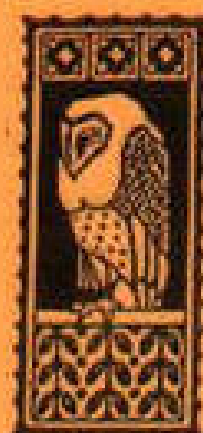


# Akademias Studoj

1988 — 1990



## Ĉefaj kontribuintoj:

Albault, D-ro A.  
Bormann, D-ro Werner  
Brzezinski, W.A.  
Cool, Gerard  
Eichholz, Rüdiger  
García Blázquez, Félix  
Golden, Bernard  
Kavka, Josef  
Kiselman, Prof.C.O.  
Mee, Lawrence

Nagata, Akiko  
Pabst, Bernhard  
Pokrovskij, Sergeo B.  
Pool, Prof. J.  
Portmann, Doug  
Relersø, Prof.O.  
Sosniecki, Jan  
Urbanová, Eli  
Wennergren, Bertil



ESPERANTO PRESS, Ballieboro, Ontario, Kanado, K0L 1B0

# Kalkuli kaj komputi

de Sergio B. Pokrovskij

(Ĉi tiu artikolo estis publikigita en «Akademiaj Studoj 1988–1990».

ESPERANTO PRESS, Bailieboro, Ontario. Kanado, K0L 1B0. — P. 180–185.)

S-ro R.Eichholz invitis min esprimi mian opinion en la komputoafero (ĉu oni preferu *komputilon*, *komputoron* aŭ *komputeron*). Fakte, la venkantan *komputilon* mi opinias tute akceptebla, tamen la radiko *komput-* vere bezonas precizigon.

## 1. Fakuloj, lingvistoj, laikoj

Antaŭ proksimume dudek jaroj mi legis en iu revuo (verŝajne, en “DATAMATION”) artikolon pri tio, ke pro filologiaj konsideroj la ĝusta angla termino por la konsiderata nocio estu *computer* (por distingi ilojn disde uloj). Tiun terminologian premon reflektas la hezitaj kapvortoj “**computer also computor**” en (*Merriam-Webster’s Third International Dictionary, Unabridged* (1965). Nun oni povas konstati, ke anglalingve la terminologiistoj fiaskis; probablas, ke la sama sorto atendas ilin en Esperanto.

Atentindan studon pri la problemo prezentas la artikolo de B.Golden<sup>1</sup>, kiu krom seriozan lingvo-historian analizon enhavas ankaŭ malpli konvinkan rekomendon preferi (ho, ironio!) la esperantlingve maloftan formon *komputero*.

Miaj rimarkoj estos plie fakaj (matematikaj kaj komputikaj); sed unue mi aŭdacas prezenti lingvistikan konsideron.

Estiĝis tradicio en diskutoj pri la komputoafero dediĉi grandan atenton al la «baza signifo»<sup>1</sup> de la angla *to compute*. Sendube, estus malprudenta atribui al iu termino sencon draste diferencon de la parenca angla vorto (ĝuste tial la PIVa «komputilo» estas ŝanĝenda<sup>2</sup>); tamen pri la nepreco sekvi la *bazan* signifon mi malkonsentas.

Unue, lingvo pruntanta vorton kutime bezonas ne ĉiujn ties signifojn; nu, la mankanta, kiu igas la ĉefa por la prunteprenanto, plej ofte ne estas tia por la fontolingvo.

Due la signifo ĉefa por unu fako povas esti triaranga por alia fako aŭ por la ĝenerala publiko, eĉ interne de la etnolingva universo (ekz-e la Anglalingvujo).

Trie, fakvorto pruntita fare de pluraj etnolingvoj ricevas ian *internacian ĉefsignifon*, kiu por Esperanto eble pli gravas ol la ĉefsignifo fontolingva.

1 Golden B. Terminologia kaoso: komputilo, komputero, komputoro. — En: «Centjara Esperanto», eldonita de «Fonto».

2 En la originalo de ĉi tiu malnova artikolo «PIV» signifas «PIV1970». Laŭ PIV1970 «komputilo» estus «Aparato konsistanta el mezurilo pri tiaj unuoj aŭ kvantoj kaj el kalkulmeĥanismo, kiu montras la rezulton de la nombrado dum difinita tempo: *elektrokomputilo* (per kilovathoroj)...» — la arkaika signifo kiun en PIV2002 estas transdonita al «nombrilo» kaj «mezurilo». (Ĉi tiu noto estas aldonita en 2026 dum revizio por enretigo.)

Ekzemple, male ol en la greka, en Esperanto «demokratio» ne havas la sencon «respubliko», por kiu ni havas specialan vorton; la eksterfakaj signifoj de la angla *digital* estas «fingra» kaj «cifera», sed la germanoj pruntis nur la derivitan fakan signifon «prezentebla per malkontinuaĵaj signaloj — per entjeroj — per finia signaro».

Ĝenerale, kompare kun la nature naturismemaj lingvistoj, la komputikistoj ŝajnas atribui relative pli grandan valoron al sistemeco kaj radikŝparo. Ekz-e anstataŭ la malavare ofertitajn al ili *kompilero* (PIV), *kom(p)ti*<sup>3</sup>, *kompatibla*, *enigatorio* (PIVS) la pliparto da fakuloj preferas pli radikŝparajn *kompililo*, *nombri*, *kongrua*, *enigilo*. Ankaŭ la lingvistika terminaro evidentiĝas la saman tendencon (la PAGa *determinativo* anstataŭ la pli simpla *determinilo* ktp).

## 2. Kalkuli

*Kalkuli* estas tre hejma kaj multsignifa vorto en Esperanto. Ĉi tie nin interesas la sekvaj signifoj (numeritaj laŭ PIV):

2. = nombri
3. Trovi kvanton, per aritmetiko, matematikaj tabeloj aŭ maŝino, el aliaj donitaj kvantoj: (...) *kalkuli la distancon inter la tero kaj la suno* (...).
4. Operacii per nombroj, literoj aŭ aliaj matematikaj simboloj, por trovi alian serĉatan nombron aŭ matematikan esprimon: *kalkuli laŭ la fingroj* [Z], *per markoj, en la kapo; pense, mense kalkuli; kalkuli kun nombronoj* [Z] (...).

Por la faka terminologio gravas du derivaĵoj:

- a) **kalkulilo**, kiu logike povus signifi ĉian kalkulrimedon: abakon, grafikaĵon, komputilon, logaritman tabelon ktp, sed plej ofte uzatas por nomi kalkulmaŝinon — **A** *calculator*, **F** *calculatrice*, -*eur*, **R** калькулятор.
- b) **kalkulo** — Temas pri du aferoj:
  - 1) *kalkulado* (operacioj super nombroj aŭ simboloj) kaj *kalkulaĵo* (la prezento de la kalkulprocezo) — **A** *calculation* = *computation*; **R** вычисление; выкладки; **G** *Rechnung*; **F** *calcul*
  - 2) formala sistemo, matematika aŭ logika, ekz-e infinitezima, diferenciala, bulea kalkulo, probablokalkulo, predikatalkulo ktp. **A** *calculus*, **R** исчисление, **G** *Rechnung*, *Kalkül*, **F** *calcul*.

Do, la fakaj signifoj de *kalkuli* evoluas en du direktoj:

- la aritmetika: plenumi nombrajn operaciojn;
- la abstrakta: plenumi operaciojn super simboloj.

Tio konformas al la koncepto, kiu ekde la tempo de la Lejbnica *calculus ratiocinator* iĝis fundamenta en la filozofio de matematiko: Ĉia rezonado (aŭ, pli moderne, «datumprilaboro») estas

---

3 Denove pri terminologio: Letero de Wera Dehler. — *Der Esperantist*, n-ro 117 (1/1985), p. 15–16.

kalkulo.

### 3. Kom(p)ti kaj nombri

Mi opinias superflua argumenti, ke la PIVan signifon de *komputi* (= **A** *to count*), estiĝintan en la 1920-aj jaroj, nun endas transdoni al alia vorto; G. Waringhien<sup>[2]</sup> proponis *komti* (de **F** *computer*).

Ĉu vere ni bezonas novan radikon? La germanoj (la bulgaroj, k.a.) iel vivas kun siaj *Zähler* — *zählen* — *Zahl* (resp. брояч — броя — брой), strukture identaj al *nombri*lo — *nombri* — *nombro*, kiuj jam havas sian tradicion en Esperanto.

La nova paronimo *kom(p)ti* aldoniĝos al la konfuziva amaso da nesufiĉe kontrastaj (vide kajaŭ aŭde) vortoj:

komto — konto, komptilo — komputilo, komtilo — komutilo, komptilo — kompilo (= kompilado).

Sinonimoj malfaciligas unuecan lingvouzadon kaj se ne estas nepra bezono oni ilin ne enkonduku. Jam hodiaŭ oni iam hezitas inter *kalkuli*, *nombri*, *mezuri*. Ekz-e la FIVa *tempokalkulo* laŭforme similas la eklezislavan *времяисчисление*, sed ĝia difino respondas al *летоисчисление* (jarkalkulo, jarnombrado). Logike *tempokalkulo* aŭ *tempomezurado* povus rilati al ekz-e la maniero indiki la diurnotempon («nombri la diurnotempon ekde sunsubiro, meznokto; la somera temponombrado»). Eble *kom(p)ti* ŝajnas al latinidlingvanoj en tiaj kazoj vorto pli «klara», tamen oni atentu, ke pro la etnolingva premo en eksterfakajn kromsignifojn kaj ni havos ankoraŭ unu balastan sinonimon. Nun la francan «*ses jours sont comptés*» (**R** дни его сочтены) oni kutimas traduki laŭ **G** *seine Tage sind gezählt* (aŭ **A** *his days are numbered*) per «liaj tagoj estas nombritaj (kp PIV), kvankam mi preferus havi ilin «kalkulitaj»; kun *kom(p)ti* ni baldaŭ hezitos pri ankoraŭ unu eblo.

### 4. Komputi

Estus memtrompo opinii, ke antaŭ ni sternaĝas virga tereno, ke ni povas libere elekti inter «komputi — komputilo = komputiko» kaj «komputoro — komputori — komputoriko» ktp. La vasta uzado de la unua serio estas *lingva fakto*, kaj temas ne pri libera elekto, sed pri decido: Ĉu oni subtenu la venkantan tendencon, aŭ provu (probable, vane) ĝin kontraŭstari? Se ĝi estas defendebla (kaj mi opinias ĝin tia), ĝi estas subteninda.

Kvankam el la vidpunkto de la Esperanta leksikografio la difinenda vorto estas la verbo «komputi», ni tamen komencu per la vera kaŭzo, per **A** *computer*, kiu motivas la tutan aferon; konsiderinda estas ankaŭ la difino de «kalkulilo»<sup>4</sup>:

A38 **calculator** A «data processor» especially suitable for performing arithmetical processes, that requires intervention by a human operator at each stage of a calculation.

4 IFIP Guide to Concepts and Terms in Data Processing. I.H. Gould. ed., North-Holland Publ. Co. — Amsterdam — London, 1971.

A39 **computer** A <data processor> that can perform substantial computations (! — S.P.), including numerous arithmetical processes and the necessary <input> and <output>, without intervention by a human operator.

Tio estas,

A38 **kalkulilo**: <Datumtraktilo> speciale konvena por plenumi aritmetikajn agojn, kiu neprigas intervenon de manipulisto je ĉiu paŝo de kalkulado.

A39 **komputilo**: <Datumtraktilo> kapabla plenumi konsiderindan datumprilaboron, inklude diversajn aritmetikajn agojn kaj la bezonatajn <transigojn> (enigojn kaj eligojn), sen helpo de la uzanto (laŭvorte: manipulisto, funkciigisto).

Surbaze de tiuj komputikaj difinoj oni povus kontrastigi «komputi — kalkuli» laŭ du trajtoj:

- operacioj aritmetikaj kontraŭ ĝeneralitaj; aŭ
- funkciado aŭtomata (do, algoritma) kontraŭ la home regata.

Ial la Esperantaj komputikistoj ne sufiĉe (aŭ tute ne) atentis la tradicion matematikan. En la teorio de algoritmoj<sup>5</sup> temas pri tio, kion mi nomos *komputeblaj funkcioj*, *komputeblo* (**R** вычислимые функции, вычислимость; **A** *computable functions*, {effective} *computability*; **F** *fonctions calculables*, *calculabilité*; **G** *berechenbare Funktionen*, *Berechenbarkeit*). La koncepto estas principe parenca al la ideoj de komputiko, fakte la teorio pri komputeblo estas fundamento de la **teoria komputiko**, *A theoretical computer science = computing science*.

Nun ni revenu al la verbo *komputi*. Per si mem ĝi ne estas tre utila, almenaŭ mi ne povas tuj citi konvinkajn ekzemplojn pri ĝia uzo; ni bezonas ĝin precipe estiel kapvorton en la vortaroj.

Por ne havi la du verbojn, «komputi» kaj «kalkuli», tiom sinonimaj kiel en la angla, oni jam provis distingigi ilin per la supre menciitaj trajtoj: «unue per la aŭtomateco (aŭ algoritmece) de «komputi»; poste, per la tipoj de la manipolataj datumoj kaj sendepende de la algoritmece, kio igas «komputi» koncepto pli ĝenerala ol «kalkuli». Konsiderante la tradiciojn matematikajn mi opinias preferinda la algoritman karakterizon de «komputi».

Kvankam pli komplika, la rilato inter «komputi» kaj «kalkuli» iom similas la rilaton inter «tajpi» kaj «skribi». Unuflanke, «skribi» estas specifa agado tradicia kaj homa (manskribo), aliflanke, en la ĝenerala senco ĝi aplikeblas al preskaŭ ĉia datumregistrado (inklude tajpadon) kaj metonimie povas havi kromsignifon de verkado (skribi leteron).

Simile, en la komuna lingvo **kalkuli** povas havi la nuancojn de agado precipe nombra kajaŭ plenumata de homo (tion reflektas la *kalkulilo*); en la ĵargono matematika ĝi estas nocio multe pli ĝenerala, kaj aplikeblas al ĉia regula datumprilaboro: ekz-e en la formala logiko konstruado de teoremprovejoj (derivado) oni rigardas kalkulado.

**Komputi** estus speciala tipo de tia regula datumtraktado: la laŭalgoritma. Teorie ĝin povus plenumi kaj homoj, kaj aŭtomatoj; antaŭ malpli ol 40 jaroj ekzistis eĉ speciala profesio,

---

5 Rogers H. *Theory of Recursive Functions and Effective Computability*. — McGraw-Hill Book Co., N.Y.—Toronto—London, 1967.

**Р** расчѐтчик, t.e. homo, plenumanta rutinajn tehnikajn kalkulojn (komputisto? kalkulisto? mi preferus la duan, ĉar la rutinoj neniam estis sufiĉe formalaj por ke oni rajtu nomi ilin algoritmoj en la senco matematika); tiusence la ideo de komputantulo nun povas havi nur historian aŭ filozofian valoron.

La matematikaj kalkuloj ĉiam obeas ian logikon, iasence ili ĉiam estas «sistemaj». Tamen ne ĉiam la kalkulanto havas algoritmon por sia agado, eĉ male, laŭ unu el la plej efektaj teoremoj de nia jarcento, por multaj tradiciaj matematikaj agadoj (ekz-e «pruvu aŭ malpruvu») algoritmo tute ne ekzistas, alivorte, ili estas «nekomputeblaj». Do, kalkulado povas esti procezo pli krea, verka, ol komputado.

## 6. -ilo, -oro, -ero

**KOMPUTORO.** La objeton, ke oni povus serĉi metalon en la fino de «komputoro» mi opinias malserioza. — Neniom min ĝenas, ke ĝuste tia formo ne renkontiĝas en la etnolingvoj. — Matematikistoj ŝatus vorton kiu estas neutra rilate la ulecon de komputanto, ĉar ilia teorio egale aplikeblas al uloj kaj iloj. Tamen ili jam antaŭ longe decidis, ke en la terminoj matematikaj -anto povas esti kaj -antaĵo, kaj -antulo; en la praktiko ĉiam temas pri ilo; kaj R. Eichholz proponas *komputoron* guste por komputantaĵo! *Komputori*, *komputoriko*, kvankam logikaj, sonas iel fremde kaj nenature; tio estas impresio subjektiva, sed sufiĉe ĝenerala por ke oni ĝin rigardu lingvo-psikologia fakto.

**KOMPUTERO.** Male ol en la antaŭa kazo, la eblo de la misanalizo «komput-ero» min vere ĝenas, ĉar min logas tute logika kaj utila latentia senco de tia kunmetaĵo: «paŝo de komputoprocezo» (nocio sufiĉe ofta, A38 en la sekcio 2 kaj la ĝenerallingvan «programero»n; kelkfoje en mia vivo mi estis uzonta la vorton tiusence, sed stumble haltis por eviti miskomprenon). Komputerulo povus objeti, ke en lia lingvo «komput(ad)o» estus «komputerado»; nu, la objekto validos nur post ol malaperos la uzantoj de la termino «komputi».

**KOMPUTILO.** Tiu formo estas radikŝpara, ĝi harmoniigas la jam sufiĉe fortan serion «komputilo — komputado — komputiko», iasence ĝi estas eĉ pli naturisma ol «komputero», ĉar plio ĝuste spegulas la internan rilaton inter *A to compute—computer—computing—computing science* (sed *komputoriko* pli proksimas al *computer science*).

Sendube, tre oftaj -iloj ne beligas nian lingvon, sed tio estas neevitebla kosto de la sistemeco. La PIVaj komputERO, asemblERO, kompilERO ankaŭ ne estas tre variaj; nu, la fakuloj facile povas pluigi sian tradukpruntan serion *komputilo — asemblilo — kompililo* per mankantaj en PIV *interpretilo, legilo ... (A interpreter, reader)*, dum la naturisma serio lasas onin heziti (interpretERO? interpretATORO? readero? legatoro? — kaj plu: ĉu «interpreteri»? «interpretatori»? ktp).

Mi opinias malprudenta insisti pri distingado inter la komplikitaj -atoroj kaj la simplaj -iloj. Ĉio estas relativa en nia ŝanĝiĝema mondo, kaj estus stranga havi laŭsufikse simplajn tajpilon aŭ aviadilon kun enkonstruita *komputatoro* (la tuto estus malpli komplikita ol la parto).

Aliflanke, mi pretas akcepti alian paradokson (cetere ne maloftan en la homlingvoj), nome, ke komputilo estu afero pli komplika ol kalkulilo, dum komputado estas procezo pli rutina ol kalku-

lado (kp *skribilo* — *tajpilo*).

## 7. Konkludo

Mi prezentis konsiderojn de matematike edukita komputikisto pri la komputoafero. Kvankam la vaste uzata termino «komputilo» ne estas tute senriproĉa, tamen ankaŭ ĝiaj rivaloj havas siajn malavantaĝojn; neniuj el ili ŝajnas sufiĉe serioza por pravigi tiom longan kaj akran disputon aŭ malakceptigi la venkantan «komputilo»n. La teorie pli kritikebla «glaciaĵo» ial ne vekis tiajn pasiojn.

Mi provis *elkalkuli* la plej malvastan signifon por la verbo «komputi» deriveblan el ties familio, por lasi «kalkuli» uzebla kaj uzenda en ĉiuj dubaj okazoj; la rezulto estas

- a) la matematika koncepto de “*effective computation*”, verbe «plenumi algoritmon»; kaj
- b) la praktika signifo «uzi komputilon».

Ambaŭ ŝajnas resumeblaj per unu difino:

### komput·i (tr)

1 (evi) Nombri.

2 (matematiko, tekniko) Solvi matematikan problemon aŭ prilabori datumojn aplikante algoritmon, precipe en formo de programo:

- *komputi paskodatojn laŭ Viktorio*.

RIM. 1. **Kalkuli** estas vorto pli komunuza kaj multsignifa. Ofte ĝi implicas manipuladojn per nombroj aŭ simboloj; la subjekto kutime estas homo, kaj la tuta procedo povas esti tre simpla (aritmetikaj kalkuloj de lerneĵano) aŭ kreiva:

- *Le Verrier malkovris Neptunon per kalkulo*.

**Komputi** neprigas uzon de algoritmo normale plenumata per komputilo. En dubaj okazoj *kalkuli* estas preferinda. **Komputo** ofte estas etapo de kalkulado.

### komput·a.

Rilata al komputado:

- *komputa centro* (= komputejo),
- *komputa povumo* (= komputivo),
- *komputa lingvistiko* (komputikmetoda esploro de la homa lingvo, analizo kaj sintezo de homlingvaj tekstoj per komputilo).

### komput·o.

Agado de komputanto aŭ komputilo, komputa procezo.

### komput·ad·o.

1 komputo.

2 Aplikado de komputiloj:

- *la revuo «Internacia Komputado»*. ➡ programado

### komput·ebl·a {mat}

Determinebla per algoritmo:

- *teorio pri komputeblaj funkcioj*;
- *komputebla atributo*.

**komput·ej·o.**

Entrepreneo aŭ ties fako, plenumanta komputadon.

**komputiko.**

Komputoscienco.

**komput·il·o.**

1 (evi) Nombrilo.

2 Programebla aŭtomata datumtraktilo:

- *persona komputilo* (komputilo por individua uzado),
- *enkonstruita komputilo*.

RIM. 2 Kontraste al komputilo, kalkulilo plej ofte implicas kalkulrimedon malpli aŭtomatan kaj precipe nombran.

**komputila sistemo.**

Aparataro kaj programaro sufiĉaj por funkciado de komputilo.

**komputile helpata.**

Komputilizita.

**komput·il·ist·o.**

1 (evi) komputikisto.

2 Homo metie prizorganta komputilon, funkciigisto

**komput·il·iz·i.**

Provizi je komputilaj servoj:

- *komputilizita edukado, projektado*.

**komput·il·ist·o.**

1 (ark) Homo profesie faranta rutinajn teknikajn kalkulojn laŭ pretaj formuloj.

2 Homo kies metio estas komputado ➡ programisto

**komput·iv·o.**

1 {mat} Kapablo solvi komplikitajn problemojn:

- *finia aŭtomato estas malpli komputiva ol Turinga maŝino*.

2 (tekniko) Rapideco kaj kvalito de datumprilaboro.

**komput·iz·i.**

Komputilizi.

**komput·o·pret·a**

(informo) prezentita en formo taŭga por komputo, komputile legebla:

- *komputopreta dokumento*.

Gravaj lingvoj havas po du verbojn ipor esprimi la konsideratajn nociojn, ekz-e **F** *calculer, compter*; **G** *rechnen, zählen*. Tio ŝajnas pli tipa ol la embarasa abundo de la angla (*to calculate; to compute; to reckon; to count; to number*) kaj esprimeblas per la tradicia paroj «kalkuli—nombri». Espereble ni povos teni «komputi» limigita en ties malvasta faka signifo kaj evitos harfendajn nuancokomparojn inter *to calculate the velocity of light* kaj *to compute the period of Jupiter's revolution*, tiom pli ke *to compute* ne estas tro ŝarĝita je metaforaj kromsignifoj. Male, *kom(p)ti* konkuros kun «nombri», «kalkuli» «kiel tio jam okazas en **A** “*I number / count him among my friends*” (kp **F** *je le compte parmi mes ennemis*, **R** *числю/считаю другом*); **F** *ce calcul peut s'averer une mécompte*.