kvinoble	pentakis-
6	ses	heksa-	sesoble	heksakis-
7	sep	hepta-	sepoble	heptakis-
8	ok	okta-	okoble	oktakis-
9	naŭ	nona-	naŭoble	nonakis-
10	dek	deka-	dekoble	dekakis-

*) La numeralon „unu“ oni uzas nur se necese, la numeralon „unuoble“ oni tute ne uzas. Se ĉi tiuj numeraloj ne estas uzitaj en nomo, oni komprenas, ke la konsiderata objekto troviĝas nur unuoble.

La nomoj de kelkaj plej konataj (plej oftaj) ĥemiaj elementoj iam **mallongiĝas** en la nomoj de kombinaĵoj, kutime en la nomo de pli elektronegativa parto (anĵono). Vd en Tab. 4.

Tabelo 4

Nomo de ĥemia elemento	Plena vortoradiko	Mallongiĝita vortoradiko	Ekzemploj
fosforo	-fosfor-	-fosf-	fosfato, fosfido
hidrogeno	-hidrogen-	-hidr-	hidrido
nitrogeno	-nitrogen-	-nitr-	nitrato, nitrido
oksigeno	-oksigen-	-oks-	oksido
sulfuro	-sulfur-	-sulf-	sulfato, sulfido

Por la **ceteraj nomoj de elementoj** necesas emfazi, ke oni **devas uzi la tutan vortoradikon** por krei la nomojn de kombinaĵoj. La **substantiva finaĵo en Esperanto** estas ĉiam nur **-o**, neniam **-io** aŭ alia. Tial ekz. por la derivado de nomoj de kombinaĵoj oni uzas la radikojn „kromi-“, „silici-“ ks.

La nomoj de neorganikaj kombinaĵoj kutime konsistas el du partoj: la **adjektivo** de la nomo esprimas **pli elektropozitivan parton** (katjonon) de kombinaĵo, la **substantivo** prezentas **pli elektronegativan parton** (anĵonon). La nomo de

unuelementa anjono alprenas sufikson –id–, la nomo de **plurelementa (kompleksa) anjono havas sufikson –at–**. Nur tre malmultaj esceptoj rompas la regulon, kiam la nomo de pluratoma anjono tamen havas la sufikson –id– anstataŭ –at–: hidroksido (OH^{-1}), cianido (CN^{-1}). En la sekvanta tabelo 5 estas prezentitaj ekzemploj de la nomoj de kelkaj duelementaj (binaraj) kombinaĵoj, por ĉiuj ok oksidnombroj de pli elektropozitiva parto de la kombinaĵo:

Tabelo 5

Sistemaj nomoj de neorganikaj duelementaj kombinaĵoj	
<i>Ĥemiaj formuloj</i>	<i>Ekzemploj de la sistemaj nomoj</i>
N_2O ; Na_2O ; Cu_2O ; NaCl	dinitrogena oksido; dinatria oksido; dikupra oksido; natria klorido
NO ; CO ; FeO ; CaO ; Mg_3N_2	nitrogena monooksido; karbona monooksido; fera monooksido; kalcia monooksido; trimagnezia dinitrido
N_2O_3 ; Fe_2O_3 ; As_2S_3	dinitrogena trioksido; difera trioksido; diarsena trioksido
NO_2 ; CO_2 ; SO_2 ; SiF_4	nitrogena dioksido; karbona dioksido; sulfura dioksido; silicia tetrafluorido
N_2O_5 ; P_4O_{10} ; Sb_2S_5	dinitrogena pentaoksido; tetrafosfora dekaoksido; diantimona pentasulfido
SO_3 ; CrO_3	sulfura trioksido; kromia trioksido
Cl_2O_7 ; Mn_2O_7	diklora heptaoksido; dimangana heptaoksido
OsO_4	osmia tetraoksido

Konstruado de la nomoj de neorganikaj kombinaĵoj, kiuj enhavas kompleksajn (pluratomajn) katjonojn aŭ anjonojn (eventuale ambaŭ) videblas en la tabelo 6.

Tabelo 6

Sistemaj nomoj de neorganikaj kombinaĵoj kun kompleksa elektropozitiva aŭ/kaj elektronegativa parto(j)	
<i>Ĥemiaj formuloj</i>	<i>Ekzemploj de la sistemaj nomoj</i>
K_2SO_4	dikalia tetraoksosulfato
K_2SO_3	dikalia trioksosulfato
Na_2CO_3	dinatria trioksokarbonato
NaHCO_3	natria hidrogen-trioksokarbonato
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	kalcia bis(hidrogen-trioksokarbonato)
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	kupra tetraoksosulfato pentahidrato
NaClO	natria oksoklorato
NaClO_3	natria trioksoklorato
NaClO_4	natria tetraoksoklorato
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	diamonia trioksokarbonato
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	kalcia bis(dihidrogen-tetraoksofosfato)
CaHPO_4	kalcia hidrogen-tetraoksofosfato
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	trikalcia bis(tetraoksofosfato)
$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	tetrafera tris(heksacianoferato)

Sistemaj nomoj de neorganikaj kombinaĵoj kun kompleksa elektropozitiva aŭ/kaj elektronegativa parto(j)	
H ₂ SO ₄	dihidrogena tetraoksosulfato <i>pli preferinda ol</i> tetraokso-sulfata acido <i>aŭ</i> sulfata acido
KOH	kalia hidroksido *)
Al(OH) ₃	aluminia trihidroksido **)
KCN	kalia cianido *)

*) escepto: uzita sufikso –id– ĉe pluratoma anjono.

***) escepto: krom la sufikso –id– uzita ankaŭ numeralo „tri“ (ne „tris“).

2.3.3 Nomenklaturu de organikaj kombinaĵoj

Ni konsideru, ke por la divido de ĥemio en du branĉojn – neorganikan kaj organikan – estas nur historia argumento. Ĝis la 18-a jarcento fakte organikaj kombinaĵoj devenis nur el vivaj organismoj. Nur ekde la 19-a jarcento kapablas homo laboratorie kaj industrie prepari tiajn kombinaĵojn. Pli logike estus nomi organikan ĥemion „ĥemio de karbono“, ĉar ĉiuj organikaj kombinaĵoj povas, almenaŭ teorie, deriviĝi de hidrogenkarbonoj. Nur tre malmultajn kombinaĵojn de karbono oni vicigas al la neorganikaj (oksidoj de karbono, karbonatoj, cianidoj). Organika ĥemio enhavas ege pli multe da kombinaĵoj ol neorganika ĥemio kaj la strukturo de organikaj kombinaĵoj ofte estas multe pli komplika ol tiu de neorganikaj ĥemiaĵoj. Tial estis por organika ĥemio enkondukita sistema nomenklaturu bazita sur aliaj principoj.

Ĉi-tie, ĉe la organika nomenklaturu, ni menciuj, ke absolute sistema kaj unueca ĥemia nomenklaturu ĝis nun ne estis ellaborita. Ne nur en neorganika nomenklaturu estos uzataj, krom la ĉefa sistemo, ankaŭ kelkaj aldonaj. Ankaŭ en la organika nomenklaturu krom la ĉefa substitua principo aperas „apudaj“ aldonaj principoj. Tamen, precipe Esperanto, kiel plana sistema lingvo, devas apliki kiel eble plej rigore ĉiujn principojn de la ĉefa sistemo kaj kiel eble eviti ĉiujn superflujajn esceptojn.

La sistema nomenklaturu de organikaj kombinaĵoj baziĝas precipe sur t.n. substitua nomenklatura principo: La nomo estas konstruata de fundamenta kombinaĵo, en kiu oni substituas hidrogenan atomon al alia atomo aŭ atomgrupo. Ekz.: H₃C–CH₃ etano → H₃C–CH₂OH etanolo (1 hidrogenatomon oni substituis al hidroksila grupo); CH₃–CH₂–CH₂–CH₃ butano → CH₃–CH₂–CH₂–CH₂OH butan-1-olo (1 hidrogenatomon oni substituis al hidroksila grupo, nome ĉe la unua karbonatomo), ni atentu, ke povas ekzisti ankaŭ butan-2-olo, kiu ne estas identa kun butan-1-olo!

2.3.3.1 Nomenklaturu de neciklaj organikaj kombinaĵoj

La elirejo por la nomado de hidrogenkarbonoj estas la nomoj de saturitaj neciklaj senbranĉaj hidrogenkarbonoj, t.e. alkanoj. Vd Tab. 7.

Tabelo 7

Nomoj de saturitaj neciklaj senbranĉaj hidrogenkarbonoj (alkanoj) (kelke da ekzemploj)			
n^*)	nomo de hidrogenkarbono	n^*)	nomo de hidrogenkarbono
1	metano **)	20	ikozano
2	etano **)	21	henikozano
3	propano **)	22	dokozano
4	butano **)	23	trikozano
5	pentano	24	tetrakozano
6	heksano	25	pentakozano
7	heptano	26	heksakozano
8	oktano	27	heptakozano
9	nonano	28	oktakozano
10	dekano	29	nonakozano
11	undekano	30	triakontano
12	dodekano	40	tetrakontano
13	tridekano	50	pentakontano
14	tetradekano	60	heksakontano
15	pentadekano	70	heptakontano
16	heksadekano	80	oktakontano
17	heptadekano	90	nonakontano
18	oktadekano	100	hektano
19	nonadekano	132	dotriakontahektano

*) suma nombro de karbonatomoj en la ĉeno

***) la radikoj -met-, -et-, -prop- kaj -but- en la nomoj de la unuaj 4 hidrogenkarbonoj estas nesistemaj, la kialo estas nur tradicio kaj forta enradikiĝo

Se temas pri branĉa hidrogenkarbono, oni elektas kiel ĉefan ĉenon (= fundamentan strukturon) la plej longan karbonĉenon kaj unuopaj branĉoj estas konsiderataj kiel substituaĵoj (alkiloj aŭ ariloj). Se enestas duoblaj ligoj, oni elektas kiel ĉefan la ĉenon kun maksimuma nombro de duoblaj ligoj.

Ekz.: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 3-etil-2,2-dimetiloktano (alkiloj estas en la nomo **vicigitaj alfabeto**, la numeralan prefikson oni ne konsideras por la alfabeto vicigo).

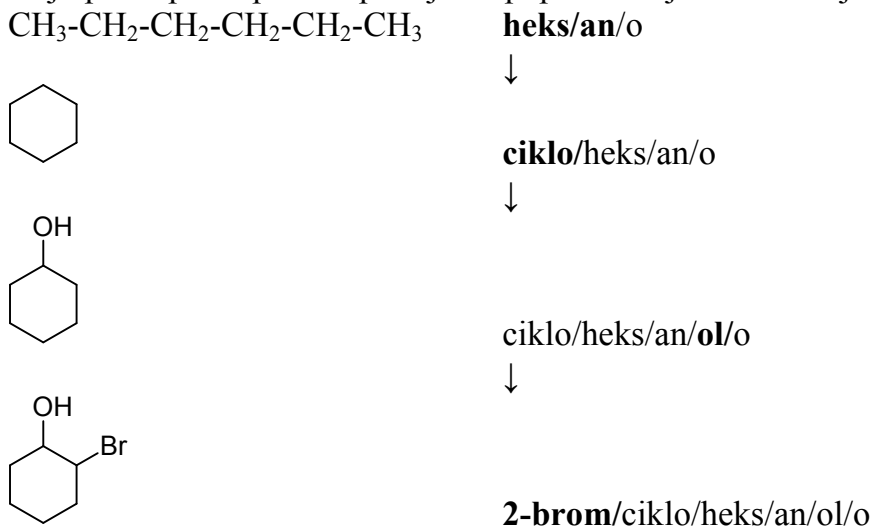
La substitua principo estas kompletigita per la **elimina nomenklatura principo**, kiun oni uzas por nomi nesaturitajn hidrogenkarbonojn. Oni **indikas forigon de hidrogenatomoj per la sufiksoj -en-** (kiam estiĝas duobla ligo) kaj **-in-** (kiam estiĝas triobla ligo), eventuale malpli ofte per la **prefikso dehidro-**.

Ekz.: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ etano \rightarrow **$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ eteno** (2 hidrogenatomoj estis forigitaj el la molekulo de etano, estiĝis duobla ligo inter la karbonatomoj); $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ propano \rightarrow **$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$ propino** (4 hidrogenatomoj estis forigitaj el la molekulo, inter la 1-a kaj la 2-a karbonatomoj estiĝis triobla ligo); $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ pentano \rightarrow **$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ pent-2-eno** (de la 2-a kaj la 3-a karbonatomoj

oni forigis po 1 hidrogenatomo, inter ĉi tiuj karbonatomoj estiĝis duobla ligo), ni atentu, ke povas ekzisti ankaŭ pent-1-eno, kiu ne estas identa kun pent-2-eno!

Se renkontiĝas en molekulo pluraj funkciaj grupoj, tiam tiu kun **la plej alta (nomenklatura) prioritato prezentiĝas sufikse**, la ceteraj kiel prefiksoj. Kelkaj atomgrupoj kaj elementoj povas prezentiĝi nur prefikse aŭ nur sufikse. La prefikse prezentatajn **substituaĵojn oni vicigas alfabete** en la nomo, uzante Esperantan alfabeton. Vd Tab. 8.

Ĉi-loke ni emfazu la fakton, ke ĉi tiu nomenklatura principo estas tre simila al la principo de vortokreado en Esperanto: al la ĉefa vortoradiko oni algluas sufiksojn kaj prefiksojn por esprimi pli komplikajn resp. pli detalajn fenomenojn. Ekz.:



Tabelo 8

Funkciaj grupoj en la substitua nomenklaturu				
Listo laŭ la malfortiĝanta prioritato				
<i>Nomo de kombinaĵo</i>	<i>Funkcia grupo</i>	<i>Prefikso</i>	<i>Sufikso</i>	<i>Sufikso ¹⁾</i>
Salo de karboksila acido	$-\text{COO}^{-1}\text{M}^{+1\ 2)}$	karboksilato-	-at-	-karboksilat-
Karboksilaj acidoj	$-\text{COOH}$	karboksi-	-acid-	-karboksila acido
Sulfonaj acidoj	$-\text{SO}_3\text{H}$	sulfo-	0	-sulfona acido
Anhidrido de karboksilaj acidoj	$-\text{CO}-\text{O}-\text{CO}-$	0	-anhidrid-	-karboksanhidrid-
Esteroj	$-\text{COOR}$	alkoksikarbonil-	-at-	-karboksilat-
Acilhalogenidoj	$-\text{COX}^3)$	halogenkarbonil-	-oilhalogenid-	-karbonilhalogenid-
Amidoj	$-\text{CONH}_2$	karbamoil-	-amid-	-karboksamid-
Imidoj	$-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-$	0	-imid-	-dikarboksimid-
Nitriloj	$-\text{CN}$	cian-	-nitril-	-karbonitril-
Aldehidoj	$-\text{COH}$	okso-	-al-	-karbaldehid-
Ketonoj	$-\text{CO}-$	okso-	-on-	0

Funkciaj grupoj en la substitua nomenklaturu				
Listo laŭ la malfortiĝanta prioritato				
Alkoholoj	–OH	hidroksi–	–ol–	0
Fenoloj	–OH	hidroksi–	–ol–	0
Tioloj	–SH	sulfanil–	–tiol–	0
Aminoj	–NH ₂ ; –NH–; >N–	amino–	–amin–	0
Iminoj	=NH	imino–	–imin–	0
Eteroj	–OR	alkoksi–	0	0
Sulfidoj	–SR	alkilsulfanil–	0	0
Sulfoksidoj	–SO–R	alkilsulfinil–	0	0
Sulfonoj	–SO ₂ –R ⁴⁾	alkilsulfonil–	0	0
Nitrokombinaĵoj	–NO ₂	nitro–	0	0
Halogenderivaĵoj	–X ³⁾	halogen–	0	0

¹⁾ Formo de sufikso kiam la funkcia grupo estas substituaĵo ĉe la ĉefa strukturo.

²⁾ M signifas atomon de metalo (kalia-, natria-, kalcia-, magnezia- k.s.).

³⁾ X signifas atomon de halogeno (–fluor–, –klor–, –brom– aŭ –jod–).

⁴⁾ R signifas alkilon aŭ arilon.

Ekz.: H ₃ C–CHNH ₂ –COOH	2-aminopropanacido
H ₂ NCH ₂ –CH ₂ –COOH	3-aminopropanacido
HOOC–CH ₂ –CHNH ₂ –COOH	2-aminobutandiacido
CH ₃ –CH ₂ NH ₂	etanamino
Cl ₃ C–COOH	trikloretanacido
OHC–CH ₂ –CO–CH ₂ –COOH	3,5-dioksopentanacido
CH ₃ –CH ₂ –CHO	propanalo
CH ₃ –CO–CH ₃	propanono
H ₂ C=CH–CH ₂ –CO–CH ₃	pent-4-en-2-ono
CH ₃ –CH ₂ –CONH ₂	propanamido

Kio temas pri la **lokantoj**, oni ĉiam devas zorgi, ke ties **ciferoj estu kiel eble plej malaltaj**. Ekz.: ĉe la kombinaĵo CH₃–CH₂–CH₂–CHOH–CH₃ el la nomoj „pentan-2-olo“ aŭ „pentan-4-olo“ nur la unua nomo estas ĝusta. Se la karbonatomo de la grupo kun la plej alta prioritato estas membro de la ĉefa ĉeno, tiam tiu karbonatomo estas konsiderata kiel unua.

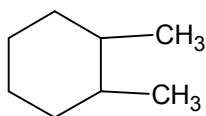
2.3.3.2 Nomenklaturu de ciklaj organikaj kombinaĵoj

La nomoj de **hidrogenkarbonoj**, kies karbonĉeno formas fermitan ringon, ankaŭ fontas el la nomoj de alkanoj, sed ili alprenas prefikson **ciklo–**, eventuale **biciklo–**, **triciklo–** ks, se la cikloj estas pluraj. La **ceteraj nomenklaturaj principoj** – prioritato de atomgrupoj / elementoj, lokantoj – estas **identaj kun tiuj de neciklaj hidrogenkarbonoj**. Kompreneble „ciklometano“ aŭ „cikloetano“ ne povas ekzisti. Ĉe plurciklaj hidrogenkarbonoj **oni indikas nombron de karbonatomoj en unuopaj**

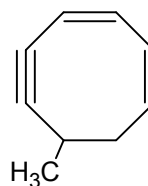
ĉenoj per ciferoj, ekde la plej alta, metitaj en rektaj krampoj. Inter la ciferoj estas punktoj.



ciklobuteno



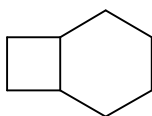
1,2-dimetilcikloheksano



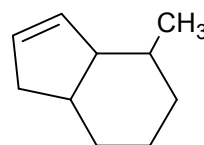
7-metilciklookta-1,3-dien-5-ino



biciklo[1.1.0]butano



biciklo[4.2.0]oktano



5-metilbiciklo[4.3.0]non-7-eno

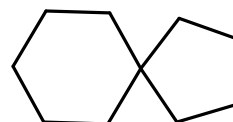
Spirohidrogenkarbonoj estas hidrogenkarbonoj, kies cikloj havas komunan unu solan karbonatomon – nome **spiroatomon**. Nombro de karbonatoj en unuopaj cikloj oni indikas simile kiel ĉe plurciklaj hidrogenkarbonoj:



spiro[3.3]heptano



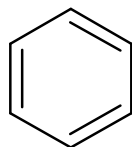
spiro[3.4]oktano



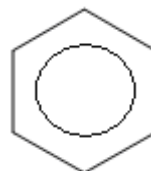
spiro[4.5]decano

2.3.3.3 Nomenklaturu de aromataj kombinaĵoj

Tute aparta speciala formo de ciklaj hidrogenkarbonoj estas **aromataj hidrogenkarbonoj** – **arenoj** – tiuj konservis ĉe la plej oftaj kaj simplaj membroj la trivialajn, nesistemajn nomojn – ekz. benzeno, naftaleno, antraceno... Aromataj hidrogenkarbonoj deriviĝas teorie de benzeno. Menciita „specialeco“ de arenoj fontas el tio, ke fakte ne temas pri „cikloalkenoj“, en kiuj alterne troviĝas unuoblaj kaj duoblaj ligoj. La elektrona nuboj estas egalmezure dividita inter ĉiuj karbonatoj. Tial ekz. benzenon oni ne rajtas nomi „cikloheksa-1,3,5-trieno“. Ekz. bildo de benzeno (linia formulo)



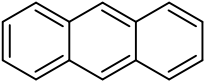
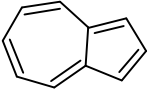
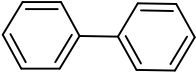
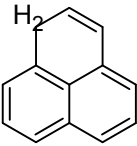
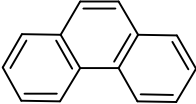
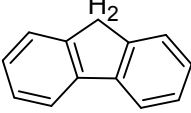
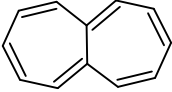
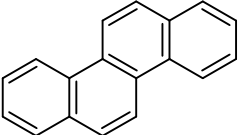
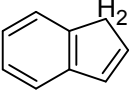
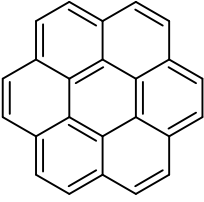
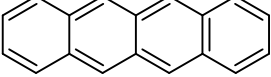
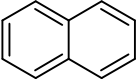
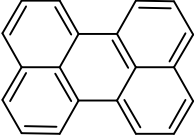
ne estas tute ĝusta (tamen uzata),

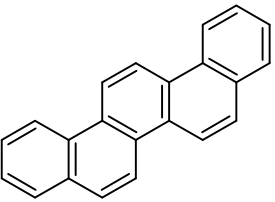
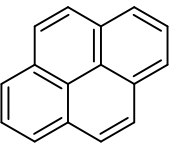
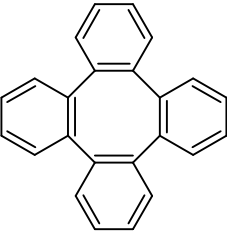
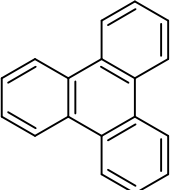
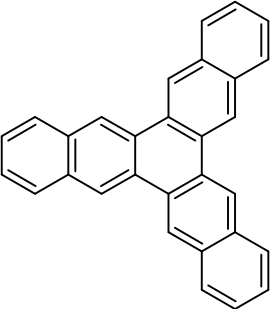


ĉi tiu estus pli reala.

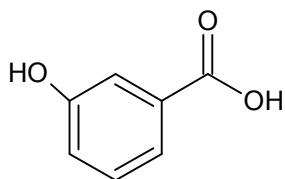
En la tabelo 9 estas prezentitaj kelkaj plej konataj aromataj hidrogenkarbonoj, kies nomradikoj estas derivitaj nesisteme aŭ duonsisteme.

Tabelo 9 Alfabeto listo de aromataj hidrogenkarbonoj (kelkaj ekzemploj)

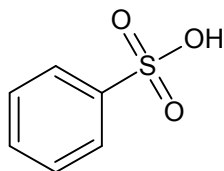
antraceno	
azuleno	
bifenileno	
fenaleno	
fenantreno	
fluoreno	
heptaleno	
ĥrizeno	
indeno	
koroneno	
naftaceno	
naftaleno	
perileno	

piceno	
pireno	
tetrafenileno	
trifenileno	
trinaftileno	

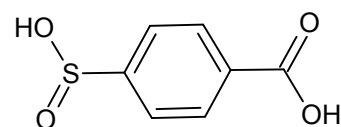
Tamen ankaŭ ĉe arenoj validas la ceteraj nomenklaturaj principoj supre menciitaj. Ekz.:



2-hidroksibenzenkarboksila acido
(*arĥaïke* salicil(at)a acido)



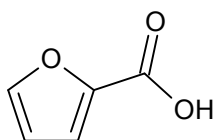
benzensulfona acido



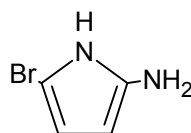
4-sulfobenzenkarboksila acido

2.3.3.4 Nomenklaturu de heterociklaj kombinaĵoj

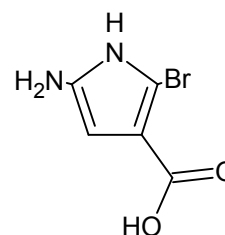
Heterociklaj hidrogenkarbonoj estas hidrogenkarbonoj en kies ciklo(j) troviĝas krom karbonatomoj ankaŭ unu aŭ pluraj „fremdaj“ atomoj – heteroatomo(j) – plej ofte oksigeno, nitrogeno, sulfuro. La lokanto 1 apartenas al heteroatomo en la ciklo. Tial ekz.:



furan-2-karboksila acido



2-amino-5-bromopirolo



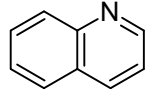
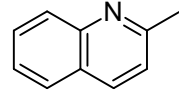
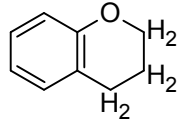
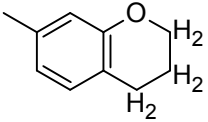
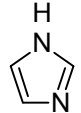
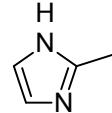
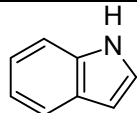
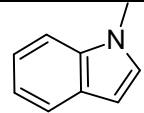
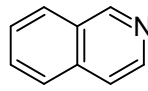
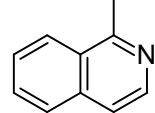
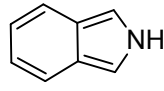
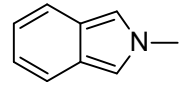

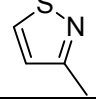
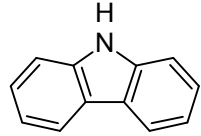
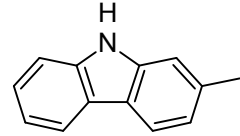
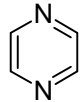
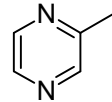
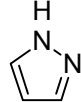
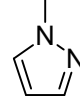
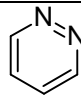
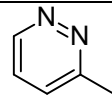
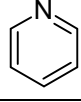
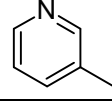
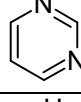
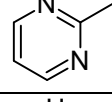
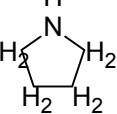
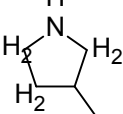
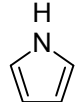
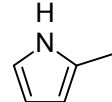
2-brom-5-aminopirol-3-karboksila acido

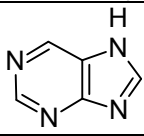
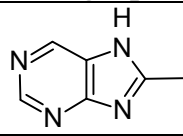

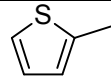
En la tempo, kiam estis ellaborita sistema nomenklaturu de heterociklaj kombinaĵoj estis jam relative forte enradikiĝintaj la trivialaj, nesistemaj nomoj de pluraj konataj heterocikloj. Tiuj nomoj estas kutime ĝis nun uzataj, tamen la ceteraj principoj de la sistema nomenklaturu estas ankaŭ ĉi-tie aplikataj.

En la tabelo 10 estas prezentitaj kelkaj ekzemploj de heterociklaj hidrogenkarbonoj, kies nomoj ankaŭ iam rompas la sistemecon de la nomenklaturu.

Tabelo 10 Ekzemploj de heterociklaj hidrogenkarbonoj

<i>nomo de kombinaĵo</i>	<i>formulo de la koncerna kombinaĵo</i>	<i>nomo de unuvalenta atomgrupo</i>	<i>formulo de la unuvalenta atomgrupo</i>
akridino		2-akridinil-	
benzo[<i>b</i>]furano		3-benzo[<i>b</i>]furanil-	
benzo[<i>b</i>]tiofeno		benzo[<i>b</i>]tienil-*)	
cinolino		3-cinolinil-	
fenazino		2-fenazinil-	
ftalazino		1-ftalazinil-	
furano		2-furil- *)	
ĥinazolino		2-ĥinazolinil-	
ĥinoksalino		2-ĥinoksalinil-	

<i>nomo de kombinaĵo</i>	<i>formulo de la koncerna kombinaĵo</i>	<i>nomo de unuvalenta atomgrupo</i>	<i>formulo de la unuvalenta atomgrupo</i>
ĥinolino		2-izoĥinolil- *)	
ĥromano		7-ĥromanil-	
imidazolo		2-imidazolil-	
indolo		1-indolil-	
izoĥinolino		1-izoĥinolil- *)	
izoindolo		2-izoindolil-	
izotiazolo		3-izotiazolil-	
karbazolo		2-karbazolil-	
pirazino		pirazinil-	
pirazolo		1-pirazolil-	
piridazino		3-piridazinil-	
piridino		3-piridil- *)	
pirimidino		2-pirimidinil-	
pirolidino		3-pirolidinil-	
pirolo		2-pirolil-	

<i>nomo de kombinaĵo</i>	<i>formulo de la koncerna kombinaĵo</i>	<i>nomo de unuvalenta atomgrupo</i>	<i>formulo de la unuvalenta atomgrupo</i>
purino		8-purinil-	
tiofeno		2-tienil- *)	

*) la nomo de atomgrupo derivita el la modifita, resp. mallongigita radikulo de la nomo de kombinaĵo, kio rompas la sistemecon.

2.3.3.5 Nomenklaturu de esteroj kaj saloj de organikaj acidoj

Ĉi-tie ni nur menciuj, ke en la nuntempaj nomenklaturaj rekomendoj oni forlasas la „klasikan“ strukturon de la nomoj – adjektivo + substantivo aparte – sed ligas la nomojn de alkiloj, ariloj kaj metaloj per dividstrekulo al la ĉefa vortoradikulo (nomo de la acido). Ekz.:

Esteroj:

HCOO-CH₂-CH₃ etil-metanato

C₆H₁₁-COO-CH₃ metil-cikloheksankarboksilato

Saloj:

CH₃-CH₂-COO⁻Na⁺ natria-propanato

Na⁺ ⁻OOC-CH₂-COO⁻K⁺ kalia-natria-propandiato

2.3.3.6 Ekzemploj de la nomoj aplikantaj la regulon de la nomenklatura prioritato (vd ankaŭ Tabelon 8)

Amidogrupu –CONH₂ (amidoj):

En la rolo de nomenklature ĉefa grupo:

CH₃-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-CONH₂ heksanamido

La ĉefan rolon havas alia grupo (ĉi-loke la karboksila):

H₂N-CO-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-COOH 6-karbamoilheksanacido

Aminogrupu –NH₂ (primaraj aminoj):

En la rolo de nomenklature ĉefa grupo:

CH₃-CH₂-NH₂ etanamino

La ĉefan rolon havas alia grupo (ĉi-loke la karboksila):

NH₂-CH₂-COOH aminoetanacido

Ciangrupu –C≡N (nitriloj):

En la rolo de nomenklature ĉefa grupo:

CH₃-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-C≡N heksannitrilo

N≡C-CH₂-CH₂-CH₂-CH₂-C≡N heksandinitrilo

La ĉefan rolon havas alia grupo (ĉi-loke la karboksila):



Hidroksigrupo –OH (alkoholoj kaj fenoloj):

En la rolo de nomenklature ĉefa grupo:

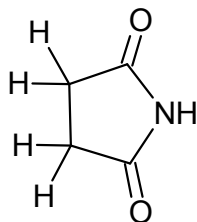


La ĉefan rolon havas alia grupo (nome la aldehida):

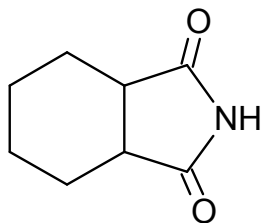


Imidogrup –CO–NH–CO– (imidoj):

La morfemo –imid– estas uzata nur sufikse:



butanimido



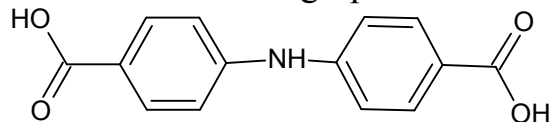
cikloheksan-1,2-dikarboksimido

Iminogrupo =NH (iminoj):

La iminogrupu nomenklature ĉefrolas:



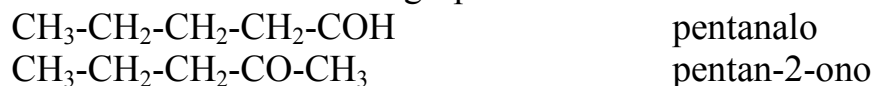
La ĉefan rolon havas alia grupo:



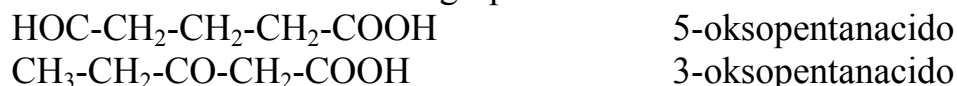
4,4'-iminodibenzenkarboksila acido

Oksogrupu >C=O (aldehidoj kaj ketonoj):

En la rolo de nomenklature ĉefa grupo:

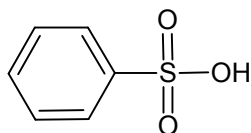


La ĉefan rolon havas la karboksila grupo:



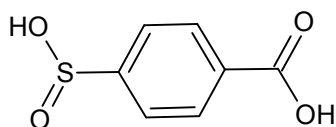
Sulfogrupu –SO₃H (sulfonaj acidoj):

En la rolo de nomenklature ĉefa grupo:



benzensulfona acido

La ĉefan rolon havas la karboksila grupo:



4-sulfobenzenkarboksila acido

Tiogrupo -SH (tioloj):

El la rolo de nomenklature ĉefa grupo:



butantiolo

La ĉefan rolon havas alia grupo (nome aldehida):



4-sulfanilbutanalo

Estas ekster la spacaj ebloj de ĉi tiu verketo klarigi ĉiujn detalojn de la sistema ĥemia nomenklaturu, precipe ĉe organikaj kombinaĵoj. Kiu pli profunde interesiĝas pri la sistema nomenklaturu, bonvolu studi la materialojn de *IUPAC*. Plurajn aferojn oni povas ankaŭ kompreni pere de vortaroj, kiuj serioze priatentas la sisteman nomenklaturon.

Pri la aŭtoro

Zdeněk PLUHÁŘ, *1936 en *Jičín* (Ĉeĥio, nordorienta Bohemio). Inĝ. pri Ĥemio, diplomo 1960 en Ĥemia Fakultato de Slovaka Tehnika Universitato en *Bratislava* (Slovakio), la postdiploma studo de instrumentaj Ĥemi-analizaj metodoj ĉe la sama fakultato 1984. Dum sia kariero li laboris en la industrio de sterkaĵoj kiel estro de kontrola laboratorio kaj vic-produktejestro. Poste sekvis laboratorio de labora higieno. En la instituto de veterinaraj vakcinoj li estris bioĤemian departementon, sekve en la pomologia esplorinstituto laboris kiel estro de imunoĤemia laboratorio. Ĉe la fino de sia aktiva kariero li laboris kiel sekretario de Ĉeĥa Esperanto-Asocio (ĈEA). En la Esperanto-movado vicon da jaroj funkciis kiel komitatano de la Scienca-Tehnika Sekcio de ĈEA. Ekde 1969 ĝis 1973 estro de Ĥemia Fak-Terminologia Komisiono de TC-ISAE. Li prelegis kaj publikigis plurajn fakajn artikolojn, vicon (sume 58) da ili en Esperanto. Aŭtoro de „**Ĥemia Vortaro Esperanta-Ĉeĥa kaj Ĉeĥa-Esperanta**“ (eldonita de KAVA-PECH 2009), de „**Ĉeĥa-Esperanta kaj Esperanta-Ĉeĥa Vortareto de Medicinaj Vegetaloj**“ (publikigita 2010 kaj kompletigita 2011 sur <http://vortaro-med-veg-cs-eo.mypage.cz>), de „**Konciza ImunoĤemia Vortaro Esperanta**“ (publikigita ekde 2011 sur <http://imuno-vortaro-eo.mypage.cz>), ĉefaŭtoro de „**Ekoturisma Vortaro Esperanta-Ĉeĥa-Germana-Angla-Franca**“ (eldonita de KAVA-PECH 2011) kaj aŭtoro de „**Konciza AgroĤemia Vortaro Esperanta**“ (publikigita ekde 2011 sur <http://www.vortaro-sterk-agro-eo.mypage.cz>). Aktiva partoprenanto en la organizado de la seminarioj / konferencoj „**Apliko de Esperanto en Scienco kaj Tehniko**“, plejparte kiel respondeculo pri la fakenhavo kaj kiel redaktinto de la prelegokolektoj. Krome li organize partoprenis en pluraj aranĝoj de ĝenerala Esperanto-movado. Ĉiam aktive interesiĝas pri la terminologiaj kaj nomenklaturaj aferoj en Esperanto.

Zdeněk PLUHÁŘ
SISTEMA ĤEMIA NOMENKLATURO EN ESPERANTO
KONCIZA ENKONDUKO

La 3-a versio

2011