



# Kai kurie švietimo sinergetiniai aspektai

Kazimieras Pyragas<sup>1</sup>, Angelė Borodiniėnė<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lietuvos edukologijos universitetas, Gamtos, matematikos ir technologijų fakultetas, Fizikos ir chemijos katedra, Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius

<sup>2</sup> Lietuvos edukologijos universitetas, Ugdymo mokslų fakultetas, Edukologijos katedra, Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius, el. paštas angelebor@hotmail.com

**Anotacija.** Straipsnyje aptariamas šiuolaikinių sinergetikos idėjų taikymas švietimo sistemose. Pažymėtina, kad nors sinergetinės idėjos švietimo sistemose plačiai aptiriamos ir naudojamos užsienio edukacinėje literatūroje, tačiau Lietuvoje šių idėjų plataus ir įvairialypio aptarimo iki šiol nėra. Mokslinėje literatūroje galima surasti fragmentiškai minimų ar atskirų šių idėjų taikymų tik idėjų lygmeniu (Birgelytė, 2005, 2006; Pyragas, Borodiniėnė, 2011).

Šio straipsnio paskirtis – iš vienos pusės, supažindinti Lietuvos pedagogus su pagrindinėmis sinergetikos idėjomis ir jų taikymu švietimo sistemose, iš kitos pusės, siekiama į sinergetikos problemas švietime pažvelgti platesniu, naujų idėjų pedagogikoje paieškos, žvilgsniu. Siekiama pagrįsti hipotezę, kad švietimas visuomenėje sudaro sinergetinę sistemą (angl. *synergetic system*) ir tuo švietimo problemoms tirti bei naujoms švietimo metodologijoms taikyti atveriami visiškai nauji horizontai. Aptariama viena iš pagrindinių problemų – sinergetikos idėjų skverbimasis į švietimo sistemas yra sudėtingų sinergetikos sąvokų bei metodologijos, kurios formavosi fizikos, chemijos ar matematikos mokslų srityse, perkėlimas (ir pritaikymas) humanitariniams bei socialiniams mokslams.

**Esminiai žodžiai:** *švietimas, švietimo sistema, sinergetika, atraktorius, bifurkaciniai taškai, dinaminis chaosas.*

**Tyrimo problema** – nagrinėjamas sinergetinių idėjų taikymas švietimo sistemose. Tiriamos prielaidos, kurioms esant švietimo sistemą galima apibūdinti kaip tam tikrą sinergetinę sistemą.

**Tyrimo objektas** – švietimo sistema, kaip sinergetinis objektas. Sinergetinių idėjų taikymo švietimo sistemose pasiekimai ir problemos.

**Tyrimo tikslas** – išanalizuoti kitų šalių patirtis taikant sinergetinius metodus švietimo sistemose. Parodyti, kad naujas švietimo idėjas galima taikyti ir Lietuvos švietimo sistemoje.

**Tyrimo metodologija** – analizuojama dinaminė švietimo sistema kaip sinergetinė sistema. Tam taikomi fizikos ir matematikos mokslų sukurti specialieji sinergetinių sistemų analizės metodai.

## Įvadas

Tai, kad šiuolaikinės švietimo sistemos išgyvena globalinę visa apimančią krizę, pastebi ir įvardija dauguma ne tik švietimo srities specialistų, bet ir politologų, ekonomistų. Šios krizės mastai yra jau peržengę nacionalines, kontinentines, o dabar jau ir valstybių nacionalinio saugumo ribas. Tačiau karštligiškos tinkamo atsakymo į šias iškilusias problemas paieškos kol kas neduoda laukiamų rezultatų. Pirmieji šios krizės požymiai buvo nurodyti jau 1970-ųjų metų pradžioje. 1985 m. prancūzas P. Coombsas (1985) pastebėjo pirmuosius pasaulinės švietimo krizės požymius. Jis nurodė keturias pagrindines priežastis, signalizuojančias apie pasaulinės švietimo sistemos krizės požymius:

- staigiai išaugęs masinis gyventojų švietimo poreikis, kurio nebesugeba patenkinti nei esančios mokyklos, nei universitetai;
- finansinio švietimo stoka, dėl to švietimo sistemos negali adekvačiai reaguoti į naujus iššūkius;
- švietimo sistemoms būdingas inertiškumas, dėl kurio jos, atsakydamos į visuomenės poreikius, labai lėtai keičia savo vidinį gyvavimo pobūdį net ir tada, kai finansinių galimybių trūkumas nėra pagrindinė kliūtis;
- pačios visuomenės inertiškumas – tai nusistovėjusių tradicijų, religinių papročių, prestižo ir materialųjų stimulų suvokimas – viskas, kas kliudo racionaliai veikti švietimo sistemai ir švietimo darbuotojams.

Pastarųjų metų informacinių technologijų plėtra visuomenėje (informacinė revoliucija) iškėlė naujus iššūkius ne tik švietimo sistemai, bet ir pareikalavo reikšmingų, principinių pačių švietimo technologijų pokyčių. Šių pokyčių esmę apibūdino daugybė autorių. Taip 1990 m. japonų mokslininkas I. Masuda (1990) pagrindines švietimo sistemoje kylančias problemas apibūdino taip:

- veikiant informacinėms technologijoms įgyvendinama neformaliojo švietimo ideologija (švietimas tampa neformalusis). Dabar dar vyraujanti uždaroji švietimo terpė pakeičiama atvirąja, susidedančia iš žinių tinklų;
- individualaus švietimo bruožų, kurie geba panaudoti kiekvieno konkretaus individo prigimtines galimybes, iškėlimas. Jeigu tradicinė švietimo sistema yra orientuota į kolektyvinį ugdymą, tai nauja sistema – į konkretaus ugdymo proceso pasirinkimą, remiantis ugdomojo individualiaisiais gebėjimais;
- individualios ugdymosi ir savišvietos formų kaip pagrindinių įsivyravimas. Jeigu tradicinė švietimo sistema yra orientuota į vienpusį ugdymą mokytojas–mokinys, tai naujoje švietimo koncepcijoje mokytojas ugdymo procese yra tik patarėjas arba

konsultantas. Mokinys ar studentas tampa daugiau orientuotas į kompiuterių ir informacinių sistemų vartojimą;

- švietimo sistemoje naujų informacinių technologijų taikymas priverčia orientotis į švietimą, pagrįstą naujausiomis žiniomis bei gebėjimais. Tai padės išspręsti švietimo sistemos ugdymo kokybės ir relevantiškumo<sup>1</sup> problemas. Jeigu industrinėje visuomenėje švietimas yra orientuotas į studentų „galvų prikimšimą“ informacija ir metodikų pateikimą, tai informacinėje visuomenėje tokia ugdymo metodika turi būti pakeista kūrybiniu žinių perteikimu;
- švietimo sistemos kaip mokymosi visą gyvenimą formavimasis. Jeigu tradicinė švietimo sistema iš esmės buvo orientuota į žmogaus mokymąsi jaunystėje, kitaip sakant, žmogus jaunystėje įgyja išsilavinimą visam gyvenimui, tai nauja švietimo paradigma numato mokymąsi visą gyvenimą. Informacinėje visuomenėje daugiau dėmesio skiriama suaugusių ir net pagyvenusių žmonių mokymui, taip pat jiems prisitaikyti prie visuomenėje vykstančių permainų (Молчанова, 1996; Богомолова, 2006).

Tai, kad švietimo sistemos krizės reiškinys įgijo globalinį mastą ir kad jis menkai veikiamas išorės veiksnių (tarp jų ir finansinių), signalizuoja apie tai, kad jis turi fundamentines ištakas ir kad krizė reiškiasi pačios švietimo sistemos funkcionavimo sandaroje. Pažvelgus į šios krizės kaip į tam tikros funkcionuojančios abstrakčios sistemos (švietimo), kurios vienu iš nagrinėjimo pradininkų buvo L. von Bertalanffy (1962), ypatumus, galima tikėtis surasti ir suvokti kai kurias šio reiškinio ištakas ir kad Gilesnis šio reiškinio suvokimas padės jį suvaldyti. Tokias viltis teikia I. Prigožino (1984) ir H. Hakeno (1978) sukurti nauji matematiniai metodai, skirti nagrinėti sudėtingas netiesines atvirąsias ir saviorganizuojančiąsias sistemas, kurios sutinkamos fizikoje, biologijoje, chemijoje ir kt. H. Hakenas šią mokslo kryptį pavadino *sinergetika* (gr. *sin* – bendras, kooperatyvinis, *ergeia* – vyksmas, jėga bendrai veikianti). Atlikti tyrimai šioje mokslo srityje parodė, kad jos (sinergetikos) principai bei metodai gali būti plačiai taikomi ne tik šio mokslo pradininkų nurodytose srityse, bet ir humanitariniuose bei socialiniuose, tarp jų ir edukologijos, moksluose (Steklova, 2004; Yasinsky, 2010 Буданов, 2007, 2007a, 2008). Čia žengti pradiniai žingsniai kelia tam tikrų vilčių bent kokybiniu lygmeniu suvokti švietimo sistemos krizės ištakas, nusakyti jos tėkmę, suvokti ir prognozuoti jos valdymo ypatumus. Dauguma šios srities specialistų mano, kad viena iš tokių svarbiausių švietimo krizės ištakų yra *nebesiliaujantis informacijos gausėjimas*. Sinergetika, kaip tarpdisciplininis mokslas, tiria evoliucijos bei saviorganizavimo mechanizmus ir juos lydintį chaoso atsiradimą. Šio sudėtingo reiškinio valdymo problemos, taikant sinergetikos metodus, suteikia galimybes ir viltį atlikti tam tikrą humanitarinių, socialinių, gamtos bei kitų mokslų sintezę. Tokia sintezė dabar dažniausiai atliekama daugiau spontaniškai, remiantis raidos mokslų logika, bet ne sistemėmis sinergetikos priemonėmis.

<sup>1</sup> Relevantiškumas (lot. *relevo* – pakelti, palengvinti), prasminis atitikimas tarp informacijos paklausos ir gauto pranešimo.

Svarstant šiuolaikinius švietimo sinergetinius aspektus ir aktualijas dabar galima išskirti tokias tris skirtingas jų kryptis (Буданов, 2007):

- A. Sinergetika švietimui** (angl. *Synergetics for*). Šioje sinergetikos metodų taikymo kryptyje švietimo sistemoms numatoma po kiekvieno sąlygiškai uždaro ugdymo ciklo baigties (vidurinėse ar aukštosiose mokyklose) pateikti skirtingose švietimo grandyse integralius sinergetikos kursus. Tai gali būti atlikta paruošiamojoje, pradinėje ar vidurinėje mokykloje, arba fundamentinių disciplinų kursuose aukštosiose mokyklose, doktorantūroje, mokytojų kvalifikacijos kėlimo kursuose ir kt. Tai atitinka spiralinę supančio pasaulio pažinimo metodologiją. Aišku, kad tai daugiau siektina sinergetikos taikymo švietimui kryptis, teikianti viltį pasiekti norimų rezultatų pradedant vidurinėmis mokyklomis ir humanitaroms aukštosiose mokyklose.
- B. Sinergetika švietime** (angl. *Synergetics in*). Šiuo atveju tiek vidurinėse, tiek ir aukštosiose mokyklose sinergetiniai metodai taikomi skirtingų disciplinų ar atskirų jos dalių integracijai pasiekti. Tai sudaro galimybę iš bendrų pozicijų pažvelgti į atskiro dalyko visumą ar išryškinti atskirų dalykų vienijančias idėjas. Pastaruoju atveju tai daugiau yra panašu į tai, ką ankstesniojoje pedagogikoje vadino *tarpdalykiniais ryšiais*. Sinergetiniai metodai plačiai taikomi Rusijoje dėstant gamtamokslinius kursus humanitaroms bendru pavadinimu „Šiuolaikinės gamtamokslinės problemos“ („Современные проблемы естествознания“). Lietuvoje taip pat pradedami dėstyti kursai studentams taikant sinergetinius metodus: Vilniaus universitete – filosofijos specialybė (prof. G. Tamulaitis, J. Vaitkus „Gamtamokslinė pasaulio samprata“ (2002), Europos humanitariniame universitete – „Šiuolaikinės gamtamokslinės problemos“ (prof. K. Pyragas), Lietuvos edukologijos universitete – istorijos specialybės studentams „Fizika ir civilizacija“ (prof. K. Pyragas) (Шкловский, 1980; Pyragas et al., 2006).
- C. Švietimo sinergetika** (*Synergetics of*). Šioje kryptyje sinergetika yra taikoma pačiame švietimo procese. Ji yra asmenybės tapsmo ir žinių įsisavinimo bei kaupimo pagrindas. Čia įgyvendinama aukštos kokybės pedagoginio meistriškumo bei autorinių priemonių individualioji metodologija. Sinergetiniai metodai švietime nekelia tikslo sudaryti vienintelę bendrą studijų metodiką, bet kelia tikslą išmokyti dėstytoją sąmoningai sudaryti individualiąją, tinkančią tik jam, jo stiliui, metodologiją.

Šiame straipsnyje apžvelgsime ir aptarsime švietimo sistemos sinergetinę paradigmą, jos taikymo galimybes ir jos prognozuojamas pasekmes švietimui.

## 1. Sinergetinė švietimo paradigma

**A. Skaitmeninė visata** (*Digital Universe*). Kaip minėta anksčiau, norint surasti šiuolaikines matematinės priemonės socialinėms (švietimo) sistemoms nagrinėti, reikia atkreipti dėmesį į sinergetiką, kuri gali būti veiksminga bendramokslinė tyrinėjimo priemonė. Manome, kad šie metodai gali būti veiksmingai taikomi tiek nagrinėjant bendras švietimo problemas, tiek ir švietimo informacijos kaupimo, sisteminimo, struktūravimo problemas. Problemos aktualumas nagrinėjant švietimo sistemas dar labiau išryškėja nagrinėjant šiuolaikinės civilizacijos nepaliaujamą informacijos kaupimosi ir gausėjimo mastą. Dėl informacijos gausos šiuo metu visą žmogaus sukurtą, užrašytą skaitmeninę informaciją dabar priimta vadinti „Skaitmenine visata“ (*Digital Universe*). Nustatyta, kad vidutinis informacijos gausėjimo greitis yra apie 60 proc. per metus, arba informacijos gausos padvigubėjimo periodas yra apie 1,5 metų. 1 pav. pavaizduotas grafikas, kaip informacijos kiekis augo per 2006–2011 m. Šis grafikas sudarytas remiantis IDC (*International Data Corporation*) duomenimis<sup>2</sup>. Pagal šiuos duomenis 2006 m. „Skaitmeninė visata“ turėjo 161 eksabaito<sup>3</sup>, 2007 m. – 281 eksabaito, 2008 m. – 470 eksabaito, 2009 m. – 750 eksabaito, 2010 m. – 1150 eksabaito ir 2011 m. – 1800 eksabaito (prognozė).

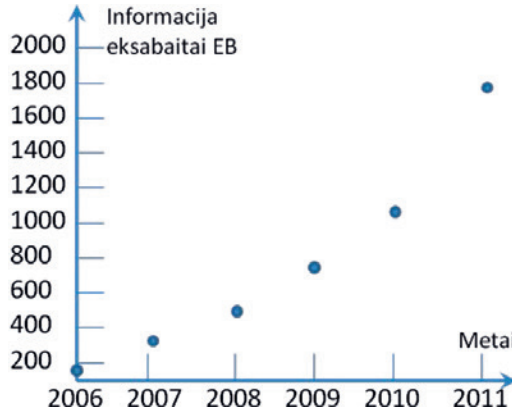
Kaip pažymi I. Šklovskis (1980) ir V. Budanovas (2007), informacijos plėtra vyksta ne pagal gamtai natūralų eksponentinį dėsnį, bet pagal hiperbolinį. Tai yra todėl, kad informacijos gausos  $N$  padidėjimas yra proporcingas jų binarinei ( $N^*N$ ) sąveikai. Todėl informacijos augimo diferencialinė lygtis yra

$$\frac{dN}{dt} = \alpha N^2 \Rightarrow \text{sprendinys } N(t) = \frac{1}{\alpha(c-t)}. \quad (1)$$

Čia  $c$  yra integravimo konstanta. Matome, kad laiko momentas  $t = c$  yra ypatingas, kadangi jam esant informacijos gausa  $N$  tampa begalinė. Ši problema tampa dar aštresnė, jeigu pabandytume „įjungti“ kolektyvinį protą, t. y. daugiakomponentę informacijos srautų sąveiką. Tada informacijos srauto gausėjimo diferencialinė lygtis bus tokia:

<sup>2</sup> Prieiga per internetą: <<http://whoyouglе.ru/texts/grown-digital-universe/>>.

<sup>3</sup> Eksabaitas (*exabyte* (EB)) – nesisteminis atminties ir duomenų kiekio matavimo vienetas, laikomas apytiksliai lygiu milijardui gigabaitų.



1 pav. Informacijos apimties gausėjimo tempai 2006–2011 m.

$$\frac{dN}{dt} = \sum_{i=1}^n \alpha_i N^i . \quad (2)$$

Ši lygtis turės bifurkacijos<sup>4</sup> taškus, kada kai kurie šios sistemos fenomenologiniai koeficientai  $\alpha_i$  bus neigiami. Vadinasi, bifurkacija didėjant informacijos gausai galima tik tada, kai sistemoje ne tik gaminama informacija, bet ir naikinama (karai, katastrofos, pamiršimas ir kt.). Galima sudaryti ir realesnius informacijos gausos augimo modelius, tokius kaip A. Lotkos ir V. Volterro modeliai (Pyragas at al., 2006).

Akivaizdu, kad norint suvokti ir suvaldyti tokią informacijos gausą reikalingi visiškai nauji metodai. Psichofiziologiniu lygmeniu šiuolaikines informacijos gausos problemas padeda suvokti **kognityvinio proceso** (*cognitive process*) metodologija. Tai metodas, kurį taikant gaunama, transformuojama ir saugoma informacija apie mus supantį pasaulį. Kitaip sakant, tai yra giluminiai psichologiniai procesai, kuriuos naudojame pažindami ir aiškindami *Pasaulį*. Panašaus sudėtingumo problemas, kaip buvo minėta, gali padėti spręsti ir šiuolaikinė *sinergetika*. Sinergetikos metodai gali būti naudingi apskritai nagrinėjant švietimo sistemas, kadangi švietimas (pagal jo misiją visuomenėje) perteikia naujoms kartoms įgytas žinias ir patyrimą – struktūrinę informaciją. Švietimo, kaip ir kiekvienoje kitoje, sistemoje laikui bėgant vyksta tam tikrų kokybinių ir kiekybinių jos būsenų pokyčių. Šie pokyčiai yra gana sudėtingi, tačiau sinergetikos mokslas geba juos susisteminti, klasifikuoti ir pateikti labai bendras tokių sistemų analizės priemones.

Švietimo sistemos, būdamos itin sudėtingos, yra nusakomos daugybe jas apibūdinančių nepriklausomųjų parametru. Nagrinėjant jų evoliuciją laike, padėtis supaprastėja dėl to, kad jose dažnai ne visi sistemą apibūdinantys parametrai yra vienodai svarbūs.

<sup>4</sup> *Bifurkacija* (lot. *bifurcus*) – tai yra staigus kokybinis netiesinės dinaminės sistemos elgesio arba topologinių savybių pokytis, kintant kokiam nors tą sistemą aprašančiam parametru. Kritinės to parametro vertės, kurioms esant tai atsitinka, vadinamos *bifurkacijos taškais*.

Sinergetinėse sistemose veikia vadinamasis **pavaldumo principas**, kurio esmė evoliucionuojančių laike sistemų kintamųjų sugrupavimas į dvi skirtingos reikšmės grupes: *lėtieji kintamieji* (**tvarkos, arba valdantieji, parametrai**) ir *greitieji kintamieji*, kurie gali būti išreikšti tvarkos kintamaisiais. Tvarkos parametru įvedimas ir jų pavaldumo principas sudaro fundamentinį sinergetikos pagrindą. Sinergetinių sistemų tyrimų humanitariniams ir socialiniams mokslams terminologija dar nėra galutinai nusistovėjusi.

## 2. Sinergetinė švietimo sistema

Kaip jau buvo minėta, šiuo metu pastebima tiek tikslųjų, tiek ir socialinių (tarp jų ir edukologijos) mokslų *sinergetikos paradigmos* skvarba. Tai yra todėl, kad dauguma švietimo sistemoms būdingų savybių yra būdingos ir kitoms sinergetinėms sistemoms. Tačiau sinergetikos skvarba į humanitarinius ir socialinius (edukologijos) mokslus kelia gana daug principinių klausimų, svarbiausi iš kurių yra tokie:

- Ar taikydami sinergetikos metodus socialiniuose ir humanitariniuose moksluose neprarasime būdingų šiems mokslams ypatumų ir vertybių;
- Ar susidomėjus sinergetika ir jos metodus taikant socialiniuose ir humanitariniuose moksluose, pats sinergetikos mokslas nepraras savo, sukauptų tikslųjų mokslų (fizikos, chemijos, matematikos), neabejotinų vertybių;
- Gal sinergetikos mokslas yra tik madinga mokslo sritis ir šiuo terminu yra pavadinamas šiulaikinių netiesinių dinaminių sistemų (svyravimų) teorijos mokslas.

Neatsižvelgiant į šiame straipsnyje iškeltus klausimus, jau nuo 1980 m. pradedamos svarstyti pirmosios galimybės taikyti sinergetikos mokslo idėjas socialiniuose moksluose (ir edukologijoje). Čia pradinius žingsnius žengė daugiausia profesionalūs fizikai ir matematikai, todėl kad šiose mokslo srityse sinergetika atsirado ir subrendo kaip savarankiška, nauja, daug žadanti mokslo kryptis. Šios krypties specialistai stengėsi išplėsti naujų metodų taikymo ribas. Pradžioje tikslųjų mokslų atstovų nuopelnai buvo gana kuklūs – reikėjo „pritaikyti“ sinergetikos matematinės struktūros sąvokas socialiniams mokslams. Šie darbai daugiausia rėmėsi žinomų šio mokslo pradininkų H. Hakeno ir Nobelio premijos laureato I. Prigožino mokyklų idėjomis. Dabar sinergetikos mokslas socialinių mokslų srityje jau priėjo savo pritaikomumo tam tikrą „bifurkacijos tašką“ ir tapo šių mokslų neatskiriamu dalimi. Dabar sinergetikos taikymas socialiniuose moksluose sudaro net keletą skirtingų metodologinių krypčių:

- **Filosofinė kryptis.** Remiantis sinergetikos paradigma, tiriamos naujos gamtos pažinimo galimybės;
- **Sistemų chaotinių būsenų nustatymo kryptis.** Tokių sistemos raidos chaotinių būsenų nustatymas-akivaizdžiai svarbus istorijai ir švietimui, kadangi jos ateityje nusako ir įspėja apie gresiančią nestabilią sistemos raidos fazę, praeities bifurkacinė būsena padeda suvokti sistemos prarastas raidos galimybes;

- **Socialinių sistemų matematinio modelio sudarymo kryptis.** Šios krypties užduotys yra itin svarbios ir turi daugybę pavojų. Daugiausia tai susieta su didele pagunda modelyje numatyti kuo daugiau jos funkcionavimo parametrų. Tačiau tai veda prie aklavietės tokias sistemas nagrinėjant. Todėl išskyrimas pagrindinių (ne daugelio) sistemos dinamiką nusakančių parametrų yra pagrindinė sudaryto modelio sėkmė.

Dažnai sinergetiką dar vadina apie skirtingų prigimčių sistemų saviorganizavimąsi per mokslą. Kadangi sistemos sąvoka yra gana plati, todėl sinergetikos mokslas yra labai integruotas. Sistemų analizė parodė, kad yra daug sistemos apibūdinimų, iš kurių mes naudosisime šią – sistema (*gr. σύστημα* – sustatyta, sudėliota) **yra aibė susijusių ir sąveikaujančių elementų ir procesų, kurie vadinami sistemos komponentais, ryšys tarp kurių yra glaudesnis nei tarp jų ir sistemą supančių elementų.** Pagrindinis sistemų tyrimo būdas – sistemos matematinio modelio sudarymas, kitaip sakant, matematinis modeliavimas. Modelis nėra tiksli realybės kopija, bet sudaro jos supaprastintą variantą. Pats modeliavimo procesas yra daugiau menas nei mokslas. Modeliavimo sėkmė yra gebėjimas išskirti sistemos *esmę* (pagrindą). Modeliai turi būti kaip įmanoma paprastesni, tačiau jame turi būti patys svarbiausi sistemą (originalą) apibūdinantys parametrai. Modelio sudarytojo sėkmė primena skulptoriaus sėkmę kuriant skulptūros šedevrą – reikia padaryti nedaug: reikia luitą išlaisvinti nuo visko, kas slepia šią tobulą skulptūrą. Sudarant sistemos matematinį modelį galima atsižvelgti į žinomo matematiko J. Neimarko (1997) patarimus:

- Kuo modelis paprastesnis, tuo mažesnė tikimybė klaidingoms išvadoms;
- Modelis turi būti paprastas;
- Nepaisyti galima bet ko, reikia tik žinoti, kokią tai turės įtaką sprendimui;
- Modelis turi būti „grubus“ – maži trikdžiai neturi keisti išvadų;
- Modelis ir gaunamos išvados neturėtų būti tikslesnės nei pradinės sąlygos.

Atsižvelgiant į tai, ar yra paisoma laiko veiksmų, matematiniai modeliai skirstomi į *statinius* ir *dinامينius*. Sinergetikoje daugiau dominamasi dinaminiais modeliais.

Socialinių sistemų (tarp jų ir švietimo) modeliavimas turi bent dvi išskirtines principines savybes. *Pirmoji* – šios sistemos yra gana sudėtingos, priklausančios nuo daugybės kintamųjų ir parametrų. Švietimo sistemos apima milijardus dalyvių, jos yra sudėtingai hierarchizuotos ir kt. *Antroji* – tokių sistemų dinamika yra gana sunkiai formalizuojama. Kai kurie bandymai formalizuoti švietimo sistemas konkrečiais matematiniais dinaminėmis sistemų modeliais laukiamo rezultato nedavė (Буданов, 2007).

Sinergetikos požiūris į sudėtingas dinamines sistemas pasireiškia tuo, kad sistemos analizę galima supaprastinti, jeigu, kaip minėjome, sistemoje galima išskirti grupę pagrindinių kintamųjų, vadinamuosius *tvarkos*, *arba valdančiuosius*, *parametrus*, tokius, kurių kitimui paklūsta visi kiti mažiau reikšmingi sistemos kintamieji. Toks užduoties supaprastinamas leidžia pasiekti gerų rezultatų.



Paminėsime dar vieną singergetikos taikymo socialinėse sistemose problemų – tai metrologijos, arba verifikacijos, problema. Skirtingai nuo fizikinių ar gamtamokslinių sistemų, socialinėse, taip pat ir švietimo sistemose *nėra patikimų kintamųjų matavimo metodų*. Objektivią informaciją apie subjektyvius veiksnius šiose sistemose paprastai yra gaunama iš testų, apklausos, ar iš kitų šalutinių duomenų analizės.

Dabar jau yra gana daug publikacijų ir atliktų darbų apie sinergetikos metodų taikymą švietimo sistemoje. Pirmieji iš jų buvo atlikti 1994–1995 m. siekiant sinergetikos metodais prognozuoti aukštųjų mokyklų plėtrą Rusijoje. Tai žinomi Rusijos sinergetikai S. Kapica, S. Kurdiomovas ir G. Malineckis, dirbantys M. Keldišo taikomosios matematikos institute (Капица et al., 1997).

Pirmiausia įsitikinkime, kad švietimo sistema gali būti tiriami kaip tam tikra sinergetinė sistema. Kaip minėjome, matematinis švietimo sistemos modelis turėtų būti tam tikros dinaminės sistemos (DS) modelis. Bandymai sudaryti konkretų švietimo sistemos matematinį modelį kol kas yra mažai apčiuopiami (Курдюмов, Малинецкий, 1997; Буданов, 2008). Tačiau, neatsižvelgiant į konkretų modelį, **tokioje sistemoje evoliucinis procesas** (sistemos evoliucija iš *Būties* į *Tapsmą*) gali būti traktuojamas kaip santykinio chaoso ir tvarkos kaitos procesas (žr. 2 pav.). Kaip matyti 2 pav., iš keturių DS skirtingų evoliucijos būsenų **Tvarka** (starto pozicija *Būtis*) → Struktūrų išsiardymas → *Chaosas* → Struktūrų kūrimasis. Tik viena iš šių būsenų *Tvarka* (*Būtis*), arba **homeostazė**<sup>5</sup>, yra stabili, kitos trys, vienaip ar kitaip susietos su *Chaosu*, veda į *Tapsmą*, arba krizę. Aišku, kad tokia evoliucinė tvarka, vedanti iš *Būties* į *Tapsmą* yra tik santykinė, nes realybėje mes turime *Chaosu* ir *Tvarkos* mišinys – kiekvienoje *Chaosu* būsenoje yra tam tikra dalis *Tvarkos*, kaip ir kiekvienoje *Tvarkos* būsenoje yra tam tikra dalis *Chaosu*. Gamtoje realios dinaminės sistemos krizės būsenos būtis laikas yra daug mažesnis nei homeostazės laikas. Tuo gamta protingai apsisaugo nuo ilgalaikių krizių, kadangi ilgesnis tokių krizių laikas išsekina sistemos adaptacines galimybes.

Sinergetinės sistemos evoliucijoje iš *Būties* į *Tapsmą* patogu naudotis penkiais sinergetikos struktūriniais principais. Du iš jų nusako *Būtį*, o 3 – *Tapsmą* (Буданов, 2007). **Būtį** nusako šie du sinergetikos principai:

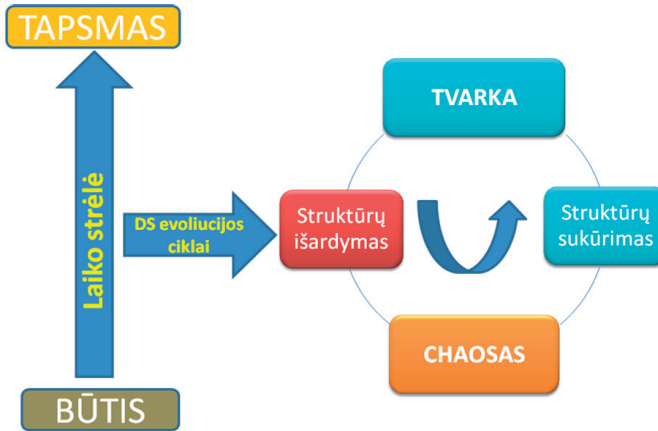
**I. Homeostatiškumas** – sinergetinės sistemos savybė palaikyti sistemos funkcionavimo programą tam tikrose ribose: jos trajektorijų savybė – artėti prie savo tikslo – atraktoriaus<sup>6</sup>.

**II. Hierarchiškumas** (H. Hakeno pavaldumo principas). Sinergetinė sistema yra struktūriškai hierarchinė laiko atžvilgiu. Jos struktūra bet kuriuo laiko momentu gali būti pateikta kaip trijų bet kuriuo laiko momentu hierarchinių pjūvių (*megalygmuo*, *midilygmuo*, *mikrolygmuo*) visuma (žr. 3 pav.). Sakoma, kad lėtieji tvarkos parametrai yra nusakomi *midilygmeniu*; jie valdo greitus (šiluminius, chaotinius) judėjimus *mikro-*

<sup>5</sup> **Homeostazė** (gr. *ὁμοιος* – panašus + *στάσις* – būklė) – reiškinys, kai sistema palaiko savo pastovią būseną.

<sup>6</sup> **Atraktorius** yra aibė padėčių (taškų), kuriais juda dinaminė sistema praėjus pakankamai daug laiko.

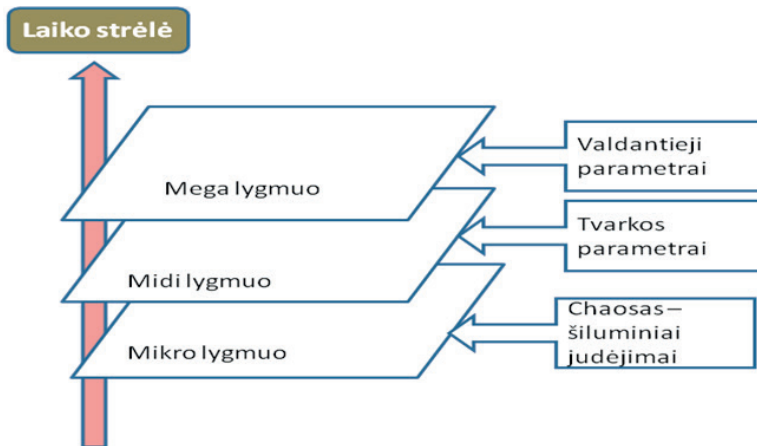
lygmeniu. Megalygmeniu matuojami labai lėti, „amžinieji“, sistemos parametrai, kurie valdo *midilymens* parametrus. Jie vadinami valdančiais parametrais.



2 pav. Dinaminės sistemos evoliucija iš Būties į Tapsmą praeina sudėtingus tvarkos ir chaoso kaitos ciklus, dėl kurių sistemoje atsiranda Tvarka (struktūros), kuri yra išardoma Chaoso; po to iš chaoso atsiranda naujos disipatyviosios tvarkos struktūros ir t. t.

Tokiu būdu sinergetinėje sistemoje galima pagaminti „rėtį“, kuris gebės atskirti pagrindinius sistemos parametrus nuo antraeilių. Fizikoje tokių lygmenų nustatymas yra žinomas ir gana natūralus. Mus supančiame pasaulyje galima nustatyti tokią **objektų hierarchinę sistemą**, priklausančią nuo matmenų: *mikropasaulis* – nuo elementariųjų dalelių matmenų, *midi-* – nuo viruso matmenų, *mega-* – nuo Saulės sistemos matmenų (žr. 1 lentelę).

Aukštesni hierarchinės sistemos parametrai valdo žemesniųjų, mažiau reikšmingų, parametrų kitimą. Tačiau visa sistema veikia kaip viena visuma, suderindama skirtingų savo hierarchinės struktūros pokyčius. Galima sakyti, kad žemesnioji hierarchinė grandis perduoda savo esmines funkcionavimo savybes aukštesniajai pakopai, taip „supresuodama“ informaciją.



3 pav. Hierarchinė sistemos struktūra

**Tapsmą** sistemoje nusako šie pagrindiniai *trys NE principai*: *nepusiausvirumas* (*nestabilumas*), *neuždarumas* (*atvirumas*), *netiesiškumas*.

- **I. Nestabilumas.** Žinoma, kad sistemos pusiausvyra gali būti stabili (stacionari) arba dinaminė. Stacionari sistemos būseną pasireiškia tuo, kad sistema, sužadinta išorinių ar vidinių parametru pokyčių, sugrįžta į savo pradinę būseną. Dinaminė (nestabili) sistemos būseną pasireiškia tuo, kad nedideli sistemos parametru pokyčiai suteikia sistemai (nestabilios būsenos aplinkoje) galimybę per trumpą laiką mažas pradines sistemos fliktuacijas „priauginti“ iki tokių, kad sistema gali pakeisti savo *Būties* atraktorių. Taigi ši sistemos savybė suteikia jai galimybę per trumpą laiko tarpsnį migruoti į naują stabilią būseną (atraktorių). Dėl šios savybės sinergetinės sistemos tampa ypač jautrios mažiems poveikiams tam tikrose (bifurkacinėse) būsenose.

1 lentelė. Mus supančio pasaulio hierarchinė struktūra, priklausanti nuo matmenų

	Charakteringieji matmenys (m)	Objektas
Megapasaulis	$10^{26}$	Stebima Visatos dalis
	$10^{24} - 10^{21}$	Tarpgalaktiniai atstumai
	$10^{18}$	Galaktikų matmenys
	$10^{12}$	Saulės sistemos matmenys
Midipasaulis	$10^6$	Žemės matmenys
	$10^3$	Žemės aukšti kalnai
	1	Žmogaus matmenys
	$10^{-3}$	Smėlio dulkelės matmenys
	$10^{-6}$	Viruso matmenys
Mikropasaulis	$10^{-9}$	Optinis mikroskopas
	$10^{-12}$	Atomo matmenys
	$10^{-15}$	Atomo branduolio matmenys
	$10^{-18}$	Elementariųjų dalelių matmenys

- II. Neuždarumas (atvirumas).** Gana ilgą laiką išlaikyti pusiausvyros būseną geba tik uždarnosios sistemos, neturinčios ryšio su išoriniu pasauliu, o atvirosiose sistemose pusiausvyros būseną yra tik akimirka nuolatinio kitimo procese. Pusiausvyrosios sistemos neturi vidinių raidos bei saviorganizuojamųjų savybių, kadangi jose yra slopinami bet kokie nuokrypiai nuo stacionarios būsenos. Atrodytų paradoksalu, kad vienas iš svarbių metodologinių prielaidų nagrinėjant fizikines dinamines sistemas buvo iškeliamas uždaro principas, tačiau jose galima aptikti tam tikrus tvermės dėsnius (pvz., mechaninėse sistemose energijos, judesio kiekio ir judesio kiekio momento), palengvinančius sistemų analizę. Tokiose sistemose dėl antrojo termodinamikos dėsnio laikui bėgant vyksta nuolatinė jų degradacija (entropijos augimas ir chaoso kaupimasis). Sistemos atvirumas reiškia jos gebėjimą keistis su aplinka medžiaga, energija, informacija. Tokiose sistemose gali formuotis tam tikri „šaltiniai“ – jos maitinimo energija sritys, kurių poveikis skatina sistemos struktūrinės neharmonijos augimą, arba skatina formuotis „nuotekoms“ – zonoms, kuriose vyksta energijos disipacija, dėl kurios sistemoje vyksta struktūrinės neharmonijos išlyginimas (niveliavimas). Įžymiųjų sinergetikos srities mokslininkų H. Hakeno (1978), I. Prigogine'o (1984) ir kitų darbai suteikė naujų žinių apie neuždaras disipatyvias sistemas, paaiškino tvarkingų sistemų, tarp jų ir gyvosios materijos, tapimą kaip tvarkingų disipatyviųjų struktūrų reiškinių.

- **III. Netiesiškumas**<sup>7</sup>. Gamtoje yra sutinkamos tiek tiesinės, tiek ir netiesinės sistemos. Kalbant tiksliau, daugelis (ar net visi) gamtos reiškiniai turi netiesinę prigimtį. Tiesinės sistemos yra tik tam tikra realybės idealizacija, kai sistemoje nepaisoma netiesinių efektų raiškos. Tiesinėms sistemoms galioja superpozicijos principas – suma bet kurių jos sprendinių yra jos sprendinys. Bet kurią tiesinę sistemą galima suskaidyti į paprastasias, tarpusavyje nesusijusias, posistemas, kurias galima atskirai išnagrinėti ir, suradus jų sprendinius, bendrąją sistemos sprendinį galima laikyti atskirų sprendinių tiesine kombinacija. Dėl to, kad tiesinėse sistemose galioja superpozicijos principas, jos atskiros dalys *nesąveikauja*. Netiesinėms sistemoms šis principas negalioja. Joms nagrinėti nėra universalių metodų ir todėl pastaraisiais metais joms nagrinėti buvo kuriami tiek kiekybiniai, tiek ir kokybiniai metodai (Буданов, 2007). Netiesiškumo principas reiškia, kad sinergetinėse (netiesiškose) sistemose skirtingos jos posistemės yra *sąveikaujančios*. Be to, šiuo metu sistemoms plačiai naudojamas netiesiškumo principas įgyja ir kai kurių pasaulėžiūros bruožų. Sistemų netiesiškumo idėjos apima daugiavariantiškumą, evoliucijos alternatyvumą ir jos negrįžtamumą.

Dažnai prie šių pagrindinių penkių sinergetinių principų prijungiami dar du papildomi principai. **Dinaminio hierarchiškumo** (angl. *emergence* – paaiškėjimas atsiradimas naujo) principas – svarbus, kada sistema praeina bifurkacijos taškus, hierarchinių lygmenų gimimą ir praradimą. Pagaliau **stebėjimo** principas, kuris nusako sinergetinių fenomenų stebėjimo lango ribas.

### 3. Švietimas kaip sinergetinė sistema

Šiuolaikinės sinergetinės sistemos gali būti taikomos labai bendriems procesams ir tendencijoms aprašyti. Sinergetikos idėjos ir pati sinergetikos paradigma atsirado dėl tikslųjų mokslų (lazerių, nepusiausvirųjų cheminių procesų, biofizikos ir kt.) poreikių, todėl čia vartojama terminologija ir metodologija sudarė tam tikrų barjerų šioms idėjoms skverbtis į humanitarinius bei socialinius mokslus. Dabar jau yra pakankamai daug sinergetikos mokslinių darbų, skirtų humanitarinių ir socialinių mokslų tiriamoms sistemoms aprašyti. Viena iš fundamentalių sąvokų, gebėjusių nutiesti tiltą sinergetikos idėjoms skverbtis į socialinius (švietimo) mokslus, buvo *socialinės sistemos*, kaip išskirtinės, apibūdinimas. Šiuolaikiniu požiūriu **socialinė sistema yra vientisa struktūra, kurios pagrindiniai elementai yra žmonės, jų sąveika, santykiai ir ryšiai. Švietimo sistema – mokymo institucijų ir įstaigų tinklas, administruojamas valstybinės valdžios ir vietos savivaldos institucijų, taip pat jų aprūpinamas materialiniais ir dvasiniais ištekliais.** Tai mokslo ir mokymo institucijų švietimo proceso organizavimo ir valdymo formos. Šios

<sup>7</sup> Prieiga per internetą: <[http://pyragas.pfi.lt/index\\_lt.htm](http://pyragas.pfi.lt/index_lt.htm)>.

sistemos elementai yra mokiniai, pedagogai, tėvai; visi jie socialinėje sistemoje susiję ryšiais, siekiančiais bendro tikslo – gerinti švietimo rezultatus. Svarbu tai, kad ši sistema yra funkcionuojanti sociume kaip tam tikra visuma.

Parodysime, kad *švietimo sistema yra sinergetinė sistema*, t. y. tokia sistema, kuriai taikomi pagrindiniai sinergetikos principai. Iš tikro ji tenkina abu *Būties principus*:

- **I. Švietimo sistemos homeostatiškumas.** Švietimo sistemos veikia vykdydamos tam tikrą programą. Šios programos tikslas – remiantis švietimo sistemos dalyviais (mokiniai, tėvai, pedagogai, sociumas) palaikyti tam tikrą, iš anksto nustatytą, žinių ar ugdymo lygį. Pačios švietimo sistemos tikslas – palaikyti sistemos funkcionavimo programą tam tikrame lygmenyje. Programos „trajektorijų“ savybė – artėti prie savo tikslo – atraktoriaus (gerai veikiančios programos).
- **II. Švietimo sistemos hierarchiškumas.** Akivaizdu, kad švietimo sistemos valstybės ar regionų lygmeniu yra hierarchiškos. Programos vykdymą ir ugdymo lygį kontroliuoja aukštesnieji hierarchijos lygmenys (švietimo ministerija, savivaldybių švietimo skyriai, mokyklų direkcijos, tėvų komitetai).

Švietimo sistemos **Tapsmą** nusako jau minėti pagrindiniai **trys NE principai**:

- **I. Švietimo sistemos netiesiškumas.** Kad direktyvos, einančios iš hierarchinės viršūnės, ne visada adekvačiai suprantamos ir vykdomos žemiausiuose lygmenyse, patvirtina tai, kad švietimo sistema yra netiesinė. Be to, šios sistemos tampa ypatingai jautrios ir sunkiai valdomos krizių metu – tai taip pat rodo jų netiesiškumą. Iš kitos pusės, netiesiškumas sistemoje sukuria chaosą, kuris padeda sistemai pereiti prie naujo stabilaus atraktoriaus, prie kurio ją „priglauso“ iki kitos krizės.
- **II. Švietimo sistemos neuždarumas (atvirumas).** Švietimo sistemos keičiasi informacija, materialiaisiais ir žmonių ištekliais, sąveikauja su sociumu. Be to, šios sistemos absorbuoja naujas žinias. Todėl šios sistemos yra atviros.
- **III. Švietimo sistemos nestabilumas.** Sistemos nestabilumą nusako tokie švietimo sistemos būdingi vienas kitam prieštaraujantys veiksniai: 1) pedagoginio proceso originalumas ir unifikuotos programos vykdymas; 2) švietimo sistemos turi turėti „sveiko konservatizmo“, kad galėtų perteikti amžinas civilizacijos vertybes ir keistis sociumui keičiantis. Būtų galima pateikti ir daugiau švietimo sistemos nestabilumo (nepusiausvirumo) požymių, tačiau svarbu tai, kad nestabilumas daro sistemą jautrią išorinėms fliktuacijoms ir turi potencijos keistis.

Parodėme, kad sinergetikos principai visai gerai gali būti taikomi modeliuojant švietimo sistemas. Tačiau reikia turėti omenyje, kad kol kas šios idėjos gali būti taikomos analizuojant tik bendras švietimo problemas. Be to, šias idėjas galima taikyti ir informaciniais gebėjimams išryškinti.

Žmogus, kaip teigia B. Carteris (1974), Visatoje yra ne koks nors pašalinis stebėtojas, bet organinis ir nuoseklus gamtos kūrinys, gebantis ją (Visatą) pažinti ir lokaliai (kol kas) ją veikti. Todėl šiuolaikinėje pažinimo sistemoje turime vientisą diadą: **Žmogus** ↔ **Gamta**. Šiai struktūrai pažinti ir jai valdyti teikiama nauja, sinergetikos, paradigma, ku-

riuje pažinimo akcentas perkeliamas nuo sistemos invariantų bei pusiausvyrų nusakymo ir jų pažinimo į nestabilių būsenų aktualizavimą ir naujų persiorganizavimo struktūrų atsiradimą. Šios struktūros (atraktoriai) yra ta stabili švietimo sistemos būseną, kurios siekia švietimo sistemą administruojančios institucijos ir sociumas. Be to, sinergetikos požiūriu šios švietimo sistemos būsenos (atraktoriai) nėra duotos visam gyvenimui – jos kinta kintant sociumui, sukeldamos perėjimo chaotines būsenas ir tai yra *natūrali švietimo sistemų dinamika*. Švietimą administruojančioms įstaigoms reikia su šiuo reiškiniu susitaikyti ir išmokti šį chaotinį procesą kontroliuoti ir suvaldyti, panaudojant visiškai naujas tokių procesų valdymo metodikas (Ott et al., 1990; Pyragas, 1992).

Be jau aptartų galimybių panaudoti sinergetikos idėjas švietimo sistemoms valdyti, šiuo metu yra nemažai idėjų ir konkrečių bandymų, kaip būtų galima taikyti minėtus sinergetikos metodus (chaotinius procesus) informacijai koduoti ir saugoti (J. Andrijevskis, A. Dmitrijevus ir D. Kuminovas (2004)). Ši problema yra aktuali kuriant ir plėtojant šiuolaikines švietimo sistemas. Kaip pažymi minėti autoriai, dabar išryškėja iš esmės nauji informacijos apdorojimo ir saugojimo kontūrai panaudojant chaotinius procesorius. Šių procesorių galimybės buvo demonstruojamos sukūrus programinį kompleksą „Associative Memory for Pictures“<sup>8</sup>, skirtą faksimiliniams dokumentams „Facs Data Wizard“ užrašyti, vaizdui sukurti ir valdyti<sup>9</sup>.

## Išvados

1. Sinergetika, kaip tarpdisciplininis mokslas, tiria evoliucijos ir saviorganizavimosi mechanizmus, taip pat su jais susijusį chaoso atsiradimą. Šio sudėtingo reiškinio valdymo problemos pasitelkiant sinergetikos metodus suteikia galimybių tam tikrai humanitarinių, socialinių, gamtos ir kitų mokslų sintezei.

2. Švietimo sistemą galima apibūdinti kaip tam tikrą sinergetinę sistemą, kurios metodų tikslas ne sudaryti vienintelę bendrą studijų metodiką, bet išmokyti dėstytoją sąmoningai sudaryti individualiąją, tinkančią tik jam, jo stiliui metodologiją.

3. Sinergetikos metodai gali būti veiksmingai taikomi tiek nagrinėjant bendras švietimo problemas, tiek ir švietimo informacijos kaupimo, sisteminimo, struktūravimo problemas.

<sup>8</sup> Prieiga per internetą: <<http://www.google.lt/search?q=Associative+Memory+for+Pictures&hl=lt&prmd=imvnsb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=0kQtT9nuDqnL0QWSvLmtCA&sqi=2&ved=0CCAQsAQ&biw=1056&bih=650>>.

<sup>9</sup> Prieiga per internetą: <[http://www.google.lt/search?q=Associative+Memory+for+Pictures&hl=lt&prmd=imvnsb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=0kQtT9nuDqnL0QWSvLmtCA&sqi=2&ved=0CCAQsAQ&biw=1056&bih=650#hl=lt&tbm=isch&sa=1&q=Fac+Data+Wizard&oq=Fac+Data+Wizard&aq=f&aqi=&aql=&gs\\_sm=e&gs\\_upl=2127351212735101215238111101010101155115510.11110&bav=on.2,or.r\\_gc.r\\_pw.,cf.osb&fp=731ce-ebd19de551b&biw=1056&bih=650](http://www.google.lt/search?q=Associative+Memory+for+Pictures&hl=lt&prmd=imvnsb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=0kQtT9nuDqnL0QWSvLmtCA&sqi=2&ved=0CCAQsAQ&biw=1056&bih=650#hl=lt&tbm=isch&sa=1&q=Fac+Data+Wizard&oq=Fac+Data+Wizard&aq=f&aqi=&aql=&gs_sm=e&gs_upl=2127351212735101215238111101010101155115510.11110&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.,cf.osb&fp=731ce-ebd19de551b&biw=1056&bih=650)>.

4. Švietimo, kaip ir kiekvienoje kitoje, sistemoje laikui bėgant vyksta tam tikri kokybiniai ir kiekybiniai jos būsenų pokyčiai. Jie yra gana sudėtingi, tačiau sinergetikos mokslas geba juos susisteminti, klasifikuoti ir pateikti labai bendras tokių sistemų analizės priemones.

5. Viena pagrindinių sąvokų, gebėjusių nutiesti tiltą sinergetikos idėjoms skverbtis į socialinius, taip pat ir švietimo, mokslus, buvo socialinės sistemos, kaip išskirtinės, apibūdinimas: tai yra vientisa struktūra, kurios pagrindiniai elementai yra žmonės, jų sąveika, santykiai ir ryšiai.

6. Švietimo sistema kaip sinergetinė turi visus tokio pobūdžio sistemoms būdingų požymių: sistemos homeostatiškumo, hierarchiškumo, netiesiškumo, atvirumo ir nestabilumo.

7. Švietimas sudaro sinergetinę sistemą ir tuo švietimo problemoms tirti bei naujoms švietimo metodologijoms taikyti atveriamos naujos galimybės.

8. Pateiktos kai kurios rekomendacijos vadovaujantiems švietimo sistemos asmenims, kaip interpretuoti švietimo sistemos krizės būseną, ir nurodyti jos valdymo ypatumai.

## Literatūra

- Bertalanffy, von L. (1962). General System Theory – A Critical Review. *General Systems*, vol. VII, p. 1–20.
- Birgelytė, A. (2005). Sinergetika kaip nelineinio mąstymo ir veikimo modelis. *Logos*, Nr. 44, p. 158–166.
- Birgelytė, A. (2006). Projektų metodas kaip sinergetinė sistema. *Pedagogika*, t. 80, p. 63–69.
- Carter, B. (1974). Large Number Coincidences and the Anthropic Principle in Cosmology. *IAU Symposium 63: Confrontation of Cosmological Theories with Observational Data*. Dordrecht: Reidel, p. 291–298.
- Coombs, P. H. (1985). *The world crisis in education: the view from the eighties*. New York: Oxford University Press.
- Haken, H. (1978). *Synergetics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Yasinsky, V. (2010). *Investigation of self-organization processes in educational systems by synergetic modeline*, Cybernetics and Systems Analysis Volume 46 Issue 2, March 2010.
- Masuda, Y. (1990). *Managing in the Information Society: Releasing synergy Japanese style*. Oxford.
- Ott, E., Grebogi, C., Yorke, G. (1990). *Controlling chaos*. Phys. Rev. Lett, Vol. 64 (11), p. 1196–1199.
- Pyragas, K., Borodiniene, A. (2011). Kai kurios darbo su nemotyvuotais mokiniais sinergetinės problemos. *Pedagogika*, t. 102, p. 63–69.
- Pyragas, K. (1992). Continuous control of chaos by self-controlling feedback. *Phys. Lett. A.*, Vol. 170, p. 421–428.
- Pyragas, K. *Netiesinės dinaminės sistemos*. Prieiga per internetą: <[http://pyragas.pfi.lt/index\\_lt.htm](http://pyragas.pfi.lt/index_lt.htm)>.
- Pyragas, K., Pyragienė, L. (2010). *Teorinė mechanika*. Vilnius: VPU leidykla. 402 p.



- Pyragas, K., Sadauskas, K., Ramonas, A. (2006). *Aktualioji ekologija*. Vilnius: VPU leidykla. 465 p.
- Prigogine, I., Stengers, I. (1984). *Order out of Chaos*. Heinemann, London.
- Steklova, I. (2004). Synergetics in Science and Education. *Russian Education and Society*, Vol. 46, No. 2, Feb., p. 82–89.
- Tamulaitis, G., Vaitkus J. (2002). *Gamtamokslinė pasaulyje samprata*. Vilnius. 223 p.
- Андриевский, А., Фрадков, А. (2004). *Управление хаосом: методы и приложения*. Prieiga per internetą: <[http://www.ipme.ru/ipme/labs/ccs/andr/af\\_at04r.pdf](http://www.ipme.ru/ipme/labs/ccs/andr/af_at04r.pdf)>.
- Богомолова, Е. (2006). Личностно-ориентированная парадигма образования на современном этапе развития общества. *Управление качеством образования: проблемы непрерывного образования*: Сборник научных статей V международной научно-практической конференции 4–5 апреля 2006 г. В 2 ч. (ч. 1.) Екатеринбург: ГОУ ВПО ‘УрГПУ, с. 9.
- Буданов, В. Г. (2000). *Трансдисциплинарное образование, технологии и принципы синергетики*. Московский международный синергетический форум. Москва: Прогресс-Традиция.
- Буданов, В. Г. (2007). *Методология синергетики в постнеоклассической науке и в образовании*. Москва.
- Буданов, В. Г. (отв. ред.) (2007). *Синергетическая парадигма. Синергетика образования*. Москва: Прогресс-Традиция. 592 с.
- Буданов, В. (2008). *Методология синергетики в постклассической науке и образовании*. Москва: Изд. ЛКИ. 232 с.
- Капица, С., Курдюмов, С., Малинецкий, Г. (1997). *Синергетика и прогнозы будущего*. Москва: Наука. 285 с.
- Курдюмов, С., Малинецкий, Г. (1997). *Синергетика и прогнозы будущего*. Москва: Наука. 285 с.
- Молчанова, О. (1996). *Социально-экономические проблемы управления образованием в современном мире*. Ч. 1. Москва.
- Неймарк, Ю. (1997). Простые математические модели и их роль в постижении мира. *Соровский образовательный журнал*, № 3, с. 139–143. Prieiga per internetą: <[http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9703\\_139.pdf](http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9703_139.pdf)>.
- Шкловский, И. (1980). *Вселенная, жизнь, разум*. Москва: Наука. 352 с.
- Prieiga per internetą: <<http://www.google.lt/search?q=Associative+Memory+for+Pictures&hl=lt&prmd=imvnsb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=0kQtT9nuDqnL0QWSvLmtCA&sqi=2&ved=0CCAQsAQ&biw=1056&bih=650>>.
- Prieiga per internetą: <[http://www.google.lt/search?q=Associative+Memory+for+Pictures&hl=lt&prmd=imvnsb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=0kQtT9nuDqnL0QWSvLmtCA&sqi=2&ved=0CCAQsAQ&biw=1056&bih=650#hl=lt&tbm=isch&sa=1&q=Fac+Data+Wizard&oq=Fac+Data+Wizard&aq=f&aqi=&aql=&gs\\_sm=e&gs\\_upl=2127351212735101215238111101010101155115510.11110&bav=on.2,or.r\\_gc.r\\_pw.,cf.osb&fp=731ceebd19de551b&biw=1056&bih=650](http://www.google.lt/search?q=Associative+Memory+for+Pictures&hl=lt&prmd=imvnsb&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=0kQtT9nuDqnL0QWSvLmtCA&sqi=2&ved=0CCAQsAQ&biw=1056&bih=650#hl=lt&tbm=isch&sa=1&q=Fac+Data+Wizard&oq=Fac+Data+Wizard&aq=f&aqi=&aql=&gs_sm=e&gs_upl=2127351212735101215238111101010101155115510.11110&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.,cf.osb&fp=731ceebd19de551b&biw=1056&bih=650)>.
- Prieiga per internetą: <<http://whoyougle.ru/texts/grown-digital-universe/>>.

---

# Some synergetic aspects of education

Kazimieras Pyragas<sup>1</sup>, Angelė Borodiniėnė<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lithuanian University of Educational Sciences, Faculty of Science and Technology, Department of Physics and Chemistry, Studentų St. 39, LT-08106 Vilnius, Lithuania

<sup>2</sup> Lithuanian University of Educational Sciences, Faculty of Education, Department of Education, Studentų St. 39, LT-08106 Vilnius, Lithuania, e-mail angelebor@hotmail.com

---

## Summary

Modern synergetic ideas in educational systems are discussed and studied. It is worth noting that although synergetic ideas in educational systems are widely discussed and used in foreign educational literature there is no widespread discussion of these ideas in Lithuania. There are only fragmented mentionings on an idea level or separate applications of these ideas (Birgelytė, 2005, 2006; Pyragas, Borodiniėnė, 2011). The purpose of this article is to introduce Lithuanian pedagogues to the main synergetic ideas and their applications in the educational systems. On the other hand there is an urge to take a broader look at the synergetic problems in education in search of new ideas in pedagogy. By taking and justifying a working paradigm that education in the society makes a system (synergetic) we open new horizons to study educational problems and apply new educational methodologies. One of the main problems of the spreading of synergetic ideas in educational systems, the adaptation of complex synergetic concepts and methodology, which were formed in physics, chemistry and mathematics, for humanitarian and social sciences, was discussed.

---

**Keywords:** *education, educational system, synergy.*

---

Įteikta / Received 2012-01-15  
Priimta / Accepted 2013-10-18