

OD ENTROPIE K DYNAMICKÉ KOMPLEXITĚ: K JEDNOMU POJMOVÉMU POSUNU V INFOSFÉŘE

FROM ENTROPY TO DYNAMIC COMPLEXITY: A CONCEPTUAL SHIFT IN THE INFOSPHERE

Michal Černý

*Katedra informačních studií a knihovnictví; Katedra sociální pedagogiky,
Masarykova univerzita*

Abstrakt

Účel – Luciano Floridi navrhuje budovat etiku informace, kterou nahrazuje informační etiku z pohledu analýzy procesů, ke kterým dochází v infosféře. Jeho východiskem je snižování entropie v ní, které identifikuje definitornicky s dobrem a naopak nárůst entropie je pro něj definicí zla. Cílem studie je poukázat na to, že etiku informace je možné stavět nikoli na entropii ale na dynamické komplexitě, kterou ve studii zavádíme.

Design/metodologie/přístup – Článek systematicky analyzuje Floridihovo východisko v oblasti definice infosféry a entropie a na základě jejich kritické diskuse navrhuje – z fenomenologicko-pragmatistické pozice alternativní řešení přístupu k etice informace.

Výsledky – Výsledkem je zavedení pojmu dynamické komplexity jako východiska pro etiku informace. Vychází nejen z kritiky problémů, které se pojí s entropií v infosféře, ale také z důrazu na tělesnost, jako jednoho z pilířů lidského myšlení v pracích Lakoffa a Johnsona. Tyto úvahy pak promítá do praktických implementací, kterým je věnována závěrečná část článku.

Originalita/hodnota – Článek nabízí vlastní koncepci etiky informace, které umožňuje komplexnější a lépe aplikovaný přístup, než původní Floridihovo východisko v entropii.

Klíčová slova: infosféra, entropie, pragmatismus, fenomenologie, tělesnost, informace, dynamická komplexita

Abstract

Purpose – Luciano Floridi suggests building an ethics of information, replacing information ethics in terms of analysing the processes that occur in the infosphere. Its starting point is the reduction of entropy in it, which identifies definitively with the good and, on the contrary, the increase in entropy is for him a definition of evil. The study aims to point out that the ethics of information can be built not on entropy but on the dynamic complexity that we introduce in the paper.

Design/Methodology/Approach – The article systematically analyses Floridi's starting points in the definition of infosphere and entropy and, based on their critical discussion, proposes – from a phenomenological-pragmatist position – an alternative approach to the ethics of information.

Results – The result is the introduction of the concept of dynamic complexity as a basis for information ethics. It is based not only on the criticism of the problems associated with entropy in the infosphere. The study is based on Johnson and Lakoff, who work with corporeality as a basis for the theory of knowledge and thought. These reflections then translate into practical implementations, which are devoted to the final part of the article.

Originality/Value – The article offers a proprietary concept of information ethics that allows for a more comprehensive and applied approach than Floridi's original basis in entropy.

Keywords: infosphere, entropy, pragmatism, phenomenology, corporeality, information, dynamic complexity

Úvod

Luciano Floridi pro popis prostředí, ve kterém žijeme, využívá pojem infosféry. Ta je pro něj prostředím, ve kterém dochází k výměně informací, k informačním interakcím. Floridi (2015, 7) upozorňuje, že právě interakce mezi entitami jsou tím, co určuje, jaký svět skutečně je. Je třeba ve filosofii udělat krok od výzkumu entit (substancí) k výzkumu prostředí, ve kterém se entity nacházejí a ve kterém si spolu mohou vyměňovat informace.

Když má Floridi popsat, jakým způsobem by se měla infosféra vyvíjet, co by se v ní mělo dít, je jeho odpovědí minimalizace entropie (Floridi, 2013, 65-70). Tak, jako v případě Teilhardova konceptu noosféry (Teilhard, 1990, 152-154, 188) se může setkat s růstem, jako projevem kosmické evoluce, tak Floridi usiluje o zvolení jasnější a praktičtější veličiny, kterou má spojenou právě s entropií.

Entropie je zlo, je nebytím (v tomto ohledu je metafyzická) nebo ztrátou bytnosti a informace. Je třeba se chovat tak, aby celá infosféra dosáhla nulové entropie, tedy každým svým jednáním snižovat její hodnotu. Jestliže se ptáme, jak bychom se měli chovat, není odpovědí Teilhardovské vycházení ze sebe a láska (Teilhard, 1990, 194, 219), kterou vidí jako dokonalý projev komplexity, ale je třeba jednat způsobem minimalizujícím entropii. Infosféra by tedy měla být v pohybu, ovšem nikoli v růstu, ale ve stále větším statickém ukotvení se.

V námi předkládané studii se pokusíme ukázat na některé možné problémy takového pojetí a současně navrhneme řešení, které bude spočívat v nahrazení principu minimalizace entropie maximalizací dynamické komplexity (a případně sledování toku dynamické komplexity). Mimo samotné zavedení pojmu nabídneme také konkrétní implementační příklady, které budou ilustrovat to, jaké benefícia může tato formální úprava přinést.

Metodologicky budeme postupovat následovně: vymezíme problém zkoumání a popíšeme fenomén entropie v jeho fyzikálně-metafyzikálním kontextu, tak, jak s ním pracuje Floridi. Následně nabídneme koncepci vlastního uchopení problematiky s příklady reálné implementace. Filosoficky se budeme opírat především o samotného Floridiho, kterého budeme systematicky konfrontovat s Teilhardovým pojetím. Ukazuje se totiž, že jde jednak o koncepty poměrně blízké, ale také, že námi zavedený formalismus je umožňuje do jisté míry propojit.

Expozice problému

Pojetí etiky, jako požadavku na proces minimalizace entropie, je v několika ohledech problematické, nebo alespoň hodné širší diskuse. Opouští klasické mikroetické systémy, které jsou postavené na otázce „Jak bych se měl chovat já, abych jednal dobře?“ a klade otázku po etice makroskopických systémů, kde je hodnotou pokles entropie (Floridi, 2013, 94). Floridi se snaží ukázat, že konkurenční makroetické systémy (Floridi, 2015, 25-28) (jako například konsekvencialismus) jsou vnitřně rozporné a neumožňují ve skutečnosti žádné rozhodování nebo hodnocení etických situací, zatímco v případě entropie je možné se adekvátně rozhodovat, jakým způsobem je vhodné se chovat (Floridi, 2013, 79-85).

Floridi současně zdůrazňuje přechod filosofického zájmu od entit k prostředí, které se mu jeví jako významnější. Nemá smysl samostatně reflektovat entity, aniž bychom dostatečně prozkoumali prostředí, ve kterém se nacházejí, které je utváří a které také utvářejí ony (Floridi, 2015, 7). To jen zdůrazňuje onen ontologický primát infosféry před jednotlivými aktéry, kteří se v něm pohybují.

Floridihovo koncept současně ale umožňuje (například na rozdíl od etiky ctností, které jsou zcela antropocentrické) rozšířit etický diskurs na všechny inforgy, tedy entity, které jsou schopné zpracovávat informace (Floridi, 2014, 94). V tomto ohledu činí podobný krok, jako Teilhard s noosférou, jen ontologicky diferenčním rysem není reflektivní vědomí, ale právě schopnost zpracovávat informace. V tomto ohledu tedy částečně pokračuje v teilhardovské linii, která může být obtížně přímo aplikovatelná tím, že není možné snadno rozhodnout, kdo má a kdo nemá ono reflektivní vědomí (Teilhard, 1990, 22, 53, 92). Floridi k tomu uvádí: „*To by mělo vést k rozšíření etických zájmů a péče o všechna prostředí, včetně těch, která jsou umělá, digitální nebo syntetická. Tato nová ‚etika životního prostředí‘ by měla být založena na informační etice pro celou infosféru a všechny její složky a obyvatele.*“ (Floridi, 2014, ix).

Druhým významným bodem k diskusi je ztráta významu jedince jako ontologicky i eticky centrálního prvku. Ten není z hlediska případné etické ochrany centrální, byť Floridi ukazuje, že například zabití člověka nebo vandalismus nejsou pozitivní činy, protože zvyšují entropii infosféry. Takové pojetí by se zřejmě nezamlouvalo ani kantovsky orientovaným etikům, protože nezdůrazňuje povinnost a právo člověka se svobodně rozhodovat.

Současně se domníváme, že jakkoli se Floridi snaží informační etiku postavit jako univerzální etický přístup a reflektuje jí vandalismus, pornografii či genetickou manipulaci, nejde o postup příliš přesvědčivý. Domníváme se, že růst nebo pokles entropie v infosféře s pornografií nesporně souvisí, ale její vliv na ni je otázkou spíše osobního vkusu nebo složitějšího etického zvažování než jednoduchého arbitrárního rozhodnutí (Floridi, 2013, 79-85).

Abychom lépe porozuměli tomu, co se skrývá v tomto konceptu entropického poklesu, pokusíme se stručně prozkoumat fenomén entropie jako takový. Nebudeme přitom primárně sledovat termodynamické pojetí v pojetí matematického formalismu, ale rádi bychom upozornili na některé efekty, které jsou s Floridiho konceptem spojené a které považujeme za hodné širší diskuse, než jakou ji italský filosof věnuje. Současně se domníváme, že právě průzkum fenoménu entropie nám v jistém ohledu umožní odkrýt podrobněji rozdíly a spojnice mezi myšlením Teilharda a právě Floridiho.

Pro naše další úvahy bude nutné pracovat s Teilhardovým konceptem noosféry a s jejími základními vlastnostmi. K samotnému uchopení pojmu Teilhard uvádí: „*Je to skutečně nová vrstva stejné rozlohy, ale, jak uvidíme, ještě daleko' soudržnější než všechny předchozí. „Myslicí vrstva“, která vzklíčila koncem třetihor a od té doby se šíří nad světem rostlin a živočichů: vně biosféry a nad biosférou se tvoří noosfóra.*“ (Teilhard, 1990, s. 154). Jde tedy o vrstvu propojenou s myšlením, vrstvu, kterou Teilhard spojí s lidským fenoménem, s místem člověka ve vesmíru (Teilhard, 1990, s. 154). Člověk je stáváním se v kontextu celých dějin celého kosmu. Bytí jednotlivého člověka je v první řadě záležitostí situační – musí být spojena s interakcí s druhými, s opuštěním ideje izolace. Izolace je tím, co člověka ničí, vede k zapouzdřenosti v níž je zastavený vývoj. Izolace je slepou uličkou lidstva, maladaptivní strategií vedoucí ke smrti. Izolovat se, znamená zastavit se v rovině bytostného stávání se.

„Zpočátku a po cele věky rozpínání vln lidstva po povrchu Země nic citelně nepřekáželo – a to je nejspíš jeden z důvodů, proč byl vývoj společnosti tak pomalý. Teprve počátkem mladší doby kamenné se tyto vlny, jak jsme viděli, začaly odrážet zpátky. Všechny volny prostor byl už obsazen, a tak se jeho obyvatelé museli začít více stlačovat. A tak jsme krok za krokem, jen v důsledku prostého rozmnožování generací, dospěli do dnešního stavu, kdy dohromady tvoříme skoro jednodílnou masu polidštěné látky.“ (Teilhard, 1990, s. 201).

Pro Teilharda je onou rostoucí silou, tím, co tvoří kosmickou, ale i individuální evoluci láska. Láska nikoli ve smyslu nějakého citu, ale spíše nejhlubšího principu vztahovosti vycházejícího z vlastního lidství. Tato vztahovost, láska, je tedy opakem izolace, je tím, co propojuje a co nemůže být nikdy statické. Láska je základním principem vztahovosti a růstu. Pro Teilharda je tedy otázka procesuality zcela zásadní, neboť bez ní není pohybu, který by člověka mohl vyvádět z izolace do společenství, do jistého neustále rostoucího spojení celého lidstva.

„Syntéza ve velkém po stránce tangenciální – a tím i skok radiálních energií ve směru hlavní osy evoluce. Ale děje-li se skutečně právě toto, nepotřebujeme už nic víc, abychom mohli rozpoznat, jaký životní omyl tkví v jádře každého učení o izolaci.“ (Teilhard, 1990, s. 204).

Jakkoli možná na první pohled může Teilhardův koncept působit příliš teologicky a teleologicky, jako jistá metafyzická spekulace odtržená od praxe, domníváme se, že v jistém ohledu zásadně doplňuje naši reflexi edukační praxe. Ta nemůže být zbavena hodnot a vztahů, otevřenosti vůči druhým ve vztahu k vlastnímu bytí a učení se. Teilhard (1990, s. 200) se vztahuje k mottu odsuzujícímu izolaci jako slepou

uličku, jako přístup vedoucí ke smrti. Skutečný rozvoj je možný jen tam, kde existuje vztahovost, tedy různost a kde izolace není životním programem aktérů (Teilhard, 1990, s. 199, 219-222).

Tento fakt vede k uvědomění si mimořádného propojení všech aktérů v prostředí, ve kterém se nacházíme. Tím, že je Země poměrně malá, jsme nuceni být v těsném kontaktu, který umožňuje akcentovat evoluci, jako dynamický proces změn a růstu. Je to právě evoluce spojená s těsným provázáním s okolím, co způsobuje „syntézu ve velkém“, dává světu zcela novou podobu a tvář. Izolovat se od ostatních není možné, pokud chceme přežít a vyvíjet se. Současně platí, že poznání ani znalost nejsou něčím trvalým a stálým, jsou spojené s neustálým vývojem, dynamickým usouvztažňováním a neustálým ověřováním.

Entropie

Popsat dostatečně stručně a jasně, co je to entropie, je téměř nemožné. Pro Floridiho je to esence zla (2013, 66, 71-72), je to to, co je třeba odstraňovat v infosféře. Stává se z ní základní axiologické východisko veškerého jednání a chování, vše má být posuzováno ve vztahu k ní. A co více, je to základní ontotvorná veličina. Entropie, jako neuspořádanost a chaos, je opakem Pobytu, bytí či informace. Je negací všeho, co jest ve své uspořádanosti a struktuře. Takový výčet by bylo ale možné přiřknout také mnoha jiným pojmům (například Floridi (2013, 65) tvrdí, že entropie je identická se zlem), ale specifikum entropie je, že s sebou nese některé další zajímavé efekty či vlastnosti.

Samotné slovo entropie je odvozené z řeckého *εντροπία*, což znamená směrem k něčemu. To souvisí s tím, že ji původně zavedl Rudolf Clausius (Cropper, 1986; Duaub, 1970) jako stavovou veličinu, která umožňuje vysvětlit, proč jsou některé termodynamické procesy spontánní a jiné nikoli. Richard Feynman to ilustruje na příkladu s tuží, která ukápne do vody – vždy vidíme, jak se tuž ve vodě postupně rozptyluje a rozpouští, ale nikdy nemůžeme zaznamenat opačný proces, kdy by z vody vyvstala kapka tuže, tedy pokud k této činnosti nedodáme dostatek energie (Feynman, 2003).

Z tohoto důvodu se o entropii někdy hovoří jako o šípce času (Lebowitz, 1993). Klasické fyzikální zákony jsou totiž invariantní vůči časovému posunutí a mohou probíhat stejně dobře oběma směry času.

Není žádný důvod, proč by například ve vztahu $F = \frac{\partial(mv)}{\partial t}$ byla derivace času vnímaná jako kladná. Jinými slovy – klasická mechanika umí vypočítat ze zadané konfigurace libovolnou minulost i budoucnost konkrétního systému. Jak je tedy možné, že čas „běží“ či „plyne“ jedním směrem? Odpovědí je právě entropie – entropie je stavová veličina, která v celém vesmíru neustále roste. Pokud dochází k jejímu snižování v určitém systému, pak je třeba mu dodávat energii, která je ale utvářena právě za cenu nárůstu entropie.

Entropie je tedy makroskopicky evidovatelná veličina, ale má také mikroskopickou interpretaci, jak ukázal Ludwig Boltzmann v roce 1887. V takovém případě je možné ji chápat jako míru

rozuspořádanosti určitého systému (Chakrabarti, 2000; Jaynes 1965). Josiah Willard Gibbs ji pak

$$S = -k \sum P_i \ln_2 P_i$$

formálně popsal pomocí vztahu $S = -k \sum P_i \ln_2 P_i$. Sumace je prováděna přes všechny mikrostavy odpovídající zadanému makrostavu a P_i je pravděpodobnost i -tého mikrostavu. Formálně identicky je pak zavedena Shannonova entropie (Pavlík 2004, Rényi 1961, Anand & Bianconi 2009), která má

$$H(S) = - \sum [P(s)_i] \log_2 [P(s)_i]$$

význam střední hodnoty informace na jeden symbol zprávy:

Rozdílnost formálního zápisu je dána tím, že Shannonova entropie se měří v bitech.

To, co je klíčové, je, že maximální entropie systému je spojená s rovnoměrným rozložením prvků (tedy pro Floridiho nejhorší možný případ) a naopak minimální entropie je spojená se zcela deterministickým systémem, ve kterém existuje jediný stav. Toto zjištění je zcela zásadní pro informační etiku. Maximální entropie, které počítá s tím, že každý prvek má k dispozici stejné množství stavů (reálně tedy možností volby) je pro Floridiho vnímané jako zlo, ale systém zcela deterministický s $H(S)=0$ je pro něj ideálem infosféry.

Tato skutečnost má mimo absenci možnosti rozhodování či pohybu ještě jeden zajímavý rys – je prostá času a změny. V takto koncipovaném systému neexistuje nic, co by se měnilo, žádný prvek v něm nemůže přejít z jednoho stavu do druhého, protože makroskopická konfigurace implikuje existenci jediné možné konfigurace. Takový systém je tedy nikoli dokonale stabilní, ale zcela statický. Existence změny či pohybu je tedy projevem existence nedokonalosti stavu celého systému.

Jde tedy o právě opačný přístup, než který můžeme vidět u Teilharda, který má pohyb a konvergenci k jistému bodu spojený s akcentem na pozitivní obraz světa (Teilhard, 1990, 162, 214-215). Pokud bychom se chtěli ale ptát, co se stane s vesmírem v okamžiku konvergence k tomuto bodu, nabízela by se náboženská odpověď, že takový systém by stal sjednoceným s vesmírným Kristem, (Teilhard, 1990, 162, 215-218) tedy získal by božské chápání času, tedy neměnnost. Dynamika by tedy směřovala ke statickému pojetí kosmu, kosmu sjednoceném, což by bylo na druhé straně možné vnímat jako jistou podobnost s Floridiho konceptem.

Zatímco ale Floridiho model bude vždy omezen III. termodynamickým zákonem (nulové teploty respektive entropie není možné v konečném čase dosáhnout: $\lim_{T \rightarrow 0} S = 0$), tak Teilhardův vesmír směřuje k bodu Omega v konečném čase (Teilhard, 1990, 162), jeho dosažení, spojení času a věčnosti je možné. Propojení obou modelů by tak bylo možné, pokud by Floridi přijal náboženský předpoklad obcházející právě III. termodynamický zákon.

V běžném chápání je nulová entropie rovna smrti (ta se běžně označuje jako tepelná), pro Teilharda však je v bodě Omega plnost života a pro Floridiho konečné statické zakotvení infosféry. Tento paradox, jenž je možné odstranit:

- a) Metafyzickým náboženským předpokladem, který počítá s tím, že v blízkosti entropické nuly dojde ke kvalitativnímu skoku ve vývoji vesmíru.
- b) Připouštěním, že III. termodynamický zákon platí a že infosféra nikdy nebude dokonalá. To současně ale znamená, že činit dobro bude s klesající entropií stále náročnější a těžší.
- c) Nalezení jiného, alternativního modelu výkladu, který nebude pracovat s entropií.

Domníváme se, že jiné, než třetí nabízené řešení není k dispozici. Přitom to stále umožňuje zachovat základní rysy Floridiho konceptu, ale spojit je s noosférou – je třeba se chovat tak, aby docházelo k růstu noosféry, jako struktury propojující jedince skrze vztahovost. Tento růst může být potenciálně nekonečný. Jeho reálné ohraničení může být eschatologické (konec světa) nebo kosmologické (tepelná smrt vesmíru spojená s maximalizací entropie či zánik biosféry).

Odstraněním konceptu entropie se současně extrahuje problém s preferencí deterministické nehybné struktury před dynamicky se měnícím a rostoucím spolu *Pobytem* (Heidegger, 2018). Pobytu jako ustavičného stávání se a poměřování vlastního bytí s transcendencí (Heidegger, 2006). Je zde ale třeba dvou důležitých poznámek. Ta první, která může teilhardovské pojetí a Floridiho koncept sblížit, je otázka dodávání energie. Aby bylo možné snižovat entropii, je třeba konat práci, tedy vynakládat energii na tuto procesuální změnu. Pokud připomeneme Teilhardovo podobenství o třech horolezcích (Teilhard, 2005, 9-11), pak je možné říci, že právě pohyb, dodávání energie je tou chtěnou aktivní činností člověka, která přispívá k růstu noosféry a snad i ke snižování entropie. (Situace je ovšem složitější – pokud systém (horolezec) vynakládá energii, zbavuje se jí a tím pádem v něm roste entropie. Tím, že je možné entropii přisoudit každému subsystému a jde o aditivní veličinu, je otázka, zda vede skutečně k makroetickému pojetí, jak tvrdí Floridi.) Oba koncepty mají tedy společný jistý energetický výdej, který je tím vyšší, čím je výstup náročnější, ale tím také hodnotnější.

Druhým zajímavým konceptem, který je třeba zmínit je, že Floridi může počítat s tím, že ke statické struktuře vesmíru nikdy nedojde a že onen deterministický model nebude nikdy ustanoven. Proti poklesu entropie v infosféře, je zde nárůst entropie v přírodě jako projev fyzikálních zákonů či ona „šipka času“. Není tedy třeba se obávat singularity, protože tu vesmír neumožní. V takové interpretaci je Floridiho koncept vlastně formou utopie nebo aproximativního přibližování se určitému cíli.

Současně je třeba také zdůraznit, že ono samotné získávání energie není: a) stoprocentně účinné a b) zvyšuje entropii systému: například spalováním paliva v elektrárně. Jinými slovy je možné říci, že nejde ani o ekologické chování ve smyslu energetické úspory, protože očekává nekonečný nárůst energetických zdrojů, ale ani o skutečný proces minimalizace entropie, protože ta s dodávanou energií z vnějšího systému v celém vesmíru kontinuálně roste, protože nelze sestrojít stroj se stoprocentní účinností, jak tvrdí II. termodynamický zákon.

Co tedy zbývá? Domníváme se, že je možné přistoupit ke třem možným variantám řešení, aniž by bylo třeba zcela Floridiho koncept opustit:

- a) můžeme infosféru oddělit od fyzického světa,
- b) můžeme infosféru chápat jako lokálně omezený fenomén,
- c) můžeme provést redefinici entropie.

První řešení spočívá v tom, že bychom infosféru považovali za něco, co by Popper označil jako svět III., tedy za říši idejí či myšlenek, která by byla (a to je silnější předpoklad, než se kterým pracuje Popper) od světa fyzického oddělená (Rudd, 1983). V tu chvíli by úvahy o termodynamických limitech byly irelevantní. Současně by ale šlo o redukcionistické okleštění infosféry a zbavení ji reálné empiricky evidovatelné povahy. V tomto pojetí by se z ní stala nová metafyzika. Je otázka, zda by Floridi s takovým řešením souhlasil – na jedné straně na některých místech své knihy o informační etice hovoří o metafyzické entropii, ale nedomníváme se, že jde o skutečnou snahu učinit z entropie metafyziku, tím spíše, že v předchozích kapitolách její zavádění opírá o termodynamiku (Floridi, 2013, 66). Oním přídomkem metafyzická (Floridi, 2013, 315) má na mysli (podle našeho soudu) to, že entropie způsobuje nebytí, je pravým opakem bytí. Bytí je pro Floridiho spojené se strukturou a informací. Rozuspořádáním jak informace, tak struktura, která s ní souvisí zaniká. To znamená, že má metafyzické dopady, nikoli že by bylo možné ji oddělit od fyzického světa.

Druhou možností je omezit se v úvahách o infosféře na nějaký lokální fenomén. Pokud infosféra nebude tvořit systém celého vesmíru, bude možné vždy najít místo, ze kterého bude možné čerpat energii vně prostoru infosféry, což implikuje možnost poklesu entropie. Toto řešení by bylo neteilhardovské, ale zřejmě nejjednodušší. Otázkou ale je, kde by k danému omezení mohlo skutečně dojít a jak by se provedlo. Kdo bude určovat kudy povede hranice infosféry? Pro tuto možnost by hrála Floridiho úvaha, že infosféra je koncipovaná jako analogie k biosféře, která také není všude, ale tvoří úzkou vrstvu v okolí zemského povrchu. Toto řešení má ale také své problémy, jako například galaktický internet nebo komunikace mezi vesmírnou stanicí a zemí, které nejsou s biosférou přímo spojené. Floridi přitom ve svých textech nenavrhuje tento koncept rozšířit a zřejmě by to nebylo ani udržitelné. Domníváme se proto, že infosféra nesporně s biosférou souvisí, většina složitějších informačních interakcí se na ni odehrává, ale nemůžeme tvrdit, že jde o tentýž prostor. Konstrukce hranic může být v takovém pojetí vždy pouze dynamické a je otázka, zda v takto vymezeném systému je možné vůbec o entropii jako o veličině konzistentně myslet.

Poslední možnou variantou je redefinování pojmu entropie. Domníváme se, že pokud bychom zavedli pojem, který nebude ilustrovat pokles nejasnosti nebo neinformovanosti jednotlivých aktérů a současně by ale nemusel být vázán termodynamickými zákony, bylo by možné takový rozpor odstranit. Současně je zřejmé *prima facie*, že jde o řešení, které implikuje větší než malou podobnost s tím, jako o prostoru nooféry uvažuje Teilhard. Odstraněním entropie a zavedením nového jednotícího pojmu by tak došlo k možné interpretaci Teilharda, který by se mohl stát zřetelnějším a srozumitelnějším,

i odstranění velké části problémů, které jsou spojené s Floridiho konceptem etiky. Rádi bychom současně zdůraznili, že takový krok by umožnil oběma konceptům další rozvoj.

Ústředním problémem, před kterým nyní stojíme, je, jakým způsobem zavést stavovou veličinu systému, který byl identifikovatelný s infosférou (a ideálně i s noosférou).

Dynamická komplexita

Než se pokusíme nový pojem definovat, shrneme základní poznatky, které máme o tom, jaké musí mít tato redefinovaná entropie vlastnosti:

- a) Musí být možné ji užít pro reflexi etičnosti jednání, a to nejen lidí, ale obecně inforgů. Jejím cílem má být jisté opuštění etického antropocentrismu a přiklonění se k etice prostředí, nebo etice, která bude zahrnovat všechny inforgy.
- b) Její zavedení nebude vycházet z fyzikálních (termodynamických) pojmů.
- c) Musí jít o veličinu, která bude mít extrémální charakter ve vztahu k podstatnému rysu chování systému (růstu informací, komplexity, snižování nejasnosti informace, apod.).
- d) Mělo by jít o veličinu, která bude stavová, bude mít tedy totální diferenciál. Lze tedy stanovit její hodnotu absolutně, podobně jako například teplotu nebo hmotnost.
- e) Mělo by jít o veličinu, která umožní popsat různé subsystémy infosféry.
- f) Měla by zahrnovat aspekt tělesnosti nebo fyzické interakce se světem. Tento bod zavádíme v závislosti na výzkumech spojených s Lakoffem (2006), Johnsonem (2008) či Roshovou (Lakoff, 1999), kteří ukazují, že právě tělesnost je jedním z možných klíčů k pochopení celkové strukturalizace pojmů. Tento aspekt přitom Floridi v podstatě pomíjí. U Teilharda je možné vysledovat významné charakteristicky tělesnosti v noosféře, byť ale ne explicitně pojmenované.
- g) Měla by mít možnost globálního pojetí, tedy nemůže být konstituována jako slabá lokální teorie.

K těmto bodům si dovolíme připojit ještě jistý hodnotový aspekt. Nedomníváme se, že by bylo vhodné zavádět veličinu, která například rozmanitost nebo svobodnou vůli nebude vnímat pozitivně, ale negativně, a naopak upřednostní deterministický systém.

Současně se domníváme, že zavedení takové veličiny může mít dalekosáhlé teoretické důsledky, protože by nám umožnilo popsat, jak nové pojetí etiky, které nebude antropocentrické, tak také by mohla sloužit pro popis kolaborativní hybridních systémů různého druhu, které umožní spolupráci člověka se systémy využívajícími umělou inteligenci nebo i biotickými strukturami (Ruper, 2009; Tollefsen, 2006).

Současně v tomto kroku necháváme otevřenou otázku, kterou jsme otevřeli na konci minulého podkapitoly – tedy zda taková veličina umožní jednotný popis noosféry a infosféry. Takový předpoklad podle našeho názoru nemůže být explicitní, protože by mohl vést ke zkreslenému výsledku našeho výzkumu.

Zavedme pojem **dynamická komplexita**. Je-li informace založená na skutečnosti, že informace jsou data mají smysl (tedy na Floridiho definici informace), pak právě komplexita může být tou charakteristickou, která bude popisovat vhodně informační prostředí. Informace je tím více hodnotnými (stávají se znalostmi), čím komplexnější a pevněji propojenou strukturu tvoří s ostatními informacemi, čím více se může transformovat ve znalost. Tato spojení nemají konečný počet a také nové informace mohou kdykoli vznikat. Nejde tedy o koncept počítající s existencí konečného množství entit s jistým dopředu daným vazebným potenciálem, ale skutečně o charakteristiku dynamicky se utvářející v určitém prostředí.

Místo poklesu entropie může být právě parametr nezařazených „volných“ informací, tím, co by mohlo být „minimalizováno“, avšak ve skutečnosti vznikají stále nové informace, které mohou být do těchto center kondenzace dynamické komplexity inkorporovány. Tak jako entropii můžeme zavést jako charakteristiku každého libovolného makroskopického subsystému, tak můžeme s dynamickou komplexitou nakládat stejně. Je zřejmé (prima facie), že mohou existovat jistá kondenzační jádra, místa s vyšší mírou dynamické komplexity než jiná, ale současně je není možné vnímat jako dlouhodobě udržitelná, pokud by byla izolovaná. Izolace v tomto případě znamená významné omezení možného růstu dynamické komplexity.

Dynamická komplexita, která bude charakterizovat informační interakce, se nemusí vztahovat pouze na Pobyť v Heideggerovském slova smyslu, který má zřejmě nejširší možnosti jejího naplnění, ale v určité míře s ní mohou zacházet také libovolní inforgové – i oni mohou přispívat ke zpracování nebo produkci informací, k tvorbě spojení a tvorby nových informačních struktur. Můžeme rozlišovat různé formy či mody, kterými k tomuto procesu bude docházet, ale je zřejmé, že jejich role v infosféře bude významná a směřuje k růstu dynamické komplexity (bez ohledu na to, zda půjde o inforgy technické nebo biotické).

Nyní je třeba se vypořádat ještě s podmínkami, které jsme na dynamickou komplexitu naložili z hlediska formálních požadavků na ni. Dynamická komplexita nemá žádný přímý vztah k fyzikálním pojmům. Je sice zřejmé, že k jejímu růstu bude třeba dodávat energii, ale současně ji nelze spojit s žádnou termodynamickou charakteristikou. Na rozdíl od běžných fyzikálních částic totiž neexistuje dopředu daný stupeň volnosti jednotlivých informací ani počet jejich možných vazeb. Tímto dynamickým nedeterminismem se vyčleňuje z termodynamického chápání systémů.

Jednoznačně je také možné dynamickou komplexitu spojit s existencí extrémální funkce v tom ohledu, že lze konzistentně uvažovat její růst jak v určitém subsystému, tak v rámci celého vesmíru. Její maximum není apriori určené, ale lze očekávat, že jeho reálný limit bude spojený s existencí fyzikálních omezení celého kosmu, jako je doba existence inteligentního pozorovatele na Zemi, doba trvání Sluneční soustavy atp. Jakkoli toto vyjádření může působit antropocentricky, rádi bychom zdůraznili, že reálným limitem bude čas, kdy bude nejvíce inforgů v celém kosmu se schopno co nejintenzivněji propojit skrze informační interakce.

Nyní stojíme před volbou konkrétního vyjádření dynamické komplexity – tu budeme chápat jako počet spojení v určitém okamžiku mezi všemi aktuálně existujícími informacemi v určitém systému, jehož hranice jsou určené libovolně, vztažené na jednotku objemu. Formálně bychom mohli říci, že

$$\int_V \kappa dV = \int_V \frac{1}{2} \sum_{i,j} \lambda_{ij} dV$$

, tedy počet vazeb mezi i -tou a j -tou informací, kde κ označuje dynamickou komplexitu a λ_{ij} je vazbou mezi i -tou a j -tou informací. Dynamická komplexita je pak vztažena na určitou část prostoru V .

Tok dynamické komplexity pak bude představovat počet spojení směřující vně hranic systému vztažený na jednotku plochy obepínající vymezený objem. Jako v současné době otevřenou necháváme otázku toho, co je možné vnímat objemem – zda jde o objem prostorový, o počet inforgů tvořící určitý prostor nebo o jinou charakteristiku. Současně soudíme, že v různých situacích může být vhodné pracovat s různými volbami prostorové charakteristiky. Takové veličiny mají současně zřejmě totální diferenciál a jsou tedy stavové.

Domnívám se – a zde je možné že bude třeba nutné naši teorii doplnit nebo rozvinout – že jde o objem obecného matematického prostoru, který zahrnuje informační interakce, které je možné do něj v určitém měřítku promítnout. To lze ilustrovat následovně: necht' existuje interagující n -tice objektů. Pak v prostoru je možné definovat zobrazení, které zachytí jejich vzájemné vztahy a v němž lze definovat jednotku, přes kterou je možné provést výpočet dynamické komplexity. Tento model se například běžně používá pro modelování vztahů na sociálních sítích nebo pro popis komunikace ve firmách.

Z výše uvedeného seznamu předpokladů jsou před námi již jen tři charakteristiky, které jsme prozatím neanalyzovali. Jaký je vztah dynamické komplexity a tělesnosti? Domníváme se, že právě tělesnost může sehrávat v procesu formování komplexity zásadní úlohu, neboť představuje jeden z důležitých klíčů strukturace pojmů a vztahů mezi nimi, je klíčem k organizaci znalostí atp. Tím, že člověk utváří techniku, vtiskává jí jistou formu tělesné strukturalizace informací. Jiným způsobem, než na základě tělesnosti, myslet neumíme.

Tuto skutečnost bychom rádi ilustrovali na třech příkladech, které se budou opírat o práce George Lakoffa:

- a) Bázové kategorie (Lakoff, 2006, 51nn a 143) jsou pojmy, které jsou spojené se zážitkem instrumentalizace, tedy dostupného použití, které se děje prostřednictvím tělesnosti. Tyto pojmy jsou přímo konstituovány komplexností prostřednictvím tzv. svazků interakčních vlastností (Lakoff, 2006, 60-62).
- b) Lakoff ukázal, že pojmy mají v kategoriích (téměř vždy) jistou strukturu – ať již hierarchickou (spojenou s existencí prototypu), nebo radiální (spojenou s existencí centrálního pojmu (Lakoff, 2006, 101). Tyto pojmy, které strukturují kategorie, vznikají na základě tělesné zkušenosti daného jedince a mohou být silně ovlivněny kulturou i prostředím, ve kterém jsou utvářené.

- c) Lidské poznání je silně spojené s existencí strukturních metafor (Lakoff & Johnson, 2002), které vychází ze zkušenosti tělesného pobytu v jistém prostředí. Tyto metafory (metafora cesty, nádoby, apod.) mají zásadní vliv na celou strukturalizaci vědění. Nelze je přitom odvodit jinak, než na základě tělesné zkušenosti (nemají tedy apriorní charakter nebo metafyzické odůvodnění).

Tělesnost tedy představuje jistý základní stavební kámen celého konceptu dynamické komplexity, nikoli v tom slova smyslu, jak je veličina konstituována, ale jakým způsobem je uskutečňována a budována. Pokud bychom si chtěli pomoci fyzikálním příkladem, nejde o fenomén konstituující veličinu, ale dávající mnoho konkrétních předpisů pro její uskutečňování. (Jde tedy vlastně o variaci na pravou stranu vztahů:

$$F = BII ; F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} ; F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} ; \dots$$

Kde ale F, tedy síla je definována obecněji, tedy buď ze zhybnění, nebo z variačního principu.)

Jako zásadní se tedy jeví vztah dynamické komplexity k prostředí. Struktura určená dynamickou komplexitou odpovídá prostředí, které ale ho současně přetváří. Jde o dynamický, nikdy nedokončený proces vzájemné interakce mezi komplexitou a prostředím, ve kterém struktura vzniká. Tyto pohyby vzájemného ovlivňování velice dobře odpovídají asimilaci a akomodaci, která ale není uskutečňována „jako dvoudobý motor“, ale každé ovlivnění vyvolává reakci, které vyvolává další reakci atp. Tím získává celý vztah silně nelineární rozměr.

Dynamická komplexita je současně něčím, co se mění, změna je jednou ze základních parametrů její existence. Spojení dynamicky vznikají a zanikají, mají smysl a význam jen tehdy, když jsou adekvátním způsobem neskrytosti (Heidegger, 2018, s. 248-266; Heidegger, 1993) ve vztahu k časově proměnlivému prostředí. Každopádně jde ale o charakteristiku, která je bytostně environmentální. Motto, které použil Teilhard (1990, 199), „slepá ulička izolace“, představuje základní strukturní myšlenku, na které je celý náš model dynamické komplexity založen. Dynamická komplexita neznamena (jak ukážeme níže) ztrátu jedinečnosti a rozmanitosti, není tedy cestou ke kolektivizaci, ale současně ukazuje, že plnost bytí a etické chování v nejširším slova smyslu se může ukázat až tehdy, když překročíme hranici vlastní izolovanosti, (Teilhard, 1990, 200) kdy od individualismu přistoupíme k identitě (jenž je vždy konstituována i sociálně)

Rozmanitost, kterou jsme na první pohled do výše uvedeného sumáře zavedli jako hodnotový předpoklad, v případě dynamické komplexity získává zcela nový význam. Různorodost je totiž základním předpokladem opravdové komplexity. Jen tam, kde je zajištěna, mohou vznikat vysoce komplexní struktury. Pokud bychom tedy přejali variaci na Floridiho etiku informace, tak můžeme říci, že rozmanitost je předpokladem růstu dynamické komplexity, tedy dobra, jako takového.

Na tomto místě bychom se také chtěli dotknout dvou kritických míst našeho pojetí, které si budou v budoucnu vyžadovat ještě hlubší diskusi:

- a) Nenabídli jsme dostatečně exaktní návod na kvantifikaci dynamické komplexity. Zatímco entropie je jasně měřitelná veličina, v případě dynamické komplexity jsme (z různých důvodů) ponechali otázku její přesné kvantifikace pořád otevřenou.
- b) Tak, jako pokles entropie, tak také nárůst dynamické komplexity počítají s významnými energetickými náklady, což může být v současném ekologicky orientovaném diskursu vnímané jako velice problematické. Domníváme se ale, že jde o námitku, která by mohla (více méně rovnoměrně) cílit na všechny běžné etické systémy a alternativní řešení, která nabízí například evoluční ontologie. Všechny modely etiky pracují s jistou energetickou náročností, obvykle vyšší než jsou zdroje čistě obnovitelné.

Tři vybrané příklady efektivní implementace konceptu dynamické komplexity

Rádi bychom na tomto místě popsali tři konkrétní implementace konceptu růstu dynamické komplexity. Výběr příkladů je téměř nahodilý a bylo by možné najít mnoho dalších příkladů, kde se růst dynamické komplexity osvědčí více, než teilhardovský koncept růstu noosféry nebo minimalizace entropie, tak, jak ji známe od Floridiho. Záměrně přitom vybíráme některé příklady, které představují typické problémy, které italský filosof ve svých knihách traktuje.

Floridi říká, že hranice mezi reálným (fyzickým) a virtuálním světem se postupně rozmazávají. Není možné jasně odlišit, kde končí online a začíná svět fyzický a naopak. Tento předpoklad samozřejmě není univerzální – lze jej použít pro integraci světa moderního člověk a části techniky, ale například u mikrobů či řas nemá smysl o něm takto hovořit. Jak ale uvidíme v níže nabídnutém řešení, existuje možnost užít formalismus popisu, který vytvoří jedno sjednocené pole bez újmy na obecnosti.

Lze zavést pojem *onlife* (Floridi, 2013, 14), který odkazuje k modu žití, které je oběma světům společné. I další typické Floridiho pojmy, jako je hyperhistorie (Floridi, 2014, 1nn; Floridi, 2015, 51-63) nebo hyperkonektivita (Floridi, 2014, 23), jsou s touto skutečností spojené. Pokud se přidržíme našeho pojetí dynamické komplexity, pak lze konstituovat jeden prostor (onlife), ve kterém poroste komplexita, ale také analyticky rozlišit mezi online a offline a sledovat tok mezi takto odlišenými prostory. Čím větší tok, tím těsnější spojen, respektive, Floridiho jazykem, méně odlišitelné hranice.

Jinými slovy, jsme schopni jeden z klíčových filosofických, gnoseologický i sociologických fenoménů poměrně detailně popsat a při zavedení libovolných jednotek pro objem a plochu také kvantifikovat. To, že můžeme sledovat rozmazávání hranic skrze analýzy toků, je důležitý předpoklad také pro studium hybridních systémů, tedy systémů s různými druhy inforgů. Obecně bychom zřejmě měli definovat takové hranice subsystémů, které nebudou spojené s extrémně vysokým tokem dynamické komplexity. Je to tedy dynamická komplexita, která by měla utvářet hranice subsystémů, u kterých je současně možné čekat, že jejich diferenčním znakem nebude online nebo offline, ale něco jiného. Námi

představený koncept také umožní říci, zda jsou Floridiho ad hoc fenomenologicky konstituované pojmy adekvátní či nikoli.

Druhým příkladem aplikace může být výzkum edukačního prostředí jako prostředí podporujícího a strukturujícího růst dynamické complexity (nejen) ve vzdělávaných osobách. O celém procesu učení, je třeba uvažovat jako o procesu vytváření vztahů a vazeb mezi jednotlivými informacemi. Tyto vazby ale nevznikají zcela nahodile, ale jsou ovlivňovány prostředím, ve kterém k učení dochází. To obrací pozornost jak k didaktickým metodám, které mají směřovat na tvorbu propojených znalostí a informací, tak také na edukační prostředí, které tyto struktury spoluutváří.

Pokud například sledujeme úspěch Hejného metody ve výuce matematiky, (Molnár et. al., 2008; Vondrová & Jirotková, 2016) můžeme říci, že jde o didaktický postup, který ke strukturalizaci poznání využívá vhodné edukační prostředí, tělesnou zkušenost a jde mu právě o strukturu, její růst a komplexitu, nikoli o množství volných separovaných informací nebo dovedností.

Musíme také zdůraznit, že edukační prostředí jako takové, je stále jistou „popelkou“ v edukačním výzkumu. Můžeme se setkat s pojmem osobního vzdělávacího prostředí, které je spojené s konektivismem (Johnson & Liber, 2008) a které zdůrazňuje nutnost aktivně si své prostředí na úrovni jedince budovat, ale stále nejde o fenomén, který by byl širěji sledován a hodnocen. Přitom se domníváme, že pokud budeme brát růst complexity jako edukační maximum vážně, musíme právě prostředí učinit jedním z klíčových výzkumných témat. Toto prostředí má pak vést k hlubší (komplexnější) vazbě mezi jednotlivými informacemi.

Současně je ale třeba říci, že vzdělávání nemá zcela trvalý charakter. Vztahy mezi informacemi se mohou v čase měnit a jak edukační prostředí, tak také didaktické metody by na tuto situaci měly reagovat. Tím, jak se mění vnější svět, a tedy i prostředí, ve kterém dochází ke vzdělávání (edukačním prostředím není jen škola), musí docházet k dynamickému procesu rekonstrukce dynamické complexity.

Třetí téma se týká heterogenity prostředí. Můžeme říci, že otevřená společnost je nutným „ano“ konceptu dynamické complexity. Co ale znamená otevřená společnost? V našem kontextu společnost integrující, ve které nevznikají izolované ostrůvky jedinců, ale všichni mohou a mají přispívat k růstu dynamické complexity v prostředí, ve kterém se nacházejí. Pokud někteří jedinci například pocházejí z jiného kulturního prostředí, mohou konstitovat vazby novým a překvapivým způsobem, který bude pro minoritní kulturní společnost obohacující (tedy povede k vyšší dynamické komplexitě). Tímto způsobem je také zjevně možné formovat neantropologicky orientovanou environmentálně konstituovanou makroetiku, která různost kultur nebude mít spojenou pouze s kulturou lidskou, ale může tento pojem rozšířit na kulturu všech inforgů.

Závěr

Růst dynamické komplexity představuje základní mechanismus nastolování dynamicky konstitované rovnováhy (nikoli stacionární stability) mezi jednotlivými entitami (subsystémy) a prostředím, ve kterém se nacházejí a které spoluutváří. Homeostatická rovnováha, kterou Antonio Damasio (2008) vnímá jako základní biofilní mechanismus, může být interpretována jako schopnost hledat takovou formu komplexity, která zajistí v daném okamžiku relativní stabilitu. Tato stabilita přitom není trvalá, ale v čase se mění, jde tedy o dynamický proces.

Dynamická komplexita může být vhodným prvkem nahrazující entropii, ať již chápanou jako termodynamickou nebo metafyzickou veličinu v případě, že jde o popis informačního (nebo na informacích založeného prostředí). Umožňuje hlouběji promýšlet otázky filosofie informace, což je filosofická disciplína, která se může brzy dostat do širší oblasti „populárních filosofických disciplín“.

Umožňuje také nově uchopit celý koncept edukace jako procesu růstu komplexity v časové proměnnosti v určitém (měnícím se) prostředí. Tuto skutečnost ilustrujeme na konkrétním didaktickém přístupu v knize *Digitální informační kurátorství jako univerzální edukační přístup* (Černý, 2019), ale domníváme se, že nových didaktických metod, které budou mít silnou oporu ve filosofických východiscích, a budou čerpat právě z pojetí růstu dynamické komplexity, může být významně více.

Stojíme tedy před novým pojetím, které umožňuje integrálně propojit Teilhardovo pojetí noosféry a Floridiho infosféru jedním (poměrně ostře vymezeným) termínem, který má široké možnosti další filosofické aplikace. Současně se domníváme, že jsme přechodem od entropie k dynamické komplexitě odstranili jak většinu nedostatků starého pojmu, tak také otevřeli nové aplikační horizonty celého konceptu.

Literatura

- Anand, K., & Bianconi, G. (2009). Entropy measures for networks: Toward an information theory of complex topologies. *Physical Review E*, 80(4), 045102.
- Cropper, W. H. (1986). Rudolf Clausius and the road to entropy. *American journal of physics*, 54(12), 1068-1074.
- Černý, M. (2019) *Digitální informační kurátorství jako univerzální edukační přístup: Pragmatistická edukační teorie a její prakticko-výzkumná implementace*. Brno: Masarykova univerzita.
- Damasio, A. (2018). *The strange order of things: life, feeling, and the making of cultures*. Pantheon.
- Daub, E. E. (1970). Entropy and dissipation. *Historical studies in the physical sciences*, 2, 321-354.
- Feynman, R. P. (2003). *Radost z poznání*. Aurora.
- Floridi, L. (2013). *The ethics of information*. Oxford University Press.
- Floridi, L. (2013b). *The philosophy of information*. OUP Oxford.
- Floridi, L. (2014). *The fourth revolution: How the infosphere is reshaping human reality*. OUP Oxford.
- Floridi, L. (2015). Hyperhistory and the philosophy of information policies. In *The Onlife Manifesto* (pp. 51-63). Springer, Cham.
- Floridi, L. (2015). *The Onlife Manifesto: Being Human in a Hyperconnected Era*. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London.
- Heidegger, M. (1993). *Konec filosofie a úkol myšlení: německo-česky* (2., opr. vyd). Praha: Oikoymenh.
- Heidegger, M. (2006). *Básnický bydlí člověk*. Praha: Oikoymenh.
- Heidegger, M. (2018). *Bytí a čas*. Praha: Oikoymenh.
- Chakrabarti, C. G., & De, K. (2000). Boltzmann-Gibbs entropy: axiomatic characterization and application. *International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences*, 23(4), 243-251.
- Jaynes, E. T. (1965). Gibbs vs Boltzmann entropies. *American Journal of Physics*, 33(5), 391-398.
- Johnson, M. (2008). *The meaning of the body: Aesthetics of human understanding*. University of Chicago Press.

- Johnson, M., & Liber, O. (2008). The Personal Learning Environment and the human condition: from theory to teaching practice. *Interactive Learning Environments*, 16(1), 3-15.
- Lakoff, G. (1999). Cognitive models and prototype theory. *Concepts: Core Readings*, 391-421.
- Lakoff, G. (2006). *Ženy, oheň a nebezpečné věci: co kategorie vypovídají o naší mysli*. Triáda.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2002). *Metafory, kterými žijeme*. Host.
- Lebowitz, J. L. (1993). Boltzmann's entropy and time's arrow. *Physics today*, 46, 32-32.
- Molnár, J., Schubertová, S., & Vaněk, V. (2008). *Konstruktivismus ve vyučování matematice*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Pavlík, J. (2004). Informace, ontologie, entropie. *E-Logos: Electronic Journal for Philosophy*, 1211-0442.
- Rényi, A. (1961). On measures of entropy and information. In *Proceedings of the Fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Contributions to the Theory of Statistics*. The Regents of the University of California.
- Rudd, D. (1983). Do we really need World III? Information science with or without Popper. *Journal of information science*, 7(3), 99-105.
- Rupert, R. D. (2009). *Cognitive systems and the extended mind*. Oxford University Press.
- Teilhard de Chardin, P (1990). *Vesmír a lidstvo*. Vyšehrad.
- Teilhard de Charin, P. (2005). *Úvahy o štěstí a lásce*. Olomouc: Refugium Velehrad-Roma.
- Tollefsen, D. P. (2006). From extended mind to collective mind. *Cognitive systems research*, 7(2-3), 140-150.
- Vondrová, N., & Jirotková, D. (2016). Pojednání o prof. Milanu Hejném u příležitosti jeho 80. narozenin aneb Autor teorie objektem svého výzkumu. *Pedagogika*, 66(4).

Poznámka o autorovi

Michal Černý

Působí jako asistent na Katedře informačních studií a knihovnictví a na Katedře sociální pedagogiky Masarykovy univerzity. Soustředí se na problémy vztahu filosofie informace a filosofie výchovy s přihlédnutím k fenomenologicko-pragmatistické tradici.

E-mail: mcerny@phil.muni.cz