

# **Informační věda 1**

Distanční studijní text

**Marek Timko**

**Opava 2017**





**Obor:** Knihovnictví

**Klíčová slova:** Informační věda, filosofie informace, informace, entropie, termodynamické principy, evoluční ontologie, informační fyzika, kybernetika a teorie informace, genetika a epigenetika, biosémiotika, teorie Santiago, negentropie, memetika.

**Anotace:** Cílem studijní opory předmětu *Informační věda I* je osvojení si základní terminologie informační vědy jako i jejího předmětu a vývoje až k současnému stavu a dalším možným perspektivám. Důraz je kladen zejména na reflexi jejich hlavních problémů v kontextu pojmu *informace* z hlediska různých vědních oborů a disciplín (s důrazem na multi- či transdisciplinaritu).

**Autor:** **Mgr. Marek Timko, Ph.D.**

## OBSAH

RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY.....	8
1 INFORMAČNÍ VĚDA – ZÁKLADNÍ POJMY A PŘÍSTUPY.....	9
1.1 K filozofickému ukotvení informační vědy (J. Cejpek) .....	10
1.1.1 Vznik a vývoj informačních oborů .....	10
1.1.2 Společenská zprostředkovatelská funkce.....	10
1.1.3 Informační věda .....	11
2 INFORMACE V ABIOTICKÝCH SYSTÉMECH. VZTAH INFORMACE A ENTROPIE Z POHLEDU TERMODYNAMICKÝCH ZÁKONŮ.....	15
2.1 Informácia, entropia a singularita .....	16
2.2 Prvotná singularita, inflácia a entropia .....	18
3 EVOLUČNĚ ONTOLOGICKÉ POJETÍ INFORMACE – DVA ONTICKÉ ŘÁDY SKUTEČNOSTI (INFORMACE PŘIROZENÁ A SOCIOKULTURNÍ).....	23
3.1 Informace jako potenciální kategorie filosofie (J. Šmajš) .....	24
3.1.1 Informace přirozená .....	26
3.1.2 Informace sociokulturní .....	27
4 CAPURROVO INFORMAČNÍ TRILEMA A JEHO ŘEŠENÍ PROSTŘEDNICTVÍM EVOLUČNĚ ONTOLOGICKÉHO KONCEPTU INFORMACE.....	30
4.1 Konec <i>Capurrova informačního trilematu</i> ? (Návrh evolučně ontologického řešení).....	31
4.1.1 Capurrovo informační trilema.....	31
4.1.2 Evolučně ontologické pojetí informace .....	32
4.1.3 Návrh evolučně ontologického řešení <i>Capurrova informačního trilematu</i> .....	34
5 INFORMAČNÍ FYZIKA T. STONIERA - INFONY ČI QUBITY JAKO NEJMENŠÍ JEDNOTKY FYZIKÁLNÍ INFORMACE? .....	38
5.1 Informácia, energia a látka.....	39

6 INFORMACE A KYBERNETIKA.....	45
6.1 Kybernetika a informace.....	46
6.2 Kybernetika a informatika (či teorie informace?).....	48
6.2.1 Kybernetické pojetí informace.....	48
6.3 Teorie informace a C. E. Shannon.....	49
6.4 Ve věku informací.....	52
6.5 Zpětná vazba – základní pojem kybernetiky .....	52
7 INFORMACE JAKO NEGENTROPIE (INFORMACE V BIOTICKÝCH SYSTÉMECH) .....	56
7.1 Informace jako negentropie .....	56
7.1.1 Informace a negentropie .....	58
8 BIO-INFORMACE A OTEVŘENÉ NELINEÁRNÍ DISIPATIVNÍ SYSTÉMY. INFORMAČNÍ PROCESY JAKO VYTVÁŘENÍ ŘÁDU Z CHAOSU .....	61
8.1. Organické kódy a paměti M. Barbieriho (J. Švorcová) .....	62
8.1.1 Barbieriho sémantická biologie .....	63
8.1.2 Kód jako metafora.....	64
9 INFORMACE GENETICKÁ A EPIGENETICKÁ. KOGNITIVNÍ BIOLOGIE A <i>AUTOPOIETICKÉ SYSTÉMY</i> (H. MATURANA, F. VARELA) .....	67
10 BIOSOCIÁLNÍ INFORMACE A PROBLÉMY S PROTOKULTUROU .....	72
10.1 Informace všude kolem nás .....	72
10.2 Biosociální informace .....	73
10.3 Protokultura.....	73
10.4 Artefakty v protokultuře .....	75
10.5 Lidská kultura a technika .....	77
11 SOCIOKULTURNÍ INFORMACE A EVOLUCE KULTURY. ONTOLOGICKÁ KONCEPCE 3 SVĚTŮ K. R. POPPERA .....	80
11.1 Evolučně ontologické pojetí sociokulturní informace .....	81
11.2 Ontologická koncepce 3 světů K. R. Poppera a J. Ecclese .....	82

12 MEMY JAKO JEDNOTKY SOCIOKULTURNÍ INFORMACE.....	85
12.1 Šíření memů.....	86
12.2 Typy memů a vztahy mezi nimi.....	87
PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON.....	90

Úvodem

### **Identifikační údaje**

- 1. ročník bakalářského studia, typ: prezenční i kombinované

- autor textu: Mgr. Marek Timko, Ph.D.

- kontakt: marek.timko@fpf.slu.cz

- tel.+ **420 553 684 490**

- konzultační hodiny: *středa 10.00-12.00*

### **Anotace předmětu**

Cílem předmětu je osvojení si základní terminologie informační vědy jako i jejího předmětu a vývoje až k současnému stavu a dalším možným perspektivám. Důraz je kladen zejména na reflexi jejich hlavních problémů v kontextu pojmu *informace* z hlediska různých vědních oborů a disciplín (s důrazem na multi- či transdisciplinaritu).

## RYCHLÝ NÁHLED STUDIJNÍ OPORY

Jednotlivé kapitoly studijní opory korespondují s tématy jednotlivých přednášek kurzu *Informační věda I*. Splnění cílů této opory, jako i úspěšné absolvování předmětu, předpokládá studium pramenných či interpretačních textů, na které jednotlivé kapitoly odkazují a které jsou také studentům přístupné online na oborovém webu. Otázky k zamyšlení či jednotlivé úkoly vychází právě z těchto textů, takže bez jejich studia není možné získat požadované znalosti.

Přednášky – a tedy i následující kapitoly – jsou prezentovány v tomto pořadí:

1. Informační věda – základní pojmy a přístupy.
2. Informace v abiotických systémech. Vztah informace a entropie z pohledu termodynamických zákonů.
3. Evolučně ontologické pojetí informace, dva ontické řády (informace přirozená a sociokulturní).
4. Capurrovo informační trilema a jeho řešení prostřednictvím evolučně ontologického konceptu informace.
5. Kvantová informace (*qubit* jako nejmenší fyzikální jednotka informace). Koncepce informační fyziky T. Stoniera. *Infon* jako jednotka „fyzikální“ informace?
6. Informace a kybernetika. Přínos N. Wienera. Statisticko-kvantitativní pojetí informace C. E. Shannona. Informace jako data. Informační šum při přenosu informace.
7. Informace v biotických systémech. Pojetí informace jako negentropie (E. Schrödinger).
8. Bio-informace a otevřené nelineární disipativní systémy. Informační procesy jako vytváření řádu z chaosu (I. Prigogine). Organické kódy a sémantická biologie.
9. Informace genetická a epigenetická. Kognitivní biologie a *autopoietické systémy* (H. Maturana, F. Varela). Život jako poznání, poznání jako informační proces.
10. Biosociální informace a problémy s protokulturou.
11. Sociokulturní informace jako výsledek (a zároveň předpoklad) evoluce kultury. Ontologická koncepce 3 světů K. R. Poppera.
12. *Memy* jako jednotky sociokulturní informace (R. Dawkins, S. Blackmoreová). Analogie a diference sociokulturní evoluce s biologickou evolucí (*memy* vs. *geny*). Problémy s *memetikou*.



# 1 INFORMAČNÍ VĚDA – ZÁKLADNÍ POJMY A PŘÍSTUPY

## RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



První přednáška vychází z kapitol monografie J. Cejpka *Informace, komunikace a myšlení* (s. 13-37, 153-180; 2. vyd., 2005), kde se popisuje informační věda (v širším i užším pojetí) jako multi- či transdisciplinární obor. Předmět jejího bádání či výzkumu se srovnává nejenom s předmětem informatiky, ale i s disciplínami teoretickými (filosofie, psychologie, teorie systémů, pedagogika, sociální komunikace) či praktickými (knihovnictví, muzejnictví, informační poradenství, informační management).

Kromě periodizace jednotlivých etap vývoje informační vědy je charakterizován i současný stav s přesahem k budoucím perspektivám (zejména vzhledem k automatizaci a robotizaci informačních profesí). Tady se vychází zejména z úvodní kapitoly monografie D. Bawdena a L. Robinsonové *Úvod do informační vědy* (s. 13-40; 2017).

## CÍLE KAPITOLY



- Charakterizovat předmět informační vědy (v širším i užším pojetí)
- Popsat periodizaci vývojových etap informační vědy
- Srovnat předmět informační vědy s informatikou (uvést společné i rozdílné znaky)
- Uvést 4 základní významy pojmu informace (podle J. Cejpka)
- Na konkrétních příkladech popsat možné perspektivy oboru (ve vztahu ke knihovnictví a dalším informačním profesím)

## KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Informační věda, informace, data, znalost, organizace a třídění informací, informatika, sociální informatika, knihovnictví.

### 1.1 K filozofickému ukotvení informační vědy (J. Cejpek)

#### 1.1.1 VZNIK A VÝVOJ INFORMAČNÍCH OBORŮ

Od 20. let minulého století se začaly objevovat první publikace, které lze považovat za stavební kameny tvořící se *teorie informace*. Její skutečný rozvoj jako vědního oboru však nastal až po 2. světové válce přičiněním zejména C. E. Shannona, R. Fischera, N. Wienera a dalších. Teorie informace se stala základem kybernetiky. Jako matematicko-statistická teorie se nezabývá obsahem, smyslem, významem, užitečností a hodnotou informace. Tu chápe jako měřitelnou veličinu (bit, bajt).

Druhým vědním oborem zabývajícím se informací je *informatika*. V současné době prodělává nejen jako vědní, ale také studijní obor nebývalý rozmach. O povaze a předmětu tohoto oboru vypovídá více než jeho české označení jeho anglický název – computer science. Zabývá se informací, jež se ve strojích přeměňuje na data. Jako strojový kód jsou data druhem potenciální informace. Jde o poznatky, znalosti, zkušenosti, příběhy a prožitky, jež jsou uloženy do hmoty, na hmotu či do energie. K bližšímu objasnění pojmu potenciální informace se ještě vrátím. *Informatika* je v podstatě obor technický. To však neznamená, že občas nepřekračuje hranice technického oboru a nezabývá se psychickými a sociálními důsledky informačních technologií na psychiku jedince a na společnost. Jeho doménou je však počítač jako technický prostředek a jako téměř univerzální stroj vynalezený, používaný a zdokonalovaný člověkem.

Třetím vědním a studijním oborem zabývajícím se informací, je *informační věda* (information science).

#### 1.1.2 SPOLEČENSKÁ ZPROSTŘEDKOVATELSKÁ FUNKCE

Teprve po vynálezu písma, zprvu převážně obrázkového, a teprve poté, co se začalo psát na přenosné předměty, které se mohly k sobě vzájemně přiřazovat, bylo možno z nich učinit organizovaný fond jako základ archivu či knihovny, dnes i databáze jakéhokoli typu. Aby mohl takovýto fond sloužit jako zdroj znalostí, zkušeností, příběhů a prožitků, bylo nutno k němu vytvořit přístupovou cestu v podobě katalogu, dnes pak ve formě katalogu digitálního, vyhledávače (např. k internetu) apod. Nazvěme tuto společenskou funkci stručně a poněkud zjednodušeně **společenskou funkcí zprostředkovatelskou**. Od vzniku prvních archivů a starověkých knihoven (knihovna asyrského krále Aššurbanipala v 7. stol. př. n. l., starověká Alexandrijská knihovna založená na konci 4. stol. atd.) představuje tato společenská funkce konstantu. Ta nabývá na svém významu všude tam, kde společnost prožívá civilizační rozvoj daný zejména pokrokem ve vědě a umění a technice. Lze ji definovat jako shromažďování, zpracovávání a ukládání lidmi vytvořených znako-

vě zaznamenaných poznatků, znalostí, zkušeností, příběhů a prožitků do organizovaných sbírek dokumentů a dnes také elektronických zdrojů tak, aby mohly být rychle a spolehlivě zpětně nalézány a využívány. Společenská zprostředkovatelská funkce zajišťuje kontinuitu vývoje lidské kultury, zmírňuje rozptyl našeho poznání a od vzniku vědy a techniky také oslabuje neodůvodnitelné opakování výzkumu a vývoje. Ve vývoji lidské společnosti došlo zatím třikrát ke skokovému posílení společenské zprostředkovatelské funkce.

Až do poloviny 20. století byla síla uplatňování této společenské funkce podmiňována vývojem písma, knihy a knižní kultury, záznamu obrazu a zvuku a také mírou gramotnosti a celkové vzdělanosti obyvatel té které země. Prvním historicky klíčovým zvratem byl ve vývoji společenské zprostředkovatelské funkce přechod od obrázkového písma k písmu hláskovému (abecednímu) nazývaný **fonetizací písma**. Tento proces probíhal v různých zemích v různých obdobích. V globálním měřítku dodnes není ukončen. Druhé neobyčejné posílení této společenské funkce přinesl **vynález knihtisku** v polovině 15. století a jeho postupné rozšíření. Zcela rozhodujícím způsobem pak byla tato společenská funkce posílena vynálezem počítače v polovině 20. století a následným neobyčejně rychlým **rozvojem informačních technologií**.

### 1.1.3 INFORMAČNÍ VĚDA

Vývoj uskutečňování společenské zprostředkovatelské na funkce vedl k tomu, že se *teorie knihovnictví* (library science), vázaná na instituci knihovny, stala svým předmětem příliš úzkou. Vznikla společenská potřeba, aby vznikl širší vědní a studijní obor a jeho praktická aplikace, který by se nevázal pouze na instituci, ale na sílicí společenskou zprostředkovatelskou výše popsanou funkci. V situaci, kdy se tento vývoj v důsledku vynálezu začal předvídat, vznikl v USA v roce 1945 obor nazvaný informační věda.

Jak v zemi svého vzniku, tak i v mnoha ostatních zemích, kde se informační věda pěstuje (jako studijní obor se dnes přednáší v mnoha zemích na více než 100 univerzitách a vysokých školách), se chápe jako věda, která zkoumá vlastnosti a chování sociální informace, síly ovládající tok informací a prostředky informačně komunikačního procesu, jimiž by se dosáhlo optimální přístupnosti a použitelnosti informace. Jde o procesy zahrnující vznik, šíření, shromažďování, pořádání, ukládání, uchovávání, opětné vyhledávání, interpretaci a používání informace. Týká se jak informace potenciální (znakově zaznamenané v dokumentech a elektronických zdrojích, „fixované“ do hmoty, na hmotu nebo do energie), tak informace jako součásti lidského vědomí, tj. informace jako psychofyzilogického jevu a procesu odehrávajícího se v lidské mysli a v lidském mozku.

Ke vzniku informační vědy však přispěl ještě jeden důvod. Jak jsem se pokusil ukázat, ani matematicko-statistická teorie informace odhlížející zcela od obsahu sdělovaného, ani *informatika* (computer science) jako obor v podstatě technický a tedy svým předmětem zaměřený především na počítač jako stroj, nemohly plně pokrýt tuto společenskou potřebu. Stále naléhavější se jeví otázka účinků informačních technologií na život jedince i celé společnosti. Stále potřebnější je odpověď na otázky, jaká je podstata a smysl spole-

čenské zprostředkovatelské funkce uskutečňované nejrůznějšími institucemi i jedinci a jakou roli v nich hrají informační odborníci nejrůznějších profesních kategorií (archiváři, knihovníci, informační specialisté, informační manažeři, informační konzultanti apod.). Je však zřejmé, že takto chápaná informační věda v užším pojetí se týká pouze lidské kultury a v tomto smyslu je antropocentrická.

Přistupme nyní na skutečnost, že pojem informace je univerzální a že se tedy netýká pouze lidské společnosti. Vezměme za svou myšlenku, kterou ve svém díle rozvádí kromě mnoha jiných J. Šmajš, že základním konfliktem, který ohrožuje lidskou kulturu, je konflikt mezi přirozenou a sociokulturní evolucí a tedy i mezi konstitutivní informací přírodní a konstitutivní informací sociokulturní. V takovém případě pak musíme tendence přesahovat hranice informační vědy v užším pojetí považovat za přirozené a perspektivní, i když je zatím takovýto vědní obor hypotetický. **Informační vědu** v širším pojetí lze stručně definovat jako vědu o reprezentaci, prezentaci a recepci informace.

To je ovšem definice, jejíž předmět je velmi široký – implicitně zahrnuje tři základní kategorie informace: sociální, biologickou a fyzikální. Takovéto třídění se potýká s často diskutovaným problémem hranice mezi živou a neživou přírodou. Sociální informace, neboli informace sociokulturní (J. Šmajš), resp. sociálně komunikační procesy, jsou nám nejbližší. Zahrnují jak informaci jako psychofyzilogický jev a proces odehrávající se v lidském vědomí, tak informaci znakově jakkoli zaznamenanou na neživém hmotném nosiči, který vytvořil člověk, tj. druh potenciální informace. Pokud jde o biologické informace, jsou to zejména neurofyzilogové, neuropatologové, kognitivní vědci z řad filozofů a jiní specialisté, kteří již desítky let intenzivně studují lidský mozek a informačně komunikační procesy, které v něm probíhají. Velmi intenzivně se také studuje biologická informace a informačně komunikační procesy v živé a neživé přírodě, ale domnívám se, že v poznávání těchto informačních jevů a procesů a jejich porozumění jsme stále ještě na samotném počátku. Pojem fyzikální informace je často předmětem pochybností, přesto se dějí stále pokusy existenci tohoto druhu informace prokázat. Vychází se přitom z premisy, že vše, co se děje v přírodě, je zaznamenáno, ale že jen nepatrnou část těchto záznamů umí člověk „přečíst“, a to zpravidla jen velmi povrchně. Např. erudovaný lesní inženýr dokáže, byť velmi zhruba, z letokruhů pařezu odhadnout vývoj daného stromu, obdobně geolog umí zhruba z kamene vyčíst evoluční vývoj, jímž daný kámen dosud prošel.

**Reprezentace informace** v uvedené definici znamená, že jde o způsob symbolického vyjádření informace, které může mít velmi různorodou povahu: např. znakovou vycházející zpravidla z předem vytvořených znakových soustav. Povahu znaků však mohou mít také různé chemické látky, např. feromonty u rozličných druhů živočichů. Neurony lidského mozku se „dorozumívají“ prostřednictvím jak chemických látek, tak i elektrických impulzů atd.

**Prezentace informace** neboli způsob šíření informace představuje v lidské společnosti neobyčejně širokou škálu prostředků, institucí a jejich soustav (např. soustav školního a mimoškolního vzdělávání), sebevzdělávání, masmédií atd. Živá a neživá příroda si

ovšem vytváří své specifické způsoby šíření informace, jejichž podstatu a smysl jen pozvolna odhalujeme. Smysl reprezentace a prezentace informace je v sociokulturní sféře v jejím přijetí lidskými smysly, v jejím porozumění vycházejícím z aktuálního stavu endoceptu příjemce a v její přeměně na jeho poznatek či znalost.

Smysl reprezentace a prezentace informace je v **recepti informace**, v případě sociální komunikace v jejím přijetí lidskými smysly a její přeměně ve znalost. Obdobně je tomu u ostatních živých tvorů a svým způsobem i u neživé přírody.

To je tedy jedna z možných definic informační vědy v širokém pojetí, která ovšem přesahuje výše zmíněnou společenskou zprostředkovatelskou funkci. Navíc jde o definici hypotetickou, která především operuje s informací jako fenoménem lidského vědomí, jako s psychofyziologickým jevem a procesem. Zde stále platí jeden z výroků lékaře neuropatologa Františka Koukolíka o tom, že lidský mozek je nám vzdálenější než nejvzdálenější galaxie. Tím spíše to pak platí o našich dosavadních znalostech (či spíše neznalostech) o informačně komunikačních jevech a procesech v živé a neživé přírodě. Navíc někteří odborníci zabývající se informační vědou upozorňují na nebezpečí, že by mohla na základě takového širokého pojetí této disciplíny jakási věda věd (supervěda). Přesto neustává úsilí zejména filozofů a filozofujících vědců o nalezení jednotné definice informace.

---

## SHRNUTÍ KAPITOLY



Informační věda je multioborová disciplína, která (v užším pojetí) vzniká koncem 40. let 20. st. a která se zabývá vznikem, vytvářením, recepcí, šířením, organizováním, tříděním a uchováváním informací. Zatímco informatika se zabývá specifickým typem informace – daty, tedy informacemi zakódovanými do binární (dvojkové) soustavy a jejím zpracováním, přenosem či ukládáním prostřednictvím informačních technologií (PC hardware, software), informační věda se zabývá informacemi na obecnější úrovni (společensky zprostředkovatelská role, filosofie informace atd.).

Pojem informace není doteď jednotně definován. J. Cejpek upozorňuje na **4 základní významy**:

- 1.) informace jako výraz rozmanitosti neživé (abiotické) i živé (biotické) přírody;
- 2.) informace jako míra uspořádanosti systému (tedy jako opak entropie);
- 3.) informace jako psychofyziologický jev a proces, který utváří lidský endocept;
- 4.) informace jako potenciální informace uložené na hmotném nosiči nebo jako data cirkulující mezi technickými zařízeními (informačními technologiemi).

V současnosti vzniká množství nových oborů, které aplikují poznatky informační vědy, např. sociální informatika, informační management, data mining apod.



## OTÁZKY

Co je předmětem informační vědy?

Jaké jsou 4 základní významy pojmu informace?

Jak se liší předmět informační vědy od předmětu informatiky?

Jaké jsou nové obory či profese v rámci informační vědy?

---



## DALŠÍ ZDROJE

Bawden, D. – Robinson, L. *Úvod do informační vědy*. Brno: Flow, 2017.

Cejpek, J. *Informace, komunikace a myšlení: úvod do informační vědy*. Praha, 2005.

---

## 2 INFORMACE V ABIOTICKÝCH SYSTÉMECH. VZTAH INFORMACE A ENTROPIE Z POHLEDU TERMODYNAMICKÝCH ZÁKONŮ

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Druhá přednáška vychází jak z poznatků klasické termodynamiky (formulace 3 termodynamický zákonů), tak i z obecné teorie systémů (popis vztahu informace a entropie), ale také i ze standardního kosmologického modelu, ve kterém žádný zákon „zachování informace“ neexistuje.

Informace v abiotických systémech se interpretují (např. u G. Batesona) také jako výraz specifické uspořádanosti jejich vnitřní (energetické, látkové či molekulární) struktury.

### CÍLE KAPITOLY



- Charakterizovat a na konkrétních příkladech uvést informaci v abiotických (neživých) systémech;
- Popsat vztah informace a entropie (v kontextu termodynamických zákonů) ve všech typech systémů (izolovaný, uzavřený, otevřený);
- Vysvětlit termín „termodynamická šipka času“;
- Popsat vztah informace – entropie v singularitách (Velký třesk vs. černé díry).

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Informace, entropie, abiotické systémy, teorie systémů, termodynamické zákony, termodynamická šipka času, standardní kosmologický model, singularity, informační paradox černých děr.

### VÝKLADOVÁ ČÁST

První část přednášky vychází převážně z obecných poznatků klasické termodynamiky, tak i z obecné teorie systémů (popis vztahu informace a entropie), ale také i ze standardního kosmologického modelu (více viz shrnutí).

Druhá časť prednášky, ktorá popisuje vzťah informácie, entropie a singularít, vychádza z jednej časti mé dizertačnej práce *Evolúcia – informácia – skutočnosť* (text je slovensky a bez poznámkového aparátu):

## 2.1 Informácia, entropia a singularita

Všetky reálne existujúce entity v našom vesmíre môžeme popísať pomocou troch základných kategórií – energie, látky, informácie. Čo však v prípade, keď chceme popísať entitu, ktorá predstavuje naozaj extrémne fyzikálne vlastnosti, teda entitu, ktorá vytvára maximálne možné zakrivenie priestoročasu, v ktorom rastie hustota nepriamo úmerne k objemu a to dokonca až k nekonečným hodnotám hustoty a (takmer?) nulovému objemu – *singularitou*? Je možné, aby v singularitách existovala nejaká miera usporiadania? Alebo je singularita objektom s maximálne veľkou (teda nekonečnou) entropiou?

So singularitou sa môžeme najčastejšie „stretnúť“ v tzv. *čiernej diere*. Čierna diera vzniká ako posledné vývojové štádium hviezd veľkej hmotnosti (predpokladaná minimálna hmotnosť je 2-3-násobkom hmotnosti Slnka), pričom pod vplyvom obrovských tlakov sa látka hviezdy začne rútiť do svojho vlastného stredu, teleso kolabuje pôsobením vlastnej gravitácie. Ako sa znižuje objem hviezdy, zväčšuje sa gravitačná príťažlivosť, čím sa priestor v okolí hviezdy stále viac a viac zakrivuje. Po prekročení istej kritickej hodnoty, je gravitačné pôsobenie tak silné, že úniková rýchlosť presahuje maximálnu možnú hodnotu, teda rýchlosť svetla a nič, čo padá do stredu hviezdy už nemôže uniknúť. Táto kritická hodnota sa preto nazýva *horizontom udalostí* a definovaná je Schwarzschildovým polomerom.

Prekročením horizontu udalostí už teda nemôže ani látka, ani informácia smerovať k vonkajšiemu pozorovateľovi. Bodový stred čiernej diery vytvára maximálne možné zakrivenie priestoročasu, stáva sa singularitou. Vzťahom medzi entropiou (neusporiadenosťou systému) a veľkosťou plochy horizontu čiernej diery si v 70. rokoch 20. st. začínajú zaoberať hlavne dvaja astrofyzici, S. Hawking a J. Bekenstein. Hawking si spočiatku myslel, že podobnosť medzi druhým termodynamickým zákonom a rastom plochy horizontu čiernej diery je čiste náhodná, že čierna diera je presným opakom neusporiadania, teda že je stelesnením jednoduchosti. Bekenstein bol naopak presvedčený o tom, že aby existencia čiernej diery nemohla znižovať celkovú entropiu vesmíru (teda aby neprotirečila druhému zákonu termodynamiky), musí mať čierna diera vždy isté množstvo entropie, a to rastie s množstvom prijatej látky či energie, teda s pribúdajúcou hmotnosťou čiernej diery. Bekenstein odhadol, že entropia čiernej diery sa rovná ploche horizontu, ktorú vydelíme tzv. *Planckovou-Wheelerovou plochou* (jej veľkosť je  $2,61 \cdot 10^{-70} \text{ m}^2$ ). Čierna diera, ktorej hmotnosť by sa rovnala 10 Slnkám, by mala veľkosť horizontu približne  $11\,000 \text{ km}^2$ . Pokiaľ by sme teda túto plochu vydelili Planckovou-Wheelerovou plochou, dostaneme entropiu vyjadrenú číslom  $10^{79}$ . „*Celkový počet spôsobov usporiadania náhodne rozmiestnených atómov (či molekúl) vo vnútri takejto čiernej diery by bol  $10^{79}$ , čo je číslo takmer tak veľké, ako je počet atómov vo vesmíre.*“ (Greene, B.: *Struktúra vesmíru*).



Na základe týchto poznatkov môžeme konštatovať, že čierne diery predstavujú fyzikálne systémy s maximálnym množstvom entropie v danej oblasti priestoru, ktoré už viac nie je možné zväčšiť. Takéto oblasti sa stávajú entropicky nasýtenými, čím sa čosi dozvedáme aj o povahe samotného priestoru: „*Že maximálna entropia, ktorá môže byť natlačená do oblasti priestoru – akejkoľvek oblasti, kdekoľvek a kedykoľvek -, sa rovná entropii obsiahnutej v čiernej diere, ktorej veľkosť sa rovná zmienenej oblasti priestoru.*“ (Greene, B.: *Struktúra vesmíru...* s. 407-410).

Vzhľadom k tomu, že je entropia čiernej diery úmerná ploche horizontu (a nie jej objemu), je zaujímavou otázkou, či „*fundamentálne stupne voľnosti, teda parametre, ktoré majú potenciál zvyšovať entropiu*“, nesídlia skôr na „povrchu“ priestoru než vo vnútri jeho objemu? Tým sa otvára otázka, nakoľko by bolo možné chápať vesmír ako hologram?

Aj keď spočiatku fyzici pracovali s idealizovaným modelom nepohybujúcej sa čiernej diery, čím ďalej, tým viac bolo zrejmé, že takýto popis bude len veľmi približný a preto aj nevyhnutne neúplný. Skutočná čierna hviezda totiž vzniká gravitačným kolapsom pohybujúceho sa, veľmi hmotného telesa – hviezdy, ktorá nemá ideálne sférický stav (môže byť napr. sploštená na svojich póloch) a ktorá má rotačný kruhový moment. Ktoré z fyzikálnych vlastností hviezdy sa prenesú aj na čiernu diery? Pomerne rýchlo sa ukázalo, že v priebehu gravitačného zrútenia sa všetky povrchové nepravidelnosti hviezdy „vyhladia“ a že akékoľvek „*odchýlky gravitačného poľa od sférickej symetrie sa postupne znižujú a „vyžiarajú“ sa vo forme gravitačných vln.*“ (Novikov, I. D. *Černé díry a vesmír*, s. 42). To znamená, že povrchové nepravidelnosti hviezdy na čiernu diery neprechádzajú. Jedinými fyzikálnymi vlastnosťami, ktorými môžeme čiernu diery popísať (a i to len nepriamo, prostredníctvom jej gravitačných efektov), je jej hmotnosť, elektrický náboj a rotácia, iba tieto vlastnosti predstavujú akési fyzikálne „dedičstvo“ po predchádzajúcej etape života hviezdy. Túto skutočnosť vyjadril americký fyzik John A. Wheeler známym metaforickým vyjadrením: „Čierne diery nemajú vlasy!“

Istú dobu boli fyzici skutočne presvedčení, že čierne diery už nemôžu okrem svojej hmotnosti, elektrického náboja a rotácie poskytovať vonkajšiemu pozorovateľovi žiadne ďalšie fyzikálne charakteristiky. S myšlienkou, že by tomu tak ale nemuselo byť prichádza už v roku 1971 ruský fyzik J. B. Zeldovič. Ten sa intenzívne zaoberá úvahami o tom, aké kvantovofyzikálne procesy môžu nastávať v okolí rotujúcej čiernej diery. Pokiaľ sa v blízkosti horizontu vytvorí prostredníctvom kvantovej fluktuácie vákua pár virtuálnych častíc (napr. virtuálnych fotónov), môžu obrovské slapovými gravitačnými silami čiernej diery dodať týmto virtuálnym časticiam dostatok energie na to, aby sa z nich stali častice skutočné. Pokiaľ sa jedna z týchto častíc priblíži bezprostredne k horizontu, môže byť strhnutá do čiernej diery. Druhá častica je vymrštená opačným smerom, uniká teda od čiernej diery a odnáša si so sebou aj energiu získanú od slapových gravitačných síl.<sup>1</sup> Čierna diery tak prichádza o časť energie a o kúsok sa scvrkne.

V polovici 70. rokov 20. st. výpočty S. Hawkinga potvrdili predpoklady J. B. Zeldoviča o tom, že čierna diera musí žiariť a tým aj neustále strácať svoju energiu. Žiariť bude aj potom, čo sa jej rotácia zastaví, vyžarovaná energia však už pochádza len z jedného jediného miesta, zo stredu čiernej diery, z jej singularity. Ako pokračuje vyžarovanie, diera stráca svoju energiu, čím sa jej hmotnosť, plocha i entropia znižuje. Zväčšuje sa však jej teplota a jej povrchová gravitácia rastie. Dochádza k tzv. *vyparovaniu* čiernej diery.

Definitívny koniec čiernej diery je závislý od jej veľkosti, čím je diera väčšia, tým je chladnejšia, tým slabšie vyžaruje a tým pomalšie sa vyparuje. Po vyparení veľkej časti látky a energie nasleduje mohutná explózia zvyšku extrémne horúcej látky. Matematickými výpočtami, ako aj počítačovou simuláciou, sa odhaduje, že „*čierna diera strednej hviezdnej hmotnosti sa vyparí po  $10^{66}$  rokoch.*“ (Novikov, I. D. *Černé díry a vesmír*, s. 88).

Na 17. Medzinárodnej konferencii o všeobecnej relativite a gravitácii, ktorá sa uskutočnila 18. – 23. júla 2004 však S. Hawking prichádza s novou prekvapujúcou teóriou, ktorá predpokladá, že informácie v čiernej diere nezanikajú úplne a že aj po jej zániku by ich bolo možné získať. Dôsledky tejto teórie by mali predstavovať riešenie tzv. *informačného paradoxu* čiernych dier. Pokiaľ z čiernej diery môže emitovať žiarenie tzv. *kvantovým tunelovaním*, mohlo by byť takéto žiarenie zároveň aj nosičom informácie a „vyniesť“ tak informáciu z čiernej diery von. Hawking tvrdí, že „*ak by sme skočili do čiernej diery, tak informácia o našej hmotnosti/energii sa vráti späť do nášho vesmíru, aj keď v rozdrtenej podobe...*“ (Hawking)

Z informácie, ktorá opustí čiernu dieru teda nebude možné rekonštruovať pôvodnú a presnú podobu usporiadania nášho tela, svedectvo o našom pobyte poskytne len množstvo vyžiarenej energie. Postupne, ako sa bude čierna diera vyparovať a znižovať, by ju takýmto spôsobom mohli opustiť všetky fyzikálne informácie, ktoré v nej boli uväznené. Je zrejmé, že informácie, ktoré sa vyžiarila, budú čisto fyzikálnej povahy, vyššie formy usporiadania (chemická či biologická) sa nezachovávajú. Pokiaľ sa Hawkingova teória ukáže ako správna, bude to znamenať prevrat v doterajšom chápaní čiernych dier a s veľkou pravdepodobnosťou to povedie k odmietnutiu myšlienky, že singularity predstavujú miesto vzniku nových vesmírov.

## 2.2 Prvotná singularita, inflácia a entropia

Ako je to však s tzv. *prvotnou singularitou*, ktorá existencia sa predpokladá v čase  $t = 0$ , teda v momente veľkého tresku? Je aj v takomto prípade vzťah látky, energie a informácie rovnaký (či aspoň analogický), ako je to pri singularitách v čiernych dierach? K myšlienke prvotnej singularity došli kozmológovia úvahou, že ak v súčasnosti pozorujeme rozpínanie, rednutie a ochladzovanie vesmíru, tak čím ďalej do minulosti nášho vesmíru sa v predstavách preniesieme, tým menší, hustejší a teplejší náš vesmír bude. Logicky sa takýmto postupom dostaneme až do bodu nulového objemu, maximálnej hustoty

a obrovskej teploty. Ocitáme sa teda v singularite, v ktorej však nedošlo ku gravitačnému kolapsu, ale naopak, k odvrhnutiu svojho obsahu do práve sa vytvárajúceho a neustále sa rozpínajúceho priestoročasu. V roku 1970 dvaja fyzici, S. Hawking a R. Penrose, matematicky dokázali, že „*náš vesmír musí obsahovať na počiatku svojho rozpínania, vo veľkom tresku, priestoročasu singularitu, a pokiaľ niekedy dôjde k jeho zmršťovaniu, musí obsahovať singularitu aj vo veľkom krachu.*“ (Thorne, K. S. *Černé díry a zborcený čas...*, s. 458).

Pokiaľ predpokladáme platnosť druhého termodynamického zákona, ktorý nám hovorí, že v izolovaných sústavách sa postupom času zvyšuje neusporiadanosť (entropia) – pričom vesmír za takúto izolovanú sústavu považujeme –, tak pokiaľ sa budeme vracieť v čase späť, logicky by sme mali dôjsť až k bodu, v ktorom by bola entropia systému minimálna (resp. nulová). Je tento „bod“ v priestoročase totožný s prvotnou singularitou? Pokiaľ v takejto singularite existovala len akási kvark-gluónová vysokoenergetická plazma, ktorej fyzikálne vlastnosti sú neznáme, a pokiaľ bola táto plazma koncentrovaná do jedného bodu – je vôbec relevantné uvažovať nad usporiadanosťou či o čom?

Ani dnešná fyzika nám na tieto otázky nedokáže zodpovedať, procesy, ktoré prebiehali prvých  $10^{-43}$  s po veľkom tresku sú za horizontom nášho súčasného poznania (a môžu byť iba predmetom dohadov). Modelom inflačného vesmíru však už súčasní kozmológovia dokážu celkom uspokojivo popísať a vysvetliť „*vysoko usporiadaný, rovnomerne hladký charakter kozmickej tkaniny*“ prostredníctvom náhleho a prudkého rozťahnutia priestoru - *inflácie*, keď sa v čase približne  $10^{-35}$  s po veľkom tresku zväčšil vesmír „*príjajmenšom  $10^{30}$ krát a jeho objem tak narástol príjajmenšom  $(10^{30})^3$ , teda  $10^{90}$ krát.*“ (Greene, B. *Struktúra vesmíru...*, s. 277, s. 269). Výhodou inflačného modelu je to, že „*aj malá fluktuácia – skromnejší zoskok k priaznivým podmienkam vo vnútri drobného semienka priestoru – nevyhnutne plodí obrovský a usporiadaný vesmír.*“ (Greene, B. *Struktúra vesmíru...*, s. 275). Inflácia zároveň neporušuje druhý termodynamický zákon, keďže aj pri „*nafúknutí*“ priestoru celková entropia rastie. Ku koncu inflácie (zhruba  $10^{-33}$  s po veľkom tresku) dochádza k uvoľneniu obrovského množstva energie, z kvarkovo-gluónovej plazmy vzniká žiarenie a látka, pričom ich rozloženie v priestore je – aj vďaka rýchlej expanzii priestoru, ktorá vyrovnala (takmer) všetky možné „*nerovnosti*“ – rovnomerné, je nízkoentropické. Súčasný fyzik Brian Green konštatuje, že inflačný model sa vysporiadal s viacerými problémami štandardného modelu veľkého tresku, keďže vysvetľuje nielen tvar vesmíru a rovnomerné rozloženie látky a energie v priestore, ale objasňuje aj vznik a existenciu „*drobných*“ nerovností, „*nehomogenít na „menších“ vzdialenostiach (napríklad galaxií) a teplotné rozdiely žiarenia kozmického pozadia*“ (Greene, B. *Struktúra vesmíru...*, s. 275), ktoré sú výsledkom kvantových fluktuácií vesmíru pred samotnou infláciou. Na otázku, čo vlastne samotnú infláciu vesmíru spôsobilo a dramaticky tak zväčšilo rozmery vesmíru a urýchlilo jeho expanziu, v súčasnosti ešte neexistuje jednoznačná odpoveď. Nádejným kandidátom by mohlo byť aj tzv. *Higgsovo pole*, pokiaľ by v tom čase malo nenulové množstvo energie.

Inflačná teória vesmíru teda konštatuje, že po inflácii je miera neusporiadanosti relatívne nízka, pričom jej hodnota v rámci celého systému sa už znižovať nemôže. Tento model rovnako predpokladá, že neusporiadanosť v momente veľkého tresku, teda v prvotnej singularite, bola minimálna. Iného názoru je fyzik A. Linde, ktorý je predstaviteľom alternatívneho inflačného modelu, tzv. *chaotickej inflácie*. Vo svojej koncepcii pracuje s predstavou, že rané obdobie vesmíru pred infláciou bolo charakteristické vysokou mierou neusporiadanosti, chaosu. Práve vysoká miera prvotného chaosu mohla kvantovými fluktuáciami podnietiť inflačné rozpínanie. Linde se zároveň domnieva, že takýmto spôsobom sa mohlo zrodiť obrovské množstvo vesmírov, v ktorých – pokiaľ by boli od seba navzájom oddelené, resp. izolované – by mohli platiť úplne odlišné fyzikálne zákony.

Istá časť fyzikov sa otázkami o množstve informácie (či entropie) v prvotnej singularite vôbec nezaobera, časť fyzikov zase poukazuje na skutočnosť, že v momente veľkého tresku na nesmierne krátky okamžik „vládli“ extrémne fyzikálne podmienky, úplne odlišné od tých dnešných, a teda, že s vysokou pravdepodobnosťou tam fyzikálne zákony, ako ich poznáme v súčasnosti, (ešte) neplatili. Z tohto dôvodu sa preto nemá veľký zmysel snažiť o popis a charakteristiku tejto singularitu našimi – v takomto prípade neadekvátnymi – pojmami a teóriami (podobne, ako sa nemá zmysel pýtať, čo bolo pred veľkým treskom).

Táto úvaha o prvotnej singularite a jej vzťahu k nášmu poznaniu by sa možno analogicky dala rozšíriť i o neadekvátnosť našich pojmov a nedostatočnosť našich teórií pri popise singularít čiernych dier. Je tu však jeden rozdiel. Kým čierne diery si svoje „tajomstvá“ chránia pod horizontom udalostí, pod ktorý nie je možné nazrieť, prvotná singularita si ich chráni kozmickým horizontom. To, ako ďaleko (a ako hlboko) sa pri poznávaní singularít dostaneme, záleží nielen od našich teórií a techniky, ale aj od konečných limitov nášho vnímania a hraníc poznávania.



## SHRNUTÍ KAPITOLY

*Informaci* v abiotických (neživých) systémoch chápeme jako jejich vnitřní uspořádanost, vnitřní strukturu (např. na úrovni fyzikálních aspektů elektromagnetického záření, atomovou či molekulární strukturu).

Z hlediska obecné teorie systémů rozlišujeme tři druhy systémů:

1.) *izolované systémy* – nevyměňují si s vnějším prostředím ani látku, ani energii, ani informaci (příkladem může být náš vesmír);

2.) *uzavřené systémy* – s vnějším prostředím si vyměňují energii (nejčastěji v podobě tepelné energie), ale už ne látku a informaci;

3.) *otevřené systémy* – s vnějším prostředím si vyměňují jak energii, tak i látku a informaci (klasickým příkladem jsou živé organismy).

Když informaci chápeme jako uspořádanost systému, tak snížení této uspořádanosti znamená nárůst entropie, entropie je tedy obrácenou hodnotou informace.

Podle standardního kosmologického modelu a druhého termodynamického zákona může v našem vesmíru (jako v izolovaném systému) časem docházet jenom k zvyšování míry entropie a tedy k snižování jeho uspořádanosti. Systémy, které zvyšují vlastní entropii, spontánně zvyšovat vlastní uspořádanost (informaci) nemůžou. „Zákon zachování informace“ v našem vesmíru nebyl pozorován a i když není striktně považován za nemožný, je v časového hlediska nejméně pravděpodobný.

Systémy, které se „rozbily“, tedy snížily vlastní uspořádanost, se spontánně nesloží zpátky, proto se tomuto časově jednosměrnému a nezvratnému procesu říká „termodynamická šipka času“. Nelze ji otočit tak, aby v minulosti byly systémy uspořádanější, než jsou v přítomnosti.

Nejvyšší míra entropie se předpokládá v systémech s nejvyšším energetickým potenciálem (prvotní singularita v momentu Velkého třesku, či singularita uvnitř černé díry). A i když je maximální míra entropie identická se stavem termodynamické rovnováhy, k absolutní 0 K se v reálném čase nelze dostat (formulace 3. termodynamického principu).

*Informační paradox černých děr* popisuje situaci, kdy na jedné straně informace nemůže opustit horizont událostí černé díry, na druhé straně, žádná černá díra není úplně „černá“, jelikož vyzařuje energii vzniklou roztržením páru částice – antičástice.

---

## OTÁZKY



Co je příkladem informace v abiotickém systému?

Jaký je vztah informace a entropie? Uveďte na příkladu.

Jaká je hodnota entropie ve stavu termodynamické rovnováhy?

Co rozumíte pod pojmem termodynamická šipka času? Uveďte na příkladu.

Co označuje termín *informační paradox černých děr*?



## DALŠÍ ZDROJE

Greene, B. *Struktura vesmíru: čas, prostor a povaha reality*. Praha; Litomyšl: Paseka, 2006.

Hawking, S.: *The information paradox for black holes [online]*. 2004 [cit. 12. 5. 2008].  
Dostupné z: <http://www.dcu.ie/~nolanb/gr17.htm>

Novikov, I. D. *Černé díry a vesmír*. Praha: Mladá fronta, 1989.

Thorne, K., S. *Černé díry a zborcený čas: podivuhodné dědictví Einsteinova génia*. Praha: Mladá fronta, 2004.

---

### 3 EVOLUČNĚ ONTOLOGICKÉ POJETÍ INFORMACE – DVA ONTICKÉ ŘÁDY SKUTEČNOSTI (INFORMACE PŘIROZENÁ A SOCIOKULTURNÍ)

#### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Třetí přednáška se zabývá evolučně ontologickým modelem skutečnosti, vychází tedy z filosofické koncepce J. Šmajse. V rámci tohoto pojetí se informace chápe jako základní ontologická kategorie skutečnosti a rozlišuje se – v rámci dvou typů evoluce skutečnosti – *informace přírodní* (přirozená) a *informace sociokulturní* (umělá). Tyto dva typy uspořádanosti skutečnosti popisují jak biotické, tak i abiotické systémy skutečnosti. Každá dílčí uspořádanost má také svůj *strukturní* a *sémantický aspekt* (přičemž ten druhý předpokládá ten první). Ontický konflikt mezi těmito dvěma typy informace, tedy to, že sociokulturní informace je z hlediska svého vzniku vždy nutně protipřírodní, se v současnosti projevuje jako globální ekologická krize.

#### CÍLE KAPITOLY



- Charakterizovat evolučně ontologické pojetí informace;
- Popsat vztah informace a evoluce (jak přírodní, tak sociokulturní);
- Zdůvodnit Šmajsovu tezi o protipřírodnosti sociokulturní informace (potažmo lidské kultury);
- Navrhnout (alespoň myšlenkovým experimentem) zmírnění ontického konfliktu mezi informací přírodní a sociokulturní.
- Na příkladech vysvětlit vztah strukturního a sémantického aspektu informace ve všech úrovních skutečnosti (fyzikální, biologické, sociální, umělé).

#### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Evoluční ontologie, evoluce, informace přírodní (přirozená), informace sociokulturní (umělá), ontický konflikt dvou typů informace, biofilní transformace kultury.

Přednáška vychází z textů prof. J. Šmajse, zejména z vybraných kapitol jeho monografií *Evoluční ontologie*, *Ohrožená kultura*, *Filosofie psaná kurzívou*. Jako základní terminologické minimum je možné považovat následující studii.

### 3.1 Informace jako potenciální kategorie filosofie (J. Šmajš)

Pojem informace, jehož se dnes hojně užívá v teoretických úvahách i v běžné a masmediální komunikaci, nepochybně kandiduje na kategorii filosofické interpretace světa. Tento pojem se sice rozšířil až v souvislosti s rozvojem kybernetiky, ale matematické analogie mezi mírou informace a entropií způsobily, že se stal kontrárním pojmem k pojmu entropie v termodynamice i v obecné teorii systémů.

Protože jde o pojem na jedné straně blízký pojmům poznatek, zpráva, smysl zprávy atp., a na druhé straně analogický pojmům paměť, struktura, uspořádanost atp. bývá někdy s těmito příbuznými pojmy směřován a zaměňován.

Problém snadného pochopení podstaty informace komplikuje především to, že informace i skutečnost včetně člověka jsou produkty evoluce a že každá informace se týká evolučně vytvořené struktury nebo jiné informace o struktuře. A protože svět byl vysoce uspořádaný již před člověkem, představují přirozené paměťové struktury pro poznávající subjekt potenciální informaci. Obecně srozumitelnou interpretaci problému však komplikuje i to, že informace o struktuře či o jiné informaci musí být nutně znovu vázaná na strukturu, tj. na látkově energetické paměťové médium. Kritici odmítající uznat objektivní existenci informace mají proto pravdu v tom, že bez příslušného kontextu (subjektu) nelze informaci spolehlivě rozpoznat.

Protože informace není jen tím, co se předává mezi vzájemně komunikujícími subjekty, nýbrž je atributem onticky uspořádané skutečnosti vůbec, snažíme se ukázat, že téměř opak je pravdou. Informace jako ve struktuře zakódovaná uspořádanost existuje objektivně a kategorie informace je pro ontologické pochopení světa právě tak důležitá jako kategorie pohyb, prostor či čas. Vždyť první reálnou informaci ve smyslu uspořádanosti i ve smyslu sémantickém spontánně vytvořila přirozená evoluce. Informace v obou těchto podobách proto existovala dávno před člověkem.

V evolučně ontologickém pojetí je strukturní i sémantická informace produktem evoluce. Evoluce (přirozená i kulturní) jako protientropický proces vytváří nejen zpředmět-



něnou uspořádanost (explikátní paměť, řád), ale také uspořádanost onticky potenciální, nezpředmětněnou (implikátní paměť, řád).

Dostatečně zřetelný je proces samovolného vzniku informace v případě pozemské evoluce biotické i kulturní: obě evoluce totiž spontánně vytvářejí četné implikátní i explikátní formy paměti, četné genotypy a fenotypy. Obě evoluce vytvářejí a využívají strukturní i sémantickou informaci.

Ve filosofii a ve společenských vědách se však pojem informace takto široce nechápe. Patrně z důvodů větší srozumitelnosti převládlo pojetí informace v užším smyslu, tj. rozumí se jí zpravidla jen vnitřní informace strukturní (implikátní uspořádanost), nebo jen poznatek, zpráva, smysl zprávy.

I když duchu evoluční ontologie odpovídá výše uvedené pojetí informace v širším smyslu, budeme dále respektovat vlivnou biologickou konvenci a strukturní informaci budeme chápat v souladu s ní: především jako obsah apriorní genetické paměti systému, jako zvláštní podpurný subsystém, který je tvořen souborem pravidel, pokynů, algoritmů atp.

I v rámci výše uvedeného užšího pojetí informace je však užitečné explicitně rozlišovat alespoň informaci strukturní a sémantickou. Strukturní informace, jak jsme již naznačili, dominuje v evoluci živých systémů i v evoluci kultury, zatímco informaci sémantickou nelze pominout v etologii a při analýze lidské komunikativní aktivity.

Z formálně procesuálního hlediska je totiž informace omezením variety systému, je to algoritmus svinující jeho strukturu do jednosměrně uspořádaného "genomu", do jakési vnitřní "duchovní" bariéry systému čelící jeho rozpadu a umožňující jeho evoluci. Z formálně obsahového hlediska je to pak kondenzovaný záznam (částečná "kopie") struktury systému. Například u živých systémů kóduje jejich morfologii, fyziologii, chování, ontogenezi atp. způsobem, který v celém rozsahu zná jen příroda sama. A z výše uvedených argumentů současně vyplývá, že relevantním opozičním pojmem k pojmu informace nemůže být pouze pojem člověk (subjekt), jak to odpovídá rozšířenému antropocentrickému přeceňování sémantického aspektu informace, ale je jím pojem systém (systémový kontext).

Evolučně ontologické hledisko sice nepomíjí význam informace sémantické, ale pochopitelně favorizuje informaci strukturní, tj. informačně jištěnou genetickou souvislost přirozených i umělých ontických struktur. A protože všechny struktury na planetě Zemi vytvořila buď přirozená nebo kulturní evoluce, měli bychom uznat, že existují pouze dva velké ontotvorné systémy, které spontánně produkují a využívají svou vlastní vnitřní informaci: příroda a kultura. A to je také důvod, proč doporučujeme rozlišení informace na její dva hlavní typy: **přirozenou a kulturní.**

### 3.1.1 INFORMACE PŘIROZENÁ

I když se hlásíme k pojetí informace jako míry ontické uspořádanosti skutečnosti, budeme se dále zabývat jen přirozenou informací živých systémů, jejíž funkcí je dosaženou systémovou uspořádanost udržovat a rozvíjet. Protože objektivní existence této informace je dnes mimo jakoukoli teoretickou pochybnost, můžeme konstatovat, že tato informace je vnitřní informací (obsahem paměti) živých systémů a že z hlediska svého původu, funkce i lokalizace uvnitř systému je dvojího druhu:

**a) genetická** (strukturní), tj. získaná v procesu evoluce druhu (ve fylogenezi) a uložena převážně v jádrech buněk;

**b) epigenetická** (sémantická), získávaná v ontogenezi a přenášená prostřednictvím směny generací. Tato informace je vázaná ve struktuře plasmatické membrány buněk a mimo jiné se fixuje i v různých strukturách vazeb buněk nervových – např. ve vědomé paměti člověka.

**a) Přirozená genetická informace**, která je svou povahou informací strukturní, a jejíž "míra objektivity" musí být proto vysoká, existuje vždy jen jako vestavěná (tj. neexistuje volně, není snadno disponibilní), a to dvojnásobem: jednak je vestavěná v relativně jednoduché molekulární (paměťové) struktuře dvojité šroubovice DNA, a jednak v komplexní mnohvrstevnaté struktuře organismu, tj. v jeho struktuře somatické, fenotypové. Genetickou informací však v souladu s tím, co jsme již uvedli, rozumíme první způsob vestavění, který připomíná "text" svinutý do dvojité šroubovice a zapsaný čtyřmi písmeny jazyka nukleových kyselin (adenin, guanin, cytosin, thymin). Protože "život je poznání" (H. Maturana, F. Varela), biologické druhy jsou vlastně přirozenými akumulátory informace, jsou informačním záznamem své vlastní minulosti. Likvidace biologických druhů a druhové skladby přirozených ekosystémů kulturou je proto nebezpečnou likvidací části informačního bohatství biosféry. Ale tím, že druhy se v průběhu své existence příliš nevyvíjejí, přirůstá nová informace v přírodě hlavně mechanismem jejich spontánního vzniku a zániku.

Z hlediska úrovně uspořádání skutečnosti, kterou tato informace bezprostředně odráží, tj. obsahově, je přirozená genetická informace implikátní, molekulární". Kóduje sice strukturu a chování celého organismu, ale prostřednictvím vlastností a způsobu uspořádání omezené třídy molekul. Vytváří tzv. genotyp, který determinuje potenciální fenotyp, tj. nese zprávy o struktuře, funkci a chování dočasně existujícího živého systému.

**b) Přirozená informace epigenetická** (sémantická, behaviorální), která není zakódována do nukleových kyselin a která zatím nebyla dostatečně prozkoumána, je patrně zvláštním evolučním korelátém informace genetické. U většiny živých systémů nemá ovšem tak zásadní význam, jaký získala díky kulturní schopnosti sebereflexe u člověka. Sociálně žijící živočichové ji sice mohou částečně kumulovat a předávat souvislou animální tradicí, ale tím, že ji nemohou snadno ukládat v umělých paměťových strukturách (s výjimkou zpředmětnění v zárodcích "materiální kultury", jakými jsou hnízda, doupata,

vyšlapané stezky atp.), fixuje se u nich jen ve struktuře CNS a zaniká spolu s příslušným jedincem či populací.

Obsahově, tj. z hlediska toho, čeho se ve struktuře skutečnosti týká, je přirozená epigenetická informace (ukládána v CNS živočichů) informací o zpředmětněné informaci strukturní, je informací explikátní, fenotypovou. Je nepoměrně "méně objektivní" než informace genetická, protože pochází z poznávání tvaru, vlastností a makroskopického uspořádání živého a neživého prostředí tím kterým biologickým druhem a na žádné společné signály se nepřevádí.

### 3.1.2 INFORMACE SOCIOKULTURNÍ

Přirozená neuronální epigenetická informace, která jako "doplňková" informace k apriorní informaci genetické existovala již v animální říši, se ovšem stává biologickým základem sémantické i strukturní informace sociokulturní. Rozvojem sociálního chování, učení a poznávání světa člověkem z ní vzniká aposteriorní nebiologická onticky konstitutivní informace. A tento kvalitativně odlišný typ informace, lokalizovaný v CNS člověka a v dalších formách tzv. společenské paměti, nejen umožnil pozoruhodný kulturní vzestup člověka, ale také nebezpečně onticky "rozdělil" svět na přírodu a kulturu.

Také tato informace, odhlédneme-li od jejího zvláštního obsahu, funkce a způsobu uložení, existuje objektivně a má dvě hlavní podoby: sémantickou a strukturní. Různými stránkami sémantické sociokulturní informace se již delší dobu zabývají specializované disciplíny – sémiotika, logika, teorie komunikace, informační věda atp. Žádná specializovaná disciplína, pokud víme, však systematicky nesleduje obecný problém přeměny sémantické sociokulturní informace na konstitutivní informaci strukturní. Evoluční ontologie se však pokouší ukázat, jak se z původní mezilidské komunikace a arbitrárního používání jazyka stává strukturní konstitutivní informace kulturního systému - "**genom kultury**".

V souladu s dvěma typy sociokulturní uspořádanosti se proces této přeměny odehrává v podstatě dvojím způsobem: 1. prostřednictvím nebiologických forem lidské sociokulturní aktivity (praxe) spojené s užíváním jazyka; 2. transformací funkce jazyka z prostředku mezilidské komunikace na prostředek reprezentace, tj. zobrazování a teoretické rekonstrukce vnějšího světa. Pomíjíme ovšem fakt, že vedle obecné integrující informace kulturního systému musí vždy existovat individuálně integrující kulturní informace v oblasti lidské psychiky (což částečně vyjadřuje odvěký filosofický problém duševního a duchovního).

I když z hlediska dnešních nároků na adekvátnost teoretické reflexe skutečnosti byly rané formy mezilidské komunikace a kulturních "poznatků" značně primitivním teoretickým výkonem, zdá se, že dobře plnily zprostředkovanou (komunikativní) i přímou strukturně konstitutivní funkci. Podle K. Lorenze, je totiž přísné uchovávání toho, co se jednou osvědčilo, biologicky důležitější než získávání čehokoli nového. A nejstarší mechanismy

selekce kulturní informace také dlouho "...plní úkol analogický úkolu genomu ve vývoji druhů". Proto např. vrozené vzorce chování a staré kulturní archetypy, fixované ve struktuře mozku hominidů, jsou dodnes důležitými konstitutivními faktory kultury.

Z hlediska další existence dnešní globální kultury má však zásadní význam zjištění, že už první kulturní informace, přestože byla pouze částečnou a deformovanou představou světa, byla onticky konstitutivní. Evoluční kulturní tvořivost v oblasti mezilidské komunikace i v technickém konstruování (později se opírajícím o vědu) tedy od počátku probíhala podle přírodě neadekvátní informace. Za směrodatnou onticky konstitutivní informaci bylo přijato to, co původně sloužilo přežití, orientaci a adaptaci jedince a společenství: pružná, přibližná a biologicky nespojitá lidská individuální paměť nervová. Transformace této oportunní, fylogeneticky sobecké a obtížně reprodukovatelné paměti na paměť trvalou, spojitou a alespoň v intenci objektivní, je velkým úkolem dnešní ohrožené kultury.

---



## SHRNUTÍ KAPITOLY

Evoluční ontologie popisuje skutečnost prostřednictvím svých základních kategorií: evoluce, informace, řád, uspořádanost, paměť. Za nejdůležitější kategorii považuje informaci, která je jak předpokladem evoluce, tak i její nejvýznamnějším produktem.

Informaci chápe jako konstitutivní prvek skutečnosti, jako *uspořádanost* (řád), která vznikla buď v průběhu evoluce přírody – **informace přirozená** (přírodní), nebo v průběhu evoluce kultury – **informace sociokulturní**.

Informace je uložena buď v systému *abiotickém* (neživá příroda, fyzikálně-chemické úrovně skutečnosti nebo kulturní artefakty), nebo *biotickém* (živá příroda, biologická úroveň, do které je začleněn i lidský druh, ale také i projevy duchovní kultura, které nosičem je CNS, resp. „genom kulturní“).

Každý typ informace – na všech úrovních skutečnosti – má svůj *strukturní* i *sémantický aspekt*. Strukturní aspekt je charakterizován vnitřní uspořádaností systému (tzv. *implikátní paměť*), sémantický aspekt informace je charakterizován významem, obsahem, cílem, příp. smysly vnímatelnými vlastnostmi systému (tzv. *explikátní paměť*).

Sociokulturní informace (uspořádanost) vzniká vždy jenom změnou informace (uspořádanosti) přirozené – což je důvodem *protipřirodnosti kultury*. Evoluční ontologie tedy vidí možné zmírnění konfliktu mezi přírodou a kulturou, tedy zpomalením globální ekologické krize jenom v *biofilní transformaci sociokulturní informace*.

---

## OTÁZKY



Jakou roli hraje kategorie informace v modelu evoluční ontologie?

Vysvětlete, v čem je základní rozdíl mezi informací přirozenou a informací sociokulturní?

Proč J. Šmajs tvrdí, že je sociokulturní informace protipřirodní? Jsou k jeho tvrzení nějaké protiargumenty?

Jaký je vztah strukturního a sémantického aspektu informace?

Je možné změnit protipřirodní orientaci lidské kultury? Jak?

---

## DALŠÍ ZDROJE



Šmajs, J. *Filosofie – obrat k Zemi: evolučněontologická reflexe přírody, kultury, techniky a lidského poznání*. Praha: Academia, 2008.

Šmajs, J. *Filosofie psaná kurzívou: rozhlasové ekologické eseje*. Brno: Doplněk, 2003.

Šmajs, J. *Ohrožená kultura*. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 1995.

---

## 4 CAPURROVO INFORMAČNÍ TRILEMA A JEHO ŘEŠENÍ PROSTŘEDNICTVÍM EVOLUČNĚ ONTOLOGICKÉHO KONCEPTU INFORMACE



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Přednáška se zabývá návrhem evolučně ontologického řešení Capurrova informačního trilematu, tj. teoretického problému v rámci tzv. jednotné teorie informace. R. Capurro ve svém textu poukazuje na to, že současné informační vědy pracují s pojmem informace vždy jenom v jednom ze tří významů: 1. univocitní (má stejný význam ve všech vědních oborech), 2. analogická (jisté společné vlastnosti, jisté rozdíly), 3. ekvivocitní (žádný společný význam).

Rozvinutí definice informace, vycházející z konceptu evoluční ontologie, ale ukazuje možné řešení tohoto trilematu.

---



### CÍLE KAPITOLY

- Popsat podstatu Capurrova informačního trilematu a uvést daný problém na konkrétních příkladech.
  - Charakterizovat pojem informace z pohledu evoluční ontologie.
  - Interpretovat řešení Capurrova informačního trilematu aplikací definice informace z pohledu evoluční ontologie.
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Capurrovo informační trilema, jednotná teorie informace, univocita, analogie, ekvivocita, evoluční ontologie, strukturní a sémantický aspekt informace.

---

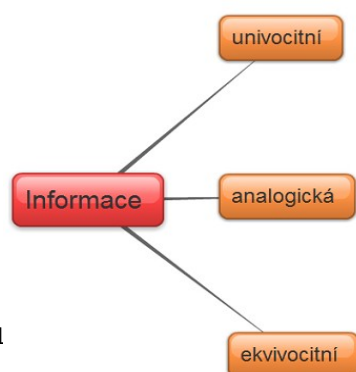
Následující text vychází z přednášky, která odezněla 28. března 2014 na multidiscipinární konferenci (se zahraniční účastí), která se konala na Fakultě sociálních studií Masarykovy univerzity v Brně a která měla název Evoluční ontologie a společenské vědy. Tento příspěvek vyšel – v mírně odlišné podobě – také v konferenčním sborníku vydanému k 75. výročí narození Josefa Šmajse (viz TIMKO, Marek. Návrh evolučně ontologického řešení Capurrova informačního trilematu. In TIMKO, Marek, Vratislav MOUDR a Bohuslav BINKA (eds.). Evoluční ontologie a společenské vědy: sborník k 75. výročí narození Josefa Šmajse. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2014, s. 29–40).

### 4.1 Konec Capurrova informačního trilematu? (Návrh evolučně ontologického řešení)

#### 4.1.1 CAPURROVO INFORMAČNÍ TRILEMA

Německý filosof a informační vědec uruguayského původu Rafael Capurro však upozorňuje, že koncepce jednotné teorie informace naráží v souvislosti s významem, charakterem a použitím pojmu informace pro různé oblasti skutečnosti, které zkoumají jednotlivé vědní disciplíny, na závažné problémy. Capurro si všímá toho, že kategorii informace rozumíme a používáme ji jinak, když mluvíme o informaci genetické, která je uložena v DNA, nebo když mluvíme o informaci fyzikální (např. kvantové), případně když mluvíme o informaci v běžném komunikačním smyslu (informace jako obsah/význam nějakého sdělení). Tuto situaci, kdy používáme pro různé kontexty skutečnosti stejný termín informace, popisuje Capurro ve třech možných situacích, proto se ustálilo označení Capurrovo trilema. První situací je, že informace je pro všechny úrovně skutečnosti tím stejným fenoménem a takovou situaci označuje Capurro jako univocitu. Druhou možností je situace, ve které existuje mezi jednotlivými úrovněmi skutečnosti nějaká významná podobnost, ale ne identita, což Capurro označuje výrazem analogie. Třetí možností je situace, kdy je informace pro každou oblast skutečnosti něčím jiným, odlišným, samostatným a tedy vzájemně nesouměřitelným, takže označení stejným jazykovým výrazem – „informace“ je jenom záležitostí jazykové (a to ne příliš praktické) konvence či konsensu. Takovou situaci pak označuje jako ekvivocitu.

*Obr. 1: Capurrovo informační trilema*



Pro vytvoření *jednotné teorie informace* by byla zřejmě nejlepší ta první z možností, tedy možnost, že informace je pro všechny úrovně skutečnosti *univocitní*. Zároveň se nám ale tady objevuje problém, jak pak vysvětlíme ontickou rozdílnost informace, resp. rozmanitost informací ve světě fyzikálním, biologickém, sociokulturním či technologickém? Co by mělo být tím „stejným“? A pokud tady nějaký společný „základ“ je, proč má informace tak rozmanité projevy? Můžeme jejím prostřednictvím vysvětlit rozmanitost forem uspořádání skutečnosti? Navíc, pokud by informace byla stejným fenoménem pro všechny úrovně skutečnosti, jak můžeme vysvětlit jistou nekompatibilitu (či nepřevoditelnost) např. informace biotické (obsažené v živé přírodě) a informace technické (obsažené v informačních technologiích)? Na to zatím tradiční ani současné přístupy informační vědy, resp. filosofie informace nemají jednoznačnou odpověď.

Jistým kompromisem se jeví být možnost druhá, tedy že informace je pro různé úrovně skutečnosti v pozici „nějaké“ *analogie*. Problémem této možnosti je ale nalezení „podobných“ atributů u různých (odlišných) typů informace. I kdysi tak slibná analogie mezi geny a memy se časem ukázala jako iluzorní a většina informačních vědců se dnes kloní k názoru, že jde jenom o analogii etymologickou, ne ontickou, takže jsme opět jenom na úrovni jazykových výrazů.

Třetí možnost, tedy situace, že informace je *ekvivocitní*, tedy že je pro všechny úrovně skutečnosti odlišným fenoménem, v podstatě úplně popírá možnost vzniku logicky koherentní *jednotné teorie informace*. Problémem je, že pokud by taková možnost odpovídala skutečnosti, nebyli bychom schopni vysvětlit, jak dochází k vzájemným interakcím mezi jednotlivými úrovněmi reality.

Vidíme tedy, že každá z těchto tří možností představuje odlišnou pravděpodobnost pro vytvoření konceptu *jednotné teorie informace*, a že každá z těchto možností přináší své vlastní specifické problémy. Jak z tohoto trilematu ven? Má vůbec nějaké „řešení“? Jsme přesvědčeni, že možné řešení *Capurrova informačního trilematu* existuje a že ho nabízí a představuje právě evolučně ontologické pojetí informace. Podívejme se na něj tedy blíže.

#### 4.1.2 EVOLUČNĚ ONTOLOGICKÉ POJETÍ INFORMACE

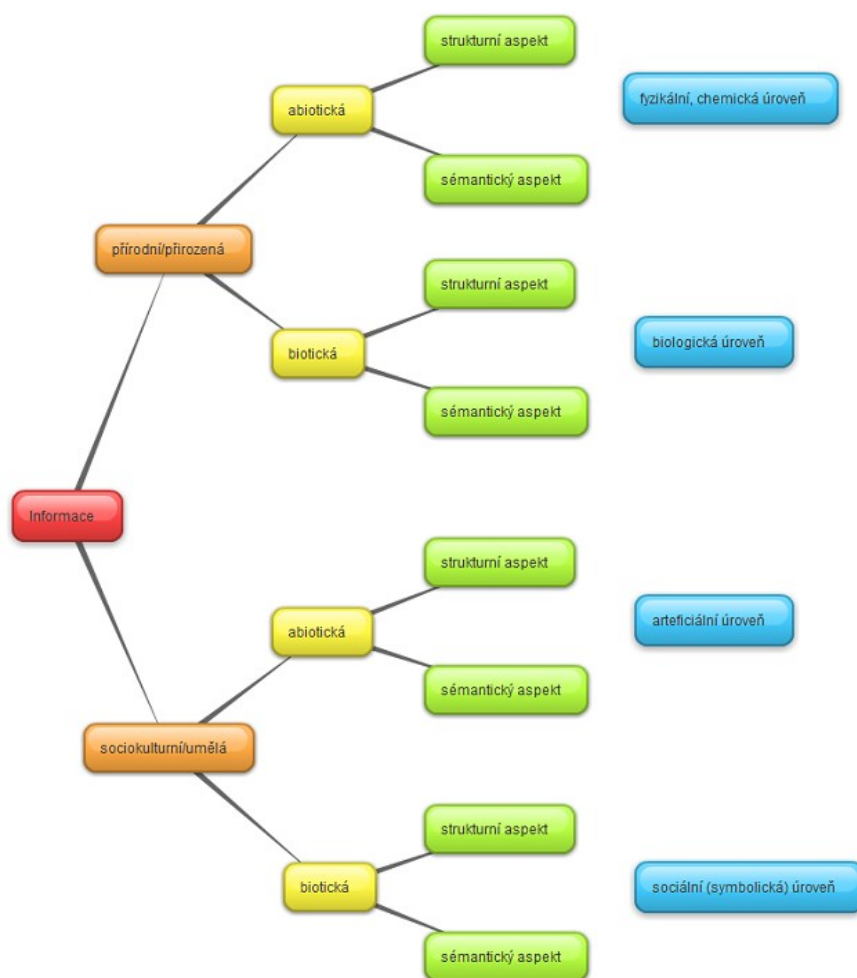
Evoluční ontologie (dále jenom EO) chápe informaci jako základní ontologickou kategorii, prostřednictvím které můžeme popsat ontologickou realitu komplexně a v jejím procesuálním (vývojovém) charakteru. Výchozí tezí EO je existence dvou typů evoluce, které vznikají a probíhají odlišně – *evoluce přírody* (vesmírné i pozemské, neživé i živé), která je výsledkem zbytkové aktivity velkého třesku a *evoluce kulturní* (umělé), která je determinovaná existencí a vědomou/účelovou aktivitou člověka). Informace je pak jak samotným předpokladem evoluce (přírody i kultury) tak i jejím výsledným produktem. V rámci ontického „rozdělení“ skutečnosti na dva odlišné typy uspořádanosti pak můžeme informaci rozčlenit na *informaci přírodní* (přirozenou) a *informaci sociokulturní*



(umělou). Prostřednictvím této ontické difference pak můžeme popsat – a to jak uvnitř přírody, tak i uvnitř kultury – systémy neživé (abiotické) a systémy živé (biotické).

Každý z typů informace má navíc své *strukturní* a *sémantické aspekty*, které jsou ve vzájemné vazbě. *Strukturním aspektem* je myšlena vnitřní uspořádanost prvků popisovaného systému, *sémantickým aspektem* zase vnější vlastnosti či funkce/významy popisovaného systému.

**Obr. 2: Schéma evolučně ontologického pojetí informace**



Vzájemné propojení a vztahy mezi strukturním a sémantickým aspektem informace si pro objasnění uvedeme na několika příkladech: Tuha (v tužce) je z hlediska chemického složení uhlíkem. Pokud bychom se podívali na její vnitřní strukturu, pozorovali bychom kubickou krystalickou mřížku jednotlivých molekul uhlíku. Toto specifické vnitřní uspořádání se navenek projevuje konkrétními fyzikálně-chemickými vlastnostmi tuhy – je měkká a na papíře zanechává stopu. Pokud bychom se ale podívali na diamant (což je z chemického hlediska tentýž uhlík), tak bychom pozorovali složitější vnitřní uspořádání, než to bylo u tuhy. Vyšší komplexita molekul uhlíku se u diamantu projevuje jinými

fyzikálně-chemickými vlastnostmi (jde o nejtvrďší nerost v přírodě). Změna strukturního aspektu informace abiotického systému tak mění i aspekt sémantický (jiné vlastnosti jsou dané jiným typem vnitřní uspořádanosti).

Pokud bychom se podívali na přírodní biotické systémy, tak jejich strukturním aspektem je vnitřní uspořádanost organismů, tedy diferencovanost a komplexita jejich jednotlivých částí (těl, orgánů, tkání, na nižší úrovni buněk, a pokud bychom šli až k té nejnižší a nejzákladnější úrovni, tak se dostaneme až k uspořádanosti DNA/RNA). Zjednodušeně bychom za strukturní aspekt živého systému mohli považovat jeho genotyp. Sémantickým aspektem jsou vnější projevy a vlastnosti těchto subsystémů, které bychom (opět zjednodušeně) mohli identifikovat s fenotypem. Změnou strukturního aspektu (např. mutací DNA) dochází i k změně sémantického aspektu – může dokonce dojít ke vzniku nového biologického druhu (s novým, adaptabilnějším fenotypem), nebo, což je častější, organismus se v důsledku zhoršené adaptace na vnější prostředí dále nereprodukuje či zaniká.

Běžnější příklad závislosti sémantického aspektu informace na aspektu strukturním je možné ilustrovat na nejmenších komunikačních jednotkách sociokulturní informace – na slovech. Každé slovo v systému etnických jazyků má jak svoji strukturu (vyjádřenou zvukovou či grafickou podobou), tak i svůj význam (či významy). Strukturním aspektem slova *ples* je syntaktické uspořádání grafem (v případě psaného slova). Malou změnou takové uspořádanosti, např. když za písmeno *s* dosadíme písmeno *š*, dojde i k změně sémantického aspektu takové informace (slovo *pleš* má jiný význam než slovo *ples*).

Po uvedení základního rozdělení informace v EO a po charakteristice vzájemného vztahu strukturního a sémantického aspektu informace, se pokusíme o komplexní definici kategorie informace. Je s podivem, že ani samotný autor koncepce EO – J. Šmajš – nikde ve svých textech definici informace – definici, která by odpovídala evolučně ontologickému pojetí – neuvádí, resp. uvádí spíše specifické a konkrétní charakteristiky informace v různých kontextech (např. informace jako „uspořádanost“, „řád“, „míra paměti“, „obsah zprávy“ či „obsah sdělení“). Vycházejíc z teoretických pozic koncepce EO tedy navrhuje tuto definici: *Informace je strukturně-sémantický aspekt látkově-energetického evolučního procesu.*

#### **4.1.3 NÁVRH EVOLUČNĚ ONTOLOGICKÉHO ŘEŠENÍ CAPURROVA INFORMAČNÍHO TRILEMATU**

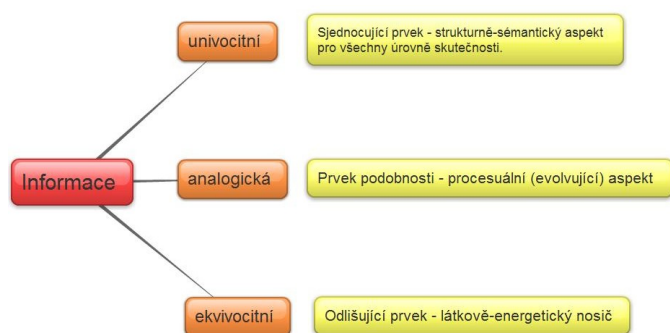
Pokud se podíváme na *Capurrovo informační trilema* evolučně ontologickým pohledem a pokud budeme informaci interpretovat podle výše uvedené definice, zjistíme, že tři možnosti, které uvádí R. Capurro jsou vlastně jenom tři různé aspekty vyvíjející se skutečnosti, tedy že jde jenom o tři různé úhly pohledu na to stejné.

Evolučně ontologické pojetí vnímá informaci jako *univocitní* v tom smyslu, že na jakékoliv úrovni skutečnosti (fyzikální, biologické, sociální či technické) je tím sjednocující

cím prvkem strukturně-sémantický aspekt informace. Samozřejmě že formy a způsoby uspořádání se na různých úrovních (v konkrétních podobách) od sebe odlišují, ale to nijak nepopírá fakt, že strukturní aspekt informace je fundamentální pro všechny typy informací. Sémantický aspekt je pak závislý jak od strukturního aspektu (je „vnějším projevem vnitřního“, tj. je explikací implikátního), tak i od širšího kontextu či interpretujícího „subjektu“ (systému).

Jako *analogické* je možné vnímat informace z hlediska procesuálního, tedy evolučního. Všechny úrovně skutečnosti se vyvíjejí ve smyslu změny uspořádanosti, i když pro jednotlivé úrovně (či pro onticky opoziční systémy přírody a kultury) jsou podoby těchto změn odlišné. Rozdíly v evoluci je možné vidět např. v rychlosti – jinou rychlostí probíhají změny v kvantovém světě, jinou rychlostí probíhají změny v makrosvětě živých organismů a jinou rychlostí se mění uspořádanost vesmíru jako celku. Také střídání procesů zvyšování či snižování uspořádanosti je u různých systémů odlišné – izolované systémy se vyvíjejí jenom směrem k vyšší entropii, otevřené nelineární systémy (např. živé organismy) zase dokážou po jistou dobu zvyšovat a udržovat vlastní uspořádanost. V tomhle smyslu můžeme uvažovat o evoluci informací v různých úrovních skutečnosti na základě *podobnosti*, ale ne *stejnosti*.

*Ekvivocitní* jsou informace ve smyslu odlišnosti jejich látkově-energetických nosičů, jelikož každý informační systém je v rámci svého „zařazení“ do jisté úrovně skutečnosti charakteristický svým vlastním a specifickým látkově-energetickým nosičem. Informace jako produkt evoluce vznikají v různých úrovních skutečnosti jinak (jak jsme viděli už v případě *analogického* pojetí informace) a odlišným způsobem se také ukládají, zpracovávají a šíří. K interakci – tedy k informačním procesům – mezi jednotlivými úrovněmi dochází právě prostřednictvím sjednocujícího principu, kterým je výše zmiňovaný strukturně-sémantický aspekt informace. Ten je „čten“ v závislosti na charakteru systému (živého či neživého), který informaci interpretuje. Návrh evolučně ontologického řešení *Capurrova informačního trilematu* je schematicky vyjádřen na následujícím obrázku:



**Obr. 3: Schéma návrhu evolučně ontologického řešení Capurrova informačního trilematu**

Na závěr dodejme, že pokud se úspěšnost či adekvátnost nějakého modelu (teorie) nepřímo potvrzuje i tím, že dokáže řešit problémy jiných modelů (teorií), pak by se v případě evolučně ontologického vyřešení Capurrova informačního trilematu prokázala nejenom relevance a „explikační síla“ EO, ale otevřely by se tak i nové možnosti pro vytvoření jednotné teorie informace.



## SHRNUTÍ KAPITOLY

Kapitola nabízí evolučně ontologické řešení Capurrova informačního trilematu tím, že definuje informaci jako strukturně-sémantický aspekt (situace univocity) evolujícího (situace analogie) látkově-energetického nosiče/jsoucná (ekvivocitní situace).

---



## OTÁZKY

Jakou situaci v informační vědě popisuje *Capurrovo informační trilema*?

Která ze tří situací (možností) je pro vytvoření tzv. jednotné teorie informace nejlepší a která je nejhorší?

Jaká je definice informace z evolučně ontologického pohledu a jak řeší Capurrovo informační trilema?

---



## DALŠÍ ZDROJE

CAPURRO, Rafael, Peter FLEISSNER a HOFKIRCHNER, Wolfgang. Is a Unified Theory of Information Feasible? A Trialogue. In *The quest for a unified theory of information: proceedings of the Second International Conference on the Foundations of Information Science*. Amsterdam: Gordon and Breach Publishers, 1999, s. 9 –30. ISBN 905700531X.

CEJPEK, Jiří. Co je to informační věda: stručný nástin. *I'93*. 1993, **35**(3). ISSN 0862-9382.

ŠMAJS, Josef. *Filosofie – obrat k Zemi: evolučně ontologická reflexe přírody, kultury, techniky a lidského poznání*. Praha: Academia, 2008. 432 s. ISBN 978-80-200-1639-3.

TIMKO, Marek. Návrh evolučně ontologického řešení Capurrova informačního trilematu. In TIMKO, Marek, Vratislav MOUDR a Bohuslav BINKA (eds.). *Evoluční ontologie a*

*společenské vědy: sborník k 75. výročí narození Josefa Šmajse. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2014. 170 s. ISBN 978-80-210-6929-9.*

## 5 INFORMAČNÍ FYZIKA T. STONIERA - INFONY ČI QUBITY JAKO NEJMENŠÍ JEDNOTKY FYZIKÁLNÍ INFORMACE?



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Pátá přednáška se zabývá konceptem tzv. informační fyziky fyzika německého původu – Toma Stoniera (1927–1999). Stonier vychází z předpokladu, že kategorie informace je pojem, který popisuje stejně reálně existující vlastnost skutečnosti, jako třeba pojmy energie či látky. Stonier zároveň kritizuje klasickou fyziku kvůli tomu, že si tohoto pojmu nevšímá a tím je její popis světa nutně zredukovaný. Jen vzájemný vztah mezi energií, látkou a informací může být předpokladem adekvátního popisu (nejen) fyzikální skutečnosti.

Stonier zavádí pojem hypotetické částice – infonu, jako jednotky informace (adekvátně k pojmu fotonu u světelného či elektromagnetického záření jako projevu energie, a pojmům neutron, proton, elektron – a dalších subatomárních částic – jako projevu látky). Problematickostí tohoto pojmu je ale s jeho „nefyzikálními“ aspekty, a to jednak s jeho možnou nadsvětelnou rychlostí (což je v rozporu se současnou relativistickou fyzikou), a jednak s jeho nekonečně velkou/malou velikostí (což je v rozporu jak s konečnou velikostí našeho vesmíru, tak i konečnou „malostí“ kvantového stavu – qubitu).

---



### CÍLE KAPITOLY

- Popsat podstatu Stonierovy koncepce *informační fyziky*.
- Charakterizovat a uvést na konkrétních příkladech vztah mezi energií, látkou a informací.
- Prostřednictvím argumentů a základních poznatků fyziky poukázat na problematičnost („nefyzikálnost“) hypotetické částice *infonu*.

Uvést základní fyzikální charakteristiky kvantového bitu – *qubitu*.

---



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Tom Stonier, informační fyzika, infon, kvantový bit – qubit.

---

---

## VÝKLADOVÁ ČÁST

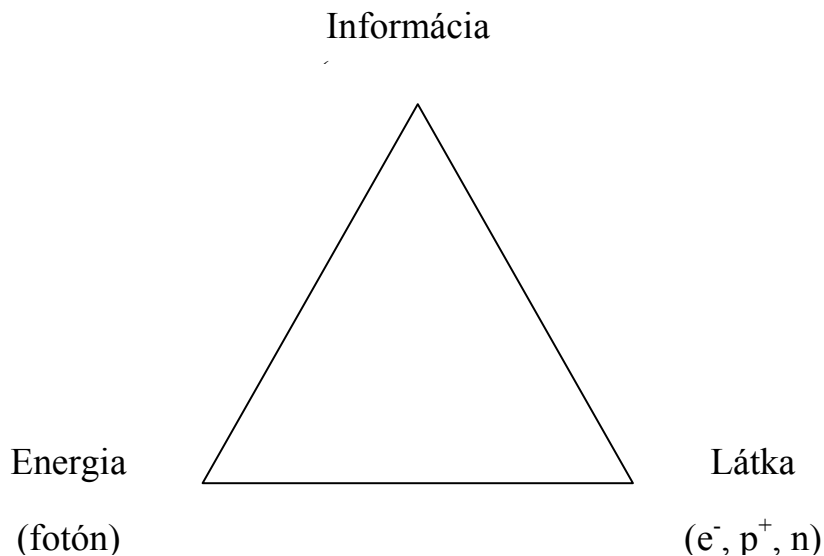
Přednášky vychází z vybraných kapitol knihy T. Stoniera Informace a vnitřní struktura vesmíru (Praha, 2002). Na některá problémová místa, v souvislosti s „nefyzikální“ povahou infonů, poukazuje i má přednáška, vycházející z mé disertační práce (Informácia – evolúcia – skutočnosť, 2009), relevantní část z ní přikládám tady (text je pro jednodušší čitelnost bez autorských poznámek a je ve slovenském jazyce).

### 5.1 Informácia, energia a látka

Pod termínom energia budeme rozumieť schopnosť systému (abiotického či biotického) vykonávať nejakú prácu. Podľa toho, aký typ práce daný systém vykonáva, rozoznávame energiu mechanickú, chemickú, elektrickú, tepelnú a pod. Foriem energie je teda viacero, no jedným zo základných zákonov fyziky – zákon zachovania energie – hovorí, že energiu nie je možné zničiť, je možné ju len premieňať z jednej formy na inú. V izolovanom systéme, akým je podľa súčasných znalostí aj náš vesmír, zostáva celková energia konštantná. Mení sa len forma, usporiadanosť energie. Najmenej usporiadanou energiou je tepelná energia, keďže rôzne iné formy energie (napr. mechanickú, elektrickú či chemickú) je možné premeniť bez energetických strát na teplo, tepelnú energiu je však možné premeniť na „vyššiu“ formu energie len z určitou energetickou stratou.

V „protiklade“ k energii stojí termín látka. V prírode však látka a energia spolu navzájom súvisia, látka je prevoditeľná na určité množstvo energie, na čo poukázal A. Einstein vo svojej špeciálnej teórii relativity a vyjadril to vzťahom  $E = m \cdot c^2$ . Tento vzťah hovorí o ekvivalencii látky a energie, teda o tom, že látka je „len“ vysoko usporiadaným prejavom energie, je akýmsi „baličkom energie“, je len jednou z jej foriem.

Ako však s týmito dvoma veličinami súvisí informácia? Vráťme sa opäť k teplu, ktoré „predstavuje čistú energiu pôsobiacu na látku.“ Zvyšovaním tepla, teda dodávaním tepelnej energie sa pohyb molekúl zrýchľuje, stáva sa menej usporiadaným, chaotickým (príkladom takéhoto chaotického pohybu molekúl môže byť plyn ohriaty na veľmi vysokú teplotu) a tým sa zvyšuje jeho celková entropia. Ako sme už spomínali vyššie, entropia je inverznou hodnotou informácie, zvyšovaním entropie informácia, teda usporiadanosť systému klesá a naopak. Tak sa nám energia, látka a informácia navzájom preplietajú do akéhosi trojuholníka, pričom jednotlivé pojmy tvoria jeho vrcholy:



***Obr. 1: Vzájomný vzťah medzi energiou, látkou a informáciou.***

Podľa T. Stoniera by „takýto pojmový model definoval hranice nášho fyzikálneho vesmíru: Tri strany trojuholníka dané extrémny javov postupne vyjadrujú:

1.) Kombinácia čistej energie a látky bez akejkoľvek informácie – vytvára plazmu základných subatomárnych častíc (tento stav bol zrejme charakteristický pre tzv. prvotnú singularitu, v ktorej bola všetka hmota (energia a „kvark-gluónová polievka“) koncentrovaná do jedného bodu s nulovým objemom, teda pre existenciu vesmíru v čase  $t < 10^{-43}$  s). Či je takáto situácia (neprítomnosť informácie, maximálna entropia) charakteristická aj pre čierne diery, to zatiaľ zostáva otvoreným problémom;

2.) Kombinácia čistej látky a čistej informácie bez akejkoľvek energie – príkladom môže byť akákoľvek látková entita (napr. kryštál) pri teplote absolútnej nuly (0 K). Tretí termodynamický zákon však hovorí, že k stavu termodynamickej rovnováhy nášho vesmíru nedôjde v konečnom čase;

3.) Kombinácia informácie a energie bez akejkoľvek látky – skladá sa z usporiadanosti „nehmotných častíc“, ako sú fotóny, šíriacich sa priestoročasom bez akejkoľvek látky. Okrem fotónov tu môžu patriť aj všetky tzv. virtuálne častice, ktoré vznikajú rozpadom subatomárnych častíc, a ktorých existencia je veľmi krátka, vtedy hovoríme o tzv. rezonanciách – častice  $\delta$  (delta) alebo  $\omega$  (omega). Zaradiť sem zrejme môžeme aj kvantá gravitačného pôsobenia, teda hypotetické častice gravitóny.

Týmto „geometrickým“ modelom by sme teda mohli popísať ľubovoľnú entitu existujúcu nielen v našom makrosvete, ale aj v mikrosvete a megasvete. Ukazuje sa teda, že fyzikálnej povahy nie je len látka a energia, ale aj informácia. Ak toto konštatovanie dovedieme do dôsledkov, tak potom má informácia (spolu s látkou a energiou) aj povahu ontologickú!



Je zrejmé, že jednotlivé strany nášho pomyselného trojuholníka s vrcholmi energia-látka-informácia predstavujú isté extrémne situácie, ktoré sa v skutočnosti samostatne nevyskytujú (výnimku tvorí prvotná singularita). V dejinách filozofie či fyziky sa však objavilo niekoľko ontologických (či fyzikálnych) koncepcií, ktoré sa snažili niektorú zo spomenutých kategórií substancializovať. Chápanie látky (všeobecnejšie aj hmoty) ako substancie bolo príznačné nielen pre mechanistický materializmus, ale už aj pre prvých gréckych atomistov. Vo fyzike sa na prelome 19. a 20. storočia, a v neskoršom období najmä v súvislosti so vznikom kvantovej mechaniky, objavujú viaceré koncepcie tzv. „energetizmu“, v ktorých sa ako substancia chápala energia (napr. nemecký chemik W. Ostwald považoval energiu za jedinu reálnu entitu, ktorá v existuje v skutočnosti a ktorá na nás môže pôsobiť). Túto líniu predstavoval napríklad i svetoznámy fyzik, Werner Heisenberg, pre ktorého predstavovala energia „prvotnú substanciu“: *„Energia je v skutočnosti látkou (teda energia ako substrát – pozn. M. T.), z ktorej sú vytvorené všetky elementárne častice, všetky atómy a teda aj všetky veci vôbec, a súčasne je energia tiež hybnou silou. Energia je substancia, pretože jej celkový súčet sa nemení sa nemení a elementárne častice je možné z tejto substancie skutočne vytvoriť, ako je zrejmé z mnohých experimentov, pri ktorých elementárne častice vznikajú.“* A ďalej píše, že *„energiu je možné považovať za príčinu všetkých premien vo svete.“* Heisenberg nazýva energiu „univerzálnou hmotou“. V tejto „energetistickej“ koncepcii je však problematické vysvetliť, ako sa látka z energie tvorí a čo by sa stalo s energiou pri tzv. *tepelnej smrti vesmíru*. Môže v našom vesmíre spontánne dochádzať k „reaktivizácii“ energie? Alebo nám druhý termodynamický zákon (teda rast entropie), rozpínanie a ochladzovanie vesmíru presvedčivo ukazujú, že ani energia by nemohla byť tou absolútnou substanciou? Teda tým, čo by bolo večné, stále a nemenné, tým, čo by neprechádzalo rôznymi stavmi? V súčasnosti sa však väčšina fyzikov kloní k názoru, že subatomárne častice nepredstavujú „žiadnu čistú silu“ a že *„... sily prírody sú tesne zviazané s ich elementárnymi časticami a nie je možné ich skúmať nezávisle.“* Rovnako aj kvantová mechanika presvedčivo ukazuje, že *„atómy a to, z čoho pozostávajú, sú dynamické štruktúry, ktoré nie je možné posudzovať oddelene, ale ktoré tvoria systém a vzájomne na seba pôsobia. Toto vzájomné pôsobenie predstavuje neustály tok energie, ktorý sa prejavuje ako výmena častíc.“*

Kategória hmoty teda obsahuje tak aspekt látkový, ako aj aspekt energetický, čo je vyjadrené časticovo-vlnovým dualizmom hmoty. Viacerí filozofi (napr. H. Bergson, niektorí marxistickí filozofi či N. Hartmann) však postupne upozorňovali na to, že kategóriu „hmoty“ je potrebné rozšíriť o ďalší aspekt – a to o aspekt informačný. V súvislosti s prudkým rozvojom poznania v jednotlivých špeciálnych disciplínach (najmä vo fyzike, chémii a biológii) bola stále viac predmetom inšpiratívnych úvah hypotéza, že *„každá častica hmoty má schopnosť prijímať, uchovávať i reprodukovat' vplyvy prostredia, niest' stopy svojej histórie, mat' niečo ako „nevedomú pamäť“ a nechať sa ňou „riadiť“.“*

Vyššie spomínaný fyzik, Tom Stonier, vo svojej koncepcii *informačnej fyziky* chápe informáciu ako jednu zo základných vlastností vesmíru, ako súčasť jeho vnútornej štruktúry a ako vzťah väzieb vo fyzikálnom systéme, ktoré *„spájajú jednoduchšie časti do komplexnejších celkov.“* Zároveň tvrdí, že informácia je fyzikálnej povahy, je vzájomne

prevoditeľná s energiou, súvisí s usporiadaním látky a je inverznou funkciou entropie (teda je negatívnou entropiou, negentropiou), teda jej vznik, existencia a rast je zo štatistického hľadiska oveľa menej pravdepodobný než u entropie. Informácia môže organizovať nielen látku či energiu, ale aj samotnú informáciu prostredníctvom rozličných úrovni skutočnosti (napr. fyzikálnej, chemickej, biologickej, psychickej, sociokultúrnej a pod.). Stonier v tejto súvislosti uvádza ako príklad naše mozgy, v ktorých kognitívne procesy (teda informačné procesy na psycho-biologickej úrovni) zvyšujú usporiadanosť na čiste biologickej úrovni, teda zvyšujú množstvo, rôznorodosť a zložitosť neurónových prepojení. V súvislosti s množstvom informácie Stonier predpokladá, že dolná či horná hranica pre veľkosť objemu informácie pravdepodobne neexistuje (a to aj napriek faktu, že množstvo látky a energie vo vesmíre je konečné). Tento predpoklad sa však javí ako veľmi problematický a len ťažko obhájitelný, a to hlavne z toho dôvodu, že akákoľvek informácia fyzikálnej povahy, ktorá je prenášaná fyzikálnym nosičom, nemôže mať menšiu veľkosť, teda „menší informačný objem“, ako tzv. *kvantová informácia* – ktorej základnou jednotkou je *kvantový bit* – *qubit*.

Za hranice tradičnej fyziky sa Stonier dostáva aj svojím presvedčením o vzniku novej fyzikálnej paradigmy, ktorá bude vychádzať práve z jeho vlastnej koncepcie informačnej fyziky. Je paradoxné, že aj keď chápe informáciu ako fyzikálnu entitu, formuluje odvážnu, kontroverznú a protirečivú hypotézu, ktorou postuluje existenciu čiste informačného, a teda skôr ontologického než fyzikálneho nosiča informácie, akúsi „elementárnu časticu“ informácie, ktorá môže existovať v diskkrétnej podobe. Takúto „časticu“ informácie označuje termínom *infón*. Pod infóny zahŕňa aj také častice, ako sú „*fonóny, excitóny a diery, ktoré ostali v atómových obaloch po vystrelených* (či emitovaných – pozn. M. T.) *elektrónoch*.“ Keďže však infónom chýba látkový aj energetický aspekt (fyzikálny nosič), prejaviť sa môžu iba zmenami organizácie a usporiadania.

Podľa Stoniera môžu informáciu niesť nielen usporiadané fyzikálne entity (fotóny, atómy či molekuly), ale aj diery (resp. prázdne miesta) v abiotických systémoch, pokiaľ sú ohraničené nejakou organizovanou štruktúrou. Konkrétnym príkladom infónu, teda „*časticovej formy informácie*“, je pre Stoniera napríklad „*diera v atóme spôsobená stratou elektrónu z jeho obežnej dráhy v atómovom obale*.“ Tu ale vzniká problém, pretože nielen všetky vlastnosti, ale aj samotná existencia takejto informácie je závislá od okolia, a teda že onticita tejto informácie je vlastne daná onticitou ďalších fyzikálnych entít. V takomto prípade nenesie informáciu diera, ale fyzikálne entity (látkovo-energetické nosiče), ktoré ju obklopujú.

Ďalším problémom je skutočnosť, že pokiaľ prijmeme predpoklad, že infóny sú striktne nefyzikálnej povahy, nedokážeme uspokojivo a jednoznačne odpovedať na otázku, akým spôsobom s látkou a energiou vlastne interagujú, ako menia ich usporiadanosť? Túto otázku ponecháva bez odpovede rovnako i T. Stonier.

Vidíme teda, že hypotéza existencie samostatnej, na látke a energii nezávislej častici informácie – infónu, prináša viacero problémov, ktoré ani v rámci svojej vlastnej teórie nedokáže jej autor riešiť. K tejto hypotéze preto zaujímame odmietavé stanovisko.

Pri popise vzájomného vzťahu medzi látkou, energiou a informáciou sme si síce jednotlivé kategórie od seba v abstrakcii odčlenili, avšak len preto, aby sme názornejšie videli ich vlastnosti (napríklad nemožnosť ich samostatnej a na sebe úplne nezávislej existencie) a aby sme – ako v ďalšom logickom kroku, v akejsi syntéze – zároveň uznali ich prepojenosť, vzájomnú závislosť a možnú transformáciu jednej veličiny na druhú. Pri popise reálne existujúcich abiotických (ale vlastne aj biotických) systémov tak môžeme hovoriť len o akýchsi vzájomných pomeroch týchto veličín, a uvažovať o tom, či má v danom systéme dominanciu aspekt energetický (forma silového poľa), látkový (subatomárne častice) alebo informačný (stupeň usporiadanosti, komplexity).

Keďže sme sa pri skúmaní charakteru informácie v abiotických systémoch dostali až k modelu vzájomných vzťahov látky, energie a informácie, pokúsme sa teraz ešte zamyslieť nad problémom nosiča informácie v neživých systémoch, teda položíme si otázku, prostredníctvom čoho dochádza k informačným prenosom, resp. čo sprostredkováva šírenie a vzájomnú interakciu medzi „inertnou hmotou“?

---

## SHRNUTÍ KAPITOLY



Informační fyzika T. Stoniera považuje kategóriu informace za objektivní a fundamentální fyzikální veličinu pro popis naší skutečnosti (vesmíru) stejně, jako jsou veličiny energie či látky fundamentální pro klasickou fyziku. Pokud za základní „časticovou“ jednotku energie (např. elektromagnetického záření) budeme považovat foton a za základní „častice“ látky subatomární prvky (proton, neutron a elektron), tak základní „časticovou“ jednotkou informace je v informační fyzice hypotetická částice – infon. Podle Stoniera je infon nezávislý na látce a energii, ale projevuje se změnou jejich uspořádanosti. Z „nezávislosti“ infonu na látce a energii pak vyplývají jeho „podivné“ (nefyzikální a spíše jen hypotetické) vlastnosti: možnost nadsvětelné rychlosti, neomezeně velká/malá hodnota. Tyto vlastnosti problematizují – z pohledu dnešní fyziky – vědecký status fyziky informační.

---

## OTÁZKY



Co rozumí T. Stonier pojmem infon?

Jaký je vzájemný vztah mezi energií, látkou a informací?

Jaká jsou problémová místa informační fyziky z pohledu současné fyziky?

Jaká je maximální rychlost šíření fyzikální informace a jaká infonu?

Může mít infon nekonečně malou či nekonečně velkou hodnotu?

---



#### **DALŠÍ ZDROJE**

Gleick, J. *Informace: historie. Teorie. Záplava*. Praha, 2013.

Stonier, T. *Informace a vnitřní struktura vesmíru*. Praha, 2002.

---

## 6 INFORMACE A KYBERNETIKA

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Šestá přednáška se zabývá stručným přehledem kybernetického pojetí informace se zaměřením na hlavní dvě postavy – Norberta Wienera a Clauda Elwooda Shannona. Klasická definice kybernetiky vychází z díla prvně zmiňovaného autora, který ji chápe obecně jako vědu o řízení a komunikaci v strojích (technických zařízeních) a živých organismech. Wiener ještě nechápe předmět kybernetiky v zúženém významu, jako počítačovou vědu (resp. jako práci daty zakódovanými do binárního kódu). Kromě definice pojmu informace a jeho matematické vyjádření, je hlavním přínosem Wienera pochopení zpětnovazebních smyček (kladných i záporných) v procesech řízení i komunikace.

Dílo C. E. Shannona představuje prohloubení matematicko-statistického pojetí informace, která se charakterizuje jako opak informační entropie (míry nejpravděpodobnějšího stavu). Shannon ve své práci *Matematická teorie komunikace* (1948) poprvé definuje nejmenší jednotku informace, kterou nazývá *bit* (z angl. binary digit – dvojková číslice), čím se stává jedním z pionýrů informatiky. V přednášce je popsán i Shannonův model komunikace, kterého aplikace je dodnes (téměř) univerzální.

### CÍLE KAPITOLY



- Charakterizovat předmět kybernetiky a vysvětlit klasickou definici informace N. Wienera;
- Na konkrétních příkladech vysvětlit zpětnovazební procesy jak v živých, tak i v neživých systémech;
- Charakterizovat matematicko-statistické pojetí informace u C. E. Shannona;
- Na konkrétním příkladu popsat model komunikace u C. E. Shannona;
- Uvést vlastnosti bitu jako nejmenší kvantitativní jednotky informace.



## KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Kybernetika, N. Wiener, informace, zpětná vazba, C. E. Shannon, teorie informace, informační entropie, model komunikace, bit, bajt.

---

## VÝKLADOVÁ ČÁST

### 6.1 Kybernetika a informace

Slovo *kybernetika* pravděpodobně poprvé použil fyzik **André Marie Ampère** (1775-1836) roku 1834 ve své klasifikaci věd, a to dokonce ve významu, který není zas až tak daleko tomu dnešnímu – jako (v té době předpokládanou) vědu o lidské společnosti.

Slovo kybernetika pochází z řec. slova „*kybernétés*“ a původně označovalo kormidelníka (řec. *kybernétiké*), ale postupně nabylo všeobecný význam pro člověka, který řídí společnost. V starém Římě získalo slovo kybernetika podobu *gubernator* (z toho pochází anglické *governor*, naše gubernátor, ap.). Slovo kybernetika použil ve svém díle *Vztah filosofie ke kybernetice aneb umění vládnout národu* v roce 1843 i polský filosof **Bronislaw Ferdynand Trentowski** (1808-1869).

V letech 1925-29 vydává ruský lékař a filosof **Alexander Alexandrovič Bogdanov** (1873–1928) rozsáhlé dílo *Všeobecná organizační věda – tektologie*, ve kterém se zabývá vědeckými principy *řízení společnosti*. Představuje v něm v jisté formě i tzv. *systémový přístup* při zkoumání řízení složitých systémů (je ironií osudu, že Bogdanov je více známý jako adresát zdrcující kritiky V. I. Lenina v *Materialismu a empiriokriticismu*). Až několik let po něm vydávají své práce z této oblasti **Ludwig von Bertalanffy** (1901-1972) a **Norbert Wiener** (1894-1964, nakonec i sám Wiener přiznává neznalost uvedených faktů v úvodu své knihy *Kybernetika a společnost*).

Specifikum kybernetiky je to, že se jako věda ani tak nezajímá o samotné věci, jako spíš o vztahy mezi nimi a o udržování, přenášení a upravování těchto vztahů. To, co je podle kybernetiků na věcech to podstatné, není materie (látka), ta může být každou chvílí jiná, ale struktura vztahů – která je tím, co příslušný objekt vymezuje. Ale pozor, struktura nemá smysl bez toho, co do ní vstupuje!

Podle definice N. Wienera je *kybernetika* „*věda o sdělování a řízení v živých organismech, lidské společnosti a strojích*“.

Slovo kybernetika se, podruhé a už ve svém současném pojetí, objevuje v roce 1948 v knize N. Wienera (1894-1964) *Kybernetika neboli řízení a sdělování u živých organis-*

*mů a strojů* (*Cybernetics or Control and Communication in the Animal and Machine*, český překlad vyšel v r. 1960). Kniha shrnovala myšlenky uveřejňované v menších pracích už od roku 1941. Kromě ní jsou za nejvýznamnější aktivity z „biologické a medicínské“ strany považovány práce mexického psychologa a neurobiologa **Artura Rosenbluetha** (1900-1970). Jeho společný článek s Wienerem *Behavior, Purpose and Teleology* z roku 1943 bývá označován za naprostý začátek kybernetiky.

Kromě Wienera a Rosenbluetha patří mezi zakládající představitele kybernetiky i **William Ross Ashby** (1903-1972), **John von Neumann** (1903-1957), **Claude Elwood Shannon** (1916-2001). Věda o společných vlastnostech živých organismů a strojů vyžadovala spolupráci mnoha odborníků a předznamenala mezioborový charakter kybernetiky.

Norbert Wiener se narodil v roce 1894 v Columbii v rodině židovských emigrantů z Ruska, možná z Polska (vzhledem k tomu, že v té době Polsko jako stát neexistovalo – bylo rozdělené mezi Rusko, Prusko a Rakousko – je těžko říci, odkud přesně rodina, resp. otec Norberta *Leon Wiener*, pocházela), v každém případě rodina vznikla až v Americe a byla jednoznačně americká.

Norbert byl odmala nadaný a dobře se učil (první díl jeho pamětí se jmenuje *Byl jsem zázračné dítě*, „Ex-Prodigy: My Childhood and Youth, 1953). Odmala však byl nemocný, měl potíže s prostorovou orientací a s rovnováhou, částečně i kvůli nemocnému zraku. Střední školu ukončil v 11 a vyšší střední koleje – Truft College – ukončil v 14 letech (s titulem Bc.). V roce 1909 začal studovat na Harvardu, kupodivu zoologii, po roce přešel na filosofii a s krátkým odskokem na Cornelovu univerzitu ji v 18 letech ji na Harvardu dokončil doktorátem, uděleným za disertaci o matematické logice. V roce 1919 začal přednášet na slavné MIT (Massachusetts Institute of Technology), nejprestižnější škole svého druhu v USA a nejspíš i ve světě. V roce 1931 se stal řádným profesorem (v 37 letech!).

V roce 1959 vydal román *Pokušitel* a v roce svého skonu další román *Bůh a Golem*. O Wienerovi se vyprávějí historky jako o nepraktickém a roztržitým člověku, mimo svět vědy asi hodně spoléhal na stereotypy chování (stejný časový rozvrh, stejné trasy při cestě do práce, atp.), které mu umožnily používat skutečné soustředění na pro něj důležitější problémy, Každá změna prostředí ho pak mohla poněkud vykolejit.

Kybernetika je sice charakteristická „mezioborovým“ přístupem, otázkou ale přesto zůstává, jestli do ní počítat i obory, které vznikly relativně samostatně a jen se jí dotýkají, jako je třeba *teorie her* (J. von Neumann), *matematické modely ekonomických jevů* (J. Nash), možná i *teorie systémů* a některé specializované způsoby zpracování dat. Většinou se k ní spíš počítají. Rozhodně se nespletete, když za kybernetiku označíte vše, co se týká teorie počítačů, zpracování a přenosu informací, řízení složitých systémů nebo umělé inteligence.

## 6.2 Kybernetika a informatika (či teorie informace?)

*Informatiku* můžeme považovat za odvětví, do kterého se původní kybernetika rozrostla. Tak kybernetika, jako i informatika má dvě hlavní, i když ne ostře oddělené větve – *teoretickou a technickou*.

Informatika má svou metodu a svůj předmět zájmu, což jsou, spolu se schopností nacházet nové specifické znalosti, běžné znaky samostatné vědy. Jenže s termínem informatika bývají docela často terminologické problémy či nejasnosti.

Jsou země, kde se za informatiku považují jen *počítačové vědy* (computer science) v tom nejužším slova smyslu a to, co s počítači a jejich funkcí úzce souvisí. Ale jsou, naopak, i takové země, kde se slovo „informatika“ užívá víceméně pro *všechno, co nějak souvisí s informacemi*, včetně telekomunikací a masmédií (*information science*). „Materiál“, se kterým informatika pracuje, jsou (jak také jinak) hlavně **informace**, nejčastěji v podobě dat, která jsou kódována v binárním (dvojkovém) kódu.

### 6.2.1 KYBERNETICKÉ POJETÍ INFORMACE

Pojem *informace* se nejčastěji používá v jednom ze dvou dost různých významů:

1. to může být něco, co jsme se dozvěděli, něco, co změnilo naše znalosti;
2. je to signál, který onu novou znalost nese, je to nějak uspořádaná směs znaků, která buď někudy proudí, nebo je někde zapsána.

V obou případech je pak informace něco nehmotného.

Pokud nás zajímá *informace jako řada znaků* (písmen, zvuků, rádiových vln), je situace poměrně jednoduchá. Velikost informace je prostě množství znaků, které ji tvoří. Buď zabírají místo v nějakém zápisu (v *paměti*), nebo procházejí od odesilatele k příjemci nějakým prostředím – *sdělovacím kanálem*.

Informace se v kybernetice (a informatice) obvykle počítá na **bity**. Slovo bit (značí se jako *b*) vzniklo jako zkratka z angl. *binary digit* (tedy binární číslice). Jednotka informace může mít jenom dva stavy – 1 nebo 0 (buď elektrický impuls někde je, nebo není) – přenos zpráv v abecedě sestávající ze dvou znaků (písmen) je nejzazší.

O něco větší jednotka je 8 bitů, někdy se to píše **byte**, někdy foneticky **bajt** (a má zkratku *B*). Informace se tedy v kybernetice počítají v binární soustavě (dvojkové abecedě) a všechna čísla se vyjadřují pozičním systémem jenom s jejich pomocí, např. číslo 18 se zapíše jako 10010. Samozřejmě se s takovými čísly počítá tak, jak jsme zvyklí z desítkové soustavy, tedy  $1+1=10$  (což je symbol pro dva).

Měření informace podle počtu písmen je sice hezké, ale o tom, co většinou spíš považujeme za informaci, totiž o obsahu, kterým obohacujeme naše znalosti, to vlastně nic



nevypovídá. Nápís křídou na plotě „Miluji tě, Jano!“, nese víc – a důležitější! – informace než většina dlouhých politických projevů a mnohé knihy. Vyhlášení války bývají stručná a kapitulace ostatně také, traktáty naopak bývají o to delší, čím víc jsou o ničem. Vcelku jsme tím ale přešli ke druhému významu slova informace a k jeho měření – totiž k tomu, jak moc informace změnila to, co víme.

### 6.3 Teorie informace a C. E. Shannon

Claude Elwood Shannon (1916-2001) se již od r. 1939 zabýval otázkami, jak co nejlépe využít komunikační kanály (telefon, telegraf, televizi apod.). Cítil, že musí existovat nějaké matematické vztahy mezi dobou přenosu, šířkou frekvenčního pásma, šumem a množstvím přenesené informace. Postupně tyto vztahy objevoval a na naléhání svých spolupracovníků je roku 1948 publikoval společně s matematikem *Warrenem Weaverem* (1894–1978) v článku „A Mathematical Theory Of Communication“ (v této práci se poprvé objevilo slovo „bit“ pro označení nejmenší kvantifikovatelné jednotky informace).

Někteří historikové vědy tuto práci nazývají „*Magna charta informačního věku*“. Ukazuje se v ní, že k exaktnímu zkoumání informace je potřeba abstrahovat od její sémantické stránky a omezit se na stránku syntaktickou, která je statistickými prostředky snadněji popsatelná. Informace pak spočívá v odstranění neurčitosti. Při vyjádření míry odstraněné neurčitosti dospěl Shannon k formálně stejnému vztahu, který koncem 19. století odvodil fyzik *Ludwig Boltzmann* (1844–1906) pro entropii.

Významnou se stala diskuse mezi Shannonem a von Neumannem. Von Neumann Shannonovi řekl: „*Pokud jde o tu vaši funkci neurčitosti, doporučoval bych vám nazývat ji entropie. Jednak se ve statistické fyzice definuje stejným způsobem, jednak nikdo pořádně neví, co to vlastně je. Kdoví, jestli ta vaše entropie a entropie termodynamická nejsou jedno a totéž.*“

Shannon si vzal Neumannovo doporučení k srdci, použil termín entropie a vyvolal tím mnohaletou diskuzi, zda jde o podobnost formální, či faktickou. Tato diskuze byla velmi plodná a vedla k zjištění, že zdánlivě nehmotná (nelátková) informace je pevně vázána na fyzikální svět látky a energie a že *každý přenos* či *záznam informace vyžaduje disipaci jisté energie, a tedy vzrůst termodynamické entropie*.

Shannonův článek založil novou disciplínu na pomezí matematiky a sdělovací techniky – **teorii informace**. Kromě toho, že zavedl pojem **informační entropie**, byl to on, kdo do teorie releových spínačů (a tím i počítačů) zanesl *Booleovu algebru* (a povedlo se mu to již ve své magisterské diplomové práci v r. 1937, kterou obhájil na MIT!). O pár let později napsal disertaci, kde použil stejný postup v genetice.

Jeho teorie informace je jedním z pilířů kybernetiky. Začal s tím, že navrhl, jak měřit množství informace. Podstata je prostá: zpráva nám poskytuje tím víc informace, čím víc

nás „překvapí“, tedy s čím menší pravděpodobností jsme ji čekali. Bude tedy nepřímo úměrná oné pravděpodobnosti.

Jestliže si pojmenujeme abecedu, kterou zdroj zpráv používá, písmenem **A**, vybereme z ní nějaké písmeno, třeba **a**, a jestliže pravděpodobnost, že se tohle písmeno ve zprávě objeví, je **p(a)**, pak informace, kterou **a** nese, a odpovídající entropie zdroje jsou:

$$\log(1/p(a)) = -\log p(a) \quad a \in A \quad - \sum_{a \in A} p(a) \cdot \log p(a)$$

$a \in A$

**Informační entropie** velmi úzce souvisí s termodynamickou entropií, ačkoliv toto spojení se ukázalo být zřejmé až po mnoha letech nezávislého studia termodynamické entropie a informační entropie (často je také nazývána *Shannonovou entropií*). Obecně pro systém s konečným počtem možných stavů  $S \in \{s_1, s_2, \dots, s_n\}, n \leq \infty$  a pravděpodobnostní distribucí  $P(s_i)$  je informační entropie definována jako střední hodnota:

$$H(S) = - \sum_{i=1}^n P(s_i) \log_2 P(s_i)$$

Zde formálně definujeme, že  $0 \cdot \log_2 0 \equiv 0$ .

Entropie je *maximální* pro rovnoměrné rozložení  $P(s_i) = \frac{1}{n}$  pro  $\forall i$ :

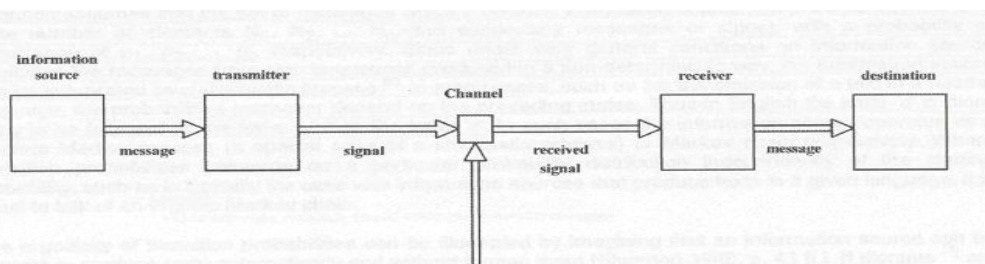
$$H(S) = - \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \log_2 \frac{1}{n} = - \log_2 \frac{1}{n} = \log_2 n$$

a *minimální* pro zcela deterministický systém  $\exists P(s_k) = 1$  a  $P(s_i) = 0$  pro  $\forall i \neq k$ :

$$H(S) = - \sum_{i=1}^n P(s_i) \log_2 P(s_i) = - \log_2 1 = 0$$

Stručně řečeno, entropie je střední hodnota informace jednoho kódovaného znaku. Míra entropie souvisí s problematikou generování sekvence náhodných čísel (resp. pseudo-náhodných) čísel), protože sekvence naprosto náhodných čísel by měla mít maximální míru entropie. Shannonova entropie také tvoří limit při bezztrátové kompresi dat, laicky řečeno, *komprimovaná data nelze beze ztráty informace „zhustit“ více, než dovoluje jejich entropie*.

O *užitečnosti informace* má cenu mluvit teprve tehdy, když ji využíváme k něčemu, co k užítku vede, obecně vzato k nějakému rozhodování. V teorii rozhodování jde o to, jak vybrat nejlepší rozhodnutí, jestliže víme, že každé z nich může vést k několika možným následkům (a každý z nich je jinak užitečný). Informace pak znamená zúžení oněch teoretických možností.



## 6.4 Ve věku informací

Informace je nejspíš první věc nehmotné povahy, se kterou jsme se naučili zacházet podobně jako s hmotou – umíme ji měřit, poměrně dobře sledovat její změny, růst a vývoj, umíme ji přenášet a využívat ji. Používáním se neopotřebovává, ale spíš zkvalitňuje (nebo alespoň potvrzuje), při přenosu z původního místa nemizí a přitom na novém místě přibude.

Klasická teorie informace, jak s ní přišel Shannon, se soustředila na otázky spojené s přenosem zpráv. Matematicky definovala prostředí, kterým se zprávy přenáší a přišla na to, že pokud se dá bezporuchovosti přenosu vůbec dosáhnout (pokaždé to ale nejde), vede cesta k ní přes šikovné zakódování zprávy a věty o kódování tvoří hlavní výsledky klasické teorie informace. (Dnes už je možné například identifikovat různé jazyky nebo přirozený a umělý původ signálů. Nezdá se to být moc, ale třeba pro dešifrování je rozpoznání jazyka, ve kterém je původní zpráva, k nezaplacení.)

Přes pravděpodobnosti jednotlivých znaků se totiž dají velmi dobře charakterizovat zdroje zpráv, ať už zprávou myslíme cokoli. Spočítáním průměrné informace nesené jednotlivými znaky se pak spočítá entropie zdroje. Matematicky je také snadné dokázat, že největší entropii mají ty zdroje zpráv, ve kterých mají všechny znaky stejnou pravděpodobnost a nejmenší (nulovou) entropii má zdroj, který produkuje jen jediný signál s pravděpodobností rovnou 1.

**Entropie** se dá chápat jako *míra neorganizovanosti*, chaosu. Když jsou pravděpodobnosti všech znaků (písmen) stejné, je jakákoli zpráva stejně pravděpodobná, entropie je maximální a od zdroje se dá čekat cokoli. Ovšem ne vždy musí platit, že čím menší entropie, tím lépe – nulovou entropii má zdroj, který vysílá pořád tentýž signál, a to žádnou novou informaci nese.

Entropie sice reprezentuje neurčitost nebo možná nepředvídatelnost ve vysílaném signálu, ale informace nesená zprávou není jejím přirozeným opakem – nulová entropie je spojena s bezobsažným „sdělením“, jeho pokračování je sice z pravděpodobnostního hlediska perfektně předvídatelné, ale první znak nese kompletní informaci o všech následujících (vysoká *redundance*) – viz definici informace u **Gregoryho Batesona** (1904–1980).

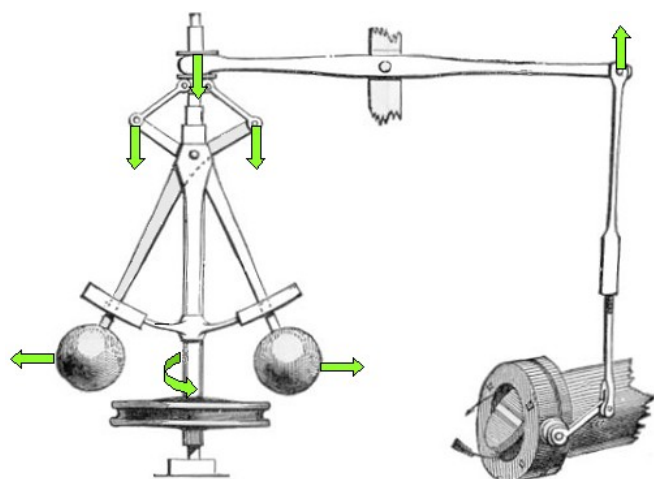
## 6.5 Zpětná vazba – základní pojem kybernetiky

Pojem *zpětná vazba* (angl. *feedback*) patří v rámci kybernetiky do části věnované *řízení* (zatímco informace spíš do části věnované *sdělování*). Myšlenka zpětné vazby existuje vlastně už od té doby, kdy si lidé začali přát, aby se nějaké zařízení regulovalo samo od

sebe. O zpětnou vazbu jde tehdy, když nějaká řídicí jednotka dostává zpětně informaci o důsledcích svých povelů na řízený proces a podle toho sama přizpůsobuje své další řídicí akce. Podstata je v uzavřené smyčce.

Norbert Wiener přirovnával zpětnovazební smyčku ke slepecké holi, která dává slepci zpětnou informaci o jeho pohybu a ovlivňuje tak jeho pohyb následující. Pro kybernetiku je zajímavá ale především zpětnovazební smyčka, která se obejde bez lidského dozoru a funguje jaksi sama.

Prvním takovým zařízením byl regulátor na parním stroji **Jamese Watta** (tzv. **Wattův regulátor**), který byl zaveden v roce 1782. Skládá se ze dvou závaží, která rotují a jsou poháněna strojem, jehož otáčky mají být regulovány. Čím rychleji tato závaží rotují, tím větší je vlivem odstředivé síly jejich výchylka od svislé osy rotace. Uvedené vychýlení je nad jejich ukotvením převedeno na svislý pohyb, který je dále pákou a táhlem převeden k ventilu přivádějícímu páru ke stroji. Je tak realizována mechanická záporná zpětná vazba, která dovoluje působením poměrně malých sil regulovat velmi výkonný stroj.



(Pozn.: Watt nebyl úplně prvním člověkem, který sestrojil parní stroj, i když se to do-  
cela často takhle uvádí. Už v roce 1698 se funkční parní stroj, i když mnohem méně doko-  
nalý, povedlo sestrojil Thomasi Sawerymu. Watt byl ale první, kdo (roku 1765) postavil  
spolehlivý stroj „dnešního“ typu. Mimo jiné, díky regulačním prvkům – zmíněnému  
zpětnovazebnímu regulátoru.)

Podle efektu, jaký má zpětnovazební smyčka na změnu výchozího stavu, hovoříme o **kladné zpětné vazbě** nebo o **záporné zpětné vazbě**.





## SHRnutí KAPITOLY

Předmětem této kapitoly bylo představení kybernetiky, která je podle klasického pojetí jednoho z jejích zakladatelů, Norberta Wienera, definována jako věda o řízení a komunikaci ve strojích a živých organismech. Informace je podle něj „to, co si vyměňujeme s vnějším okolím, když se mu přizpůsobujeme a působíme na něj svým přizpůsobováním“. Informace je univerzální (ontologickou) kategorií, ale není ani látkou, ani energií. Informace má rozhodující roli jak pro řízení, tak pro komunikaci.

C. E. Shannon chápe informaci z matematicko-statistického pojetí, informace je pro něj odstraněním neurčitosti (v) systému – tedy je opakem informační entropie. Ve své teorii informace definuje nejmenší jednotku informace – bit, která může mít jen dva stavy – 0 (elektronický spínač je rozpojený) nebo 1 (elektronický spínač je spojený). Kombinací těchto dvou stavů je možné na adekvátním zařízení (např. v elektronické paměti počítače) zaznamenat jakoukoliv zprávu (např. převodem ze zvukového či obrazového záznamu transformací analogového signálu na digitální).

Komunikační model C. E. Shannona popisuje přenos informace od svého zdroje a odesílatele přes přenosový kanál až ke svému příjemci a koncovému adresátovi. Při přenosu se část informace může ztratit. Podle charakteru informační ztráty rozlišujeme vícero druhů informačního šumu (fyzikální, technický, sémantický, pragmatický aj.).

## OTÁZKY



Co je předmětem kybernetiky?

Jaká je klasická definice informace u N. Wienera?

V čem se liší Wienerovo pojetí informace od pojetí C. E. Shannona?

Je fungování termostatu příkladem záporné zpětné vazby?

Kolik stavů mohou mít 3 bity?



Gleick, J. *Informace: historie. Teorie. Záplava*. Praha, 2013.

Naumann, F. *Dějiny informatiky: od abaku k internetu*. Praha, 2009.

Mareš, M. *Slova, která se hodí aneb jak si povídat o matematice, kybernetice a informatice*. Praha, 2006.

Wiener, N.: *Kybernetika a společnost*. Praha, 1963.

---

## 7 INFORMACE JAKO NEGENTROPIE (INFORMACE V BIOTICKÝCH SYSTÉMECH)



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Kapitola pojednává o informaci v biotických systémech (tedy v živých organismech) v kontextu pojmu negentropie – negativní entropie, který zavádí fyzik Erwin Schrödinger ve své knize *Co je život, když se pokouší charakterizovat zásadní odlišnosti biotických systémů od systémů abiotických*. Nejzásadnějším rozdílem je právě schopnost živých organismů udržovat si vlastní uspořádanost a dokonce ji v jisté míře (časově omezené) i zvyšovat. Pojem negentropie je tak významově opačným termínem k pojmu neuspořádanosti (entropie).

---



### CÍLE KAPITOLY

- Charakterizovat pojem negentropie (v pojetí E. Schrödingera);
  - Srovnání onticko konstitutivní role informace jako negentropie v biotických systémech a v systémech abiotických.
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

E. Schrödinger, biotické systémy, negentropie (negativní entropie), termodynamika, termodynamické principy.

---

### VÝKLADOVÁ ČÁST

#### 7.1 Informace jako negentropie

**Mediální** aneb **informační věk**, v němž žijeme, vyžaduje logicky porozumění pojmům **média** a **informace**. Tématem médií jsme se již trochu zabývali v minulé úvaze, nezbývá tedy než se pustit do problematiky informace. Existuje samozřejmě jejích mnoho definic z mnoha vědních oborů a filosofických škol, ale nás bude momentálně nejvíce zajímat pojetí informace jako *negentropie*.



Výklad vychází z článku, který najdete na této internetové adrese:

<http://ditam.org/texty/filosofie/informace-jako-negentropie.html>

*Negentropie* je *negativní entropie*. Co je *entropie*? Pojem zavedl **Rudolf Clausius** (1822-88), ale je znám spíš od **Ludwiga Boltzmann** (1844-1906), který ji v roce 1887 učinil jedním ze základních konceptů nového oboru statistické fyziky zabývající se termodynamickými vztahy. (*Statistická fyzika* studuje chování velkého množství částic pomocí metod teorie pravděpodobnosti, přičemž vychází z předpokladů kinetické teorie látek, která je důležitou částí molekulové fyziky.) *Entropie* je veličina, která charakterizuje směr vývoje systému. Nejjednodušším příkladem fungování entropie ve vesmíru je příklad rozbité skleničky – skleničky se rozbíjejí celkem často, ale nikdy se neskládají zpátky. Obdobně třeba bordel, co se vytváří v našich pokojích – uklízet se musí pořádkem, ale nepořádek se dělá sám. Neuspořádanost v našem vesmíru vzrůstá.

*Termodynamika* (věda zabývající se teplem, tepelnou energií, neboli kinetickou energií neuspořádaného pohybu částic látky) má tři hlavní zákony neboli věty. *První termodynamický zákon* je zákonem kvantitativním, který říká, že všechny druhy energie jsou kvantitativně ekvivalentní a vzájemně je lze transformovat. Tedy z hlediska tepelné energie je lze jako formu energie přeměňovat na jiné formy. *První věta termodynamická* určuje, že *energie nikde nemizí, ani se neztrácí, jen přechází z jedné formy do druhé*. *Druhý termodynamický zákon* je *kvalitativní*, uvádí, jak probíhají tepelné děje v případě, že je tepelnou energii možno přeměňovat s určitým omezením. Je *empirický* a *pravděpodobnostní*. Druhá věta v podstatě vylučuje, že by šlo udělat perpetuum mobile, protože dochází k neustálým ztrátám energie. *Druhá termodynamická věta určuje přirozený směr, kterým přírodní procesy probíhají, ukazuje nevratnost tepelných pochodů, neboli princip růstu entropie* (směřování ke stavu s nulovou energetickou úrovní – k úklidu je potřeba mít energii; lenost jako podléhání všeobecné entropii, je možné zjednodušeně chápat jako nejsnadnější „činnost“).

V souvislosti s formulací druhého zákona termodynamiky je růst entropie také spojován se směrem času (tzv. *termodynamická šipka času*). Důležité je, že entropie, která je zde chápána jako stále rostoucí veličina charakterizující tendenci systému dosáhnout rovnovážného stavu, takto funguje v rámci *izolovaných systémů*. Celková entropie uzavřeného systému se nemůže nikdy zmenšit. V přírodě jakožto uzavřeném vesmíru tedy všechny děje směřují do více neuspořádaného stavu, a tak roste celková entropie. Dle předpokladů L. Boltzmann se jeví jako nejpravděpodobnější konečný stav vyrovnání pohybových energií molekul. To znamená, že by se konečné hodnoty entropie ve vesmíru dosáhlo tehdy, kdyby se vyrovnaly veškeré teplotní rozdíly (to je tzv. *tepelná smrt vesmíru*). Tímto konečným stádiem je tedy rovnovážný neuspořádaný stav. Zvláštní je, že takový stav je vlastně naprosto klidným, vyrovnaným, rovnoměrně rozloženým stavem systému a člověk má tendenci nazvat jej spíš uspořádaným. Jde však o stav bez rozlišení, uspořádání, struktury, bez „mřížky“, proto jej nazýváme neuspořádaným, tedy nemajícím řád...

Pojem *negativní entropie* pochází od **Erwina Schrödingera**, z jeho knihy *Co je život?* (1944), později ho **Léon Brillouin** zkrátil na *negentropii*. Mohl vzniknout až na základě pojetí *otevřených systémů*. V otevřených systémech se růst entropie kompenzuje možností vzniku negentropie – **informace**. S růstem poznání a efektivního využívání informací entropie klesá a roste uspořádanost, tedy negentropie.

Zřejmě by se dokonce dala vést dělicí čára mezi termodynamikou 19. a 20. stol., jako teorií izolovaných systémů a teorií pracujících s otevřenými systémy. Jedině v rámci otevřených systémů je totiž možné uvažovat o místních fluktuacích charakteristických růstem negentropie. Zatímco entropie je tedy silou rozkladu, nezměnitelností, nevratností ztrát, přísným řídicím principem uzavřených systémů, *negentropie* je silou, která se staví proti rozkladu a přináší schopnost otevřených systémů (tedy ve zkratce řečeno těch fungujících v interakci se svým vnějškem) vytvářet soudržné a (svým způsobem) trvalé informace a jejich uspořádání. Tím se také od úvah o směru času v podobě jednoduché šipky času (směrů jednotlivých konkrétních procesů) dostáváme k představě času jako historii v plném slova smyslu, jakožto něčeho relativně trvalého v dějinách živých organismů či lidstva, udržovaného v paměti, ať už v genetické nebo v sociokulturní (např. v knihovnách či na internetové síti).

### 7.1.1 INFORMACE A NEGENTROPIE

Mnoho vědců se zabývalo a stále zabývá problémem vztahu termodynamické a informační entropie. (Existují i názory, že první je jen případem druhé...) Situaci lze zjednodušeně vidět i takto: termodynamika se zabývá teplem a bez tepla není život. Úbytek tepla je nahrazován vzrůstem negentropie – informace. I informace je tedy život, je to energie v jiné, uspořádané či organizované podobě (přesně podle první věty termodynamiky, podle níž se energie neztrácí, ale přeměňuje).

## TEORIE PRAVDĚPODOBNOTI

Shrňme si, že entropie je funkcí stavu uzavřené soustavy charakterizovanou směrem toku samočinných procesů k větší neuspořádanosti a chaosu, a tedy k větší pravděpodobnosti; jejím konečným stádiem je dosažení *rovnovážného stavu*.

Pojem entropie, jak jsme již naznačili, souvisí s teorií pravděpodobnosti, která se týká náhodných jevů (jevů, jejichž výsledek není jistý, jako je např. hod kostkou). Rozvoj teorie pravděpodobnosti probíhal už od 17. století inspirován právě hazardními hrami. Za její počátek se považuje slavná výměna dopisů mezi matematiky **Blaisem Pascalem** a **Pierrem Fermatem** zahájená roku 1654. Šlo jim tehdy o otázku, jak spravedlivě rozdělit bank mezi hráče, jestliže série hazardních her musela být předčasně přerušena. Výsledků teorie pravděpodobnosti využívá zejména *matematická statistika*, zejména v oblasti asymptotického chování náhodných výběrů. Časté jsou také aplikace náhodných procesů na finanční, fyzikální a jiné procesy sledované v čase.

Teorie pravděpodobnosti je spojena s novými analýzami dat: rozlišují se *systémy náhodné (stochastické)*, *determinované* (v přirozených podmínkách vzácné) a *chaotické* – ty jsou náhodné jen navenek, ale ve skutečnosti skrývají nějaký řád, který se ukáže až při určitém množství pozorování, při zanesení do grafu pak vytvářejí *fraktální vzory* (jejichž dimenze je zlomková; vyplňují jen část prostoru, jejich prvky jsou velmi zjednodušeně řečeno přitahovány *atraktory* (body, liniemi, fraktálními vzorci), kolem nichž se jakoby shlukují, zatímco okolo zůstává prázdný prostor).

Poznání a rozhodování snižuje míru entropie tak, že pokaždé, když z většího množství alternativ/možností jednu vybereme, snížíme neurčitost a zvětšíme míru informace. **Maximální entropie** znamená, že jsou všechny pravděpodobnosti stejné. Vědomí se pak může ukazovat i jako míra svobody plynoucí z nutnosti volby; pravděpodobnost uspořádání je nepřímo úměrná negentropii.

Můžeme-li v této chvíli činit nějaké závěry, pak snad to, že lidské poznání, ukládání a třídění informací je silou jdoucí proti entropii tohoto vesmíru, proti síle rozpadu a degenerace. Entropie však také umožňuje neustálý vznik nového – jen díky tomuto principu není již všechno, co známe, dávno zastaralé a zkosnatělé. S tím souvisí důležitost otevřenosti negentropických systémů: zatímco v uzavřeném systému entropie pouze stoupá, v otevřeném je vyvážena lokálním vzrůstem negentropie (celková entropie vesmíru vždy jen roste!). Jistou analogií těchto procesů může být i vývoj internetu s jeho sociálním softwarem (jako je YouTube, Wikipedia apod.), permanentními beta verzemi, které se neustále přizpůsobují uživatelům a celkovou neuzavřeností, zkrátka celkovým procesuálním charakterem. Jedině takový způsob ukládání informací, který nemůže být v žádné chvíli dokonalejší a dokončenější, umožňuje vývoj.

Pozn.: Text je ve srovnání s verzí na webu mírně upravený, zavádějící tvrzení jsem přeformuloval či vynechal (pozn. – Marek Timko).

---

## SHRNUTÍ KAPITOLY



Kapitola charakterizuje pojem negentropie, kterým lze popsat základní vlastnosti biotických systémů (živých organismů). Zatímco drtivá většina abiotických systémů se vyvíjí podle druhého termodynamického principu, tedy v čase může v systému entropie jenom narůstat (výjimku tvoří např. krystaly či otevřené nelineární disipativní struktury), živé systémy mají specifickou vlastnost – udržování či zvyšování vlastní uspořádanosti (informace). Negentropie jako výraz pro negativní entropii je tak vlastně synonymem pro uspořádanost biotických systémů.

---

## OTÁZKY



Co označuje pojmem negentropie E. Schrödinger?

Jaký je vztah negentropie a entropie?

Jaký je vztah negentropie a informace?

---



## DALŠÍ ZDROJE

Gleick, J. *Informace: historie. Teorie. Záplava*. Praha, 2013.

Schrödinger, E. *Co je život? Duch a hmota. K mému životu*. Brno, 2004.

---

## 8 BIO-INFORMACE A OTEVŘENÉ NELINEÁRNÍ DISIPATIVNÍ SYSTÉMY. INFORMAČNÍ PROCESY JAKO VYTVÁŘENÍ ŘÁDU Z CHAOSU

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Osmá přednáška se zabývá ontickou rolí informace v živých organismech (proto bio-informace). Ty se charakterizují jako otevřené nelineární disipativní systémy (či struktury). Přenos informace je v biotických systémech procesem vytváření řádu (vyšší míry uspořádanosti systému z nižší míry uspořádanosti prostředí) z chaosu. Informace je tak v živých organismech jakousi protientropickou bariérou. Dočasné udržování či zvyšování uspořádanosti biotických systému je však vyvažováno entropizací prostředí: na jedné straně odpadními produkty látkového metabolismu, na druhé straně energetickým odpadem metabolismu organismu – vyzářeným teplem, který entropii vnějšího prostředí jenom zvyšuje. Lokální snižování entropie biotického systému je tak „draze“ zapláceno globálním zvýšením entropie prostředí (čímž se potvrzuje platnost druhého termodynamického principu).

Živé organismy, jako i jejich nejmenší biologické jednotky (buňky) jsou podle kognitivní a sémantické biologie (v koncepci M. Barbieriho) chápány jako prvky schopné semiózy, tedy znakového a poznávacího procesu. Bio-informace zapsaná v řeči organického kódu je tak prostředkem komunikace mezi jednotlivými prvky biotických systémů.

### CÍLE KAPITOLY



- Charakterizovat ontickou konstitutivní roli informace v biotických systémech;
- Charakterizovat základní vlastnosti otevřených nelineárních disipativních systémů;
- Na konkrétním příkladu popsat informační proces biotického systému jako utváření řádu z neuspořádanosti (či chaosu);
- Definovat pojmy kognitivní biologie, sémantické biologie a organického kódu v pojetí M. Barbieriho.

### KLÍČOVÁ SLOVA



Otevřené nelineární disipativní struktury, řád, chaos, I. Prigogine, organické kódy, kognitivní biologie, sémantická biologie, M. Barbieri.

## 8.1. Organické kódy a paměti M. Barbieriho (J. Švorcová)

*„DNA (deoxyribonukleová kyselina) je nositelkou genetické informace všech organismů s výjimkou těch nebuněčných organismů, u nichž hraje tuto úlohu RNA (RNA-viry, virusoidy a viroidy). DNA je pro život nezbytnou látkou, která ve své struktuře kóduje a buňkám zadává jejich program, a tím předurčuje vývoj a vlastnosti celého organismu“ (Wikipedia).*

Tato definice deoxyribonukleové kyseliny je odrazem dnešního převažujícího chápání role DNA, jakožto nositelky veškeré informace nutné pro pochopení vývoje živé bytosti. Toto chápání má svůj původ v genocentrickém pohledu na živé organismy již od dob neodarwinistické syntézy. Dle něho geny zcela kauzálně ovlivňují fenotyp a ontogenezi organismů, vše je napevno „zadrátováno“ a řízeno programem. Tato představa DNA jakožto pasivní litery programu, který je dekodován pomocí molekulárních automatů, které dále staví tělo, popírá autonomnost živých systémů a redukuje vše živé na Descartovy „štěkající stroje“. Zápis DNA je pak informační instrukcí, ne informací, které by měla buňka porozumět.

Právě ono programové předurčení je nešťastnou formulací v této definici. Mnozí biologové navzdory obecně sdílené víře upozorňují na to, že vztah genů a tělesné podoby organismu není jednoduše odvoditelný (Markoš, Vyskot). Kromě uznaného faktu, že genetický kód není výsledkem pouhých fyzikálněchemických procesů v buňce (a následnému útěku k vysvětlení genetického kódu jakožto zmrzlé náhody), objevuje se čím dál více poznatků epigenetiky a zcela neobjasněnou stále zůstává např. i role produktů regulačních genů v evoluci a ontogenezi organismů. Nicméně výše uvedené formulace utvářejí už dlouhá desetiletí názorovou atmosféru nejen na poli vědy a později je velmi obtížné se z této atmosféry vymanit.

Oproti tomuto redukcujícímu pojetí stojí tradice sémiotické biologie, která přisuzuje molekulárně informační struktuře DNA sémantický obsah. Ten se pak významově nerealizuje díky přečtení programem, ale díky interpretačnímu úkonu. Analogií tohoto příkladu může být vztah textu, čtenáře a významu, který pro čtenáře daný text nese. Významem je dané jedinečné uchopení textu čtenářem, jeho představy, myšlenkové obrazy, jedinečné asociace. Čtenářův výklad závisí samozřejmě na momentálním způsobu bytí čtenáře, na jeho životní zkušenosti. Text je tu pro čtenáře, čtenář je předpokládán, ba dokonce musel být ve vztahu přítomen dříve než samotný text. Teprve díky čtenářovi povstává význam, který text nese.

V pojetí biosémiotiky je pak významem sekvence či sekvencí informační molekuly DNA tělesný tvar v podobě proteinů nebo již samotného těla. Tento tělesný význam je interpretován proteinovým a ribonukleovým aparátem (fenotypem buňky), který je za

expresi genu zodpovědný. I ten musí být v buňce (v zygotě) přítomen ještě dříve, než je interpretováno první slovo molekulárního textu zapsaného abecedou nukleotidů. Sama DNA neobsahuje klíč k vlastní interpretaci, k ní vždy potřebuje oplodněné vajíčko. Tímto způsobem je pak přenášena molekulární historie, DNA je vždy interpretována podle stejných molekulárních zvyklostí, které organismus získal během evoluce.

**Biosémiotika** (*bios* – život, *semion* – znak) chápe tedy život nejen z perspektivy fyzikálních a chemických zákonitostí, ale živé bytosti jsou v tomto ohledu především vyhodnocovatelé významu. Význam se tak stává vedle energie a informace dalším zásadním pojmem, se kterým je třeba v dnešní biologii počítat (Barbieri). Jako významy pak nejsou chápány pouze podněty vnějšího prostředí, tzn. biosémiotiku nezajímá pouze etologická, behaviorální či ekologická stránka způsobu bytí organismů (Thomas Sebeok mluví o tzv. *exosémiotice*); jako znak nesoucí význam pro jeho vyhodnocovatele je v posledních letech dějin biosémiotiky chápána i sama DNA či signální molekula (*endosémiotika*).

Za zakladatele biosémiotiky bývá považován **Jakob von Uexküll**, který přišel s metaforou *Umweltu* jakožto vlastního žitého světa každého jednotlivého organismu, z něhož rozumí svému okolí. Uexküllovy myšlenky jsou dnes spojovány především s ekologickými a etologickými bádáními. Zásadní obohacení znamenaly pro biosémiotickou tradici dnešní doby myšlenky a pojmosloví sémiotické teorie **Charlese S. Peirce**. Uexküllovy i Peircovy myšlenky později rozvíjel **Thomas A. Sebeok** (pojem *zoosémiotika*). Na rozvoji biosémiotické tradice se taktéž nesmazatelně podepsala tzv. *Tartuská škola* v Estonsku (**Jurij Lotman**).

Další tradicí, která přisuzuje pojmu jakým je význam podstatnou úlohu v biologii, je tzv. *sémantická biologie*, kterou rozvíjí italský biolog **Marcello Barbieri**. Ten ve své knize *Organické kódy. Úvod do sémiotické biologie* (2001) přichází s řadou zajímavých hypotéz.

### 8.1.1 BARBIERIHO SÉMANTICKÁ BIOLOGIE

Marcello Barbieri ve své knize *Organické kódy* (2006) přichází s několika inspirativními myšlenkami. Tato práce staví především na jeho koncepci kódu a paměti v epigenetice. Embryonální vývoj je dnes běžně vykládán jako geny naprogramovaný proces. Barbieri se táže: známe však stroj nebo program, který by mohl zvyšovat svou složitost stejně jako je tomu u individuálního vývoje živého organismu? Záporná odpověď ho vede k výkladu, jak k tomuto může docházet právě u živého tvora. Embryonální vývoj jako konvergentní nárůst složitosti se podle Barbieriho rekonstruuje postupně z neúplných informací pomocí organických kódů a paměti. Barbieri ve své knize vytvořil i matematickou formulaci této rekonstrukce, ta však nebude předmětem této práce. Nás v této kapitole bude zajímat pro začátek jeho pojetí kódu.

Barbieri nezmiňuje v souvislosti se svým pojetím kódu totiž pouze kód genetický, ale o kódech mluví i v rámci dějů signalizačních, v rámci sestřihu hnRNA, kompartmentalizace

nebo cytoskeletu apod. Je to právě genetický kód, který přinesl zvrát v biologickém myšlení. Jeho univerzálnost a neměnnost, jak tvrdí Barbieri, naznačuje, že právě genetický kód stál na počátku prvních živých organismů. Jelikož bylo laboratorně dokázáno, že afinita aminokyselin a jejich specifických tRNA při translaci není výsledkem fyzikálněchemických zákonitostí a vazba aminokyseliny na tRNA může být laboratorně pozmeněna, a lze tak vytvořit zcela jiné kódující pravidlo, objevila se otázka, co je příčinou stávajícího jednoznačného přiřazování tripletů k aminokyselinám. Uznání existence genetického kódu, přičemž kódy mimo biologii byly vnímány vždy jako pravidla daná historickou konvencí a tedy jako jevy kulturní, vedlo k těžce řešitelnému dilematu jeho vzniku. Někteří biologové se pak při snaze o vysvětlení jeho povahy uchylují k hypotéze o zmrzlé náhodě nebo hypotéze o inteligentním designérovi.

Barbieri ve své knize neuvádí kritérium, podle kterého tuto složitost posuzuje. Posudky tohoto typu jsou vždy problematické, zasahují totiž do dvou různých úrovní popisu. Poznámku však můžeme chápat ve vztahu k informační úrovni popisu: při srovnání genu pro určitý protein a samotného proteinu je množství informace, které je dané pořadím v řetězci v řádech mnohem menší než množství informace, kterou bychom museli vynaložit pro popis trojrozměrné struktury tohoto proteinu (Monod 1970).

Kód je chápán zcela jednoduše jako soubor kolektivních pravidel, která propůjčují významy informačním strukturám (1). Na jejich individuálních znacích nemusí nijak samotný kód záviset (nezávislost informace a jejího významu); jejich vzájemný vztah je zcela arbitrární (2). Jedná s tedy o propojení dvou zcela nezávislých světů (3) (Barbieri 2006, str. 82-83), ať už se jedná o svět teček a čárek a svět abecedy propojený morseovým kódem nebo o svět DNA (RNA) a svět proteinů propojených kódem genetickým.

### 8.1.2 KÓD JAKO METAFORA

Vraťme se zpět k jednomu z vysvětlení povahy kódu: v případě kódu se tedy jedná o propojení dvou zcela nezávislých světů (Barbieri 2006), ať už se jedná o svět teček a čárek a svět abecedy propojený morseovým kódem nebo o svět DNA (RNA) a svět proteinů propojených kódem genetickým. Barbieri tak činí analogii mezi kódem propojujícím dva znakové systémy (morseovu a naši abecedu) a kódem propojujícím svět molekuly DNA a světem proteinů, který už je světem tělesným. Stejně tak mluví o významu jako o mentální entitě, pokud jde o kód mezi mentálními objekty a o významu jako o organické entitě, jde-li o kód mezi organickými molekulami (Barbieri 2007).

Analogie dokládá, že Barbieriho metafora kódu je vytvořena na základě naší kulturní zkušenosti s morseovým kódem, aby tak popsala metaforicky zkušenost zcela novou, tj. zkušenost s fenoménem, jakým je svět DNA, RNA a genetického kódu jako takového (a u Barbieriho i s fenomény dalších molekulárních a buněčných procesů). Jediný druh podobnosti, který mezi těmito dvěma kódy figuruje, je podobnost zkušenostní (strukturního typu, tj. založené na určité podobnosti těchto dvou zkušeností), podobnost, kterou lze empiricky prožívat jedině ve vztahu k našemu pojmovému aparátu, nikoli však jako zkušenost objektivní. Primární funkcí takovéto metafory je poskytovat částečné porozumění



jednomu druhu zkušenosti na základě jiného druhu zkušenosti (Lakoff, Johnson 2002). Podle **Lakoffa** a **Johnsona** jsou takovéto metafory primárně záležitostmi myšlení a činnosti (interakce se světem) a pouze odvozeně záležitostmi jazyka.

Tato kritika se nevztahuje k tvorbě podobných metafor jako takových, jinak než metaforicky vlastní zkušenost a okolní svět ani uchopovat nedokážeme, jde však o to, že nemůžeme tvrdit, že cosi jako kódování u živých bytostí existuje reálně. Kód je pouze metafora, život nemůžeme vtěsnat do tabulek a považovat tyto tabulky za reálný způsob bytí živých organismů, a to na jakékoli úrovni popisu.

Samozřejmě i sémiotická biologie operuje s velkým množstvím podobných metafor, věda bude vždy podobným způsobem antropomorfně „pošpiněná“, ale musíme mít neustále na paměti, že jde o způsob, jakým se my sami ke způsobu bytí našeho okolí vztahujeme.

Znatelná paralela vede mezi Peircovým pojmem zvyk (habit) a Barbieriho pojetím kódu: zvyk jakožto ukotvená intersubjektivní interpretace určitého representamenu, na které staví kolektivní porozumění a možnosti dalších interpretačních úkonů (stejným způsobem fungují i Lakoffovy metafory). Stejně tak kód, vykonávaný mnoha organismy napříč druhy i generacemi, je jistou konvencí, na které podle Barbieriho staví (a jedině na jeho základu je možná) sémiose. Na kódech staví i epigeneze živého tvaru jako taková.

Fenomény zvyku či to, co můžeme nazvat kódem, pozorujeme v živých organismech jako automatismy, s kterými se setkáváme jak v metabolismu, překlada genetické informace či v samotném chování organismů. Automatismy, kódy a habitusy jsou užitečné, bez nich by nebyl umožněn jakýkoli další vývoj, neustále bychom museli přehodnocovat základní procesy a činnosti, a to jak na úrovni molekulární, tak na úrovni jazyka či při každodenní existenci ve světě. Automatické reakce se vyskytují na všech hierarchických úrovních života (rýhování vajíčka, chůze, podmíněné reflexy, instinkty, řízení auta). V některých případech už ani nelze stereotyp opustit (jako v případě pověstné kutilky vleknoucí omráčenou kořist), v jiném je nad ním nadřazené vědomé zasahování (řízení auta) (Markoš 2000).

Domnívám se, že i cesta ke kódům byla cestou sémiose, kdy se kódy staly dohodnutou konvencí, která však musí být neustále sjednávána a utvářena v praxi. Zakotvení v těchto konvencích umožňuje další evoluci. A zde mohu souhlasit s Barbierim, že od těchto konvencí probíhá další vývoj opět cestou sémiose.



## SHRNUTÍ KAPITOLY

Kapitola pojednává o roli informace v živých organismech (biotických systémech). Základní vlastností biotických systému je udržování (a v rámci ontogeneze i zvyšování) vnitřní uspořádanosti. Tím jsou tyto systémy jedinou, i když dočasnou, protientropickou bariérou v nám známém vesmíru. Celkový součet entropie je ale vždy vyšší (jednak v důsledku látkového metabolického odpadu, jednak v důsledku energetického metabolického odpadu). Živé organismy – jako otevřené nelineární disipativní struktury – tak dokážou vytvářet jistou formu řádu z prostředí, které má vysokou míru entropie (neřádu či chaosu).

Druhá část kapitoly pojednává o koncepci kognitivní a sémantické biologie italského biologa M. Barbieriho. Barbieri chápe živé organismy jako systémy, které mají – v rámci informačních procesů – schopnost kognice i semiózy, a to jak na úrovni fenotypu, tak i na úrovni genotypu. Prostředníkem (nosičem zprávy) mezi genetickou a epigenetickou informací je mediátorová RNA (tzv. ribotyp).

## OTÁZKY



Jaké jsou základní vlastnosti biotických systému ve vztahu k jejich vnitřní informaci?

Co je látkový a co energetický metabolický odpad metabolismu živých organismů?

Proč je udržování (a růst) vysoké míry vnitřní informace v živých organismech jenom dočasné?

Co znamená, že v živém organismu probíhají kognitivním a sémiotické procesy?



## DALŠÍ ZDROJE

Prigogine, I., Stengersová, I. *Řád z chaosu: nový dialog člověka s přírodou*. Praha, 2001.

Barbieri, M. *Organické kódy: úvod do sémantické biologie*. Praha, 2006.

## 9 INFORMACE GENETICKÁ A EPIGENETICKÁ. KOGNITIVNÍ BIOLOGIE A AUTOPOIETICKÉ SYSTÉMY (H. MATURANA, F. VARELA)

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Kapitola pojednává o ontické roli informace – genetické i epigenetické – v živých organismech z pohledu (nejen) kognitivní biologie. Druhá část kapitoly prezentuje výsledky bádání tzv. *Teorie Santiago*, která interpretuje živé organismy jako autopoietické (sebeutvářející se) systémy a která chápe poznání – tedy informační proces – jako podmínku života vůbec.

### CÍLE KAPITOLY



- Charakterizovat onticko konstitutivní roli genetické a epigenetické informace v biotických systémech;
- Popsat informační přenos genetické i epigenetické informace;
- Srovnat rozdíly přenosu a ukládání informace na genetické a epigenetické úrovni;
- Vysvětlit základní teze Teorie Santiago s přihlédnutím k informačním (a kognitivním) procesům živých organismů.

### KLÍČOVÁ SLOVA



Genetická informace (DNA), alely, fylogeneze, epigenetická informace, ontogeneze, život, teorie Santiago, H. Maturana, F. Varela.

### VÝKLADOVÁ ČÁST

Základním terminologické penzum:

**Genetická informace** – sekvence DNA nebo genetická sekvence je posloupnost písmen představujících primární strukturu reálné nebo hypotetické molekuly či vlákna DNA, které má kapacitu nést informaci. Používaná písmena A, C, G a T reprezentují čtyři nukleotidy ve vláknu DNA – adenin, cytosin, guanin a thymin, lišící se typem báze kova-

lentně vázané k fosfátové páteři. Posloupnost libovolného množství nukleotidů většího než čtyři lze nazývat sekvencí. Obvykle se sekvence vypisuje bez mezer, např. AA-AGTCTGAC, ve směru 5' → 3'. Vzhledem k biologickým funkcím, které mohou záviset na kontextu, sekvence buďto mají anebo nemají smysl a jsou tedy kódující nebo nekódující DNA. Typem nekódující sekvence DNA je také tzv. „junk DNA“.

**Epigenetika** (od slova *επί*/mimo genetiku) je v moderním slova smyslu vědní podobor genetiky, jenž studuje změny v genové expresi (a tedy obvykle i ve fenotypu), které nejsou způsobeny změnou nukleotidové sekvence DNA. Také epigenetické jevy mohou být děděny z buňky na buňku a z generace na generaci, tedy jak při mitóze, tak při meióze. Genom včetně epigenetických změn se označuje jako epigenom.

**Epigenetická informace** – je informace, která se zapisuje do fenotypu daného živého organismu (CNS, buněčná paměť, imunitní systém atd.), šíří se v procesu ontogeneze. Při neadekvátním čtení epigenetické informace dochází k problémům na úrovni konkrétního fenotypu. Nedědí se vertikálním způsobem přenosu jako genetická informace, tedy z rodičovské linie na linii potomků, ale vzniká v interakci genomu s vnějším prostředím.

První část kapitoly vychází z evolučně ontologického pojetí informace J. Šmajse. Stručným souhrnem jeho rozlišení genetické a epigenetické informace podává J. Činčera, čerpáme z jeho úvahy z online časopisu Ikaros: <https://ikaros.cz/evoluce-jako-informacni-proces>

Josef Šmajš navrhuje rozlišovat mezi informací kulturní a přirozenou, kterou dále dělí na genetickou a epigenetickou. Přirozená informace genetická je informace biologicky vestavěná do genotypové či fenotypové struktury organismů. Je výtvorem přirozené evoluce a představuje jakousi druhovou paměť, do struktury organismů vepsanou mezigenerační snahu o pochopení a adaptaci na strukturu bytí. Přirozená epigenetická informace je tvořena poznatky o struktuře světa získávané jedincem v průběhu života. Podle Šmajse nehrají v mimolidském světě příliš významnou roli, mohou být sice částečně předávány učením, ale protože nejsou dostatečným způsobem uchovávány v umělých paměťových strukturách, zanikají spolu s jedincem či populací. Kulturní informace je podle Šmajse vázána na člověka a lze jí rozdělit na informaci sémantickou (reflexe struktury světa, vázaná na jazyk) a strukturní (struktura světa lidských výtvorů, kultury). Protože kultura vzniká zpředmětněním své kulturní informace a ta nikdy zcela neodpovídá struktuře bytí takové, jaká je (svět je pro nás nepoznatelný, informace pro nás nejsou totožné s informacemi o sobě, poznání je zkreslováno symbolickou podstatou jazyka, úhlem pohledu diktovaným účelností atd.), rostla lidská kultura "podle vlastní, přírodě neadekvátní informace, rostla na úkor složitějších a jemných struktur ekosystémů, na úkor nenahraditelné rozmanitosti biosféry." Podle Šmajse představuje tedy lidská schopnost komunikovat informace prostřednictvím zástupných pojmů (jazyk) a uchovávat je v umělých paměťových strukturách kvalitativně nový vývojový skok v evolučním procesu komunikace a uchovávání informací. Nejsem si jistý, je-li tento skok opravdu tak radikálně převratný: I jiné druhy než člověk používají vlastní, více či méně propracovaný systém komunikace

informací, kterému v mnoha případech ještě ne zcela rozumíme. I jiné druhy vytvářejí svou vlastní materiální kulturu (termišťe, bobří hráze atd.), která představuje určitou formu uchování informací a vzniká jako výsledek určitého čtení struktury světa, ovšem také nepřesného a deformovaného – jen jiným způsobem. I jiné druhy jsou schopny si na základě svého čtení světa ničit životní prostředí – vzhledem k dynamické rovnováze sil v přírodním ekosystému je ale toto počínání zpravidla vyvažováno aktivitami jiných druhů. Lidská kultura se od obdobných projevů ostatních druhů liší především svým rozsahem a komplexností. Dvojsečnost evolučního informačního procesu je paradoxní: na jedné straně představuje lepší schopnost akumulace a předávání informací výhodu pro jedince i druh, na straně druhé roste s vyspělostí používaných "informačních technologií" i riziko neúměrného vzdálení "kulturních informací" od "přirozených", propast, která se pro vývoj druhu může stát reálným nebezpečím. Pojmová komunikace představuje nejdokonalější systém přenosu informací, který v rámci evoluce vznikl. Díky ní bylo možné informace předávat v čase mnohem účinněji, než pouhou genetickou reprodukcí či jednoduchým učením. Objev pojmové komunikace dal vzniknout složitým systémům jazyka, umožnil zachycovat myšlenky pomocí písma, umožnil vývoj akumulace zapsaných poznatků do komplexů knih, knihoven, databází, internetu... Evoluční úspěch lidského druhu (měřitelný prodloužením života, nárůstem populace, rozšířením na planetě, atd.) stojí na nejdokonalější formě informační komunikace, která se v dějinách evoluce objevila. Současně nás problémy, kterým ve vztahu k životnímu prostředí čelíme, upozorňují na nebezpečí, které je v celém systému skryto: sémantické informace nejsou totožné s informacemi strukturními, obraz světa, který si předáváme ve svých databázích, webových stránkách, knihách, není totožný se světem takovým, jaký je. Úspěšnost našich informačních technologií nás paradoxně může přivést k největšímu neúspěchu lidského druhu v jeho vlastních dějinách.

Druhá část kapitoly vychází z článku G. Šmausové *Autopoietické systémy*, který pojednává o teorii Santiaga chilských biologů Humberta Marurany a Francisca Varely. Ta živé organismy popisuje jako informačně-kognitivní systémy – život je poznání. Všechny živé organismy poznávají na úrovni genetické (v rámci procesu vývoje biologického druhu – fylogeneze), tzn. v procesu vertikálního šíření genetické informace, ale také i na úrovni epigenetické (v rámci procesu ontogeneze). Cílem poznání živých organismů je samotné přežití. Při nesprávném poznání (čtení skutečnosti) dochází k nekompatibilitě buď s prostředím (neadekvátní čtení genetické informace), což může mít za následek vyhynutí celého biologického druhu, nebo dochází k nekompatibilitě v rámci ontogeneze (neadekvátní čtení epigenetické informace), a to může mít za následek vyhynutí konkrétního fenotypu (tedy daného organismu). V rámci kognitivně-informačního procesu živé organismy udržují či zvyšují vlastní míru uspořádanosti (vnitřní informace) a tedy vytváří sebe sama. Proto Maturana s Varelou označují biotické systémy jako systémy autopoietické (sebeutvářející se).



## SHRnutí KAPITOLY

Kapitola pojednává o ontické roli genetické a epigenetické informace v biotických systémech (v živých organismech). První část přednášky pojednává o ontické roli informace – genetické i epigenetické – v živých organismech z pohledu (nejen) kognitivní biologie, vychází se hlavně z evolučně ontologického pojetí Josefa Šmajse. Druhá část kapitoly prezentuje výsledky bádání tzv. *Teorie Santiago*, která chápe živé organismy jako autopoietické (sebeutvářející se) systémy a poznání vnímá jako informační proces a jako podmínku života vůbec.

---

## OTÁZKY



Jaký informační nosič má informace genetická a jaký informace epigenetická?

Kam se ukládá informace na genetické úrovni a kam na epigenetické? Uveďte konkrétní příklady.

Co znamená tvrzení, že genetická informace se přenáší jenom vertikálně?

Jaké je základní kognitivně biologické východisko Teorie Santiago?

Co znamená, že biotický systém je systémem autopoietickým?

---



## DALŠÍ ZDROJE

Gleick, J. *Informace: historie. Teorie. Záplava*. Praha, 2013.

Šmajš, J. *Filosofie – obrat k Zemi: evolučně ontologická reflexe přírody, kultury, techniky a lidského poznání*. Praha, 2008.

Šmausová, G. *Život je poznání: autopoietická teorie poznání Huberta Maturany a Franciska Varely*. [online, cit. 20. 12. 2017]. Dostupné z:

[https://digilib.phil.muni.cz/bitstream/handle/11222.digilib/127755/Torzo\\_003-1998-1\\_3.pdf?sequence=1](https://digilib.phil.muni.cz/bitstream/handle/11222.digilib/127755/Torzo_003-1998-1_3.pdf?sequence=1)

---



## 10 BIOSOCIÁLNÍ INFORMACE A PROBLÉMY S PROTOKULTUROU



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

Kapitola se zabývá pojmem biosociální informací v živé přírodě, resp. u těch biologických druhů, které jsou schopny sociálního učení (např. imitací) – tedy přenosu negentické či nadbiologické) informace a její uložení do paměti, nejčastěji do centrální nervové soustavy. Ukazuje se, že relativně velký počet vyšších biologických druhů takovým přenosem biosociální informace a tedy i možností sociálního disponuje. Vytváří tak evoluční předpoklady pro vznik (cíle)vědomého přetváření přírodní uspořádanosti v lidskou kulturu, avšak bez zápisu do nějakého látkového nosiče. Proto výsledek takových procesů označujeme termínem *protokultura*.



### CÍLE KAPITOLY

- Charakterizovat onticko konstitutivní roli biosociální informace;
- Popsat základní mechanismy přenosu a ukládání biosociální informace;
- Vysvětlit pojem protokultury a odlišit jej od pojmu lidské kultury.



### KLÍČOVÁ SLOVA

Biosociální informace, imitace, protokultura, učení nápodobou.

### VÝKLADOVÁ ČÁST

Výkladová část této kapitoly vychází z článku Michala Lorenze *Biosociální informace a technologie*:

#### 10.1 Informace všude kolem nás

V představách studentů, kteří studují obory zabývající se informacemi v širších souvislostech, dnes převládá dojem, že informace jsou všude kolem nás, že prostupují **každým**



**coulem** okolní **reality**, až ve výsledku dostupují výšin sociální komplexity, která charakterizuje současnou, s technologiemi těsně spjatou společnost západního typu, kterou označujeme přívlastkem informační. Odborníci skutečně zkoumají nejrůznější oblasti, o nichž předpokládají, že produkují informace. Podle oblasti vzniku těchto informací pak mluvíme o informacích fyzikálních, které jsou zaznamenány ve strukturách anorganického světa, o informacích biologických, jejichž původcem je příroda živá a o informacích sociálních, které vznikají působením sociálních sil v lidské společnosti. Zatímco existence informací sociálních a biologických je většinou odborníků uznávaná, existence informací fyzikálních je mnohdy zpochybňována, případně omezena na oblast techniky, v níž kolují informace (nebo přesněji data) implementované do technických zařízení společností, pak mluvíme o technických informacích. Odlišné oblasti vzniku informací nás staví před logické, tzv. **Capurrovo trilema**, tedy před otázku, zda informace v nich vznikající jsou stejné (univocitní), ekvivalentní (analogické), nebo zcela nesouměřitelné (ekvivocitní) povahy, přičemž zvolený postoj má dalekosáhlé logické důsledky.

## 10.2 Biosociální informace

Rozřadit jednotlivé druhy informací podle oblastí jejich vzniku není ve většině případů problém, ovšem i zde nalezneme výjimku. Výjimečné postavení zaujímá část ontogenetické informace, informace **biosociální**. Některými autory je biosociální informace řazena mezi informace mající **původ** ve sféře **biologické**, jinými mezi informace **sociální**. Jde o informaci předávanou při komunikaci mezi organizmy jednoho, ale i více druhů, včetně člověka. „Sociálně žijící živočichové ji [...] mohou částečně kumulovat a předávat souvislou animální tradicí [...]” Biosociální informace je tedy jakýmsi **předobrazem** kulturní informace, tedy lidské tradice a kultury, nebo jinak řečeno zárodky lidské kultury lze nalézt již hluboko v biologické evoluci. Tato informace je neuronální, je tedy uložena v centrální nervové soustavě živočichů a plní roli informace sémanticky doplňující informaci genetickou (která je informací o struktuře). Umožňuje živočichům kumulovat informace o řešeních problémů nalezených jejich předchůdci a využívat je při změnách v jejich přirozeném okolí a při řešení problémů zahrnujících manipulaci s objekty či organismy v tomto okolí. Je podstatou sociálního ontogenetického učení živočichů. U člověka závislého na svém kulturním prostředí začíná hrát neuronální informace, kterou zapisuje pomocí lidského jazyka do umělých struktur, roli strukturně konstitutivní, čímž vzniká genom kultury. Kulturu pak lze definovat jako „přenos informace behaviorálními prostředky, zejména procesem vyučování a učení“, tedy **negenetickými** cestami zahrnujícími komunikaci mezi jedinci.

## 10.3 Protokultura

Kultura je běžně chápána jako fenomén úzce spjatý s člověkem. Ovšem i živé organismy jiné než člověk mezi sebou komunikují informací jinými způsoby, než pouze geneticky. Zvláště u sociálně žijících organismů můžeme sledovat různě sofistikované způsoby **kommunikace**, které nesou charakteristiky, jimž bychom v případě člověka přidělili **kulturní**

**charakter.** Vzhledem k menší míře komplexnosti těchto informací, mnohdy úzce vázaných na vrozené, tedy genetické popudy, a vzhledem k nízké míře jejich sofistikovanosti ve srovnání s člověkem, neoznačujeme tyto jako kulturu. Kulturní projevy organismů jsou však předobrazem rozvinuté kultury člověka, proto odborníci mluví o primitivní kultuře, kterou označují pojmem protokultura. Ovšem potvrdit, zda je dané chování projevem genů či zda již jde o specifický přenos kulturní informace, vyvinutý v procesu ontogeneze, může být velmi obtížné. Toto může být pěkně ilustrováno na příkladu přenosu vzorců ptačího zpěvu. V případě parazitických ptáků jako jsou kukačka nebo špaček polní se jejich ptáčata rodí v hnízdě jiných druhů ptáků, kam jejich rodiče nakladou svá vejce. Ptáčata nikdy nemají možnost spatřit své rodiče a nemohou se tak od nich naučit píseň typickou pro svůj vlastní druh. Přestože vyrůstají v izolaci, odloučení od příslušníků vlastního druhu, při písni samečka vlastního druhu zaujímají samičky „kopulační pozici“, zatímco při zpěvu ptáků jiných druhů ptáků na ně vůbec nereagují. Jejich odpověď na samčí zpěv je vrozená, tedy geneticky determinovaná.



*Obrázek 1: Kopulační postoj samice špačka polního*

Opačným případem jsou pěvci jako například laločník sedlatý z Nového Zélandu či drozd mnohohlasý, kteří mají širší spektrum zpěvných vzorců. Různé varianty téhož nápěvu představují dialekty „ptačího jazyka“. Takovýchto dialektů se podařilo na ostrově, kde žije laločník sedlatý, identifikovat okolo devíti a každý samec se svůj nápěv učil od samic sídlících v sousedních teritoriích. Navíc jsou samečci laločníka schopni učit se nové melodie nejen během mládí, ale v jakékoli fázi života.

Proces nápodoby melodie však není vždy dokonalý, občas učící se sameček napodobí melodii chybně a stojí tak u zrodu nové varianty písně, která se může prosadit a z fondu již zpívaných písní některou vytlačit. „Vzorce zpěvu se nedědí geneticky.“ Učit se písně přináší pěvcům tu výhodu, že jedinci podle drobných odlišností mohou rozpoznat lokální skupiny ptáků, členy rodiny či svého druhu, jako v případě tuhýků afrických, kteří v páru zpívají jednohlasně alternativní tóny tak sladně, že výsledná melodie zní jak píseň jednoho ptáka. Často uváděným příkladem mimolidské kultury jsou cesty migrujících ptáků, ale i motýlů. I zde musí být pečlivě rozlišováno mezi vlivem genů, nastavujících mozek a hormonální sekreci, které určují směr a dobu letů a kulturně předávanou dráhou letu a

přeným místem hnízdění. Kulturní přenos informace mezi organismy je zajištěn překrýváním generací, vykonávajících let společně. Typickým příkladem mohou být sněžné husy či motýl *Danaus stěhovavý*.

Vývoj kultury prošel několika body, které předznamenal současně možnosti lidské kultury. Prvním krokem bylo rozlišení pohyblivých a nepohyblivých forem života – **pohyblivé formy** života dokonce už od jednoduchých bakterií začaly rozvíjet rychlejší reakce na prostředí. Pohyblivost byla dále podpořena vynálezem **nervové soustavy** a mozku, které umožňují jiný způsob zpracování informace a tvoří stále mohutnější **paměť** pro skladování této informace. Právě komplexní povaha kultury potřebuje dostatečně výkonný mozek. Dostatečně výkonný mozek totiž umožňuje složitější komunikaci mezi jedinci jednoho druhu a otevírá tak možnost pro sofistikovanou koordinaci. Zvládání složitých komunikačních aktů umožnilo další výrazný posun, který je typický pro kulturu, totiž integraci individuí do **sociálních skupin**. Čím je sociální skupina větší, tím je potřeba větší mozek potřebný pro zvládání vztahů s dalšími jedinci a tedy i zpracovávaných informací o nich. Antropolog Robin Dunbar zjistil, že u primátů poměr velikosti mozku a mozkové kůry určuje maximální velikost skupiny pro daný druh a tedy i **rozsah sociálního kanálu**. Společně s komunikací mezi jedinci se rozvíjí i kapacita pro společnost a kulturu. Tato kapacita je vyživována hlavně pomocí schopnosti **učení** a **vyučování**, schopností umožňující jedincům předávat si mezi sebou negenetickou informaci. Jelikož učení je jednodušší schopnost než vyučování, které vykazuje souvislost s jazykem, objevilo se pravděpodobně v evoluci dříve. Pro rozdělení informace přenášené geneticky a informace přenášené mozkiem bylo zapotřebí, aby mozek dosáhl schopnosti reagovat na podněty velmi flexibilním způsobem. **Flexibilita reakcí** na podněty umožňuje alternativní volbu a současně přináší různé varianty těchto odpovědí. Nejvyšším stupněm této flexibility, který nacházíme v živočišné říši, je pak **invence**, která umožní překonat dané alternativní volby a přiřadit k nim volby, které zde ještě nebyly. Kreativita a inovace se v současnosti jeví v lidské kultuře jako ekonomicky nejvýnosnější artikl.

## 10.4 Artefakty v protokultuře

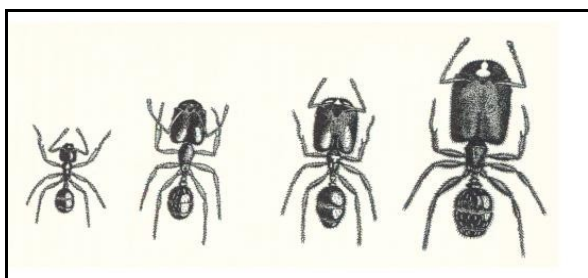
Kultura, stejně jako protokultura se často vyznačuje využíváním nejrůznějších druhů artefaktů. K jejich ovládnutí je třeba dosáhnout určitého stupně **manuální zručnosti**. Už různé způsoby lovení kořisti vyžadují po organismech jistou obratnost, která může mít svůj původ v **imitaci**, ale její součástí je vždy i silný vrozený základ (např. lov myši kočkou). Příkladem, kdy imitace hraje významnější roli je způsob obživy ústřičníka velkého. Ten se živí mořskými slávkami, k jejichž masu se dostává dvěma způsoby: na tvrdém podloží buší zobákem do slávky v nejslabším místě její skořápky dokud nerupne nebo pod vodou vsune svůj zobák do násosky slávky a přestřihne její přitahovací sval, čímž ji rozevře. Jakým způsobem se bude ústřičník dostávat k masu není dáno vnitřním nastavením (geneticky), ale přenosem biosociální informace, jak ukázal Norton-Griffithův pokus s přemísťováním vajec mezi rodinami vykonávajícími jinou metodu získávání obživy. Ústřičníci jsou přitom schopni žít se snadno dosažitelnou potravou jako jsou červi a další drobná kořist, přičemž se tím výrazně zkracuje doba, kdy se rodiče musejí starat o

mladé. V druhém případě musí mladí ústřičníci dlouhou dobu pozorovat techniku lovu a nacvičovat ji (perioda krmení rodiči se protahuje z 6 – 7 týdnů na 18 – 26 týdnů).

Se zlepšující se zručností začínají živočichové používat různé nástroje. Galapážská pěnkava používá trny na lov larev ze stromů, mořská vydra používá kámen, jímž na břicho rozbíjí schránky mořských měkkýšů, supi rozbíjejí pštrosí vejce házením kamenů z výšky. Známý jsou případy, kdy makakové ovládli techniku mytí sladkých brambor, aby je zbavili písku či techniku vhazení pšenice smíchané s pískem do vody, aby mohli snadno sebrat zrnka obilí plavoucí na povrchu tekutiny.

Případ dokládající vysokou manuální zručnost jsou šimpanzi, kteří jsou schopni používat po stolici listů k utírání zadku, využívat třísky k odstraňování blech z chodidel, nebo třeba lovit termity. Ty loví šťáráním předem vhodně upravené větvičky v otvorech termitiště. Šimpanzi otáčejí s větvičkou a pak ji se zakousnutými termity vytáhnou a s chutí slízou chutné sousto. Badatelé, kteří zkoušeli chytat termity podobným způsobem ke svému překvapení zjistili, že se nejedná o dovednost nijak lehkou, najít otvor v termitišti a přilákat termity, aby se zakousli do tenké větvičky, se ukázalo nad jejich síly. Složitý postup musí mláďata šimpanzů dlouho odpozorovávat od rodičů a ne vždy si postup správně osvojí a nedokáží jej pak používat.

Artefaktem sloužícím k učení je jazyk. Jeho nejjednodušší případ známe u hmyzu. Mravenci a termity jsou schopni zanechávat si vzájemně chemické zprávy – stejně jako nervové buňky jsou i jejich smysly citlivé na chemické stimuly. Pomocí feromonů vylučovaných královnou je usměrňován vývoj larev v potřebnou specializovanou kastu, chemické sloučeniny vylučované žlázami hmyzích jedinců slouží jako zpráva vyzývající k následování označené cesty. Tyto chemické artefakty ovšem mají velmi malý vztah k učení, slouží pouze jako instinktivně ovládaný komunikační systém.



Obrázek 2: Sterilní kasta farmářského mravence druhu *phaidole kingi instabilis*

Včely jsou schopny složitější komunikace – pomocí jazyka sdělují ostatním včelám přesné instrukce o vzdálenosti a směru, kde lze nalézt potravu. Jazykem je v tomto případě tanec, překládající směr gravitace do směru vizuálního (pozice slunce), dokladem pravdivosti jejich výpovědi jsou pak včelou průzkumníci vydávaná vůně rostliny a trocha vyvráceného nektaru z nalezeného pole. Schopnost včel předávat a rozumět signálu je však vrozená, nelze jí předávat žádné informace navíc (například o barvě květů). Nejpokročilejší ovládnutí jazyka pozorujeme u šimpanzů. Ti jsou schopni naučit se od lidí znakový jazyk o několika stech sloz s primitivní syntaxí, který pak používají nejen v komunikaci s lidmi, ale i mezi sebou. Dokonce jsou schopni vytvářet i nová slovní spojení. Ve volné

přírodě šimpanzi používají symbolický vokální protojazyk, používající abstraktní symboly k varování před nebezpečným predátorem. Pokročilými jazykovými dovednostmi vládou i delfini, míra komplexity jazykové komunikace je však stále zkoumána. Jisté je, že delfini vydávají jedinečný zvuk, kterým jsou pak ostatními ve skupině osloveni – používají tedy vlastní jména.

Každé osvojení nástroje, jehož příklady byly uvedeny výše, je svého druhu invencí. Takovýto objev je dále přenášen z generace na generaci pomocí nápodoby. Artefakty samy pak jsou nejen výsledkem použití inteligence, ale samy vyšší inteligenci svým uživatelům udělují. D. Dennett tvory schopné vycházet ze zkušeností protokultury svých předchůdců užívajících nástroje, označuje jako tvory gregoryovské.

## 10.5 Lidská kultura a technika

Lidská kultura přesahuje jednoduché tradice a protokultury množstvím akumulovaných informací a mírou učení, nutnou k jejímu zvládnutí. Lidé ke komunikaci používají nejen jazyk mluvený, ale i psaný jazyk a komunikaci pomocí různorodých artefaktů. Mnoho rysů lidské kultury **nemá** své protějšky v rysech vyskytujících se ve světě živočišné říše. Současné prostředky, které nám umožňují stále rychleji zpracovávat, ukládat a vyhledávat informace, jsou dále rozvíjeny a projektovány za účelem zvýšení jejich efektivity. Biologické předpoklady pro vývoj kultury nejsou ovšem **v inženýrských návrzích** zastoupeny. Předpokládá se, že takovéto poznatky se hodí na pole působnosti biologie, ne již na pole techniky. Přesto některé rysy, charakterizované příklady z živočišné říše, které byly uvedeny výše, poukazují k dimenzím pro rozvíjení **užitečné** kultury zásadní. Osvojit si kulturu je snadnější pomocí učení se, než vyučování, kterýžto rys je dnes aktuálně rozpoznán a projevuje se ve změně **kultury vyučování**.

Nemůžeme předpokládat, že dojde k výraznému zvětšování velikosti našeho mozku, čímž je také dána optimální velikost skupiny lidí, v níž jsme schopni efektivně spolupracovat. Tento poznatek je v současnosti využíván například pro **organizaci** větších společností. Firma Gore Associates například dodržuje velikost svých jednotlivých závodů pod hranicí 150 lidí, čímž zajišťuje vhodné pracovní klima – zaměstnanci se všichni mezi sebou osobně znají a udržují přímé mezilidské vztahy, jsou schopni plnit zadané rozkazy, dodržovat osobní loajalitu vůči firmě. Lidé se snaží naplnit očekávání svých nadřízených, odchod zaměstnanců z firmy je menší než v ostatních velkých podnicích, podnik je vysoce ziskový a inovativní již několik desetiletí.

Při současném trendu budování rozsáhlých sociálních sítí je využíván lidský **sociální grooming** – v živočišném světě jde o sociální fenomén péče o vzhled a tělo druhého živočicha (papoušci čechrající si vzájemně peří zobáky, vybírání hmyzu ze srsti u vyšších primátů), který ustavuje **sociální proximitu**, posiluje sociální strukturu a vztahy a bývá užíván jako prostředek usmíření po vážných konfliktech. Čím má například druh primátů větší mozkovou kapacitu, tím více času věnuje sociálnímu groomingu. U lidí se tedy dá očekávat, že sociálnímu groomingu budou věnovat velkou část svého času. Fenomén so-

ciálního groomingu se projevuje u lidí nejen doteky, ale i navazováním romantických či platonických vztahů, které dnes můžeme uzavírat právě ve virtuálním prostředí. Takováto pouta nabízejí zvýšenou míru pocitu uspokojení a důvěry.

Přesto je **sociální dimenze** stále podceňovaným rysem, což se negativně projevuje v procesu **informatizace společnosti**. Vhodným příkladem je tzv. paradox produktivity, sociální fenomén spojený s masivními investicemi firem do informačních technologií. Přes všechna očekávání, jež tento trend sliboval, jejich naplnění je poněkud rozpačité. Růst produktivity práce, který si firmy od zavedení systémů slibovaly se více jak třicet let nedostavil a až poslední roky naznačují pozitivnější vývoj. Mezi důvody existence paradoxu produktivity, které hledali ekonomové, velmi významně zaznívá předpoklad efektu zpoždění. Z historie známe případy, kdy dnes dobře zavedená **technologie** potřebovala delší časové období, než byla plně **přizpůsobena** potřebám **společnosti** a prostředí jejích složitých sociálních vztahů. Význam sociální dimenze při návrzích informačních a komunikačních technologií je v současnosti studován oborem s názvem sociální informatika, definovaném R. Klingem jako "interdisciplinární analýza designu, využití a výsledků informačních technologií, která bere v úvahu jejich interakci uvnitř institucionálního a kulturního kontextu." Mezi základní zjištění sociální informatiky patří, že změna samotné technologie přináší málokdy přímý užitek, technologické inovace, mají-li zvýšit efektivnost, musejí brát v potaz sociální hierarchii a také **užívané pracovní postupy** v konkrétní organizaci. Samotné vyučování zaměřené na ovládání systému je dosti náročné, zpočátku je vhodné využít osoby – mediátora která nám pomůže zvládat problém se systémem a umožnit kolaborativní interakci mezi uživateli, aby mohla být využita schopnost imitace a učení se ze situace. Tím se poněkud eliminují tzv. "vkrádající se náklady" (stealth spending), s nimiž inženýrská implementace systému mnohdy nepočítá.



## SHRnutí KAPITOLY

Některé prvky vystupující v evoluci zvířecích protokultur **mohou** nabízet podněty a klíče k řešení problémů s technologiemi v moderní lidské kultuře. Základními v tomto ohledu zůstávají omezení, která jsou dána biologickými schopnostmi mozku, jenž tvoří předpoklad rozvinuté kultury, jako je šíře sociálního kanálu, udržování sociálních vazeb, schopnost učení a vyučování. Právě roli sociability nelze překonat pouze díky inovacím a kreativitě v oblasti techniky, ale je třeba brát v úvahu, že každý **inovativní artefakt** je svojí **povahou sociální**, což výrazně ovlivní jeho **přijetí** společností. Nelze očekávat, že společnost se přizpůsobí možnostem nových technologií, ale nové technologie musejí být designovány pro potřeby společnosti. A právě zde vidím celé spektrum možností pro **uplatnění** odborníků z oboru informační vědy. Právě v centru zájmu informační vědy leží totiž **sociální aspekty** a **důsledky používání** informačních a komunikačních **technologií**, jež **umožňují efektivní zprostředkování** informací a podporují učení společnosti.

## OTÁZKY



Co se označuje pojmem biosociální informace?

Jakými mechanismy dochází k šíření biosociální informace?

Kam se biosociální informace ukládá?

Co se označuje pojmem protokultura?

Může být učení nápodobou u vyšších savců inspirativní i pro učení člověka? V čem?

---

## DALŠÍ ZDROJE



Bonner, John T. *The Evolution of Culture in Animals*. New Persey, 1980.

Brown, John Seely – Duguid, Paul. *The Social Life of Information*. Boston, 2000.

Dennett, Daniel C. *Druhy myslí: k pochopení vědomí*. Bratislava, 1997.

---

## 11 SOCIOKULTURNÍ INFORMACE A EVOLUCE KULTURY. ONTOLOGICKÁ KONCEPCE 3 SVĚTŮ K. R. POPPERA



### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY

První část přednášky se zabývá sociokulturní informací jako předpokladu a zároveň i výsledku evoluce lidské kultury z evolučně ontologického pojetí J. Šmajse. Sociokulturní informace je jiným typem informace než informace přirozená, vzniká jiným typem evoluce – evolucí sociokulturní, je umělá a protipřírodní. Člověk ji vytváří jenom transformací uspořádanosti přirozené, tedy informace přírodní. Je předpokladem, ale i výsledkem evoluce kultury. Je možnou příčinou předčasného zániku lidského druhu – v důsledku její protipřírodnosti, tedy v situaci globální ekologické krize, ale i naději na zvrácení krize její transformací na propřírodní (biofilní) formu.

Druhá část přednášky se zabývá ontologickým pojetím K. R. Popper a J. Ecclese – tzv. *konceptů 3 světů*. Sociokulturní informace je v tomto pojetí obsažena ve Světě 3, ale jejím nosičem je Svět 1 a interpretem Svět 2.

---



### CÍLE KAPITOLY

- Charakterizovat onticko konstitutivní roli sociokulturní informace z pohledu evoluční ontologie;
  - Vysvětlit základní rozdíly mezi informací přirozenou (přírodní) a informací umělou (sociokulturní);
  - Zdůvodnit protipřírodnost sociokulturní informace;
  - Rozlišit mezi „sociokulturním genomem“ a „sociokulturním fenotypem“;
  - Charakterizovat všechny 3 světy v ontologické koncepci K. R. Poppera a J. Ecclese.
- 



### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY

Evoluční ontologie, sociokulturní informace, sociokulturní genom, sociokulturní fenotyp, protipřírodnost, koncepty 3 světů.



### 11.1 Evolučně ontologické pojetí sociokulturní informace

Evoluční ontologie, z jejíž pozice tu argumentujeme, zdůrazňuje, že kulturu nelze chápat ani jako strukturu s přírodou identickou, ani jako strukturu s přírodou sourodou (onticky slučitelnou s přirozeným řádem vesmíru). Spontánní ontická aktivita vesmíru vytvořila pozemskou přírodu, ale kulturu nevytváří, aktivně ji nepodporuje a netoleruje. *Kultura*, jejíž evolučně ontologický statut nebyl dosud vypracován, je velmi zvláštní ontickou strukturou. Rozhodně není pouze informací, tj. kulturou duchovní, nýbrž je "fyzickým" systémem, jehož je duchovní kultura "pouhým" informačním subsystémem -- vestavěným i rozptýleným "*genomem*", *strukturní konstitutivní paměti*. Obsah této paměti ale netvoří fylogeneticky vzniklá informace genetická, která na jemné genotypové úrovni (na molekulární úrovni implikátní) integruje biosféru. Tento obsah tvoří účelově zabarvená lidská informace epigenetická, tj. informace neuronální, která vzniká v kulturním systému a která je kódovaná lidským etnickým jazykem. Jde o informaci, která pojmově integruje kulturu *na hrubé úrovni fenotypové* (na úrovni explikátní).

Z přírody odvozený a na ní závislý řád kultury nevzniká tedy přirozeným způsobem, spontánní aktivitou atomů, molekul a složitějších přírodních struktur (včetně aktivity živých systémů), nýbrž výhradně *lidskou druhovou aktivitou*. A právě proto má tato druhově sobecká aktivita nebezpečné důsledky pro Zemi i pro člověka samého: expandující kulturní systém má totiž schopnost zcizovat ekologické niky ostatním živým systémům, hubit je a nebezpečně znásilňovat přirozený řád. Ten ovšem člověku i kulturnímu řádu časově předcházela a zpředmětnil se v neživých i živých přírodních strukturách. Kultura jako odlišná struktura nemůže proto přirozeně uspořádaný povrch Země nově strukturovat, aniž by nezničila přirozené ekosystémy, nezvýšila entropii a nepoškodila přirozený řád.

Kulturní systém není s to konstitutivně využít vysoce objektivní genetickou informaci člověka, která je konstitutivní druhově biologicky a která jeho organismus spolehlivě vřazuje do celku abiotického i biotického prostředí Země. Naopak, již při svém vzniku musí stavět na *své vlastní, tj. přírodě cizí informaci sociokulturní*. Ta je sice vytvářena modifikací lidské smyslově neuronální informace, která je vůči instinktivní výbavě člověka doplňková a sladěná s jeho geneticky kódovanou adaptivní strategií, ale stává se nositelkou poznávacího zájmu nadosobního kulturního systému. Ve srovnání s jemným a vysoce objektivním poznáváním fylogenetickým je lidské ontogenetické (neuronální) poznání nejen hrubší a přibližné, nýbrž také druhově sobecké. I proto se materiální kultura konstituuje jako velké vnější neorganické tělo člověka, jako umělý systém postavený z rozbitých struktur Země, jako cizorodý útvar s *protipřírodní strukturou, orientací a režimem*.

Vůči biosféře je mladá kulturní uspořádanost nejen strukturně odlišná a jinak orientovaná. Je také pozoruhodně jednotná, s tendencí pohotově zpředměťovat volnou sociokulturní informaci, rozšiřovat svou ekologickou niku. Kultura tedy roste z jediné linie (lidské) biotické evoluce, ale "buduje" z materiálu téměř všech přirozených struktur Země. *Zpředměťňuje totiž jinou informaci o vnějším světě.* Vytváří odlišnou uspořádanost, svůj relativně samostatný implikátní a explikátní řád.

Kulturnímu systému – podobně jako přirozeným ekosystémům – lépe porozumíme z hlediska rozlišení *dvou typů systémové uspořádanosti*. Na jedné straně kultura sice zahrnuje přísně informačně předepsanou uspořádanost (např. člověka, techniku, stavby, spotřební předměty atp.), ale *jako celek přísně informačně předepsaným systémem být nemůže*. I když také vzniká sukcesí, od přirozených ekosystémů se výrazně odlišuje. Přirozené ekosystémy vznikají z populací vysoce uspořádaných živých systémů, které integruje vzájemná potravní a funkční závislost, ale nikoli zvláštní ekosystémová informace. Kulturní systémy, které rovněž obsahují živé systémy a další přísně informačně předepsané prvky techniky a materiální kultury, *na druhé straně integruje* – pochopitelně prostřednictvím člověka – také volná konstitutivní informace – *rozptýlená duchovní kultura*. A ta jako paměť otevřená informačním změnám poskytuje naději, že se nynější protipřírodní kulturu podaří biofilně transformovat, že se jí podaří naturalizovat.

Vlastní kořen protipřírodnosti kultury, který je třeba hledat jak ve struktuře lidského organismu, tak ve struktuře organismu kulturního, není ovšem snadné odhalit. Nejprve musíme uznat, že naše kultura nevzniká zpředmětněním lidské genetické informace, nýbrž zpředmětněním lidské informace neuronální, tj. společenské duchovní kultury. Ale pojmová interpretace světa, kterou vytváříme na bázi nervové výbavy svých živočišných předků, nemůže být tak věrnou reprezentací skutečnosti, jakou je na molekulární úrovni lidský genom. Kognitivní složka lidské psychiky, která se v evoluci našeho druhu nejrychleji rozvíjela a s níž spojujeme naději na rostoucí objektivitu poznávání světa, totiž nebyla a není svébytná: i když byla původně výkonným orgánem lidského těla a psychiky, stala se analogickým orgánem nároků protipřírodní kultury. Zjišťujeme, že všechny naše interpretace jsou zabarvené našimi zájmy, a to nejen individuálními a skupinovými, jak se všeobecně uznává, ale také obecně lidskými, druhově sobeckými, o nichž se nemluví.

## 11.2 Ontologická koncepce 3 světů K. R. Poppera a J. Ecclese

*Koncepce 3 světů* filosofa vědy **K. R. Poppera** a neurofyziologa **Johna Ecclese**, má napomoci k lepšímu porozumění vztahu přímé a nepřímé sociální komunikace.

*Koncepce 3 světů* má následující schematickou podobu:

**Svět 1** – je světem fyzických objektů a stavů, světem atomů, molekul, neuronů a jejich vztahů; tedy světem, který studují např. fyzika, chemie, biologie apod.

**Svět 2** – je světem stavů vědomí, myšlenkových (mentálních) stavů, je to svět duševních obsahů, toho, co víme (znalostí) a cítíme (emocí), je prožíváním světa 1

**Svět 3** – je světem objektivního (tj. znakovou soustavou objektivizovaného) obsahu myšlení, především obsahu zaznamenaných vědeckých idejí a uměleckých děl. Svět 3 vyrůstá ze Světa 1 a 2, ale jakmile vznikne nějaká jeho nová část (např. kniha, záznam na CD-ROM apod.) stane se na Světech 1 a 2 nezávislá a začne žít ve společnosti svým samostatným životem.

**Svět 1** se buduje od našeho početí a zřetelněji pak od narození v našem mozku v důsledku dědičnosti. Je mnoho náznaků toho, že část struktur našeho osobního fondu se dědí. Už před narozením dítěte se dítě učí od **Světa 2** matky, po narození i otce, popř. sourozenců, prarodičů a dalších nejbližších bytostí z jeho okolí. Na ně a na dítě pak působí celé prostředí, v němž žije. Informace, které dítě (a později i dospělý) přijímá, aby jimi obohatilo svůj osobní fond, nelze ovšem omezit jen na znakové kulturní informace, které si postupně osvojuje tím, že se naučí rozumět obrazu, naučí se mluvit, číst a psát, rozumět hudbě atd. Od narození by se mělo dítě učit naslouchat i hlasu přírody, komunikovat s ní neverbálním způsobem.

---

---

## SHRNUTÍ KAPITOLY



**Kategorií informace**, která je centrální kategorií *evoluční ontologie*, rozumíme uspořádanost skutečností, nebo také obsah paměti otevřeného nelineárního systému, nebo obsah a smysl zprávy. Informaci, podobně jako uspořádanost jsoucna či jeho paměť v širším i užším smyslu, považujeme za hlavní produkt (smysl) evoluce. Důsledně přitom rozlišujeme **informaci přirozenou**, vytvářenou přirozenou evolucí, a informaci sociokulturní, vytvářenou lidskou poznávací aktivitou v průběhu evoluce kulturní. Důvodem rozlišení je jiný obsah, jiné kódování a jiná ontická role přirozené a sociokulturní informace. Přirozená informace – strukturní (genetická) i sémantická (epigenetická, neuronální) – umožňuje vytvářet a reprodukovat živé systémy, biosféru. Strukturní a sémantická **informace sociokulturní** (materiální a duchovní kultura) napomáhá rozvoji a evoluci kulturního systému, který je vůči přírodě onticky opoziční. Tato informace je tedy svým obsahem, zápisem i rolí od přirozené informace natolik odlišná (druhově omezená), že by ji po případném zániku člověka jako druhu přirozená evoluce nemohla převzít a pozitivně rozvíjet ani ve formě zapsané, ani ve formě zpředmětněné v kulturních strukturách.

Koncepce 3 světů K. R. Poppera popisuje vznik sociokulturní informace (vznik Světa 3) v závislosti na existenci Světa 1 (svět fyzický) a Světa 2 (svět mentální). Šíření sociokulturní informace je tak závislé, jak na materiálním nosiči, tak na intenci interpreta.

---

---

## OTÁZKY



Jakým způsobem vzniká sociokulturní informace?

Jakým způsobem je sociokulturní informace předpokladem evoluce kultury a jakým jejího důsledkem?

Co znamená pojem *sociokulturní genom* a co *sociokulturní fenotyp*?

Proč je lidská kultura protipřírodní a jak s tím souvisí problém informace?

Jakým způsobem jde změnit protipřírodnost sociokulturní informace na její biofilnost?

Do jakého světa – v koncepci Poppera a Ecclese – patří kniha?

---



## DALŠÍ ZDROJE

Cejpek, J. *Informace, komunikace a myšlení: úvod do informační vědy*. Praha, 2005.

Šmajš, J. *Filosofie – obrat k Zemi: evolučněontologická reflexe přírody, kultury, techniky a lidského poznání*. Praha, 2008.

---

## 12 MEMY JAKO JEDNOTKY SOCIOKULTURNÍ INFORMACE

### RYCHLÝ NÁHLED KAPITOLY



Kapitola se zabývá konceptem memu – kterého autorem je britský biolog Richard Dawkins – jako jednotky sociokulturního přenosu. Ve srovnání s přenosem biologické (resp. genetické) informace Dawkins analogicky popisuje i základní vlastnosti jednotky sociokulturního přenosu, přičemž uvádí jak společné znaky, tak také zásadní odlišnosti. Předmětem přednášky jsou také reflexe základních metodologických problémů spojeným s *memetikou*. Kromě pojetí memu u R. Dawkinse se přihlíží i k dalším koncepcím, zejména k teorii memů u S. Blackmoreové.

---

### CÍLE KAPITOLY



- Charakterizovat pojem memu a uvést rozdíly ve srovnání s genem (v pojetí Richarda Dawkinse);
  - Popsat základní způsoby přenosu memů;
  - Vysvětlit termín „sobeckost genu“ a „sobeckost memu“;
  - Uvést základním metodologické problémy související s memetikou;
  - Srovnat rozdílnost lokalizace memu u *kognitivní memetiky* a u *behaviorální memetiky*;
  - Charakterizovat pojetí memů u S. Blackmoreové.
- 

### KLÍČOVÁ SLOVA KAPITOLY



Gen, alela, replikátor, mem, memetika, imitace, sobeckost genu, sobeckost memu, kognitivní memetika, behaviorální memetika, R. Dawkins, S. Blackmoreová.

---

## VÝKLADOVÁ ČÁST

**Mem** je termín pro kulturní obdobu genu – replikující se jednotku kulturní informace. Tento termín poprvé použil v roce 1976 ve své knize *Sobecký gen* **Richard Dawkins**. Slovo *mem* je odvozeno z řeckého *mimésis* – *napodobovat*.

Evoluce nemusí být nutně postavena jen na replikaci DNA, ale jejím principem je šíření jakékoli informace, která podléhá změnám (mutacím) a selekčnímu tlaku. Memy se rozšiřují jak z generace na generaci, tak i komunikací s nepříbuzným okolím (tato teorie předávání memů v podstatě souhlasí s pojetím evoluce dle Jean-Baptiste Lamarcka – lamarckismem, kdy se na potomky šíří i znaky a vlastnosti získané v průběhu ontogeneze jedince). Teorie o existenci memů, jakožto kulturních dědičných informací v lidských mozkových buňkách (podle některých teorií i rostlinných a zvířecích) je evoluční psychologii velmi často kritizována pro svůj údajně nevědecký přístup.

**Susan Blackmoreová** ve své knize *The meme machine* (v češtině vyšla pod názvem *Teorie memů*) memy popisuje jako neovladatelné a neumlčitelné. Před memetickou evolucí není možné uniknout. Dokonce i náš vnitřní obraz sebe sama je dle ní pouhou vítěznou skupinou memů, které nás momentálně ovládají.

**Memetika** je termín, vytvořený **Douglasem Hofstadterem** v 80. letech 20. století, který se vztahuje k Dawkinsovu termínu mem. Slovo memetika je odvozeno stejně jako slovo genetika vztahující se ke genu. Memetika tedy o sobě tvrdí, že je disciplínou usilující o evoluční modelování přenosu informací v kultuře.

### 12.1 Šíření memů

Memy se šíří bez ohledu na jejich účelnost pro člověka. Existují v nejrůznější škále od výhodných, naprosto neškodných, přes neutrální, až po škodlivé (přičemž hodnocení škodlivosti nebo užitečnosti určitých jevů je rovněž memem). Příkladem jsou memy typu kuřáctví, závislost na drogách, napodoba destruktivního chování – násilí, sebevražda.

Memetici popisují dva způsoby šíření. Jednak **vertikální přenos** (mezigenerační) stylem prarodiče – rodiče – děti – jejich potomci... atd. Především se takto učíme základním vzorcům chování, získáváme též nové dovednosti (např. babička naučí svou vnučku plést). Při vertikálním přenosu se memy šíří s geny. Lze konstatovat, že to, co prospívá genům, současně prospívá i memům. Geny a memy tedy jistým způsobem „spolupracují“.

**Horizontálním přenosem** je pak myšleno předávání memů mezi vrstevníky. Zatímco rodič se většinou snaží svého potomka naučit adaptivním formám a vzorcům chování, mezi příslušníky stejné generace, popřípadě od nerodičovských autorit, jsme schopni často pochytit memy i prokazatelně škodlivé (vykořisťování, různé formy sociální deviace, např. kouření, toxikomanie aj.).

## 12.2 Typy memů a vztahy mezi nimi

Některé memy jsou jednoduché, například básnička, recept či melodie, jiné jsou komplikovanější (těm se pak říká *memples*) – třeba náboženská víra nebo politické přesvědčení. Memem je samozřejmě i samotná teorie memů.

Podobně jako sobecké geny, mohou i memy vzájemně spolupracovat (například mem liberální demokracie s memem sekularismu), nebo spolu soupeřit. V případě spolupráce se sdružují v memplexy. Memplex je seskupením memů, jež se množí většinou společně, protože je to výhodnější a efektivnější. Vysoce komplexními memplexy jsou pak různé náboženské nauky či vědecké teorie.

**Tab. 1 : Základní rozdíly mezi geny a memy (podle J. Heřta)**

Vlastnost	Geny	Memy
Terminologie	odvozená z reality	vytvořená <i>per analogiam</i> s genetikou
Definice	návod (k vytvoření proteinu), gen je jenom replikátorem	návod (např. k výrobě hrnce), ale i prvek samotný (hrnec) – mem je replikátor i interaktor
Sídlo	chromozom	mozek? návod? hrnec?
Soutěž	mezi alelami genu	mezi memy, alely nejsou definované
Genetický (a memetický) tah	týká se genetiky	evoluce je tažená memy (celkem jiný smysl tahu)
„Sobekost“	všeobecná vlastnost genu (jedinec je „otrokem“ genů)	mem je i aktivně vybíraný (člověk není „otrokem“ memů)
Vznik mutací	je náhodný	uplatňují se i vnější podmínky a vlivy (může být záměrný, člověkem vyvolaný)
Výběr	výhradně prostřednictvím fenotypu (znaku), interaktora	mem je přenášený přímo
Způsob výběru	darwinistický – získané vlastnosti se nepřenášejí	lamarckistický – získané změny memů se přenášejí
Předávání	pohlavním způsobem (většinou)	ústně, písemně, imitací, učením, nařízením
Způsob předávání	pasivní přenos	většinou aktivní přenos
Přenos	vertikální (většinou)	vertikální i horizontální
Rychlost přenosu	postupná, mezigenerační	rychlá, často infekční až epidemická
Povaha výběru	adaptivní, účelná	subjektivní, módní, často neúčelná
Evoluce	dlouhodobě stabilní	nestabilní, chaotická



## SHRnutí KAPITOLY

R. Dawkins definuje *mem* jako sociokulturní replikátor, tzn. jako *nejmenší jednotku kulturního přenosu*. Základním mechanismem přenosu je *imitace* (tedy napodobování). Memy se mohou šířit vertikálně (stejně jako geny – z rodičů na potomky), ale také i horizontálně (v rámci stejné věkové populace či jedné generace) či diagonálně (např. ze strýce na synovce). Mem je, podobně jako gen, podle Dawkinse „sobecký“, jde mu jenom o jeho co největší rozšíření se v populaci, svému nositeli tedy nemusí evolučně nijak prospívat.

Základním problémem *memetiky* je samotná lokalizace memu. *Kognitivní memetika* předpokládá, že hlavním sídlem či nosičem memů je centrální nervová soustava (paměť v mozku), ale konkrétní strukturu neuronů neumí přiřadit ke konkrétním memům. *Behaviorální memetika* tvrdí, že mem je *interaktor*, a tedy se projevuje jenom v rámci konkrétního způsobu jednání.

S. Blackmoreová považuje všechny prvky kultury za různě složité skupiny memů – tzv. *mempexů*, které se šíří „přeskakováním“ z mozku do mozku, zejména procesy napodobování či sociálního učení. I lidská inteligence je podle ní jen výsledkem darwinovského mechanismu přirozeného výběru mezi nejúspěšnějšími („nejchytřejšími“) memy.

## OTÁZKY



Jak definuje mem R. Dawkins?

Jaké jsou základní mechanismy přenosu/šíření memu?

Jaké jsou základní rozdíly mezi memy a geny?

Proč jsou podle Dawkinse memy sobecké?

Jaké jsou hlavní metodologické problémy memetiky?

V čem se liší přístup kognitivní memetiky od memetiky behaviorální?

Jakou roli mají memy pro existenci a vývoj lidské kultury v koncepci S. Blackmoreové?



## DALŠÍ ZDROJE

























Blackmoreová, S. *Teorie memů: kultura a její evoluce*. Praha, 2001.

Dawkins, R. *Sobecký gen*. Praha, 1998.

Nosek, J. (ed.) *Memy ve vědě a filosofii*. Praha, 2004.

---

## PŘEHLED DOSTUPNÝCH IKON

	Čas potřebný ke studiu		Cíle kapitoly
	Klíčová slova		Nezapomeňte na odpočinek
	Průvodce studiem		Průvodce textem
	Rychlý náhled		Shrnutí
	Tutoriály		Definice
	K zapamatování		Případová studie
	Řešená úloha		Věta
	Kontrolní otázka		Korespondenční úkol
	Odpovědi		Otázky
	Samostatný úkol		Další zdroje
	Pro zájemce		Úkol k zamyšlení

Název: ***Informační věda 1***

Autor: **Mgr. Marek Timko, Ph.D.**

Vydavatel: Slezská univerzita v Opavě  
Filozoficko-přírodovědecká fakulta v Opavě

Určeno: studentům SU FPF Opava

Počet stran: 91

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.